

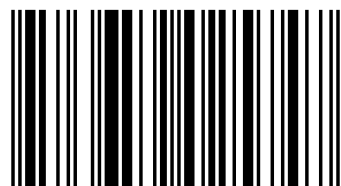
INVERSIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN:

La inversión en ciencia, tecnología e innovación tiene un carácter estratégico para el desarrollo y la competitividad de los países, sin embargo, esta todavía no es reconocida al nivel de la inversión en salud, seguridad, educación o infraestructura, reflejándose en los limitados presupuestos dedicados a investigación y desarrollo como porcentaje del PIB. Esta es una situación común en la mayoría de países de Latinoamérica, donde Costa Rica no es la excepción. Este libro recoge una serie de reflexiones y propuestas sobre lo que debería hacer un país para convertirse en una economía basada en el conocimiento, donde se justifica desde diferentes ópticas una mayor inversión para el sector. Se incluyen aportes de autores expertos provenientes del sector privado, la academia y el gobierno, que valoran la situación actual, exponen algunas de las aspiraciones que se deberían alcanzar y las propuestas de los aspectos a considerar para lograrlo. Aunque este trabajo se basa en la realidad y perspectivas de Costa Rica, los elementos planteados son igualmente válidos y útiles para otros países que experimentan condiciones similares.



KEILOR ROJAS JIMENEZ

Viceministro de Ciencia y Tecnología de Costa Rica. Doctor en Ciencias Naturales de la Universidad de Marburg, Alemania. Investigador y empresario en el campo de la biotecnología. Cuenta con varias publicaciones científicas y en temas relacionados con políticas de ciencia, tecnología e innovación.



978-3-659-02574-7

editorial académica española



KEILOR ROJAS JIMENEZ (Ed.)

INVERSIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN:

PROYECTANDO A COSTA RICA

**INVERSIÓN EN CIENCIA,
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN:
PROYECTANDO A
COSTA RICA**

**Editado por
Keilor Rojas Jiménez**

Prologo

La inversión en ciencia, tecnología e innovación tiene un carácter estratégico para el desarrollo y la competitividad de los países, sin embargo, esta todavía no es reconocida al nivel de la inversión en salud, seguridad, educación o infraestructura, reflejándose en los limitados presupuestos dedicados a investigación y desarrollo como porcentaje del PIB. Esta es una situación común en la mayoría de países de Latinoamérica, donde Costa Rica no es la excepción.

Este libro consta de 18 capítulos que recogen una serie de reflexiones y propuestas sobre lo que debería hacer un país como Costa Rica para convertirse en una economía basada en el conocimiento, donde se justifica desde diferentes ópticas una mayor inversión para el sector.

De manera participativa, se incluyen aportes de autores expertos provenientes del sector privado, la academia y el gobierno, que valoran la situación actual, exponen algunas de las aspiraciones que se deberían alcanzar y los aspectos a considerar para lograrlo. El conjunto de las propuestas permite hacer una proyección para el país en el campo de la ciencia, tecnología e innovación.

Por definición, el proyectar implica el pensar, decidir y ejecutar. De este modo, el objetivo de este esfuerzo es proveer una obra especializada que genere un espacio de análisis, reflexión, discusión e inclusive controversia sobre las estrategias que se deben seguir para aumentar la inversión en ciencia, tecnología e innovación en el país.

Naturalmente siempre existirá espacio para otras proyecciones o visualizaciones para Costa Rica en torno a la ciencia, tecnología e innovación, lo importante es que la discusión trascienda al círculo de científicos y tecnólogos que normalmente están relacionados con el sector, para que se convierta en un tema importante y posicionado en la agenda del país.

Aunque este trabajo se basa en la realidad y perspectivas de Costa Rica, los elementos planteados son igualmente válidos y útiles para otros países que experimentan condiciones similares.

KEILOR ROJAS JIMÉNEZ
EDITOR

Lista de autores invitados

Alejandra Castro
Especialista en Propiedad
Intelectual,
Bufete Arias y Muñoz

Alejandra León Castellá
Directora Ejecutiva,
Fundación CIENTEC

Alejandro Cruz Molina
Ministro, Ministerio de Ciencia y
Tecnología

Anabel González
Ministra, Ministerio de Comercio
Exterior

Antonio Collantes
Gerente, HP Networking
Hewlett-Packard Company, Costa
Rica

Ezequiel Tacsir
Especialista, División de
Competitividad e Innovación,
Banco Interamericano de Desarrollo,
San José, Costa Rica

Gustavo Crespi
Especialista Líder, División de
Competitividad e Innovación,
Banco Interamericano de
Desarrollo, Washington DC.

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

Josue Fumero
Director de Innovación,
Ministerio de Ciencia y Tecnología

Keilor Rojas Jiménez
Viceministro,
Ministerio de Ciencia y Tecnología

Santiago Nuñez
Director de Tecnologías Digitales,
Ministerio de Ciencia y Tecnología

INDICE

INDICE.....	5
I. Estado de la ciencia, tecnología e innovación	7
II. La institucionalidad de la ciencia y la tecnología: hacia una economía del conocimiento.....	10
III. ¿Por qué invertir en investigación y desarrollo?	14
IV. ¿Es la inversión en innovación una inversión rentable? Evidencia para América Latina.	18
V. La inversión extranjera directa en alta tecnología y la transformación de la estructura productiva costarricense.....	27
VI. Pareto en el sistema exportador: ¿Hacia quién debe dirigirse la política pública de apoyo empresarial?	31
VII.Importancia de la matemática para la competitividad nacional	34
VIII.El sistema educativo no basta.....	41
IX. Capital humano y competitividad.....	42
X. Evolución de los centros de investigación y desarrollo en el sector privado	45
XI. ¿Por qué formar doctorados?	48
XII.Investigación y desarrollo en las universidades públicas: reflexiones a partir de la Universidad de Costa Rica.....	51
XIII.Emprendimiento en la educación superior	57
XIV.Innovar es para todos.....	59
XV.Propiedad intelectual y el desarrollo científico-tecnológico	65
XVI.Comunicación y apropiación social de la ciencia	70
XVII.Orientación vocacional para las ciencias y las ingenierías	75
XVIII.La universidad del futuro.....	79

I. Estado de la ciencia, tecnología e innovación

KEILOR ROJAS JIMÉNEZ

Para comparar el desempeño de los países y sus sistemas de ciencia, tecnología e innovación se utilizan indicadores internacionales, los cuales son definidos y estandarizados en el *Manual de Frascati*. En este manual se destacan indicadores como la inversión en investigación y desarrollo (I+D), el número de investigadores, las publicaciones científicas, el número de patentes y las exportaciones de alta tecnología.

Inversión. Según el último informe de *Indicadores Nacionales 2009 de Ciencia, Tecnología e Innovación*, Costa Rica invirtió ese año un 0,53% del PIB en I+D. Esta cifra es considerablemente menor de la observada en los países desarrollados de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) que invierten 2,3% en promedio. Ante esto, se podría creer que los países desarrollados invierten más porque son ricos, sin embargo, la evidencia internacional indica lo contrario. Es decir, que el aumento sostenido de la inversión en I+D fue lo que les permitió alcanzar el desarrollo que hoy poseen.

Otra particularidad de la inversión en investigación y desarrollo es su concentración en el sector público, donde las instituciones públicas costarricenses concentran el 72% de la inversión, cuando lo deseable, como ocurre en los países de la OCDE, es que sea menor al 35%. En este sentido, una mayoritaria participación del sector privado asegura que la investigación, el desarrollo y la innovación se orienten hacia las necesidades del mercado, generando altos rendimientos y mayor reinversión.

Son evidentes, además, los desbalances entre los diferentes campos, donde las ciencias sociales, las ciencias agrícolas y las ciencias naturales representan el 73% de los proyectos mientras que áreas como las ingenierías y tecnologías concentran solamente el 14%. Esto implica que nacionalmente se cuenta con limitadas capacidades de absorción, asimilación, adaptación y producción de nuevas tecnologías.

Capital humano. El citado informe indica que en Costa Rica existen 0,52 investigadores en jornada completa por cada mil integrantes de la población económicamente activa (PEA), lo cual es catorce veces menor a lo observado en los países desarrollados de la OCDE. Más delicado aún, es que solo una pequeña parte de

los investigadores nacionales son altamente especializados, disponiéndose únicamente de 1,02 doctorados en ciencia y tecnología por cada diez mil habitantes.

La carencia de investigadores, en términos de cantidad y nivel de especialización, representa una seria restricción para el desempeño del sector productivo, para la atracción de inversión extranjera en sectores de vanguardia y para el desarrollo económico del país. Esto es un asunto que requiere atención prioritaria, donde incluso convendría declarar la escasez de recursos humanos en ciencia y tecnología como una emergencia nacional.

La participación femenina en las actividades de investigación alcanza un 43% del total de investigadores, comparado con el 34% observado en Europa y el 18% de Asia. En este sentido, aunque son evidentes los avances y el panorama es optimista respecto a otras regiones, todavía existe una brecha de género importante en la ocupación de puestos de alta jerarquía y en la representatividad en ciertas instituciones científicas.

Publicaciones. Según la base de datos SCOPUS, en el 2009 se publicó un total de 481 artículos en revistas internacionales indexadas, representando un 0,63% de la producción en Latinoamérica. Adicionalmente, más de un 80% de las publicaciones se concentraron en agricultura, biología, ambiente y biomedicina. Esto indica que si bien se ha logrado cierta especialización en algunas áreas, la producción científica nacional es todavía escasa y asimétrica.

Patentes. El número de patentes en la Oficina de Patentes de los Estados Unidos (USPTO por sus siglas en inglés) otorgadas a costarricenses en el 2009 fue de 0,64 por cada cien mil habitantes respecto a las 9,5 de los países de la OCDE. Localmente, el número de patentes aplicadas en el Registro Nacional por residentes fue de 1,29 por cada cien mil habitantes. Esto indica el escaso nivel de producción y protección de propiedad intelectual nacional.

Exportaciones de alta tecnología. El 35% de las exportaciones del sector manufactura son de alta tecnología, porcentaje superior al 15% en promedio observado en los países de la OECD. En este indicador la valoración es positiva, sin embargo, esta debe manejarse con cautela porque se podría sobreestimar la capacidad tecnológica de las industrias nacionales. Aquí, el gran reto consiste en vincular a las multinacionales con

las empresas locales promoviendo más encadenamientos, transferencia de tecnologías y derrames de conocimientos.

Propuesta. Para dinamizar el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación se requiere necesariamente de más inversión y más recursos humanos. Entre otras cosas se deberá duplicar la inversión actual en I+D aumentando la participación del sector privado, duplicar la matrícula universitaria en carreras científico-tecnológicas y duplicar el número de doctorados. Esto deberá ser complementado con la creación de nuevos incentivos de apoyo a los actores públicos y privados así como con cambios al marco legal y la institucionalidad del sector.

Referencias

- BID (2011). The imperative of innovation: creating prosperity in Latin America and the Caribbean. Washington, D.C. 66 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”.
- OECD (2011). Science, Technology and Industry Outlook 2010. OECD Publishing, Paris, France.
- SCImago Journal and Country Rank, <http://www.scimagojr.com/>
- UNESCO (2010). Women in Science. UIS Fact sheet, October 2010, No 6.
- USPTO, http://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/pat_tr10.htm
- WIPO (2010). World intellectual property indicators. 148 p.

Reseña biográfica del autor

El Dr. Keilor Rojas Jiménez es Ingeniero Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica, posee una Maestría en Biología de la Universidad de Costa Rica y un Doctorado en Ciencias Naturales de la Universidad de Marburg, Alemania, en el área de biotecnología microbiana. Se ha desempeñado como investigador en proyectos de la Universidad de Costa Rica, Harvard, la Universidad de Marburg, la UNAM en México, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España y el Instituto Nacional de Biodiversidad. También participa como profesor invitado en la Universidad Nacional y el Instituto Tecnológico de Costa Rica. Es fundador de “Biotec Soluciones Costa Rica S.A.” empresa biotecnológica creada en el 2010. Actualmente se desempeña como Viceministro de Ciencia y Tecnología promoviendo la vinculación entre la academia, el gobierno y el sector productivo privado. Además de contar con varias publicaciones científicas, el Dr. Rojas regularmente escribe sobre temas relacionados con la ciencia, tecnología e innovación.

II. La institucionalidad de la ciencia y la tecnología: hacia una economía del conocimiento

ALEJANDRO CRUZ MOLINA

La Ciencia y la Tecnología, como actividades que fomenta el Estado costarricense, se remontan al discurso del Dr. José María Castro Madriz en el año 1844, donde el primer presidente constitucional de Costa Rica en lo sustantivo propone:

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

Planteado este aspecto en la visión estratégica de Costa Rica es necesario considerar que la Ciencia y la Tecnología son parte intrínseca del proceso de enseñanza aprendizaje. Por ello, la triada Educación-Ciencia- Tecnología se ha venido consolidando como una política pública del Estado costarricense a lo largo de su historia, como República independiente.

Es comprensible que el conocimiento científico y tecnológico en los inicios del siglo XX se refiriera fundamentalmente al desarrollo de la agricultura, a la conservación de los recursos naturales y a los asuntos de salud pública. Es importante destacar el hecho de que San José era, en 1883, una de las primeras capitales latinoamericanas en contar con fluido eléctrico gracias al ingenio y la tenacidad del Ing. Víctor Manuel Dengo, y que en la primera mitad del siglo XX sobresaliera en el plano internacional un científico como Clodomiro Picado Twight en temas relativos al ofidismo, al capital natural y a recomendaciones de salubridad pública en la población costarricense especialmente de habitantes del campo.

En este contexto sobresale la refundación de la Universidad de Costa Rica en 1940 y su reforma universitaria a finales de los años 50, lo que significó que el país contara con una casa de enseñanza superior que impulsara de manera sistemática la investigación y el desarrollo científico y tecnológico en las principales áreas de prioridad nacional.

Consecuencia de lo anterior la Universidad de Costa Rica crea la primera comisión sobre investigación científica y tecnológica (CUNI), embrión del marco institucional

para el fomento de estas actividades y precursor a su vez de la creación del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), fundado por Ley 5048, el 1° de agosto de 1972. Esta fecha fue posteriormente declarada Día Nacional de la Ciencia y la Tecnología.

De manera casi simultánea hubo en los inicios de la década de los años setenta movimientos en la sociedad costarricense para diversificar la educación superior. El Instituto Tecnológico de Costa Rica, creado en junio de 1971, nació con el objetivo de priorizar la enseñanza tecnológica; para impulsar el acercamiento de la educación superior hacia la formación pedagógica y nuevas áreas del saber se creó la Universidad Nacional, en febrero de 1973, y finalmente se logró la proyección a las comunidades en todo el país con la fundación en 1977 de la Universidad Estatal a Distancia.

Las nuevas universidades entonces plantean la necesidad de crear el Consejo Nacional de Rectores (CONARE), como institución de coordinación interuniversitaria. Con el tiempo generó mecanismos de coordinación de áreas del conocimiento científico y tecnológico; de investigación y extensión o acción social, y también de vinculación con los sectores productivos, tanto por medio de la prestación de servicios como de proyectos de investigación conjunta empresa-universidad.

Es en las décadas de los años setenta y ochenta que se consolidan las Vicerrectorías de Investigación como organizaciones universitarias de fomento científico y tecnológico, y de la mano de la labor del CONICIT se crea el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MICIT), en el año 1990.

En los procesos históricos es conocido que las etapas del desarrollo no se dan por cambios abruptos sino graduales; a veces son poco perceptibles pero no por eso menos trascendentes y de impacto en los futuros años. Podría pensarse por esto que la llegada del MICIT representó el establecimiento de un ente del Poder Ejecutivo encargado de impulsar la política pública sobre ciencia y tecnología de manera explícita.

En el modelo anterior al MICIT, dicha política se encontraba implícita principalmente en las acciones del Ministerio de Educación Pública, las Universidades Estatales y los entes estatales encargados de modernizar los servicios públicos relacionados con energía, telecomunicaciones, salud pública, acueductos y alcantarillados y la infraestructura vial productiva y económica del país. También es importante resaltar que en esa época se creó la mayor parte de las universidades privadas, que junto a la

formación de profesionales en las más variadas disciplinas, impulsan también el desarrollo científico-tecnológico.

La institucionalidad ahora representada por el MICIT y el CONICIT logra conceptualizar la ciencia y la tecnología como un sistema transversal, más que un sector específico, al cual se agregaría posteriormente el concepto de innovación. La investigación aplicada, la propiedad intelectual y la transferencia tecnológica se convierten así en elementos que se suman a la búsqueda del conocimiento básico y de libre acceso.

No es entonces casual que al aprobarse la Ley de Fortalecimiento de las Pequeñas y Medianas Empresas, Ley N° 8262, en mayo del 2002, se agrega al MICIT y al CONICIT responsabilidades específicas para promover procesos de innovación, especialmente en las pequeñas y medianas empresas nacionales (PYMES). Estas, a su vez, impulsan una mayor articulación de los componentes académicos y gubernamentales del sistema.

Ya en pleno siglo XXI, la atracción de inversión externa directa en el país y la consecuente modernización de los sectores productivos nacionales trazan una transición en la economía del país: de una economía que en el siglo anterior se relacionó con el procesamiento de recursos naturales y materias primas, y el recurso humano era menos relevante en los factores de la producción, hacia una economía orientada al conocimiento y la innovación, y en la que el capital humano representa un factor fundamental de competitividad.

Estos cambios en el ámbito económico tienen importantes consecuencias en los ámbitos sociales, sobretudo con la predominancia de las tecnologías digitales y su impacto en la educación, cultura y servicios al ciudadano.

En el sistema educativo (desde el nivel de preescolar hasta el nivel universitario, y desde una perspectiva académica o técnica) ha sido necesario hacer ajustes, crear nuevas modalidades de enseñanza–aprendizaje y articular niveles educativos. Por ejemplo, estos cambios se han incorporados en el perfil académico de una nueva universidad pública, la Universidad Técnica Nacional, así como se visibilizan en el surgimiento de carreras de ingenierías y ciencias aplicadas en las universidades privadas.

Para el Ministerio de Ciencia y Tecnología, al iniciar la segunda década del siglo XXI es fundamental concentrar su misión institucional en los tres elementos clave del desarrollo nacional: el capital humano, la productividad y la innovación empresarial, y la estrategia nacional de desarrollo digital. Este último aspecto se consolidará con el advenimiento de

las telecomunicaciones al marco institucional de la Ciencia y la Tecnología, el cual debe transitar cada vez con más fuerza hacia agregar contenido e innovación en los bienes que se producen y en los servicios a la sociedad.

Propias de esta nueva era del marco institucional son las articulaciones estratégicas que le permitan al país optimizar los recursos con que cuenta, actuando mediante equipos orientados a atender asuntos y problemas complejos y lograr así una mayor competitividad como nación integrada al mercado mundial.

Dos ejemplos claros de esta articulación estratégica y de su importancia en la Administración Chinchilla Miranda lo constituyen el Foro de Capital Humano para la Competitividad, donde MICIT-COMEX-CINDE juntan esfuerzos con entidades universitarias y técnicas en esta materia. Asimismo, se ha creado el Consejo Presidencial de Competitividad e Innovación, el cual es presidido por la señora Presidenta y se orienta a la atención, solución o mejora de asuntos interinstitucionales que involucran a ministerios e instituciones para lograr la competitividad del país y la innovación al interior de las empresas.

Reseña biográfica del autor

Alejandro Cruz Molina actualmente, se desempeña como Ministro de Ciencia y Tecnología. Es Ingeniero Químico, con un Master en Ciencias del Colegio de Ciencias Ambientales y Forestales de la SUNY-Syracuse, New York. Formó parte del inicio del Instituto Tecnológico de Costa Rica en 1973 y por su trayectoria fue electo Rector en dos ocasiones (1995-2003), impulsó un importante número de nuevas carreras en diversos campos, así como las actividades de vinculación universidad-sector productivo, especialmente la atracción de inversiones en alta tecnología vinculada al desarrollo académico y los esfuerzos de coordinación e integración educativa a nivel nacional, mediante la creación del Consejo de Articulación de la Educación Superior, el Sistema Nacional de Educación Técnica y el Centro Nacional de Alta Tecnología. En este contexto, participó también en la creación de la Comisión Asesora en Alta Tecnología y el Centro Nacional de Producción Más Limpia. Ha estado vinculado a CONARE y otras instancias nacionales e internacionales relacionadas con el quehacer científico-tecnológico.

III. ¿Por qué invertir en investigación y desarrollo?

KEILOR ROJAS JIMÉNEZ

Cuatro décadas atrás, la inversión de Costa Rica y Corea del Sur en actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico no superaban el 0,5% del Producto Interno Bruto. Hoy día, Costa Rica sigue manteniéndose alrededor de ese porcentaje mientras que el país asiático evolucionó alcanzando niveles superiores al 3%.

Los resultados de haber tomado uno u otro camino son contundentes: el ingreso nominal per cápita de Costa Rica en esos 40 años pasó de 540 a 6 345 USD, mientras que el de Corea pasó de 278 a 17 074 USD. Resultados similares se obtienen si se compara con países como Singapur, Finlandia o Israel.

Innovación y riqueza. Ante este y otros ejemplos de éxito internacional, algunos han argumentado que los países ricos invierten más en I+D porque son ricos. Sin embargo, las evidencias internacionales indican lo contrario, es decir, que los países son ricos porque impulsan la innovación a través de mayor inversión en I+D. Dicho de otra manera, los países son ricos porque deciden apostar por una economía basada en el conocimiento.

Las razones que explican el estancamiento costarricense no son del todo claras, aunque se podrían entrever algunas como el hábito cultural de invertir reactivamente y no prospectivamente; la ausencia de una clara estrategia nacional sobre prioridades de inversión; el reducido reconocimiento de la importancia de la innovación y la percepción equivocada de un bajo retorno económico al invertir en ciencia y tecnología.

Este año Costa Rica se ubicó en la posición 56 del *Ranking* de Competitividad Global elaborado por el Foro Económico Mundial, de un total de 139 países. Acorde con los componentes de este índice, hay dos factores prioritarios por atender a los que no se les ha dado la importancia debida. Estos son la inversión público-privada en I+D como porcentaje del PIB y la cantidad y calidad del capital humano disponible.

Impacto de la inversión. Estudios recientes han demostrado que la evolución de la Productividad Total de los Factores depende no solo de la calidad de los recursos humanos, sino también del esfuerzo realizado en materia de inversión en I+D. En este sentido, Costa Rica ha ignorado esta premisa, manteniendo una inversión baja que además es costeadada en un 65% por el sector público. Esto en contraposición con un país

en franco desarrollo como Corea del Sur que invierte 3,37% del PIB y donde el 75% proviene del sector privado.

Estas diferencias en cuanto a la magnitud del aporte y la orientación de intereses del sector privado podrían ser las responsables de que según datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI, 2010), en Costa Rica solamente se solicitaran 879 patentes, de las cuales solo un 5% fue hecha por nacionales con respecto a las 170 632 solicitudes que se hicieron en Corea del Sur, cuyo 75% fue hecho por residentes de ese mismo país.

El aumento de la inversión general y la mayor participación del sector privado implica que las innovaciones estén necesariamente orientadas al mercado. Esto conduce a generar mayores rendimientos para el sector, quien convencido de los beneficios invierte otra vez en I+D, propaga indefinidamente este círculo virtuoso de crecimiento y desarrollo socioeconómico.

¿Porqué invertir en I+D+i?

- Las actividades de I+D permiten el avance y difusión de los conocimientos científicos, la creación de nuevas especialidades y la adquisición de conocimiento tácito. Este último se deriva de la experiencia de realizar investigación y no puede ser transmitido mediante palabras o símbolos, pero constituye un bien intelectual fundamental para poder entender y adaptarse a los avances científicos y tecnológicos.
- La aplicación del conocimiento propicia el desarrollo de nuevas tecnologías que pueden convertirse en innovaciones de procesos, productos o servicios y como tales, sujeto de protección intelectual.
- El establecimiento de nuevas líneas de investigación, desarrollo e innovación en las empresas conducen a la diversificación productiva, aumentos de la eficiencia, disminución de costos, atracción de fuentes alternas de inversión, creación de empresas derivadas (*spin-off*) y el acceso a nuevos mercados.
- Durante la realización de proyectos de I+D, se establecen nuevas capacidades por medio de la formación y capacitación de profesionales, la adquisición de infraestructura y el desarrollo de servicios que, posteriormente, estarán disponibles para otros sectores.

- Las actividades de I+D permiten a las instituciones estar a la vanguardia dentro de sus respectivos campos, lo que generalmente incrementa su prestigio y credibilidad.
- La investigación y desarrollo tienen un aporte importante en la solución de problemas sociales y ambientales así como en el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Retos. Si se quiere aumentar significativamente el ingreso per cápita, a nivel de los países desarrollados, pareciera que el único camino sería aumentar sustancialmente la inversión en actividades de innovación como lo es la investigación y el desarrollo.

Ante esto, y tratando de mirar prospectivamente, deberíamos empezar por proponernos como país aumentar progresivamente la inversión en I+D alcanzando al menos el 1% del PIB en los próximos años, considerando tener una mayoritaria participación del sector privado.

Si bien es posible que los resultados no se vean inmediatamente, en el mediano plazo los efectos positivos hablarán por si mismos, alcanzando no solo el ámbito económico sino también el social y ambiental.

Referencias

- Banco Mundial (2003). Construir Sociedades del Conocimiento: Nuevos desafíos para la Educación Terciaria. Washington. 244 p.
- CEPAL (2008). Espacios Iberoamericanos: la economía del conocimiento. Santiago, Chile. 136 p.
- CEPAL (2009). Innovar para Crecer: Desafíos y oportunidades para el desarrollo sostenible e inclusivo en Iberoamérica. Santiago, Chile. 237 p.
- CEPAL (2010). Ciencia y Tecnología en el Arco del Pacífico Latinoamericano: espacios para innovar y competir. Santiago. 61 p.
- Consejo Nacional de Investigación Científica (2010). Ciencia y Tecnología en Chile: ¿Para Qué? Santiago, Chile. 127 p.
- Freeman, C. (1995). The National System of Innovation in historical perspective. Cambridge Journal of Economics. 19:5-24.
- Hall, B. (2010). Measuring the Returns to R&D. Scientific Series. CIRANO, Montreal. 62 p.
- Instituto de Estadística de la UNESCO, <http://stats.uis.unesco.org/unesco>
- MICIT (2009). Indicadores Nacionales de Ciencia Tecnología e Innovación 2008. Ministerio de Ciencia y Tecnología, San José, Costa Rica. 114 p.
- MICIT (2011). Indicadores Nacionales de Ciencia y Tecnología: Indicadores Nacionales 2009. Ministerio de Ciencia y Tecnología, San José, Costa Rica. 98 p.
- Nation Master World Statistics, <http://www.nationmaster.com/index.php>
- OMPI (2010). Informe de la OMPI Sobre Patentes. 148 p.

- Rouvinen, P. (2002). R&D Productivity Dynamics: Causality, Lags and Dry Holes. *Journal of Applied Economics*. 5(1): 123-156.
- UNESCO (2010). *Measuring R&D: Challenges Faced by Developing Countries*. Institute for Statistics. Montreal. 40 p.
- UNESCO (2010). *Sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación e América Latina y el Caribe*. Guillermo Lemarchand (ed.). Montevideo. 329 p.
- UNESCO (2010). *UNESCO Science Report 2010: The current status of science around the world*. Paris. 542 p.
- World Bank Statistics, <http://data.worldbank.org/>
- World Economic Forum (2010). *The Global Competitiveness Report 2010-2011*. Geneve. 516 p.

IV. ¿Es la inversión en innovación una inversión rentable? Evidencia para América Latina.

GUSTAVO CRESPI
EZEQUIEL TACSIR

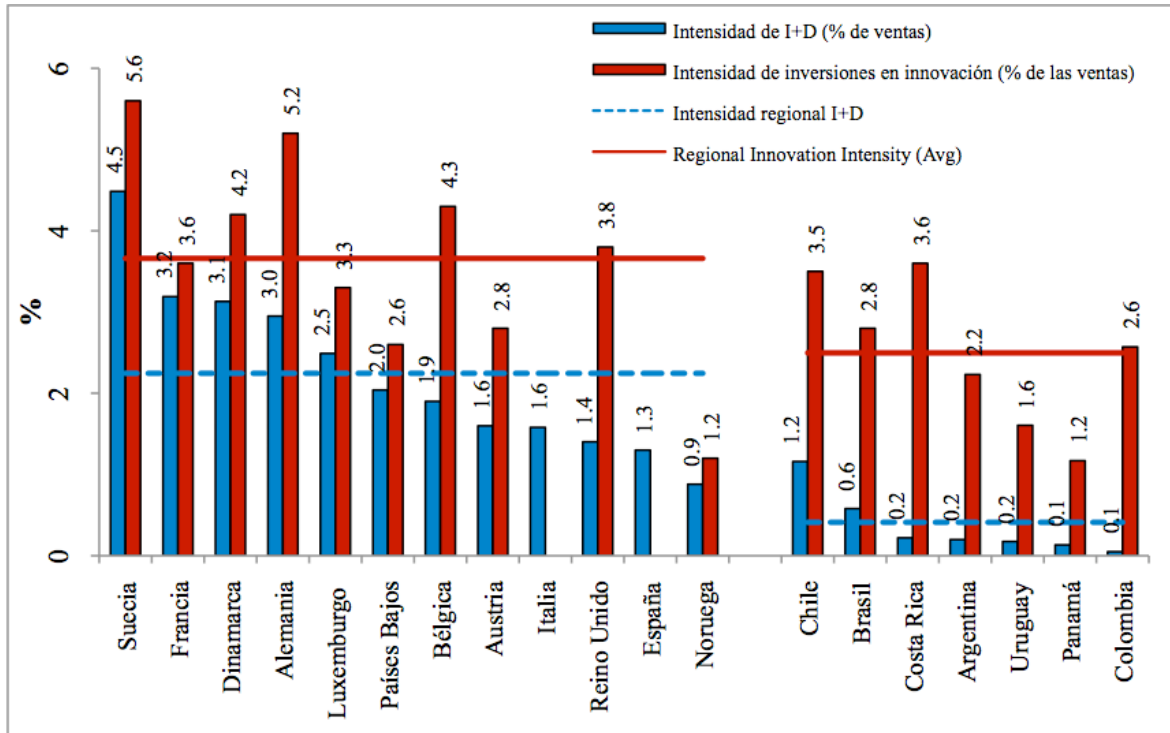
El Panorama de la Innovación en la Región. América Latina y el Caribe (ALC) han tenido un desempeño muy pobre en términos de productividad comparado con otros países desarrollados y en vías de desarrollo. Esto explica su modesto crecimiento económico en los últimos 30 años y la persistencia de su retraso relativo. Entre otros factores, la innovación, definida en términos amplios como la introducción de nuevos productos, procesos o métodos organizacionales en las empresas, es considerada un motor primordial del crecimiento de la productividad. Los empresarios innovan motivados por expectativas de mayores ganancias para lo cual buscan, ya sea, introducir mejores (es decir, más eficientes) procesos productivos y de gestión que ahorran costos y/o mejoran la calidad de la producción o satisfacer una demanda insatisfecha por parte de los consumidores para lo cual diseñan y lanzan nuevos productos al mercado.

Es decir, la innovación no resulta de fuerzas exógenas sino que, muy por el contrario, la innovación es el resultado de decisiones deliberadas de inversión (tanto en activos tangibles como intangibles) por parte de las empresas. El proceso inversor genera conocimiento nuevo, el cual da origen a innovaciones (de producto o proceso) que impactan, en última instancia, en la productividad. En efecto, tal como lo sugieren las modernas teorías de crecimiento económico endógeno, las inversiones en innovación resultan de las características del sistema económico: condiciones de mercado y sus incentivos así como de los factores institucionales que los gobiernan.

ALC presenta niveles preocupantemente bajos de inversión en innovación (tanto en componentes tangibles como intangibles). En particular, las tasas promedio de inversión en innovación por parte de las empresas son claramente más bajas en ALC que en los países de la OCDE, siendo la brecha de inversión particularmente marcada en el componente intangible, es decir en I+D (Gráfico 1). Adicionalmente, se destaca que no sólo el nivel general de inversión en innovación es bajo en la región, sino que también es notable que la mayor parte de esa inversión (cerca de las dos terceras partes) sea financiada directamente por el sector público (Gráfico 2). Esto está en abierto contraste

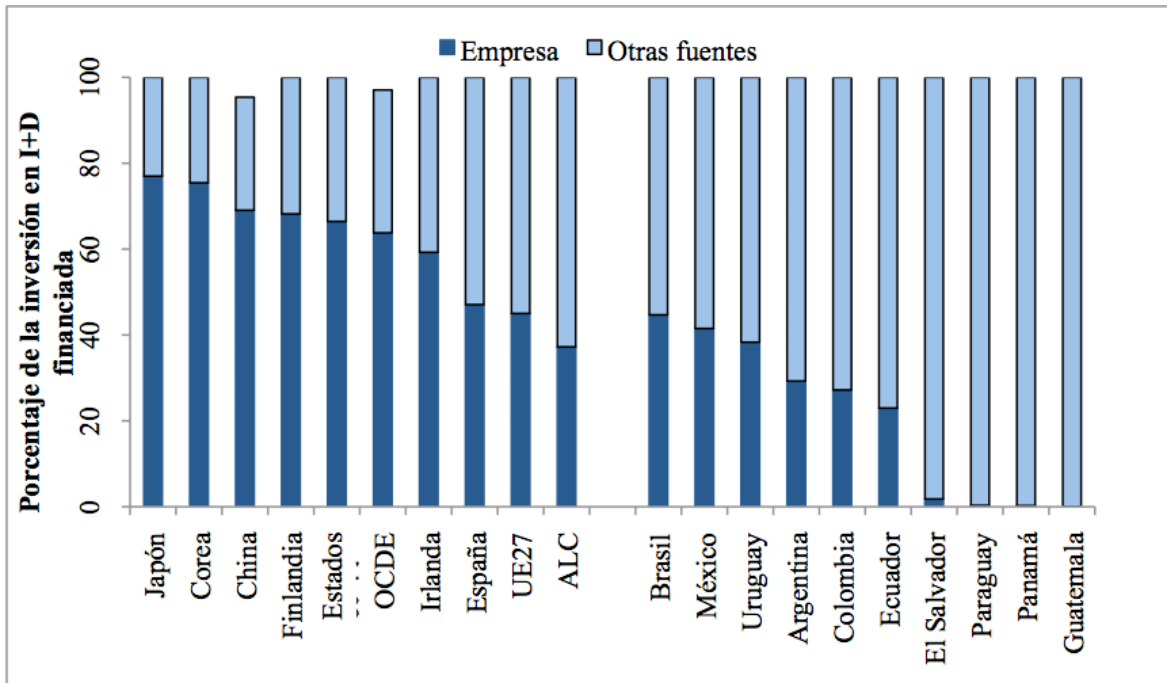
con las economías de la OCDE y otras de rápido crecimiento, donde cerca de las dos terceras partes de la inversión en innovación proviene de fuentes privadas. Es decir, la región presenta un marcado déficit de inversión en innovación, en particular en lo que se refiere al esfuerzo privado de la misma.

Gráfico 1: Inversión total en innovación e inversión en I+D



Fuente: BID 2010

Gráfico 2: Fuentes de Financiamiento de la Inversión en Innovación Empresarial



Fuente: BID 2010

Déficit de inversión en innovación o bajos retornos? La existencia de una brecha en inversión en innovación con otros países, si bien preocupante, no es suficiente para afirmar que existe un déficit de innovación que requiera políticas públicas correctivas. En otras palabras, una baja inversión puede ser la respuesta óptima del mercado cuando no existen suficiente “oportunidades o ideas” para innovar. Esta situación puede producirse cuando, por ejemplo, no existe suficiente capital humano, o cuando los canales por los cuales fluyen las buenas ideas que emanan desde la frontera tecnológica están cerrados o bien cuando existe incertidumbre por parte de las empresas para la apropiación de los resultados de sus inversiones en innovación. Por otro lado, una baja inversión por parte del mercado en innovación requiere atención cuando las oportunidades para innovar existen, pero estas no se materializan debido a la falta de financiamiento u otros recursos para llevarlas al mercado, muchas veces asociados con fallas de mercado.

Una forma de discriminar el porqué de la brecha de innovación es mirar el retorno de la inversión en innovación. Solamente si se encuentra que estos retornos son “altos” entonces se puede decir que se está frente a un problema de falta de recursos o financiamiento que inhiben una mayor inversión. Sin embargo, ¿qué sabemos sobre los

retornos de las inversiones en innovación? ¿Qué metodologías se han utilizado para medirlos?

Sobre los retornos de las inversiones en innovación: La evidencia internacional. En los países desarrollados el interés por conocer los retornos de la inversión en innovación tiene larga data. Por su parte, los empresarios están interesados en conocer el retorno privado de estas inversiones mientras, en el caso de los economistas y responsables de políticas públicas, el interés abarca no solo el retorno privado sino los niveles (mayores o menores, comparativamente) del retorno social, es decir cuáles son los efectos que estas decisiones privadas de inversión tienen en el resto de la sociedad. Estos efectos se resumen normalmente en la idea de la existencia de externalidades. Esta diferencia de interés se debe a que desde el punto de vista de la política pública, la premisa fundamental detrás de las políticas de innovación es que si el retorno de la producción y/o el intercambio de conocimiento resulta inferior para los actores privados que para la sociedad, es necesaria la intervención del gobierno atento a que los empresarios, por su cuenta, habrán de invertir niveles más bajos que los deseables para la sociedad como un todo (Arrow, 1962).

Por casi medio siglo economistas en países desarrollados han desarrollado diversos métodos para estimar la tasa de retorno de las inversiones en innovación, con particular foco en las inversiones en I+D. En su mayor parte la literatura ha utilizado el marco de la contabilidad del crecimiento aumentado con mediciones del gasto en investigación y desarrollo o su acervo acumulado a lo largo de varios años a diferentes niveles de agregación ya sea la planta, el sector económico o inclusive toda la economía. Esta metodología básicamente relaciona la tasa de crecimiento de la productividad con la inversión en innovación. O dicho de otra forma, el crecimiento residual de la producción que no es contabilizado por los insumos tradicionales (trabajo, capital e insumos intermedios) se asume que el producto del cambio técnico generado por el esfuerzo innovador de una sociedad.

El modelo más simple pasa por estimar una función de producción “aumentada” por el conocimiento como la siguiente (Hall, Mairesse and Mohnen, 2010 – HMM, 2010):

$$Y = AL^{\alpha} C^{\beta} K^{\gamma} [K^{\circ}] e^{\mu} \quad (1)$$

Donde Y es producción, L trabajo, C capital físico, K capital de conocimiento interno a la empresa y Ko es el stock de conocimiento externo a la empresa. La ecuación (1) se puede expresar en tasas de crecimiento y estimar sobre una muestra de empresas:

$$\Delta y_{it} = \lambda_t + \alpha \Delta l_{it} + \beta \Delta c_{it} + \rho \frac{(\Delta K_{it})}{Y_{it}} + \rho_o \frac{(\sum \varpi_j \Delta K_{jt}^{i \neq j})}{Y_{it}} + \Delta u_{it} \quad (2)$$

Asumiendo que el conocimiento se acumula mediante la inversión en innovación menos su depreciación por obsolescencia, se tiene que el crecimiento de la productividad de las empresas depende de la intensidad a la cual crece su conocimiento interno (o el esfuerzo en innovación de la firma – $\Delta K/Y$) de la intensidad con la cual crece el conocimiento de las otras empresas de la economía (wK/Y). Mientras que r es la tasa de retorno privada del conocimiento y ro es la tasa de retorno del conocimiento externo. En este modelo la tasa de retorno social es simplemente la suma r+ ro.

A pesar de la necesidad de llevar a cabo una serie de supuestos y otros problemas empíricos de estimación, HMM (2010) reportan tasas de retorno privadas a la inversión en innovación en países desarrollados el rango del 20 al 30%. Mientras que las tasas de retornos sociales se encuentran en el rango del 30 al 100%. En el caso de países en desarrollo la evidencia es mucho más limitada en particular debido a la falta de información. Por ejemplo, en el caso de Chile donde la información resulta adecuada para este tipo de ejercicios, Benavente et. al (2010) reportan tasas de retornos privadas cercanas al 30% para la inversión en I+D. Siendo estas tasas sustancialmente mayores que las tasas de retorno a la inversión física (17%).

Los Retornos a la Inversión en Innovación: Evidencia para América Latina. En esta sección exploramos los resultados de un ejercicio similar a los anteriores para determinar los retornos de la innovación haciendo uso de una muestra de más de 5.000 empresas representativas del sector manufacturero de todos los países de la región y con información sobre ramas manufactureras a dos dígitos del clasificador industrial estándar. Esta base forma parte del Enterprise Survey 2010 recogido por el Banco Mundial (BM) y el Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID). La base de datos tiene información sobre la introducción de innovaciones de producto y/o de proceso por parte de las empresas durante el periodo 2007-2010. Si bien la encuesta también indaga por inversiones en I+D lo hace solamente para el último año de la encuesta lo cual no genera el rezago temporal suficiente como para mirar directamente los retornos de esta variable. En síntesis, nuestra principal “proxy” por innovación es si la empresa introdujo por lo

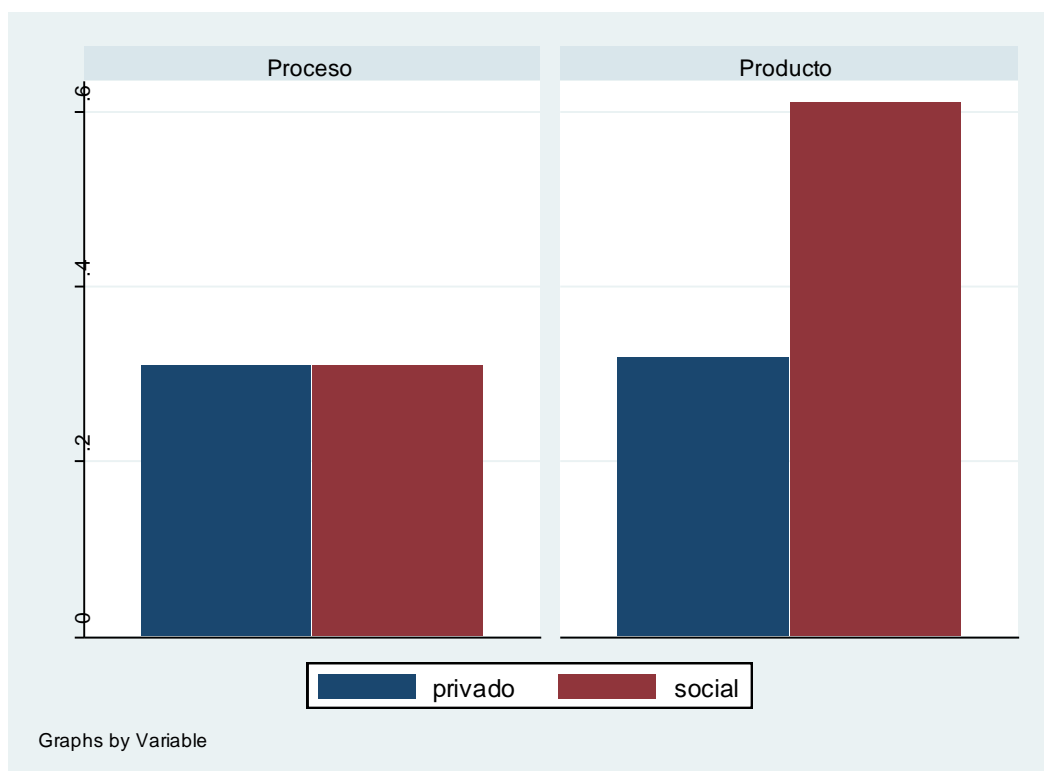
menos una innovación de producto o una innovación de proceso durante el periodo 2007-2010 y medimos el impacto de esta introducción en la productividad de las empresas en el 2010. Nos encontramos que aproximadamente un 67% de las empresas introdujo a lo menos una innovación de cualquier tipo en la región. Adicionalmente, tenemos que mientras el 55% introdujo por lo menos una innovación producto (que representan un 13% en promedio de las ventas de las empresas en el 2010), por otro lado un 48% de las empresas introdujo a lo menos una innovación de proceso. Desde el punto de vista empírico estimamos un modelo tal como:

$$(y_{it} - l_{it}) = \alpha + \alpha_k(k_{it} - l_{it}) + \alpha_m(m_{it} - l_{it}) + (\alpha_k + \alpha_l - 1)l_{it} + \phi h_{it} + \rho P(I)_{it} + \rho_o P(I)_{i \neq j, t} + u_{it} \quad (3)$$

Donde la variable dependiente es la productividad del trabajo y las variables independientes son el capital físico por trabajador ($k-l$), los insumos intermedios por trabajador ($m-l$), el empleo (l) y el capital humano por trabajador (h). Las variables de interés son la probabilidad de innovación por parte de la empresa $-P(I)-$ y la probabilidad de innovar por parte de las otras empresas en la misma industria y país $-P(I)_{i \neq j}$. Al momento de estimar una ecuación como la (3) es necesario tener en cuenta la posibilidad de que la causalidad no sea necesariamente de la innovación hacia la productividad, sino al revés, es decir que las empresas más productivas terminen siendo las que más innovan. Para evitar este problema los resultados que se muestran a continuación usan métodos estadísticos que tratan de explicar primero la introducción de innovaciones por parte de las empresas y luego van desde este nivel a la estimación de su impacto en la productividad (en otras palabras utilizamos el marco de Crepón, Duguet y Mairesse, 2008. (Para los detalles de una aplicación de este marco para una submuestra de países de ALC ver Crespi y Zuniga, 2010).

Los resultados de este ejercicio se resumen en el Gráfico 3. En el mismo se comparan los retornos privados de la innovación de productos con los retornos privados de las innovaciones de proceso. Al mismo tiempo también se comparan los retornos sociales para estos dos tipos de innovaciones.

Gráfico 3: Retornos a la Innovación en AL



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que las tasas de retorno privadas de las innovaciones de producto y de proceso son bastantes similares oscilando en valores cercanos al 30%. Donde existen diferencias importantes, sin embargo, es en relación a los retornos sociales. En efecto, mientras los retornos sociales y privados son similares en el caso de las innovaciones de proceso – algo que sugiere la existencia de pocas externalidades en el caso de este tipo de innovación – se aprecian importantes externalidades en materia de innovaciones de producto. En otras palabras, mientras el retorno privado de la innovación de producto asciende al 30%, su retorno social llega al 60%. Es decir, existe un premio que las sociedades de ALC estarían dispuestas a pagar por contar con una mayor cantidad de productos nuevos, es decir con una mayor diversificación productiva. Sin duda, este es el lugar que deben tomar las políticas públicas.

Conclusiones. Es claro que los países de ALC presentan una brecha de inversión en innovación. Si bien esto por si mismo no es suficiente para preocuparse, el hecho de que esta baja inversión co-exista con retornos sociales de alrededor del 30% al 60% de estas inversiones, es un factor que claramente induce a pensar que se están sacrificando oportunidades importantes de inversión las que podrían tener un impacto cierto en la

productividad de las economías de la región. En este sentido el espacio para la políticas publicas aparece cuando existen proyectos con altas tasas de retornos sociales pero que debido a ciertos fallos en como funcionan los mercados ellas no se reflejan en las tasas de retornos privadas, generando una inversión privada en innovación que resultan menor que la socialmente esperada. Las políticas públicas están entonces orientadas a intervenir en el sector para corregir estas fallas de mercado y, en particular, apuntan a:

- Alinear los retornos privados y sociales y mitigar el problema de la “imperfecta apropiabilidad” que caracteriza la producción de conocimiento científico y tecnológico (Nelson, 1959; Arrow, 1962). En nuestros resultados este es un problema particularmente grave para las innovaciones de producto.
- Corregir las asimetrías de información que caracterizan los proyectos de inversión en innovación, lo cual general problemas para obtener financiamiento externo o absorber tecnología.
- Facilitar la coordinación de las inversiones en activos complementarios, en particular capital humano y conocimiento genérico y semiespecializado.

Referencias

- Arrow, K. J. (1962). “The Economic Implications of Learning by Doing,” *The Review of Economic Studies*, 29(3):155–173.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2010a). “Science, Technology and Innovation in Latin America and the Caribbean: A Statistical Compendium of Indicators”. BID, Washington, DC.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2010b). “The Age of Productivity. Transforming Economies from the Bottom Up”. Washington, DC.
- José Miguel Benavente, José De Gregorio y Marco Núñez, 2006. "Rates of Return for Industrial R&D in Chile," Working Papers wp220, University of Chile, Department of Economics.
- Crepon, B., E. Duguet, y J. Mairesse (1998). “Research, Innovation, and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level” *Economics of Innovation and New Technology* 7(3), pp. 115–156.
- Gustavo Crespi y Pluvia Zuniga, 2010. "Innovation and Productivity - Evidence from Six Latin American Countries," RES Working Papers 4690, Inter-American Development Bank, Research Department
- Griliches, Z. (1979). “Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth”, *Bell Journal of Economics* 10(1):92–116.
- Hall, B; J. Mairesse y P. Mohnen (2010) : *Measuring the Returns to R&D* en B.Hall and N. Rosenberg (2010). *Handbook in Economics of Innovation*, North Holland.
- Nelson, R. (1959). “The Simple Economics of Basic Scientific Research” *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, vol. 67, pp. 297.

Reseña biográfica de los autores

Gustavo Crespi

Gustavo Crespi es Especialista Líder en la División de Competitividad e Innovación en el Banco Interamericano de Desarrollo. También se desempeñó como Oficial Principal de Programa en el International Development Research Centre, de Canadá. Posee un PhD en Estudios de Política de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Sussex, una Maestría en Desarrollo Económico y Comercio Internacional de la Escuela de Economía y Administración de Negocios de la Universidad de Chile, y una Licenciatura en Economía de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Sus intereses incluyen: Evolución Industrial, Cambio Tecnológico, Estructura Industrial y Desarrollo de la Firma y Gestión y Evaluación de Política Tecnológica, especialmente en los países en desarrollo. Ha escrito y publicado numerosos artículos sobre los temas anteriores en Revistas tales como: World Development, Research Policy, Industrial and Corporate Change, Journal of Technology Transfer, Oxford Review of Economic Policy, Technovation, Small Business Economics, etc. Crespi es miembro del Consejo Editorial de las Revistas: Research Policy y The International Journal of Technology Learning, Innovation and Development.

Ezequiel Tacsir

Ezequiel Tacsir es Especialista en la División Competitividad e Innovación en el Banco Interamericano de Desarrollo. Previamente a incorporarse al BID, Ezequiel formaba parte de UNU-MERIT (Maastricht, Holanda). Su experiencia profesional incluye responsabilidades en la Dirección de Cuentas Nacionales del Ministerio de Economía y en ProsperAr, la Agencia de Desarrollo de Inversiones de la Argentina, y consultoría e investigación en agencias públicas y privadas en el área de políticas ciencia, tecnología e innovación. Ezequiel estudio economía en la Universidad de Buenos Aires y tiene estudios de postgrado en Gestión de la Ciencia, la Tecnología e Innovación en la Universidad Nacional de General Sarmiento. Ezequiel ha tenido instancias de investigador visitante en BETA, Universite Louis Pasteur, en el Centro Redes de CONICET en Argentina. En la actualidad está terminando su doctorado en Economía de la Innovación en UNU-MERIT.

V. La inversión extranjera directa en alta tecnología y la transformación de la estructura productiva costarricense

ANABEL GONZÁLEZ

Costa Rica es un país pequeño y abierto, con una extensión de 51.100 km², una población de 4.3 millones de personas y un PIB de US\$41.000 millones. El comercio y la inversión han sido determinantes en su incorporación a la economía internacional, contribuyendo con ello al crecimiento económico, la generación de empleo, la transferencia de tecnología y la transformación de su estructura productiva.

Durante muchos años, la exportación de productos tropicales, principalmente café y banano, constituyó la principal fuente de crecimiento en el país. Como muchas naciones latinoamericanas, durante los años 60 y 70 Costa Rica adoptó el modelo de sustitución de importaciones, centrado en procurar un incipiente desarrollo industrial orientado al mercado centroamericano. Al igual que en el resto de la región, la estrategia colapsó a inicios de los ochenta, momento en que Costa Rica confrontó la crisis económica más importante de su historia.

En ese contexto, se dio un cambio determinante en su modelo de desarrollo. En paralelo a la apertura de la economía, se pusieron en marcha políticas y se crearon instituciones para promover el comercio y atraer inversiones, originalmente en las áreas de agroindustria y de textiles y confección. Estos eran los inicios de la deslocalización de la producción industrial a nivel internacional.

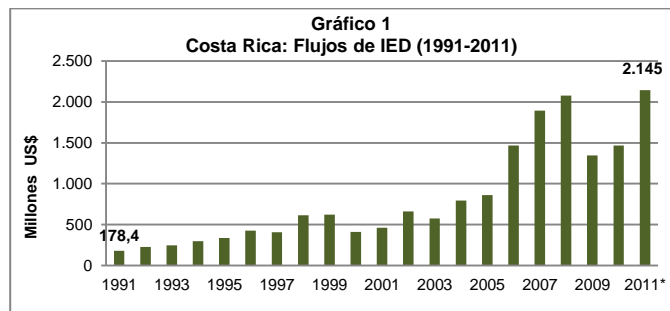
Aun cuando los resultados de la labor de atracción de inversión en estas áreas fueron positivos, se comprendió rápidamente, por una parte, que en poco tiempo otros países empezarían a competir en estas actividades productivas y, por otra, que Costa Rica tenía elementos importantes para empezar a escalar en las cadenas productivas: paz y estabilidad, un recurso humano calificado, una posición geográfica estratégica y un buen clima de negocios.

En 1997 se dio un avance muy significativo en este campo con el establecimiento por parte de Intel de una planta para probar y ensamblar microprocesadores. Esta era no sólo la inversión más importante en el país hasta ese momento -\$300 millones-, sino que puso a Costa Rica en el mapa como un excelente destino para inversiones de alta

tecnología – el único lugar en América Latina en que se llevaría a cabo una operación de esta naturaleza (Spar, 1998)

Intel abrió la puerta para que otros siguieran y Costa Rica supo organizarse adecuadamente para tomar ventaja de esta situación. Una decidida política de atracción de inversión, asociada a una activa política de apertura comercial e integración al mundo, una sólida política educativa y un buen clima de inversión –incluyendo un efectivo régimen de zonas francas- fueron fundamentales para atraer nueva inversión a Costa Rica.

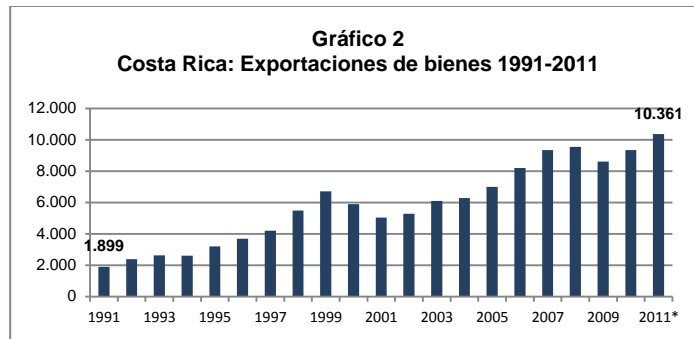
Los años siguientes vieron un aumento significativo de la IED en el país, que alcanzó la suma de US\$2.145 millones en el 2011 (ver Gráfico 1). A la vez que se continuaba atrayendo empresas en los sectores de electrónica, nuevas inversiones empezaron a materializarse tanto en otros sectores de manufactura, incluyendo dispositivos médicos, aeronáuticos y automotrices, como en el área de servicios, particularmente en la tecnología de información y servicios corporativos.



Fuente: Ministerio de Comercio Exterior (con datos del Banco Central de Costa Rica)

Los resultados en términos de exportaciones durante estos 20 años son muy impresionantes: las exportaciones de bienes se han quintuplicado (ver Gráfico 2), se han diversificado –hoy se exportan 4300 productos diferentes a 145 países del mundo-, y se han sofisticado, con más de la mitad de las exportaciones contando con un contenido de alta tecnología o, bien, siendo un producto especializado. Hoy los microcircuitos y partes de computadora, los instrumentos médicos, las válvulas para el corazón son productos que destacan en el país. Las exportaciones de servicios corporativos y de tecnología de la información –incluyendo, por ejemplo, software para aterrizar aviones o producciones de animación digital- han pasado de ser prácticamente inexistentes a superar el turismo, representando aproximadamente la mitad de las exportaciones. Hoy, Costa Rica es un jugador activo en cadenas globales de valor de mediana y alta tecnología: el 40% de las exportaciones nacionales están asociadas con cadenas globales

de valor y Costa Rica es el país latinoamericano con la mayor participación de exportaciones de alta tecnología en sus exportaciones de manufactura (World Development Report, 2011).



Fuente: Ministerio de Comercio Exterior (con datos de Procomer)

En el nuevo escenario competitivo global, Costa Rica ha tenido un buen desempeño. La deslocalización de procesos productivos u operativos abrió grandes oportunidades y se estaba bien posicionado para tomar ventaja. Un país pequeño, en el que el desarrollo de una capacidad industrial significativa hubiera parecido inviable, cobró viabilidad como un sitio reconocido de manufactura de alta tecnología. Un país que por mucho tiempo había invertido en educación y salud encontró un retorno más robusto por su inversión, en el tanto las actividades de la nueva economía favorecen las competencias intelectuales por encima de las competencias físicas – lo cual, entre otros, ha abierto nuevas oportunidades para la fuerza laboral femenina -mucho más adepta en operar computadoras que en cortar caña de azúcar-.

Las presiones competitivas no son, sin embargo, insignificantes. Otros países en vías de desarrollo se están moviendo hacia arriba en las cadenas de valor, en entornos de mayor competitividad. Como si no hubiera competencia en el nivel Sur-Sur, las naciones desarrolladas buscan proactivamente traer de vuelta a su país empleos industriales. Al mismo tiempo, en la medida en que los avances tecnológicos acortan las distancias geográficas, la competencia se vuelve global.

El camino para Costa Rica es enrumbarse de ser una economía basada en la eficiencia a ser una economía basada en la innovación. Esto pasa por diversas acciones, incluyendo, entre otros, aumentar los recursos asignados a la innovación, por promover una participación privada mucho mayor en la investigación y el desarrollo, por aumentar la participación de las carreras basadas en las ciencias exactas en la educación terciaria, por

aumentar el número de personas con maestrías y doctorados y, por supuesto, por atraer IED cada vez más basada en la innovación y el conocimiento.

Empresas pioneras en el país ya están marcando el camino. Además de su planta de manufactura y su centro de servicios compartidos, Intel cuenta hoy con un centro de desarrollo de ingeniería en el que 300 ingenieros y técnicos nacionales se encargan de diseñar, desarrollar y validar software y hardware. Por su parte, HP tiene uno de sus seis centros de investigación y desarrollo en el mundo, con 200 especialistas que concentran sus investigaciones en redes inalámbricas. Desde Costa Rica también Ad Astra –liderada por el destacado astronauta costarricense-estadounidense Franklin Chang- colabora con centros estadounidenses en la investigación para el desarrollo del motor de plasma para propulsar cohetes al espacio.

El país está empezando hoy a integrar sus políticas de atracción de IED y de promoción de la innovación y el conocimiento. La alineación plena de ambas políticas es fundamental para consolidar, diversificar y profundizar el establecimiento de empresas de alta tecnología en el país.

Referencias

- Monge Ariño, Francisco (2011). Costa Rica: Trade Opening, FDI Attraction and Global Production Sharing, World Trade Organization Staff Working Paper ERSD-2011-09.
- Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (2011). Estadísticas de Comercio Exterior de Costa Rica. Disponible en: <http://www.procomer.com/contenido/>
- Spar, Deborah (1998). Attracting High Technology Investment: Intel's Costa Rican Plant. World Bank.
- World Development Report (2011). <http://data.worldbank.org/indicador/TX.VAL.TECH.MF.ZS>

Reseña biográfica de la autora

Ministra de Comercio Exterior de Costa Rica. Con anterioridad ocupó puestos de asesora senior en el BID, Directora de Agricultura de la OMC, Jefe de Negociación del CAFTA, Directora General de la Coalición de Iniciativas para el Desarrollo y Viceministra de Comercio Exterior, entre otros. Es Licenciada en Derecho de la Universidad de Costa Rica con una Maestría con énfasis en Comercial Internacional de la Universidad de Georgetown.

VI. Pareto en el sistema exportador: ¿Hacia quién debe dirigirse la política pública de apoyo empresarial?

KEILOR ROJAS JIMÉNEZ

Hace poco más de 100 años el ingeniero y economista italiano Vilfredo Pareto observó que la gente en la sociedad de aquel momento se dividía naturalmente en dos categorías: los pocos con mucho y los muchos con poco, donde aproximadamente un 20% de la población ostentaba el 80% de la abundancia económica, mientras que el otro 80% de la población se repartía el 20% de la riqueza restante.

Este fenómeno de distribución-abundancia es todavía vigente e incluso se ha documentado en una serie de sistemas de diferente naturaleza. Por ejemplo, se ha determinado que un 20% de los clientes de las empresas representan un 80% de la facturación, que un 20% de los números telefónicos reciben un 80% de las llamadas, que el grueso del tráfico de Internet circula por pocas páginas web, que la mayoría de la población de los países se concentra en pocas ciudades, entre otros casos. Esta tendencia natural a mantener ciertas asimetrías en las proporciones es conocida como el Principio de Pareto o la Ley del 80/20.

Exportaciones. Pareciera que el sistema exportador costarricense también cumple con esta regla. Según datos del censo exportador realizado por la Promotora de Comercio Exterior (Procomer) en el 2010 y el cual consideró a 2355 empresas exportadoras, se determinó que el 19% de las empresas exportadoras de este país son grandes (de más de 100 empleados) y el 81% restante caen en el ámbito de ser micro-, pequeñas o medianas (MIPYMES).

Se ha visto que ese 19% contribuye con un 79% de los 354 745 empleos que genera el sector y con cerca del 85% del valor exportado, mientras que las MIPYMES tienen un menor aporte en términos de empleo y generación de divisas.

Estos datos, sin duda, son muy reveladores y deben ser manejados con mucha cautela debido a sus potenciales implicaciones estratégicas e incluso filosóficas. ¿Hacia quién debe dirigirse la política pública de apoyo empresarial: a los pocos con mucho o a los muchos con poco?

Brechas. Antes de aventurarse a responder esa pregunta, es necesario analizar algunas consideraciones. Primero, que la brecha externa de las capacidades tecnológicas y

productivas de las empresas nacionales respecto a la frontera internacional se están ampliando, es decir, cada vez es más pequeño el porcentaje de grandes empresas locales con capacidad de competir eficientemente en los mercados internacionales. En segundo lugar, también existe una brecha interna en las capacidades productivas entre los sectores, al interior de los sectores y entre las empresas.

Las MIPYMES tienen una importancia que no puede ser descuidada por su trascendental aporte en términos de empleo formal y podría decirse que de alguna manera constituyen el espíritu de la organización socioeconómica del país.

Para superar la heterogeneidad de las MIPYMES y aumentar su competitividad, los países desarrollados disponen de una serie de esquemas de apoyo que incluyen subsidios para los servicios de desarrollo empresarial y financiamiento para promocionar aumentos en las ventas, producción y productividad, exportación, creación de empleos, así como para la vinculación y encadenamiento con los actores que no experimentan las limitaciones de escala. Ante esto, es claro que los esquemas existentes en el país son insuficientes.

Por otro lado, es importante tener grandes empresas tecnológicas de punta que le permitan al país posicionarse en sectores estratégicos, atraer inversión extranjera directa, adquirir conocimientos y tecnologías que se difunden en el interior, que forman profesionales de alto nivel y que también propician encadenamientos con otras empresas más pequeñas del mercado doméstico.

Incentivos. Los esquemas internacionales de apoyo a las grandes empresas, que en Costa Rica son casi inexistentes, están orientados a fomentar la innovación a través de la investigación y el desarrollo (I+D). Estos pueden ser mediante incentivos directos como los fondos concursables no reembolsables o mediante incentivos indirectos como las deducciones fiscales de una parte del gasto realizado en I+D.

La experiencia internacional indica que existe una correlación positiva entre el nivel de incentivos fiscales y la proporción del aporte del sector privado en I+D. En los países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, donde existen estos incentivos, la inversión del sector privado en I+D alcanza en promedio un 1,65% del PIB y en países como Singapur, Finlandia, Corea del Sur o Estados Unidos representa más de un 70% de la inversión total.

En conclusión, pareciera que las políticas públicas deben apoyar tanto a los muchos como a los pocos, atendiendo sus necesidades estratégicas respectivas: esquemas

innovadores para fortalecer las MIPYMES e incentivos a la I+D en empresas de alto desempeño.

Referencias

- Procomer. 2010. Caracterización del empleo exportador y de las empresas exportadoras según tamaño en Costa Rica en el 2010. Dirección de inteligencia comercial. 18 p.
- OECD. 2010. Measuring Innovation: A New Perspective, Paris. 125 p.
- World Bank Statistics, <http://data.worldbank.org/>

VII. Importancia de la matemática para la competitividad nacional

SANTIAGO NÚÑEZ CORRALES

Introducción. El desarrollo de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTi) en Costa Rica se encuentra en un punto clave en la historia nacional. El país se encuentra clasificado como uno de los más productivos en alta tecnología de Latinoamérica, una de las economías emergentes más exitosas en el mundo y sobre todo un destino de inversión externa directa (IED) de alto interés para empresas transnacionales debido a sus indicadores económicos.

Adicionalmente, la ubicación geográfica y cercanía a ambos hemisferios del continente lo convierte de manera efectiva en un centro de coordinación de actividades comerciales ideal. La atracción de IED y el desarrollo de nuevos emprendimientos productivos depende en gran medida de la capacidad del Estado de garantizar tres elementos clave: un ambiente económico favorable con respecto al costo de las operaciones, alta flexibilidad con respecto a procesos institucionales involucrados con las actividades comerciales y sobre todo disponibilidad de capital humano con gran capacidad de generar impacto mediante el mejoramiento continuo de procesos y productos.

Si bien los primeros dos elementos requieren de una visión de largo y mediano plazo, el fortalecimiento del capital humano es una actividad continua y en constante evolución que debe responder a las necesidades sociales, económicas y sobre todo a la realidad tecnológica que se impone en la contemporaneidad, una dirigida fuertemente por la ciencia y la tecnología desde el punto de vista de creación y difusión de nuevo conocimiento.

En el desarrollo de planes de fortalecimiento de capacidades y habilidades específicas en los distintos estratos de la educación formal e informal, existe una presión constante por determinar cuáles de éstas son esenciales para que los ciudadanos puedan aspirar a mejores niveles de vida y, en un efecto estadístico, para que la sociedad como un todo mejore su calidad de vida. Los sistemas educativos -nacional e internacionalmente- están estructurados bajo un esquema que considera al éxito académico y el ser socialmente productivo como equivalentes.

Dos suposiciones fundamentan la ecuación anterior. Primero, que el diseño de los sistemas educativos se encuentra alineado con las necesidades de la sociedad y que estos evolucionan para mantenerse a tono con la realidad. Segundo, que los mecanismos mediante los cuales los y las ciudadanas acceden al conocimiento les permite su máximo aprovechamiento para ser eficientes y efectivos en las funciones que los tiempos exijan. La aparición de la Sociedad de la Información, la aparición de Tecnologías Convergentes y la explosión de nuevas disciplinas, altamente especializadas, sugieren que se repite una condición histórica semejante a aquella en el Renacimiento: el conjunto de conocimientos y evidencia científica disponible ha superado los mecanismos dependientes de cada una de las disciplinas para obtener interpretaciones de la realidad de manera eficiente.

A diferencia de lo ocurrido hace más de cuatro siglos, el crecimiento de datos e información contemporáneo en ciencia y tecnología está potenciado por las tecnologías digitales lo que conlleva a un mayor reto en la sistematización del conocimiento, sea en las ciencias naturales, ciencias sociales, artes o humanidades. Este patrón explosivo que caracteriza el conocimiento del siglo XXI impacta no solamente en la preparación de capital humano, sino en la dinámica de competitividad de las naciones en donde la habilidad de crear modelos integrales de la realidad por medio de procesos de investigación y aplicarlos a problemas concretos separa al desarrollo del subdesarrollo.

Este artículo pretende discutir de manera concisa la importancia de la matemática como lenguaje integrador para la CTi. En particular, se describe el carácter de la matemática como herramienta y sus efectos directos e indirectos como elemento habilitador de la competitividad. Finalmente, se efectúa un breve análisis del caso costarricense y se plantea el contorno general de una posible ruta que permita a Costa Rica aprovechar sus ventajas como un país cuyo enfoque de IED sea fundamentado en una alta capacidad de producir nuevo conocimiento científico y tecnológico orientado a la innovación mediante un cambio sustancial en la educación en matemática.

La Matemática como Herramienta y Lenguaje. El biólogo evolucionista y paleontólogo Stephen Jay Gould describió de manera acertada la hipótesis de que la función primordial de los lenguajes como de estructuración mental de conceptos, no comunicación. Para comunicar, primero es indispensable construir modelos mentales del

objeto de interés. En otras palabras, este se convierte en una herramienta que define lo que nos es posible conocer.

Bien decía Ludwig Wittgenstein en su Tractatus, “los límites de mis palabras son los límites de mi mundo”. Este afán de clasificar el mundo y comunicarlo a los contemporáneos tiene raíces evolutivas que evidencian una característica eminentemente humana: la posible existencia de un lenguaje interno de representación, uno que se ha dirigido y especializado hacia lo abstracto y con ello construye modelos del mundo exterior e interior.

La matemática cumple así una doble función en el constante objetivo de modelar este universo: ser un lenguaje de representación y una herramienta.

En términos filosóficos, la matemática define una ontología y una estructura precisa acerca de los hechos del mundo. Ontología en el sentido de qué es lo cognoscible de manera objetiva a partir de la sistematización de las observaciones mediante un aparato lingüístico de carácter universal. Estructura en la concepción de la matemática como un lenguaje formal –formal en el sentido de desprovisto de significado en sí mismo y solo dado a partir de las conexiones con la realidad- que es aplicable de manera general con distintos niveles de refinamiento.

Como lenguaje, es el más preciso conocido hasta el momento para describir la naturaleza. Galileo Galilei lo indica así con la claridad poética de un visionario: *“La Filosofía está escrita en ese gran libro del Universo, que está continuamente abierto ante nosotros para que lo observemos. Pero el libro no puede comprenderse sin que antes aprendamos el lenguaje y el alfabeto en que está compuesto. Está escrito en el lenguaje de las Matemáticas y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin las cuales es humanamente imposible entender una sola de sus palabras. Sin ese lenguaje, navegamos en un oscuro laberinto”*.

Como herramienta, la matemática también presupone facilidad de uso a partir de un proceso de aprendizaje basado en una fuerte interacción constructiva de modelos y ejemplos. Para usar un martillo no se debería requerir un manual de mil páginas, sino tanto de su aplicación y de su generalización. Análogamente, aprender matemática requiere conocer la teoría y contextualizarla práctica e históricamente. Este punto es crucial para profesores y diseño curricular a través de todos los niveles académicos con

el fin de desarrollar intuiciones científicas. La intuición, vista como un mecanismo de adaptación evolutiva cuyo fin es proveer respuestas a eventos externos de manera preconsciente, aplica también en las ciencias y la matemática.

La familiarización progresiva a fenómenos y explicaciones desde perspectivas formales constituye una habilidad que se adquiere y se entrena al igual que un gimnasta llega a conocer con precisión los movimientos de su propio cuerpo. A diferencia de este caso la intuición ocurre en el nivel consciente de razonamiento abstracto en el cual, utilizando como analogía el aprendizaje del latín y su aplicación para facilitar el aprendizaje de otros idiomas, la matemática se convierte en un constante ejercicio de disciplina lógica y analítica individual: descomponer, construir suposiciones a partir de las partes, teorizar, refutar. En esencia, es el germen de la Ciencia y la Tecnología, y lo que da rigor intelectual al producto de la innovación.

El Caso de la Matemática Costarricense. La situación de la matemática costarricense en este momento es poco alentadora. De un 100% de estudiantes de noveno año un 82% tiene dificultades para llevar a cabo operaciones sencillas y solamente un 8% presenta un nivel alto de conocimientos, siendo esto último reflejo del mejor rendimiento de colegios privados en general. Para el caso de la educación universitaria, la matemática es un factor que desmotiva al estudiantado para tomar carreras científicas y tecnológicas. Del 100% del ingreso a las universidades del sector público, solamente un 15% entra en estas áreas, siendo que a pesar del atractivo profesional y económico de las mismas el temor al fracaso desarrollado a través de la educación primaria y secundaria no puede ser superado, en especial durante la aplicación a exámenes de ingreso de las universidades estatales.

Sin embargo, las tendencias de IED recientes indican que dentro de las actividades económicas que más han aumentado su operación en el país están aquellas relacionadas con ciencia y tecnología. Existe además una diferencia significativa entre lo que los planes educativos indican como objetivos y lo que ocurre en la práctica.

En el caso universitario los números indican una situación aún más preocupante. Desde la perspectiva de formación de profesionales en áreas afines a la matemática dos situaciones dificultan el proceso. Primero, la deficiencia en matemática en secundaria se convierte en un pesado lastre para la infraestructura universitaria que, en vez de concentrarse en los aspectos directos de la disciplina y de la matemática superior debe

enfocarse primero en resolver debilidades. Segundo, la cantidad de graduados en matemática pura y aplicada es mínima (cerca de 200 a Junio de 2005), al igual que en áreas fuertemente enfocadas en su aplicación tales como la física. Junto a este problema debe agregarse la baja cantidad e impacto de los proyectos de investigación básica y aplicada, así como de publicaciones.

Perspectivas. Costa Rica se ha propuesto convertirse en un país desarrollado para el año 2050 mediante el ajuste de distintos indicadores tanto económicos como sociales, así como la incursión en áreas convergentes. En este momento histórico, alcanzar este estatus significa ser capaz de crear tecnología y generar innovación, así como crear la ciencia que sea necesaria para este fin.

Sin matemática no es posible tener desarrollo científico y tecnológico. En palabras del premio Nobel Richard Feynman, *“no es posible entender el mundo, al menos físicamente, sin un apropiado conocimiento de matemática”*. La era digital es una expresión patente de esta afirmación y las tecnologías digitales, en especial el *cómputo* en su etimología misma, significa calcular: la tecnología sobre la cual descansan las expectativas de la contemporaneidad es en su forma última resultado de la matemática. Tales expectativas, ante una pobre comprensión de su origen, tienden a ser pobremente establecidas.

La educación bajo las condiciones actuales necesita dar un salto radical para enfocarse en dos estrategias clave: inspiración y desarrollo de intuiciones a todos los niveles para eliminar el carácter patológico de la fobia a la matemática. Esto implica construir una hoja de ruta basada en las necesidades país y en la mejor evidencia disponible acerca de la naturaleza del mundo abstracto y más aún en un rentrenamiento del cuerpo docente actual bajo el espíritu de no solo enseñar los procedimientos, sino el contexto histórico, humano e interdisciplinario del conocimiento.

Quien nunca ha aplicado lo que enseña, no puede generar ejemplos consistentes con aquellos problemas para los cuales la matemática fue desarrollada. Quien desconoce el contexto histórico y filosófico de los avances en aritmética, geometría, álgebra y demás áreas, desconoce la riqueza del intelecto humano y está profundamente limitado en su capacidad de inspirar.

Hacer matemática no es solamente manipular símbolos ni usar una calculadora (que en la discusión presente es un artefacto que no debe utilizarse para aprender los fundamentos de la disciplina, pues atrofia estas habilidades), es adquirir el suficiente rigor intelectual para hacer las preguntas correctas y enfrentarse a las adversidades del mundo; es ser mentalmente honestos. Es decir, la difusión de la matemática impacta desde la vida cotidiana hasta las aplicaciones más complejas en CTi.

Se necesita con urgencia, como nación, reconocer que existe una oportunidad para transformar al país en productor no solo de artefactos, sino de conocimiento duro. Sin afirmar como Platón que el mundo de las ideas es tan real como la experiencia de los sentidos, la matemática con sus construcciones puramente intelectuales es el motor del mundo, desde un motor de plasma hasta el reloj despertador. Así la meta colectiva se convierte en, literalmente, transformar a Costa Rica una ecuación a la vez.

Referencias

1. The World Bank. (2012) Data: High-Technology Exports. Sitio Web. Accesible en: <http://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.CD/countries/CR-PA-NI-MX-CL-AR?display=default>
2. CINDE. (2010) Indicadores Económicos Clave. Sitio Web. Accesible en: <http://www.cinde.org/component/attachments/download/195>
3. Mody C. y Kaiser, D. (2008) Scientific Training and the Creation of Scientific Knowledge . En: The Handbook of Science and Technology Studies (Hackett E. et al, Eds). Tercera Edición. The MIT Press, Cambridge MA. Pp. 377-402.
4. Applebaum W. (2005) The Scientific Revolution and the Foundations of Modern Science. Greenwood Press. London.
5. Burke J. (1995) The Day the Universe Changed. London Writers Ltd.
6. Wouters P., Vann K., Scharnhorst A., Ratto M., Hellsten I., Fry J., Beaulieu A. (2008) Messy Shapes of Knowledge—STS Explores Informatization, New Media, and Academic Work . En: The Handbook of Science and Technology Studies (Hackett E. et al, Eds). Tercera Edición. The MIT Press, Cambridge MA. Pp. 319-352.
7. Thagard P. (1993) Computational Philosophy of Science. The MIT Press, Cambridge MA.
8. Cozzens S., Gatchair S., Kim K.S., Ordóñez G., Supnithadnaporn A. (2008). Knowledge and Development. En: The Handbook of Science and Technology Studies (Hackett E. et al, Eds). Tercera Edición. The MIT Press, Cambridge MA. Pp. 787-812.
9. Chomsky N. (2006) Language and Mind. Cambridge University Press. 3 Ed.
10. Wittgenstein L. (1921) Tractatus Logico-Philosophicus. Empire Books, 2011 Ed.
11. Pinker S. (1995) The Language Instinct: How the Mind Creates Language. Perennial Books.
12. Shapiro S. (1997) Philosophy of Mathematics: Structure and Ontology. Oxford University Press.
13. Galilei G. (1638) Discorsi e dimostrazioni matematiche, intorno à due nuove scienze. Imprenta de Louis Elzevir. Dinamarca.
14. Ramachandran S. (2012) The Tell-Tale Brain: A Neuroscientist's Quest for What Makes Us Human. W. W.

Norton & Company.

15. Fischbein E. (1920) *Intuition in Science and Mathematics: an Educational Approach*. Ed. 2010. Kluwer Academic Press.
16. Programa Estado de la Nación. (2011) Estado de la Educación: III Informe - Capítulo 3. Sitio Web. Accesible en: <http://www.estadonacion.or.cr/index.php/biblioteca-virtual/costa-rica/educacion>
17. PROCOMER. (2008) Evolución y efectos recientes de la Inversión Extranjera Directa en Costa Rica (2000-2007). Sitio Web. Accesible en: http://www.procomer.com/contenido/descargables/investigaciones_economicas/2006/Efectos_de_la_Inversion_Extranjera_Directa_en_Costa_Rica.pdf
18. Programa Estado de la Nación. (2011) Estado de la Educación: III Informe - Capítulo 4. Sitio Web. Accesible en: <http://www.estadonacion.or.cr/index.php/biblioteca-virtual/costa-rica/educacion>
19. Estrategia Siglo XXI. (2006) Diagnóstico de las ciencias exactas en Costa Rica: Física – Matemática – Química. Situación actual de la ciencia y tecnología en Costa Rica: aportes para su diagnóstico. Accesible en: <http://www.estrategia.cr/es/publicaciones>
20. Estrategia Siglo XXI. (2006). Visión de la ciencia y tecnología en Costa Rica: una construcción colectiva. Accesible en: <http://www.estrategia.cr/es/publicaciones>
21. Feynman R. (1963) *The Meaning of It All: Thoughts of a Citizen-Scientist*. Edición 2005. Basic Books.
22. Ifrah G. (2002) *The Universal History of Computing: From the Abacus to the Quantum Computer*. Wiley.

Reseña biográfica del autor

El Ing. Santiago Núñez Corrales es el Director de Tecnologías Digitales en el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Es Ingeniero en Computación del Instituto Tecnológico de Costa Rica donde actualmente es el coordinador ad-honorem del Programa de Investigación *e-Science*, es además asociado internacional del National University Community Research Institute, en San Diego y representante para Costa Rica de la Red de Colaboración Pacific Rim Applications and Grid Middleware Assembly, coordinada por el California Institute for Telecommunications and Information Technologies. Se ha desempeñado en la industria de sistemas empotrados para la empresa RidgeRun. Adicionalmente, ha trabajado como investigador en el Centro Nacional de Alta Tecnología en las áreas de supercómputo, nanotecnología computacional y ciencia computacionales, y fue investigador asociado en el National Center for Supercomputing Applications, University of Illinois at Urbana Champaign.

VIII. El sistema educativo no basta

KEILOR ROJAS JIMÉNEZ

Cuando se pregunta a los empleadores, privados o públicos, acerca de su nivel de satisfacción con los profesionales egresados de las universidades nacionales, en general las quejas sobre las competencias técnicas son mínimas. Sin embargo, existe insatisfacción por una gran cantidad de habilidades que son raras de encontrar tales como liderazgo, capacidad de comunicación oral y escrita, pensamiento lógico matemático, trabajo en equipo, idiomas y deseos de aprender, entre otras.

Al analizar este tema con las universidades, se dice que esta situación es producto de deficiencias en la formación durante la educación secundaria. Los colegios, por su parte, dicen que los estudiantes vienen mal preparados de la escuela y las maestras señalan que es en las casas donde no se les enseña a los niños las habilidades básicas para convivir y aprender junto con otros compañeros.

De esta cadena de traslado de responsabilidades, lo que se concluye es que el sistema educativo difícilmente sustituye la primera responsabilidad que tienen los padres de educar a sus hijos en valores esenciales como compartir, respetar a las autoridades, puntualidad, cumplir con las tareas, priorizar el bienestar colectivo sobre el individual y dar las gracias. Esta responsabilidad de los padres es irremplazable y constituye la plataforma para formar mejores profesionales y sobre todo, mejores ciudadanos.

Adicionalmente, se sabe que un alto porcentaje de lo que aprenden los jóvenes hoy en día es por medios no formales como la televisión, internet, los juegos, el autoaprendizaje, tutores y la misma convivencia con compañeros y amigos. Estos medios constituyen ahora elementos esenciales en los ecosistemas de aprendizaje.

Pareciera entonces, que el actual sistema educativo no basta para formar todas las destrezas, habilidades y actitudes que los sectores productivos requieren de los profesionales modernos. Para alcanzar una formación integral será imprescindible que, empezando por casa, cada quien asuma su responsabilidad y que a lo largo del proceso educativo se puedan complementar los sistemas tradicionales con los esquemas de educación no formal. Aquí está el gran reto.

IX. Capital humano y competitividad

KEILOR ROJAS JIMÉNEZ

La evidencia internacional de las últimas décadas indica que el incrementar la inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) constituye uno de los principales factores para elevar la competitividad de los países. Es decir, que el apostar por una economía basada en el conocimiento pareciera ser el camino a seguir si queremos alcanzar el nivel de los países desarrollados.

Para esto, se hace necesario contar en el país con suficiente capital humano formado en áreas técnicas, científicas y tecnológicas. Sin embargo, es claro que los importantes esfuerzos hechos en el pasado en esta materia ya no son suficientes para cubrir los requerimientos de los sectores productivos, los que demandan cada vez más y mejores profesionales.

La limitada disponibilidad actual de profesionales, que se extiende desde el nivel de técnicos medios hasta los doctorados en carreras científico-tecnológicas, representa una seria restricción para el desempeño de las empresas, para la atracción de inversión extranjera directa en sectores de alta tecnología y para el desarrollo económico del país.

Preparación insuficiente. Es preocupante que menos del 14% de los graduados universitarios en Costa Rica provengan de carreras relacionadas con ciencias o ingenierías y que solamente un 1% obtenga el grado de maestría y un 0,1%, el doctorado en esos campos. Hoy Costa Rica cuenta con 731 investigadores por millón de habitantes dedicados a I+D+i, número que está muy por debajo del promedio de más de 4.000 que tienen los países desarrollados. Esto evidencia la necesidad de contar con un mayor número de profesionales con capacidad de hacer investigación y desarrollo de alto impacto.

Por otro lado, estimaciones de la coalición de iniciativas para el desarrollo (CINDE) indican que para los próximos tres años se requerirán unos 24.000 nuevos técnicos en las empresas. Aquí es común que los sectores de rápido crecimiento soliciten continuamente a las instituciones de educación superior y parauniversitarias formación en nuevas destrezas y especializaciones además de otras habilidades como idiomas, pensamiento lógico-matemático, redacción, comunicación y liderazgo.

Lo anterior sugiere que en las circunstancias actuales, la disponibilidad de capital humano en ciencia y tecnología puede ser tan importante o inclusive más importante que el contar con recursos financieros para crecer.

Acción coordinada. La solución a esta situación no es fácil ni barata. Tampoco es competencia exclusiva de un solo ente. Esta, más bien, debe ser el fruto de una acción coordinada entre el Gobierno, el sector académico y las empresas, que deberá contemplar al menos los siguientes elementos:

- La orientación vocacional temprana hacia profesiones científico-tecnológicas como elemento fundamental para aspirar a empleos de más calidad y mayor remuneración en las áreas en que el país tiene más requerimientos.
- Apoyar, mediante diferentes esquemas de becas, la formación de técnicos superiores y diplomados en ramas científico-técnicas así como otorgamiento de apoyos para la actualización profesional, la especialización y la obtención de certificaciones en nuevas plataformas tecnológicas.
- Revisar los programas curriculares existentes con el fin de ajustar los perfiles académicos a las nuevas tendencias de los sectores productivos y, además, crear nuevas carreras y especializaciones que atiendan los requerimientos de las nuevas tecnologías
- Fortalecer y ampliar la formación de profesionales con grados de maestría o doctorado en ciencias e ingenierías, haciéndolo mediante: a) Becas al extranjero. b) Becas de tiempo completo en posgrados nacionales. c) Incentivos para repatriar o atraer investigadores, nacionales o extranjeros, a centros de investigación y empresas. d) Apoyo a la creación y fortalecimiento de posgrados de excelencia locales.
- Apoyar la reconversión de profesionales de áreas de baja demanda hacia áreas de alta demanda. Mucho se puede lograr si se articulan los esfuerzos existentes en esta materia. Así, por ejemplo, algunas de las fuentes de financiamiento de una iniciativa de este tipo podrían incluir recursos del Fondo de Incentivos, Fondo Propyme, aportes del sector privado, cooperación internacional así como la canalización de recursos de otras instituciones públicas relacionadas con el tema, entre otras.

La consolidación del capital humano en el área científico-tecnológica es un asunto altamente prioritario cuya atención está directamente relacionada con las posibilidades de aumentar la competitividad del país.

Referencias

- MICIT (2011). Indicadores Nacionales de Ciencia y Tecnología: Indicadores Nacionales 2009. Ministerio de Ciencia y Tecnología, San José, Costa Rica. 98 p.

X. Evolución de los centros de investigación y desarrollo en el sector privado

ANTONIO COLLANTES

La paz, inversión en capital humano, salud, educación, junto a la posición geográfica, zona horaria y otras coyunturas externas, han permitido que empresas multinacionales consideren Costa Rica como un lugar para establecerse, no solo como un lugar con servicios de bajo costo sino como un lugar donde se encuentra el capital humano para desarrollar actividades de alto valor como investigación, desarrollo e innovación (I+D+i).

En los últimos 15 años, desde la llegada de empresas como Intel Corporation al país, Costa Rica ha experimentado una evolución en el nivel de las actividades realizadas, pasando por manufactura y centros de llamadas a actividades de mayor nivel de especialización como el manejo procesos de calidad, servicios financieros y centros de ingeniería. Esto le han permitido al talento humano costarricense sobresalir y mostrar sus capacidades; incluyendo la buena preparación universitaria, los idiomas (principalmente en inglés) y habilidades “blandas” para trabajar en equipo, interactuar con múltiples culturas, colaborar y compartir información, entre otras.

Esta combinación de factores junto al atractivo que ofrece Costa Rica como un país que recibe inmigrantes y el reconocimiento en Latinoamérica como uno de los lugares con mejor nivel de vida, han propiciado que con el paso de los años existan condiciones idóneas para desarrollar actividades de I+D+i.

En el área de semiconductores, hace 12 años se inició el experimento en INTEL para establecer un equipo de diseño de microprocesadores, para el cual se arrancó con talento recién graduado de la Universidad de Costa Rica (UCR) y el Tecnológico de Costa Rica (TEC) que trabajó junto con ingenieros experimentados traídos de otros países de Latinoamérica entre ellos, Venezuela, Brasil y Colombia. Este tipo de fusiones permitió que el equipo asimilara los conocimientos, adquiriera experiencia y luego obtuviera resultados muy positivos, mostrando el potencial de este tipo de iniciativas en Costa Rica.

Al mismo tiempo las universidades públicas escucharon las necesidades de las empresas en relación a cómo mejorar y reaccionaron a las particularidades que esta industria

manifestaba. Fue así como los programas de las clases se modificaron, se crearon nuevos cursos y hasta nuevas carreras, como es el caso de Ingeniería de Computadores del TEC. Esta colaboración permitió que las personas activas en la industria tuvieran la oportunidad de impartir clases y así ayudar a mejorar el nivel de los nuevos graduados.

La existencia de este grupo al lado de otros grupos de ingeniería alrededor de aseguramiento de la calidad y búsqueda de defectos permitió que para el 2008 existiese un grupo de ingenieros con experiencia importante en el área de los semiconductores que pudieran servir como semillas para otras empresas o nuevas empresas. Es así como en ese mismo año se creó un nuevo grupo de investigación y desarrollo en la empresa Hewlett Packard, incrementando así el número de ingenieros que trabajan en I+D+i en el país.

Un tema muy importante que ha permitido aumentar las capacidades de diseño de circuitos integrados en el país y su expansión a otras áreas, ha sido la formación de liderazgos capaces de identificar el talento, entender el tipo de esfuerzo y ejecutar proyectos de alta tecnología. Esto ha permitido al mismo generar credibilidad y mostrar que los ingenieros costarricenses están al mismo nivel de los ingenieros en los Estados Unidos, India o Israel, sólo para nombrar algunos países que tienen liderazgo en el campo tecnológico.

Si hablamos de los retos que enfrentamos para poder tener miles de ingenieros trabajando en I+D+i voy a mencionar algunas de las necesidades básicas que podríamos cubrir y que nos permitirían crear el ecosistema adecuado para la generación de empresas e iniciativas de innovación.

Hoy en día se están realizando programas de práctica en la empresa, tutoría en proyectos de grado. En la medida que las organizaciones locales de (I+D+i) maduran en su entendimiento de cada uno de los nichos de negocio, es probable que los proyectos se vuelvan más interesantes para la empresa, al punto que en el futuro la empresa podría patrocinar ciertos proyectos de maestría y doctorado hechos en las universidades. Aunque esto es algo que aún no está sucediendo, ya que no estamos en el momento justo de la evolución de nuestras organizaciones, ya son evidentes las interacciones iniciales entre los componentes.

En paralelo a la relación universidad-empresa, debemos buscar las formas de acelerar y captar oportunidades de hacer I+D+i en Costa Rica, mediante la inserción de talento

experimentado en tecnologías de interés para el país, como los semiconductores, equipos médicos generación de energía verde, ecología, entre otros.

Es importante contar con incentivos a nivel gubernamental que estén más acorde con la atracción de I+D+i) al país, continuar enriqueciendo las instituciones de educación superior para asegurar cantidad y calidad de capital humano, tener legislación a nivel de políticas migratorias que faciliten captar talento extranjero que valla a permitir la generación de empleo para ingenieros costarricenses.

Para concluir, la experiencia de empresas multinacionales en Costa Rica en actividades de investigación y desarrollo es muy positiva y se podría ser extendida con los programas adecuados de parte del Gobierno así como con la continua formación de líderes con las cualidades necesarias para llevar al mercado nuevos productos.

Reseña biográfica del autor

Antonio Collantes es el líder del grupo empresarial de investigación y desarrollo en el sitio de Hewlett-Packard Costa Rica. Obtuvo su bachillerato en Ingeniería Eléctrica en la Universidad Nacional, Colombia en 1997 y su maestría en Microelectrónica en la Universidad de Los Andes en el 2000. Se desempeñó como ingeniero de diseño de microprocesadores en la Intel y como profesor e investigador universitario. Desde enero del 2008 ha sido uno de los pioneros en el establecimiento del centro de investigación y desarrollo en la empresa, que empezó con cuatro empleados y hoy ya suman más de 200 ingenieros altamente calificados. Antonio ha jugado un papel importante en la identificación, selección y reclutamiento de talento, así como en la gestión de proyectos, haciendo posible el crecimiento de esta operación en el país y el cumplimiento de los compromisos empresariales.

XI. ¿Por qué formar doctorados?

KEILOR ROJAS JIMÉNEZ

Según datos de la Unesco, en Costa Rica el porcentaje de jóvenes matriculados en la universidad respecto a su grupo etario correspondiente es del 24%. Sumado a esto, solamente un 13% de la matrícula universitaria está en carreras relacionadas con las ciencias o las ingenierías. Esta situación representa una seria limitante para el desempeño de los diferentes sectores productivos del país, que restringe las posibilidades de crecimiento de las empresas de base tecnológica, así como la atracción de inversión extranjera directa en este sector.

Por otro lado, el número de investigadores en jornada de tiempo completo por cada 1000 integrantes de la Población Económicamente Activa en Costa Rica es de 0,53 (16% con doctorado), mientras que, por ejemplo, en Corea del Sur es de 9,36 investigadores. Así mismo, el número de artículos científicos publicados durante el año 2010 según la base de datos SCOPUS fue de 531 para nuestro país en contraste con los 55 546 artículos de los coreanos (más 100 veces mayor).

La escasez de investigadores y baja productividad explican el por qué solamente una universidad costarricense está dentro de las mejores 500 y el resto del puesto 2000 en adelante.

Recursos humanos más calificados. De lo anteriormente expuesto, se hace evidente la necesidad de contar con un mayor número de científicos y tecnólogos del alto nivel en el país. Lo cual para algunos sectores es incluso más importante que disponer de financiamiento.

Aunque existen dificultades metodológicas para cuantificar el retorno de la inversión en profesionales con grado de doctorado, a continuación se mencionan algunos de los beneficios económicos y sociales derivados de invertir en la formación de estos perfiles:

- Los perfiles más calificados tienen mayor empleabilidad y mayores ingresos por salario, lo que contribuye al presupuesto nacional con una base tributaria más amplia.
- Estos perfiles tienen un mayor número de *externalidades* positivas, definidas como los beneficios que obtienen las personas a su alrededor, que incluyen la

formación de otros profesionales, asesorías especializadas, dirección de tesis y publicación de artículos.

- La reincorporación de estos profesionales normalmente es acompañada por la modernización en las líneas de I+D (inversión + desarrollo) en las instituciones y empresas, que posteriormente se traducen en aumentos de la productividad y la innovación.
- La existencia de perfiles altos es importante para el desarrollo de las propias instituciones, debido tanto al uso de sus vínculos directos como a sus efectos secundarios en la conformación de redes. Hoy en día es usual que los directores de instituciones públicas y privadas tengan el grado de doctorado.
- La disponibilidad de recursos humanos altamente calificados en el país es un factor clave que se toma en cuenta para la atracción de inversión extranjera directa de mayor calidad, especialmente en sectores tecnológicos de punta. El personal con mayores destrezas confiere mayor flexibilidad a las instituciones y facilita la adaptación ante los cambios.
- En cuanto a los beneficios sociales, estos perfiles generalmente presentan mejores conductas, menos tasas de criminalidad y corrupción, mayor participación democrática y compromiso social, así como un gran respeto y tolerancia multicultural.

Retos para el mediano plazo. El nivel de rezago del sistema de educación superior costarricense respecto al de otros referentes internacionales, es inquietante en términos de cobertura, calidad y productividad. Esto necesariamente abre el tema del requerimiento de mayores recursos financieros para las universidades y para la formación de técnicos superiores.

Sin embargo, cualquier inversión nacional destinada con este fin debería estar acompañada por el compromiso de eficiencia y transparencia en la gestión, la demanda de los profesionales en número y calidad que estratégicamente se necesitan y la exigencia de mayor producción de conocimientos y tecnologías.

Con el fin de establecer metas específicas por desarrollar en el mediano plazo, podríamos empezar por proponernos duplicar el porcentaje de jóvenes matriculados en las universidades donde al menos un 25% sea en carreras científico-tecnológicas y duplicar la producción y atracción de doctorados en los sectores estratégicos.

Otros aspectos claves serán mejorar la calidad de los contenidos curriculares, promover la creatividad y el emprendimiento, incorporar el sector productivo dentro de los programas de formación y eliminar las asimetrías de información en la orientación vocacional.

Los resultados de contar en el país con recursos humanos altamente calificados así como una mayor inversión en I+D tendrán efectos seguros en cuanto al aumento de la competitividad y desarrollo socioeconómico del país.

Es urgente moverse en esta dirección cuanto antes.

Referencias

- Banco Mundial (2003). Construir Sociedades del Conocimiento: Nuevos desafíos para la Educación Terciaria. Washington. 244 p.
- Consejo Nacional de Investigación Científica (2010). Ciencia y Tecnología en Chile: ¿Para Qué? Santiago, Chile. 127 p.
- Hall, B. (2010). Measuring the Returns to R&D. Scientific Series. CIRANO, Montreal. 62 p.
- Instituto de Estadística de la UNESCO, <http://stats.uis.unesco.org/unesco>
- MICIT (2011). Indicadores Nacionales de Ciencia y Tecnología: Indicadores Nacionales 2009. Ministerio de Ciencia y Tecnología, San José, Costa Rica. 98 p.
- Nation Master World Statistics, <http://www.nationmaster.com/index.php>
- SCImago Journal and Country Rank, <http://www.scimagojr.com/>
- UNESCO (2007). Education Counts: Benchmarking Projects in 19 World Education Indicators. Montreal. 145 p.
- UNESCO (2010). Measuring R&D: Challenges Faced by Developing Countries. Institute for Statistics. Montreal. 40 p.
- UNESCO (2010). UNESCO Science Report 2010: The current status of science around the world. Paris. 542 p.
- World Bank Statistics, <http://data.worldbank.org/>

XII. Investigación y desarrollo en las universidades públicas: reflexiones a partir de la Universidad de Costa Rica

JOSÉ MARÍA GUTIÉRREZ

Introducción. La situación del desarrollo del sistema ciencia-tecnología-innovación (C+T+I) en Costa Rica muestra un panorama desigual y complejo, con importantes esfuerzos realizados a lo largo de varias décadas, incluyendo la organización de un sistema nacional de ciencia y tecnología, la formación de recursos humanos y la consolidación de centros de investigación en diversas ramas del conocimiento, aunados a esfuerzos en el ámbito de la transferencia de conocimiento. Por otra parte, se trata de un sistema con importantes fragilidades y vulnerabilidades, derivadas en parte de la falta de compromiso político para apoyar este ámbito de la vida nacional, con una asignación presupuestaria inferior al 0,4% del PIB, por debajo incluso del promedio latinoamericano (Herrera-González, 2011). Además, la inversión en C + T + I en el sector privado es muy escasa y el recurso humano dedicado a la investigación es poco redundante en áreas críticas del desarrollo; sumado a lo anterior, la vinculación entre los sectores que generan conocimiento y los sectores públicos y privados que demandan dichos saberes es débil en muchos casos. De las decisiones políticas y académicas que se tomen en los próximos años dependerá si la actividad científico-tecnológica será un componente central del desarrollo nacional o no. Mucho del futuro del país depende de estas decisiones.

En este panorama claroscuro destaca el papel de la Universidad de Costa Rica (UCR), constituida en el principal reservorio científico-tecnológico nacional, conjuntamente con otras universidades públicas. La UCR, desde hace varias décadas, incorporó la investigación como uno de sus ejes fundamentales de desarrollo. Gracias a esa voluntad institucional de largo aliento se han formado abundantes cuadros académicos en todas las áreas del conocimiento. A partir del III Congreso Universitario, a inicios de la década de 1970, existe la Vicerrectoría de Investigación, y se ha creado un conglomerado de centros e institutos de investigación, alrededor de los cuales se aglutinan grupos que, conjuntamente con académicos de facultades y escuelas, conforman un universo dinámico de generación de conocimiento (para información sobre las unidades de investigación de la UCR, se puede consultar la página www.vinv.ucr.ac.cr). Simultáneamente, este conocimiento se transmite a diversos sectores de la sociedad

mediante múltiples mecanismos, lo cual ha impactado muy significativamente en el desarrollo nacional.

No obstante los logros alcanzados, es conveniente reflexionar sobre cómo apuntalar la investigación efectuada en la UCR y en otras universidades públicas y cómo potenciar su aporte a la sociedad.

El desarrollo integral del conocimiento: mirando más allá de las aplicaciones inmediatas. Las políticas científico-tecnológicas y de innovación en nuestros países frecuentemente caen en el error de privilegiar aquellas áreas del conocimiento que tienen un impacto directo e inmediato en la esfera económico-productiva. Esta filosofía es equívoca por no considerar la complejidad e integralidad del proceso científico-tecnológico. Como ha sido repetidamente analizado, un sistema de C + T + I debe aspirar a un desarrollo integral, esto es, considerar el desarrollo de las ciencias básicas, las ciencias sociales y las tecnologías, así como los procesos de interacción entre los sectores que generan conocimiento y los sectores que demandan dicho conocimiento en los ámbitos social y productivo. Los esquemas lineales y reduccionistas que prevalecían en el pasado han sido sustituidos por paradigmas integrales y holísticos (Conway y Waage, 2010). Por ello, darle énfasis a solo un aspecto de este escenario complejo equivale a renunciar al desarrollo integral del sistema, con consecuencias muy negativas.

En términos de la agenda de investigación en las universidades públicas, se requiere mantener y consolidar la filosofía impulsada en la UCR durante varias décadas, de fomentar la investigación en todos los ámbitos del conocimiento, sin excepción. En algunos casos ese conocimiento tiene aplicaciones inmediatas, en tanto en otros dichas aplicaciones son mediatas y aún en otros el conocimiento generado carece de aplicabilidad inmediata, pero constituye un componente vital de la cultura nacional, dado que la comprensión científica de la realidad es parte de dicho patrimonio cultural (Gutiérrez, 2011). La filosofía de integralidad practicada y defendida en la UCR debe servir de base para una política nacional en el tema.

¿Cómo consolidar lo fuerte y desarrollar lo débil? Un problema de la investigación universitaria es la gran heterogeneidad que se observa en cuanto al desarrollo de los grupos y de las áreas. Hay sectores con colectivos de investigación muy consolidados, en tanto otras áreas casi no efectúan investigación. Esta situación obliga al diseño e implementación de programas de promoción diversos, ajustados a la realidad y necesidades de cada sector (Gutiérrez, 2005). El acceso a fondos concursables, con evaluación de las propuestas por pares académicos nacionales y extranjeros, debe ser la

base sobre la que se asignen recursos; pero la asignación de esos fondos requiere considerar la heterogeneidad de los grupos, generándose programas ajustados a los diferentes niveles, para que así se desarrollen todos los sectores.

El fortalecimiento del recurso humano como eje fundamental. Todo sistema de C + T + I tiene como eje central el recurso humano. Por lo tanto, la consolidación de ‘masas críticas’ de investigadoras e investigadores en diversas áreas es una prioridad de la gestión universitaria y de las autoridades científico-tecnológicas nacionales. La formación de nuevo recurso humano debe compensar los cuadros que se jubilan y permitir el crecimiento de los conglomerados académicos, consolidando la redundancia. Para ello son fundamentales los programas de becas y los criterios de selección del personal académico. El país como un todo, y no solo las universidades, debe dedicar renovados esfuerzos a la formación de recurso humano, mediante becas en el extranjero y en los programas de posgrado nacionales. La ausencia de programas de becas sólidos para estudiantes que desarrollen sus estudios de posgrado en nuestras universidades es una deficiencia que el país requiere solventar a corto plazo. Así mismo, es necesario gestionar financiamiento para posiciones de pos-doctorado en nuestros grupos de investigación. Estas responsabilidades trascienden a las universidades y deben ser contempladas por los gobiernos.

La inserción de jóvenes valores académicos en el sistema de investigación es otro tema que requiere ser gestionado de manera que se garantice la incorporación productiva de las personas recién formadas en grupos que les permitan desarrollar su creatividad, así como acceder a recursos para iniciar su carrera y crecer al calor de colectivos que estimulen sus potencialidades (Moreno y Gutiérrez, 2008). Lamentablemente, las políticas de reinserción de recurso humano calificado en el país no son claras y los cuadros académicos jóvenes se ven inmersos en un universo de actividades y tareas que, con frecuencia, los distraen de su labor esencial y les limitan sus potencialidades creativas. Los grupos más consolidados deben ser centros de gravitación, al calor de los cuales se agrupen jóvenes valores quienes, una vez establecidos y consolidados, contribuyan al crecimiento de otros grupos menos desarrollados, en procesos de beneficio recíproco.

La integración de grupos y los esfuerzos multidisciplinarios en grandes temas nacionales. La complejidad creciente de los problemas nacionales y regionales obliga a que la investigación de los mismos se efectúe desde una perspectiva integradora y multidisciplinaria. Hay que superar las viejas separaciones entre ciencias naturales y

sociales, o entre ciencia y tecnología, o los enfoques estrechamente gremialistas del trabajo académico, para evolucionar hacia una perspectiva holística que sume fortalezas e integre esfuerzos. Ello exige cambios de actitudes, por un lado, y modificaciones en los procesos de gestión de la investigación, por otro. Los puntos de encuentro y la presentación de proyectos que aborden problemas complejos de relevancia nacional deben fomentarse, pero partiendo de una base académica real y no burocrática. Esta filosofía de integración sería el fundamento para la adquisición y uso de equipos de alta complejidad y costo, los cuales deben utilizarse con una filosofía de servicio a los diferentes sectores de la comunidad de investigación que los requieran. El establecimiento de unidades de servicios científico-tecnológicos especializadas es muy importante, para beneficio de toda la comunidad académica de la universidad y del país. Así mismo, es necesario fortalecer la participación de los grupos nacionales en redes de investigación internacionales que permitan superar debilidades y alcanzar objetivos ambiciosos (Wagner, 2008).

La evaluación: hacia una cultura menos autocomplaciente y de mayor exigencia.

Nuestra cultura institucional es débil en el tema de la crítica y la autocrítica; con frecuencia nos refugiamos en la autocomplacencia y no sometemos nuestro trabajo a la crítica de pares académicos nacionales y extranjeros. Se requiere consolidar los esfuerzos que se han iniciado en los temas de la evaluación de los grupos de investigación y de su productividad académica. Es necesario basar la asignación de fondos para ciencia y tecnología, cada vez más, en concursos abiertos con evaluación por pares académicos. El cumplimiento de objetivos y metas planteados debe ser un requisito para la asignación presupuestaria futura y los proyectos deberían culminar con productos concretos, sean estos libros, publicaciones en revistas especializadas, patentes o prototipos.

Se requiere promover la publicación de artículos científicos en revistas especializadas de alta exigencia. Ello permite, por un lado, visibilizar los aportes de la investigación universitaria en el contexto internacional y, por otro, someter el trabajo a la evaluación de pares académicos cuya exigencia contribuye a depurar la calidad del trabajo que se efectúa. Los sistemas de valoración del aporte creativo en la institución, o sea los sistemas de régimen académico, deben sintonizarse con esta filosofía de exigencia creciente.

La transferencia de conocimiento a los sectores sociales y productivos. Como se mencionó anteriormente, no toda la investigación tiene aplicación inmediata en la

solución de un problema o en la generación de riqueza y equidad. Pero muchos proyectos y temas de trabajo generan conocimiento que es de gran utilidad para los sectores sociales y productivos de la sociedad, contribuyendo al fomento de la prosperidad, el desarrollo económico y la racionalidad social y ambiental. La UCR tiene una larga experiencia en la transferencia de conocimiento a la sociedad, en diversas áreas, y cuenta con instancias y mecanismos para catalizar esta transferencia, incluyendo una fundación (FUNDEVI-www.fundevi.ucr.ac.cr). No obstante, este es un ámbito que necesita ser mejorado y consolidado, mediante formas novedosas y creativas de vinculación con los sectores externos, sean estas empresas, cooperativas, organizaciones sociales de diverso tipo, instituciones públicas, etc. Ello exige el fomento de interfases variadas entre grupos generadores de conocimiento y sectores que demandan dicho conocimiento; el logro de este objetivo trasciende el ámbito universitario y requiere el compromiso de múltiples sectores de la sociedad. En este campo de acción, se necesita mucha creatividad para generar modelos propios que se adapten a las características de nuestras instituciones, nuestro entorno socio-económico y nuestro medio en general. El aprendizaje de experiencias de otras latitudes en la gestión de la transferencia de conocimiento es valioso, pero es necesario recrearlo a la luz de nuestras particularidades. Por ejemplo, el tema de la propiedad intelectual debe ser analizado cuidadosamente, para garantizar que el mismo redunde en el bienestar general de la sociedad y no solo de algunos sectores.

La importancia de los valores: Hacia una visión ética, solidaria y de equidad de la actividad científico-tecnológica. La UCR, y las demás universidades públicas, tienen una misión consustancial con la búsqueda del bien común y de un modelo de desarrollo basado en la prosperidad, la equidad y la solidaridad. Lamentablemente, los procesos de desarrollo impulsados en Costa Rica en las últimas décadas han favorecido un crecimiento económico en el marco de una creciente desigualdad social, lo cual es inadmisibles como proyecto colectivo. Esta situación debe revertirse con urgencia y la UCR y demás universidades públicas tienen un importante papel que jugar en esta reversión. Es necesario concebir el desarrollo científico-tecnológico y la innovación como parte de los esfuerzos por generar una convivencia social más próspera, pero también más equitativa y solidaria. Las universidades públicas deben promover que los beneficios del conocimiento permeen a la sociedad como un todo y fomentar una dinámica de desarrollo más armoniosa con el ambiente y más generosa con la dignidad de los seres humanos.

Referencias

- Conway, G., Waage, J. (2010) Science and Innovation for Development. UK Collaborative on Development Sciences, London, 380 p.
- Gutiérrez, J.M. (2005) La investigación en la Universidad de Costa Rica: Situación actual y perspectivas. *Revista Reflexiones* 84 (2): 91-101.
- Gutiérrez-Gutiérrez, J.M. (2011) La importancia de la generación endógena de conocimiento científico para el sistema ciencia-tecnología-innovación. En: *Conocimiento, Innovación y Desarrollo* (Herrera, R., Gutiérrez, J.M., Eds.). Cátedra de Innovación y Desarrollo Empresarial, Universidad de Costa Rica, San José, pp. 47-70.
- Herrera-González, R. (2011) Conocimiento, innovación y desarrollo. En: *Conocimiento, Innovación y Desarrollo* (Herrera, R., Gutiérrez, J.M., Eds.). Cátedra de Innovación y Desarrollo Empresarial, Universidad de Costa Rica, San José, pp. 15-46.
- Moreno, E., Gutiérrez, J.M. (2008) Ten rules for aspiring scientists in a low-income country. *PLoS Computational Biology* 4: e1000024.
- Wagner, C.S. (2008) *The New Invisible College. Science for Development*. Brookings Institution Press, Washington, DC, 157 p.

Reseña biográfica del autor

José María Gutiérrez es licenciado en Microbiología y Química Clínica por la Universidad de Costa Rica y Doctor en Ciencias Fisiológicas por la *Oklahoma State University* (USA). Es investigador del Instituto Clodomiro Picado, de la Universidad de Costa Rica, y docente en la Facultad de Microbiología de la misma universidad, donde enseña Inmunología, Bioquímica, Patología Celular y Métodos de Investigación en programas de grado y posgrado. Sus intereses en investigación se centran en el estudio de la bioquímica y patología experimental de venenos de serpientes, así como en el desarrollo y la evaluación de la capacidad neutralizante de antivenenos. Además, se interesa por temas relacionados con el desarrollo científico, la historia de la ciencia y el impacto social del trabajo científico. Ha publicado cerca de 350 trabajos sobre sus temas de interés en revistas científicas especializadas y en libros. Fue Director del Instituto Clodomiro Picado y Coordinador de la División de Investigación de dicho instituto. También ha dirigido programas de posgrado en su universidad y ha fungido como asesor de la Organización Mundial de la Salud en el tema de antivenenos. Por su labor ha recibido varios premios y reconocimientos en el país y en el exterior.

XIII. Emprendimiento en la educación superior

KEILOR ROJAS JIMÉNEZ

¿Cree usted que la universidad fomenta la cultura emprendedora? Esa fue la consulta realizada a varios emprendedores de diferentes países de Latinoamérica, incluyendo a Costa Rica. La respuesta fue categórica; los emprendedores manifestaron que la universidad no les aportó la vocación ni las habilidades para transformarse en empresarios.

El estudio también indica que la mayoría de destrezas necesarias para iniciar una empresa, tales como la capacidad de resolver problemas, el manejo del riesgo, la motivación e incluso gran parte de los conocimientos técnicos, se adquieren posterior a egresarse de la universidad durante la etapa laboral.

No es de extrañarse, entonces, que varios trabajos de investigación sobre este tema sean consistentes en señalar que la edad promedio para iniciar emprendimientos de alto valor agregado sea entre los 35 y 40 años de edad, luego de haber trabajado algunos años y contar con una mayor madurez personal y profesional.

El desarrollo de la capacidad emprendedora implica la identificación y la potenciación de habilidades muy personales tales como la iniciativa, la persistencia, el ser exigente, la autoconfianza y la independencia.

El reconocimiento y cultivo de estas destrezas constituye el primer paso para alcanzar una cultura emprendedora, por lo que estos elementos deberían incluirse a lo largo del sistema educativo y ampliarse sobretodo en la educación superior.

Sería muy importante que las universidades se constituyan en verdaderos espacios de aprendizaje de las competencias emprendedoras, apartándose del enfoque académico basado en estudiar sobre el tema y en su lugar se empiece a preparar a los jóvenes para emprender.

La formación de estudiantes en las aulas y laboratorios debe incluir metodologías para que ellos puedan aprender a fijar metas y darles el respectivo seguimiento, sepan buscar y filtrar información además de ejercitarse en la capacidad de persuasión y en la toma de riesgos.

Sería muy deseable que se pueda certificar no solo el entendimiento sino también la capacidad de acción.

La universidad en sí misma, está llamada a ser emprendedora. Desde esa perspectiva, se plantean a continuación algunas consideraciones sobre el emprendimiento en la educación superior:

- La universidad como educadora para el aprendizaje, debe educar también para el emprendimiento, considerando incluir el desarrollo de las capacidades emprendedoras desde el primer año y dentro de todos los cursos. El emprendimiento no se puede restringir a ciertas escuelas, cursos o dejarlo para el final de la carrera.
- Más allá de la formación técnica, la universidad debe ser un espacio para la potenciación de las cualidades emprendedoras así como de habilidades blandas fundamentales en los profesionales de hoy en día, que incluyen los idiomas, la comunicación, resolución de conflictos, el liderazgo y el trabajo en equipo.
- El cambio tecnológico es más rápido que la velocidad de cambio de los planes de estudio por lo que la universidad, las escuelas y los profesores deben tener una actitud positiva de adaptación ante los cambios o inclusive adelantarse a ellos.
- La investigación científica realizada en la universidad, además ser una herramienta para la docencia y la acción social, debe procurar transformar el conocimiento generado en productos y servicios útiles para la sociedad, muchos de los cuales pueden ser fuente de nuevos negocios y empresas derivadas.
- La universidad, por su naturaleza transformadora y vinculadora, es una institución ideal para asesorar y acompañar las pequeñas y medianas empresas de reciente creación, participando, junto con el sector privado y el gobierno, en modelos de incubación, aceleración y parques científicos.

Respeto y admiración para quienes han elegido el emprendimiento como opción de camino profesional. A los demás: nunca es tarde para emprender.

Referencias

- Kantis H, Ishida M & Komori M. (2002). Empresarialidad en economías emergentes: Creación y desarrollo de nuevas empresas en América Latina. Banco Interamericano de Desarrollo. 19 p.
- Lebendiker M, Petry P, Herrera R & Velásquez G. (2011). Reporte Nacional 2010: La situación del emprendimiento en Costa Rica: una perspectiva local sobre emprendimientos, retos y crecimientos en Costa Rica. 1a ed. San José, Costa Rica. 75 p.
- McClelland D. (1987). Characteristics of successful entrepreneurs. *The Journal of Creative Behavior* 21(3): 219-233.

XIV. Innovar es para todos

JOSUE FUMERO

Según afirma Crespi (2010) en “*Nota Técnica sobre el Sistema Nacional de Innovación de Costa Rica*”: “La evidencia empírica internacional muestra de forma lo suficientemente robusta que existe una relación estable y duradera entre las inversiones en innovación y el crecimiento de la productividad de los países y que la relación de causalidad va desde innovación hacia mayor productividad y crecimiento y no al revés”.

Este argumento es el punto de partida de esta reflexión en torno al fenómeno de la innovación en Costa Rica: Una mirada al presente, nuestras aspiraciones y una modesta propuesta.

En el año 2008, el Ministerio de Ciencia y Tecnología reunió a personajes influyentes y de larga trayectoria en el campo científico y tecnológico para generar un diagnóstico general de lo que llamamos nuestro Sistema Nacional de Innovación (SNI). Además de identificar el estado actual, se esperaba que definiera sus mayores desafíos y que plasmara recomendaciones para superarlos.

El resultado de este trabajo es una obra de altísimo valor para todos por igual: hacedores de política pública, académicos y empresarios. Lastimosamente se ha convertido en una pieza más de la biblioteca de muchos y se ha olvidado velar por la ejecución de las recomendaciones expuestas.

El ejercicio titulado “*Atlas para la Innovación*”, parte de la identificación de todos los actores del SNI y continúa con una tipificación del proceso de innovación que se describe de la siguiente forma: inicia con la generación de ideas, avanza hacia el desarrollo o materialización de una idea “ganadora” y culmina cuando ésta ha llegado al mercado en forma de un producto o servicio.

Aun cuando en todo el proceso las protagonistas son las empresas, hay diversidad de actores que les apoyan en ese camino.

En la primera etapa denominada “Generación de ideas”, las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) pueden utilizar como insumo su propio conocimiento del entorno (el cual se deriva de un profundo ejercicio de reconocimiento del mercado y de sus clientes actuales y potenciales) o bien del conocimiento disponible y que pertenece a otros, por

ejemplo: bases de datos de patentes, fuentes de búsqueda de nuevas tecnologías, desarrollo de investigación aplicada, publicaciones, investigaciones, entre otros.

Es imperativo mencionar que esa segunda opción es posible solo si existe una buena relación entre las empresas y las universidades, permitiendo lo que en inglés se denomina *technology push*, entendido como el fenómeno en donde las tecnologías ya existentes “empujan” a las empresas hacia su comercialización a través de nuevos productos o servicios.

Una relación saludable entre las empresas y las universidades, permitiría también un *market pull*, comprendido como el fenómeno donde las necesidades del mercado “halan” a los centros de investigación a desarrollar tecnologías que habiliten productos o servicios que den solución a esas necesidades.

Una vez que la empresa identifica una idea prometedora, de alto valor agregado y un nicho de mercado potencial, es necesario materializar la idea en la segunda etapa que se denomina “Desarrollo”).

La interacción de las PYMEs ahora será con otro tipo de instituciones como: centros de escalamiento, unidades de transferencia de tecnología, entidades expertas en proteger la propiedad intelectual, unidades de prototipaje y el sistema bancario nacional.

Es de esperar que las PYMEs puedan encontrar en la banca comercial opciones que le permitan emprender su proyecto sin que le exijan “empeñar su futuro”. El conocimiento del sistema bancario nacional debe ser suficiente como para comprender (aunque sea de forma básica) el proyecto de innovación, el papel que juegan los activos intangibles (generalmente representados a través de patentes u otras formas de protección de la propiedad intelectual), y ofrezca sin mayores complicaciones los fondos necesarios para el proyecto.

No obstante, nuestra realidad es que este conocimiento aún es escaso y nuestros innovadores emprenden una dura tarea a la hora de buscar fondos en la banca comercial.

Es aquí donde los fondos públicos deberían ser la solución a esta “falla de mercado”, ofreciendo alternativas para que los empresarios accedan a recursos frescos, de riesgo compartido con el Estado y de fácil acceso. Solo así es estimulada la innovación empresarial.

En la última y tercera etapa “Innovación”, el empresario tendrá que desempeñarse en otros procesos hasta entonces desconocidos, por ejemplo promoción, comercialización y la “incesante” lucha por mantener su porción de mercado.

Las PYMEs tendrán que tocar puertas de muchas instituciones como pueden ser cámaras empresariales, promotoras de comercio, entes certificadores, entre otras.

El apoyo del Estado debe estar presente en las tres etapas de este proceso.

El “*Atlas para la Innovación*” identificó 5 áreas críticas para el efectivo desarrollo del SNI y dentro de cada una, una barrera principal.

Visto desde otra óptica, cada barrera nos habla de una aspiración: de lo que deberíamos tener pero que aún no hemos alcanzado. A continuación el detalle de las barreras presentadas como aspiraciones para nuestro SNI:

1. Aspiramos tener una visión estratégica y sistémica que se traduzca en una agenda país a largo plazo y que apueste a la innovación como herramienta para el aumento de la competitividad nacional.
2. Necesitamos desarrollar vehículos especializados para el desarrollo de oportunidades para innovar, entendiendo vehículos como personas físicas capaces de gestionar la innovación en las empresas y también como instituciones de apoyo en las diferentes etapas de la innovación y el emprendimiento.
3. Es imperativo contar con un sistema de apoyo financiero y fiscal para promover la investigación, el desarrollo y la innovación (ID+i).
4. Aspiramos contar con una clara identificación de los roles de cada uno de los actores del SNI que permita un desempeño sistémico en beneficio de nuestras PYMEs.
5. Necesitamos desarrollar mayor cultura hacia la innovación, desmitificando el concepto y haciéndolo accesible a todas las esferas de la sociedad. Al mismo tiempo aspiramos desarrollar capital humano especialmente entrenado para el emprendimiento y la innovación.

Para alcanzar estas aspiraciones, proponemos abordar la innovación desde el principio. Es decir, trabajar desde la formación de cultura hasta la comercialización de la innovación.

Es común en nuestro país que las personas hablen sobre innovación haciendo referencia únicamente a la última fase del proceso: la transición de una idea al mercado.

Pero, ¿Qué pasa con lo que está antes de la idea, la persona y su formación?, ¿Qué pasa con lo que está más allá del esfuerzo del innovador, el entorno y los mercados?

El abordaje parcial de este tema genera desconocimiento y este se evidencia en resultados deficientes en nuestros mercados. Si hemos de impulsar la innovación debemos hacerlo tomando en consideración el proceso completo.

Cultura. Para garantizar la existencia de jóvenes emprendedores, creativos, inspirados por los desafíos, cuestionadores y sin temor al riesgo, necesitamos trabajar desde las etapas más tempranas de su formación.

Por “cultura” entendemos el conjunto de todas las formas, los modelos o los patrones, explícitos o implícitos, a través de los cuales una sociedad regula el comportamiento de las personas que la conforman. En otras palabras, es la cultura propia de lugar, la que identifica a los miembros de una sociedad y les da forma en sus más profundos valores y creencias.

El profesor Joaquim Vila, de la Universidad de Navarra, afirma que la cultura es como una moneda de dos caras. La primera cara representa los “valores y creencias” que influyen en la población, y la segunda cara es el “sistema de dirección”, que aprueba o condena las acciones de esas personas.

Vila sugiere que aquel país que desee incorporar la innovación en su sociedad, debe: 1) introducir nuevos paquetes de información (valores y creencias) que fomenten el pensamiento innovador, y 2) formar personas (figuras de autoridad) que aprueben, estimulen y legitimen las acciones innovadoras.

Formación. Si la primera fase “Cultura”, es bien ejecutada, el resultado será nuevas generaciones llenas de ideas frescas y entusiasmadas con el fenómeno de la innovación.

El paso lógico siguiente es capacitarles. La innovación no surge producto de la casualidad, sino que es el premio de las mentes que incesantemente cuestionan el *status quo* y buscan nuevas alternativas para las necesidades encontradas.

El proceso descrito a inicios de este artículo pone en evidencia que la innovación debe ser gestionada desde la identificación de oportunidades comerciales o necesidades latentes, hasta la colocación en el mercado de esa idea materializada en productos o servicios.

El innovador necesita ser entrenado, dotado de conocimientos y herramientas que le permitan liderar estos procesos y llevarlos a feliz término.

Impulso. Un buen abordaje de las dos primeras fases dará como resultado una masa crítica de individuos con profundos valores orientados a la innovación y muy bien capacitada. Sería de esperar que estos jóvenes empresarios y empresarias: investiguen, se relacionen, desarrollen sinergias, dinamicen el SNI y generen demanda para los demás actores: gobierno y academia.

Las nuevas PYMEs, lideradas, por brillantes gestores, ahora necesitan impulso. Es muy importante el apoyo en las etapas tempranas a través de incubadoras de empresas, necesitan acceso a fuentes de capital (semilla y ángel) y necesitan recibir dirección para canalizar sus nuevos proyectos hacia los mercados adecuados. Requieren ayuda para crecer a través de las aceleradoras y necesitan proteger su innovación a través de instrumentos de protección de propiedad intelectual. Esto es impulsar la innovación.

Articulación. Si las fases anteriores transcurren exitosamente, el resultado será una economía caracterizada por incipientes empresas innovadoras y otras ya consolidadas en mercados locales e incluso en mercados internacionales.

¿Qué necesitan estas PYMEs en esta etapa? Requieren de un entorno articulado que se rija por políticas inteligentes y útiles para hacer crecer estos nuevos negocios. Incentivos financieros y no financieros, espacios de diálogo, representatividad y una buena articulación del SNI.

La innovación en Costa Rica no es un tema nuevo, ha estado en la mesa de discusión por más de una década. No obstante, parece que nos hemos acercado a un momento crítico de la historia en donde los actores: gobierno, academia y sector privado deben unirse para representar nuevas historias donde los temas principales sean: la articulación, la sinergia y la visión país.

Referencias

- Comisión Nacional para la Innovación (2007). *Atlas para la innovación en Costa Rica*. (Versión Número 2). San José: Editorama S.A.
- Crespi, G. (2010). *Nota Técnica sobre el Sistema Nacional de Innovación de Costa Rica*. (Nota Técnica Número IDB-TN-142). Washington: Banco Interamericano de Desarrollo.

Reseña biográfica del autor

Josué Fumero es Ingeniero Industrial graduado con honores de la Universidad de Costa Rica. Becado por la Organización de Estados Americanos, actualmente se prepara como Máster en Innovación para el Desarrollo Empresarial en el Instituto Tecnológico de Monterrey. Josué se ha desempeñado como comprador para empresas multinacionales, ha sido consultor de empresas nacionales en temas de competitividad y encadenamientos productivos, y ha conducido varios proyectos de atracción de inversión extranjera directa al país. Actualmente es el Director de Innovación y Transferencia Tecnológica del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Costa Rica, desde donde lidera más de 8 proyectos de alto impacto nacional. Fumero creó su primera empresa en el 2008 logrando insertar en el mercado nacional una nueva marca deportiva que luego vendió. De espíritu emprendedor y soñador, Josué lleva a otras esferas su conocimiento y experiencia compartiendo principios de creatividad, innovación, emprendimiento, responsabilidad social y desarrollo integral a través de medios impresos de alta circulación, columnas mensuales, su propio blog, charlas, entre otros.

XV. Propiedad intelectual y el desarrollo científico-tecnológico

ALEJANDRA CASTRO B.

El valor económico de los activos protegidos por la propiedad intelectual (PI) está tomando importancia en las operaciones empresariales, ya que la mayor proporción del valor de mercado de las compañías de economías desarrolladas corresponde a sus intangibles protegidos por los derechos de PI. Esto que convierte a la PI en la verdadera generadora de valor y por tanto de riqueza de todas las organizaciones (empresas pequeñas, medianas y grandes, universidades, centros de investigación, etc.). En la actual economía, con sus altos niveles de globalización y donde el conocimiento juega un papel fundamental; el crecimiento y el desarrollo de las naciones depende estrechamente de la innovación y la creatividad

La experiencia de las últimas décadas pone en evidencia que para que la creatividad y la innovación puedan desarrollarse plenamente, es crucial que los derechos de propiedad intelectual se resguarden y fomenten por medio de políticas públicas y un adecuado marco normativo. Esas políticas requieren además de un marco de libertad económica en el que se promuevan las organizaciones flexibles, la innovación, la libre competencia, la transparencia y la inversión en capital humano.

Propiedad intelectual y crecimiento económico. Según la Cámara de Comercio Internacional (CCI) los productos sujetos a derechos de propiedad intelectual representan entre el 4 y el 11% del Producto Interior Bruto (PIB) de los países del G8 y generan entre el 3 y el 8% de los puestos de trabajo, lo que pone en evidencia la importancia de los bienes económicos protegidos por la PI.

Según el World Intellectual Property Report 2011 – The Changing Face of Innovation, publicado por la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI), la innovación es el factor central y motor de la economía y concluye que la titularidad de los derechos de Propiedad Intelectual ha pasado a ser el núcleo de las estrategias de las empresas innovadoras en todo el mundo. El informe señala que la recuperación en la presentación de solicitudes de títulos de PI en los últimos años fue más fuerte que la recuperación de la economía en general, pues la presentación de solicitudes de patentes y de registro de marcas aumentó en 2010, un 7,2% y un 11,8% respectivamente, frente al 5,1% crecimiento del Producto Interior Bruto (PIB) mundial. Este aumento del 7,2% en las solicitudes de patente en 2010 es la tasa más elevada de crecimiento desde 2005 y se

produce después de una disminución del 3,6% en 2009, constituyendo un récord en el número total de solicitudes de patente en todo el mundo: 1.980.000. Por su parte, la presentación de solicitudes de registro alcanzó en el 2010 los 3,66 millones tras caer un 2,6% en 2009.

Los indicadores de este informe revelan que la innovación no ha decrecido a nivel mundial y por el contrario, la empresa privada ha confiado más en las estrategias de patentamiento como parte de sus estrategias de negocio siendo las inversiones en innovación, una fuente fundamental de crecimiento, por lo que es de esperar que esa tendencia se mantenga.

En el informe se señalan las consecuencias que produce el aumento en la demanda de títulos de P.I., entre las que destacan:

- a. Cada vez hay más mercados del conocimiento, basados en derechos de P.I. por lo que ha aumentado la frecuencia de las transacciones comerciales y la concesión de licencias en relación con los derechos de P.I. En el plano internacional, aumentó el nivel de ingresos por regalías y concesión de licencias, que pasó de 2.800 millones de USD en 1970 a 27.000 millones de USD en 1990, y llegó aproximadamente a 180 mil millones de USD en 2009 -superando el aumento del producto interno bruto (PIB) mundial.
- b. Los mercados del conocimiento dan a las empresas la posibilidad de especializarse, permitiéndoles ser más innovadoras y eficientes a la vez.
- c. Ha aumentado con rapidez el patentamiento de las denominadas tecnologías complejas creadas a partir de muchas invenciones patentables separadamente y, por lo general, con distintos titulares de esas patentes.
- d. Al mismo tiempo, algunas empresas del sector de las tecnologías complejas han ido creando estratégicamente importantes carteras de patentes.
- e. Se ha multiplicado la presentación de solicitudes de patente por las universidades y las organizaciones públicas de investigación en el marco del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT) de la OMPI, pasando de un número cercano a cero, en la década de 1980, a más de 15.000 en 2010.

Nuestra economía debe avocarse en generar estrategias de PI enfocadas en generar riqueza y rentabilidad. La protección del conocimiento es indispensable para el desarrollo competitivo pues permite generar temporalmente una exclusividad en el mercado, garantiza un posicionamiento comercial, evita riesgos (inversión muerta), es

una práctica preventiva, evita fuga de know how, otorga credibilidad del titular, genera un indicativo a nivel nacional y podría generar mayor liquidez para el negocio.

Con esas ventajas, es claro que apostar a la generación de incentivos para la industria creativa e innovadora, es una imperativa necesidad para promover la competitividad de nuestra economía y el nuevo reto para los próximos años.

Las aspiraciones del país en propiedad intelectual. Costa Rica es un país con un nivel educativo alto y existe un relativo conocimiento de la propiedad intelectual en la población económicamente activa. Sin embargo, se conoce poco de las ventajas competitivas que se derivan de la obtención formal de títulos de propiedad intelectual, lo que se evidencia en la poca cultura de protección de la propiedad intelectual que existe en el país y los escasos incentivos para fomentar el financiamiento para la protección de la PI; en especial para capital semilla y emprendedores.

Si bien hay mucho por hacer en materia de formación y capacitación, principalmente en niveles iniciales de la educación formal así como en carreras técnicas vinculadas a la innovación y la creatividad, sin duda existe ya un camino recorrido que permite al país una situación privilegiada donde existe demanda y oferta calificada para la formación en esta materia. Sin embargo, debe esa formación orientarse a sensibilizar sobre la PI como un factor generador de riqueza local y como incentivo para el fomento de iniciativas que permitirán impulsar el desarrollo.

Adicionalmente, el conocimiento que posee el sector productivo en materia de propiedad intelectual requiere un impulso adicional que les permita por sí mismos reconocer la importancia de contar con estrategias internas de propiedad intelectual que incluyan la expresa protección de esos bienes y generar directrices para hacer los derechos de PI efectivos, partiendo desde la promoción de la innovación hasta el registro, licenciamiento y explotación de la PI.

Para ello es necesario continuar con los procesos de capacitación y aumentar el enfoque hacia el aumento de indicadores de innovación tanto en el sector público como en el sector privado, que permita transformar la cultura nacional hacia una cultura de protección y explotación de la propiedad intelectual.

Un país sin indicadores de PI es incapaz de planificar un desarrollo fundado en sus propios recursos. Es por ello que la identificación de lo que se está investigando y generando en el país y del número de unidades de investigación y de centros de innovación activos es necesaria para alimentar esos indicadores sobre los aportes

creativos e innovaciones, y propiciar la generación de estrategias que permitan basar economías en esos intangibles.

Resulta también un reto necesario generar condiciones para aumentar la confianza en el sistema de propiedad intelectual y para ello el Estado debe pasar de ser un simple administrador y custodio de la propiedad intelectual para convertirse en un ente articulador de los esfuerzos de innovación en el país.

Un buen índice es procurar mayores incentivos para fomentar la creatividad y la innovación, que se concentren en la dotación de fondos para que las pequeñas y medianas empresas tengan opciones de protección de sus intangibles antes de salir al mercado. Esto incluye financiamiento para consolidar registros locales e internacionales de derechos de autor y de propiedad industrial (marcas, patentes, diseños industriales, secretos comerciales, etc). El primer apoyo que debería recibir un proyecto emprendedor, es sin duda asesoramiento en su estrategia de propiedad intelectual y financiamiento para asegurar los registros necesarios que le permitan competir.

El desarrollo de incentivos también debe verse traducido en políticas que permitan generar mayor consumo del acervo creativo e innovador que se produce localmente. Esto incluye cuotas de exhibición de producción nacional en radio, cine y televisión, que se acompañen de mecanismos efectivos de recaudación de las entidades de gestión colectiva, respaldados por el aparato legal (gobiernos locales, poder judicial, etc.); hasta la generación de clúster industriales para sectores estratégicos de la economía que permitan fortalecer el encadenamiento productivo y crear economías en torno a la PI.

Finalmente, es de interés citar el rol dinamizador de la economía que podría tener la academia, con iniciativas que permitan a las universidades y centros de investigación desarrollar políticas que promuevan mecanismos flexibles para la vinculación con el sector privado y estructuras de licenciamiento a favor del sector productivo, que permitan promover la competitividad y el desarrollo de la economía nacional.

No debemos perder de vista que el respeto a la propiedad intelectual es un factor que también puede posicionar nuestra economía a nivel internacional, como un país donde el clima de negocios es valioso por garantizar niveles de reconocimiento de la PI y de aplicación efectiva de la ley. La propia CCI concluyó en su informe anual que "la inversión extranjera y la transferencia de tecnología a los países en desarrollo depende proporcionalmente del adecuado reconocimiento y protección de los derechos de propiedad intelectual." Por lo tanto, el respeto generalizado de la PI de terceros y una

adecuada política de persecución de delitos contra la PI, son retos que también enfrenta el país.

Se trata entonces de atrevernos a crear, a innovar y a sacar provecho de nuestro talento. Pues, tal como decía Steve Jobs, “La innovación es lo que distingue a un líder de un seguidor.”

Referencias

- WIPO (2011). World Intellectual Property Report 2011: The Changing Face of Innovation. http://www.wipo.int/econ_stat/es/economics/wipr/
- http://www.wipo.int/export/sites/www/freepublications/en/intproperty/941/wipo_pub_941_2011.pdf
- http://www.wipo.int/pressroom/es/articles/2011/article_0027.html
- <http://www.misfinanzasenlinea.com/noticias/20110202/pirateria-y-falsificaciones-provocan-un-billon-de-dolares-de-perdidas-al-ano>

Reseña biográfica de la autora

Alejandra Castro es Licenciada en Derecho de la Universidad de Costa Rica y posee una Maestría en Literatura Española de esa misma universidad. Alejandra también es Doctora en Derecho Constitucional con énfasis en Tecnologías de la Información y Máster en Derecho Informático, ambas de la Universidad Complutense de Madrid. Es Especialista en Propiedad Intelectual, de Michigan State University y Técnico en Comercio de la Universidad de Ginebra. Alejandra se incorporó al Bufete Arias & Muñoz como abogada en enero del 2011 y actualmente dirige el Departamento de Propiedad Intelectual, Innovación y Biotecnología en Costa Rica. Posee amplia experiencia en sus áreas de práctica, lo que incluye haber asesorado a un importante número de empresas de innovación en temas de comercio y propiedad intelectual, y participado activamente de las negociaciones comerciales del Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos, Centroamérica y Republica Dominicana. Alejandra fue Vicepresidenta del Colegio de Abogados, co-Fundadora de la Asociación Costarricense de Derecho Informático y Fundadora de la Maestría en Propiedad Intelectual de la UNED en Costa Rica de la cual fue Directora por 4 años. Desde hace varios años es consultora en temas de Comercio Internacional y Propiedad Intelectual para diversos organismos internacionales, es Profesora Universitaria y autora de múltiples publicaciones en las disciplinas de su especialidad. En el 2011 fue nombrada por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) como consultora para diseñar la Estrategia Nacional de Propiedad Intelectual de Costa Rica.

XVI. Comunicación y apropiación social de la ciencia

ALEJANDRA LEÓN CASTELLA

Desde las sociedades más primitivas, la ciencia ha sido reconocida por su poder para transformar la naturaleza y potenciar a los que la dominan. Lo que ha cambiado, a través del tiempo, es la localización de este conocimiento en la sociedad.

Paralelo al desarrollo de elites especializadas para impulsar el avance de la ciencia y la tecnología, viene creciendo un movimiento mundial de “educación no formal”, que a través de múltiples formatos está socializando este conocimiento, en una comunidad más amplia.

Esta nueva avenida no sólo responde a la necesidad de justificar la inversión de fondos públicos en la investigación, también pretende incorporar al ciudadano común en la interpretación racional del mundo, potenciarlo en la resolución de problemas y hacerlo partícipe, como coprotagonista, en las grandes decisiones colectivas de su comunidad.

El movimiento de “educación no formal” ha utilizado diferentes términos para describir su accionar en el tiempo, conforme crece, se consolida en el ámbito mundial, se diversifica y genera nichos de especialización. Lo que inicialmente se llamó “divulgación de la ciencia” y “alfabetización científica”, visto desde la perspectiva del emisor, últimamente se denomina “apropiación social de la ciencia”, poniendo más énfasis en la potenciación del receptor, y se separa del “periodismo científico”, por el condicionamiento del medio emisor.

A pesar del cambio en términos, se podría decir que todos los anteriores, con algunos bemoles, buscan lo mismo: cultivar una sociedad con más conocimiento; con mejores herramientas de trabajo, interacción y transformación; más posibilidades de seguir aprendiendo a lo largo de su vida y con múltiples canales para desarrollar su creatividad. En otras palabras, este movimiento de “educación no formal” se suma a la “educación formal” para generar canales de crecimiento continuo, atender los grandes retos mundiales, servir de interfaz entre la ciencia y la sociedad y, en el mejor de los casos, ofrecer espacios de discusión y construcción de nuevos saberes y productos, como lo manifiestan la “Declaración de Toronto” del V. Congreso Mundial de Centros de Ciencia 2008 y la “Declaración de Cape Town 2011”.

En Costa Rica, la comunicación de la ciencia entre especialistas surgió desde las universidades, con la elaboración de revistas especializadas y congresos. Como en otras partes del mundo, fue precedida por los esfuerzos de asistencia técnica a los agricultores y por extensas campañas de higiene y salud, que moldearon prácticas en la población. Surgieron algunos museos o salas interactivas, dentro de museos existentes, influenciados por la ola participativa que impulsaba la construcción del conocimiento basada en la interacción, siguiendo a los pioneros del movimiento: el Exploratorium, Museo de Ciencia, Arte y de Percepción Humana en San Francisco, California y el Ontario Science Centre, en Toronto, Canadá.

En ese contexto nació la Fundación CIENTEC en 1989, como una iniciativa no gubernamental, desde la sociedad civil, para impulsar la divulgación de la ciencia en el gran público. Desde entonces, CIENTEC ha liderado creando redes de trabajo en el país y se ha conectado a movimientos mundiales de divulgación de la ciencia, de centros participativos de ciencia y de periodismo científico. Dentro del país se han cultivado redes de trabajo interinstitucionales, se han incorporado los esfuerzos del sector privado, y también se ha conectado el quehacer en el aula con el aprendizaje extra muros, sin distinción de edad.

Estos esfuerzos han impulsado el desarrollo y reconocimiento del campo “no formal de la educación”. La interacción también ha permitido enriquecer a la comunidad costarricense, forjar nuevas alianzas, y desarrollar proyectos multinacionales. Se ha impulsado la apropiación de la ciencia, usando las tecnologías de la información y la comunicación, las TICs, en diversidad de formatos, a través de la Internet, promoviendo una cultura más participativa y el desarrollo e intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos en español (www.cientec.or.cr).

Algunas otras actividades estratégicas incluyen el desarrollo de cápsulas para radio e Internet (podcasts), la organización de campañas para apoyar a los medios de comunicación ante temas y fenómenos difíciles, la creación de exhibiciones itinerantes, publicaciones en diversos medios, concursos para impulsar la comunicación de la ciencia entre adolescentes, y la realización de programas de actualización para comunicadores y divulgadores de la ciencia en el país.

En el tema de periodismo científico, algunos medios escritos y televisivos han producido

secciones de ciencia y cultura por décadas. Destaca el periódico La Nación que abrió una sección diaria dedicada, Aldea Global, y últimamente, la Revista Áncora del mismo periódico, presenta una página sobre esta temática, en su edición semanal. Un logro más para la divulgación científica.

Más recientemente, el movimiento mundial por llevar la ciencia al gran público explotó con una amplia oferta de programas: La Feria Científica, los Festivales de Ciencia, el movimiento de Teatro y Ciencia, dinámicas teatrales de ciencia para el aula, los café scientifique y sus variaciones, colecciones de libros y revistas dedicadas a la divulgación científica, concursos de ciencia ficción, la red internacional de shows de ciencia, exhibiciones itinerantes, campañas de Ciencia en Buses, etc.

Todos ellos muestran la necesidad de una diversidad de enfoques y metodologías complementarias para enriquecer la educación y la cultura, con ciencia. Mucho, sin embargo, queda por hacer en Costa Rica. De la lista anterior, sólo la Feria Científica es fija y anual. Se requiere de un esfuerzo mayor para traer estos otros formatos y enlazarlos con programas existentes, además de apoyar su continuidad para que sean estables y continuos.

Por otro lado, con una población de nativos e inmigrantes digitales (Prensky, 2001), ávidos consumidores de la información en línea, de juegos y medios sociales, surge la urgencia de diversificar los programas de apropiación de ciencia y tecnología, enfatizando en la tecnología, para atender necesidades específicas, tales como: el respeto a derechos de autor y el correcto uso de los recursos, y la discriminación entre información falsa y confiable. Este último elemento es especialmente delicado debido al crecimiento de las pseudociencias.

Simultáneamente, se necesita apoyar a la población con la promoción de programas creativos en línea y el impulso a las buenas prácticas al consultar y utilizar información sin “copiar y pegar”, por ejemplo.

De la sinergia entre instituciones de educación superior y de promoción de la ciencia y tecnología, y con el impulso del movimiento internacional, surgió un grupo de interés, que se formalizó en el 2008, creando la Red de Comunicación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en Costa Rica, RedCyTec.

Esta red y los esfuerzos que ha desarrollado una cuidadosa agenda de trabajo para impulsar el

crecimiento de programas de apropiación social de la ciencia, periodismo científico y profesionalización de la divulgación en el país. Entre sus primeros estudios, está desarrollando uno sobre percepción pública de la ciencia en el país.

A pesar de los avances en el país, siguen faltando fusiones entre comunicación, cultura y ciencia, para generar un frente más amplio y diverso de programas y productos de apropiación social de la ciencia. Sería importante pensar en la creación de una revista de divulgación de distribución masiva, o un centro de ciencia con exhibiciones itinerantes, un movimiento de teatro y ciencia, entre otros.

Como en otros campos de la cultura, se requiere de una masa crítica, integradora, estable y creativa, que fortalezca el ámbito “no formal de la educación” y que se integra otras instituciones ya existentes en el país. Una de las grandes quejas es la falta de financiamiento y también la ausencia de incentivos que reconozcan este ámbito en sí mismo, con sus propias formas, espacios y estrategias.

Referencias

- III Foro Con-ciencia Abierta 2008: Apropiación Social de Ciencia, Tecnología e Innovación y Participación Ciudadana. Museo Maloka. Bogotá, Colombia. Octubre 2008.
- Declaración de Toronto: <http://www.redpop.org/publicaciones/5SCWC-Declaracion-Toronto-2008-Esp.doc>
- Declaración de Cape Town. www.saastec.co.za/cape%20town%20declaration%20final.pdf
- Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología para América Latina y el Caribe, REDPOP <http://www.redpop.org>
- Association of Science and Technology Centres, ASTC. www.astc.org
- European Network of Science Centres and Museums ECSITE. www.ecsite.eu Asia Pacific Network of Science and Technology Centres. www.aspacnet.org
- Southern African Association of Science and Technology Centres – SAASTECC. www.saastec.co.za/
- National Council of Science Museums www.ncsm.org.in
- Chinese Association of Natural Science Museums. www.cam.org.tw/english/members.htm
- North Africa and Middle East Science centers network (NAMES). www.bibalex.org/NAMES2008/
- Revista Ancora, semanal del periódico La Nación <http://www.nacion.com/ancora/>
- Science Theater <http://www.djerassi.com/sciencetheatre.html>
- Science Theater in the classrooms <http://www.djerassi.com/classroom/index.html>
- Café Scientifique <http://cafescientifique.org/>
- Colección Ciencia que ladra, Argentina.
- Revista ¿Cómo Ves?, UNAM, México.
- Carl Djerassi. <http://www.djerassi.com/>
- Unión Europea. Graphic Graphic Science www.graphicscience.co.uk

Reseña biográfica de la autora

Alejandra León Castellá dirige la Fundación CIENTEC desde 1989, una ONG para la popularización de la ciencia, tecnología y el mejoramiento de la enseñanza en Costa Rica. Fue directora de la Red Latinoamericana de Popularización de la Ciencia y la Tecnología, RedPop del 2006 al 2009, ente que agrupa programas de divulgación, periodismo científico, centros y museos de ciencia y tecnología en la región. Entre el 2011-2012 coordinó el Nodo Central-Norte de la Red y sigue representando a RedPop en el Comité Internacional del Programa en la Cumbre Mundial de Centros de Ciencia. Realizó estudios universitarios en ingeniería, educación, género y antropología. Posteriormente, se especializó en educación participativa en ciencias y comunicación de la ciencia. De manera autodidacta, ha profundizado en la astronomía observacional, la arqueo-astronomía y lleva una amplia trayectoria de trabajo en la comunicación por medios digitales. León Castellá es autora de varias publicaciones educativas y de divulgación científica. Ha recibido diversos reconocimientos académicos y profesionales. Con una visión horizontal, Alejandra cultiva comunidades presenciales y virtuales, y aboga por las buenas prácticas que promueven la equidad en el acceso al conocimiento, potencian a las personas para comprender el mundo

XVII. Orientación vocacional para las ciencias y las ingenierías

KEILOR ROJAS JIMÉNEZ

Actualmente miles de jóvenes ingresan a las universidades y eligen carreras que les proporcionan escasas o nulas posibilidades de encontrar trabajo. Esto puede deberse, entre otras razones, a las debilidades del sistema de orientación vocacional, a la carencia de información sobre el mercado laboral y también a la amplia oferta de espejismos comerciales que inducen a los jóvenes y a sus familias a adquirir deudas e invertir años de estudio para luego convertirse en profesionales desempleados.

Sistema educativo. De los casi 96.000 niños que entraron al primer grado de escuela en 1999, solamente 31.500 alcanzaron graduarse de undécimo año en el 2009. Los datos del Ministerio de Educación sobre esta cohorte de jóvenes y otras anteriores, indican que el porcentaje de jóvenes que se gradúan después de su proceso escolar y colegial es aproximadamente de un 32%. Esta situación es crítica.

Estimaciones del tercer informe *Estado de la Educación* revelan que en los últimos años ha habido una mejora en los porcentajes de retención de estudiantes en las aulas. Sin embargo, estos aumentos no necesariamente compensan la tasa de disminución anual en la matrícula de escolares, producto del decrecimiento propio de la población costarricense. Es decir, los números absolutos constituyen otra señal de alarma.

Según dicho informe, solamente un 25,8% de los jóvenes entre 18-24 años están matriculados en la universidad, cuando lo recomendado y observado en los países desarrollados de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) son porcentajes de matrícula superiores al 70%.

Es preocupante, además, que de los 33.796 graduados de las universidades costarricenses en el 2009, un 14% lo hicieron en carreras relacionadas con ciencias o ingenierías, cuando lo observado en economías basadas en conocimiento son porcentajes superiores al 30%. Asimismo, inquieta que solamente un 1% de los profesionales obtuvo la maestría en esas áreas y un 0.1% el doctorado, evidenciando la escasa producción de científicos y tecnólogos de alto nivel.

El número de graduados por sector revela que, por cada científico que se gradúa en Costa Rica se están produciendo 3 comunicadores, 5 sicólogos y 7 abogados. Aún más

desconcertante es ver las situaciones extremas: en el 2009 se graduaron únicamente 4 profesionales en matemática en relación con los 7.563 titulados en administración.

Sin demérito de las carreras mencionadas, es clara la desproporcionalidad en la producción de graduados universitarios, así como la falta de respuesta del sistema educativo, incluyendo las instituciones de educación superior públicas y privadas, a la demanda de los profesionales requeridos por el país.

Esta carencia en la disponibilidad de científicos e ingenieros, tanto en cantidad como en perfiles de alto nivel, representa una seria amenaza para el desempeño y crecimiento del sector productivo, para la atracción de inversión extranjera de vanguardia así como para las actividades de docencia, investigación y extensión del propio sector académico.

Perspectiva de género. Esta situación se torna aún más compleja si la analizamos desde una perspectiva de género, ya que las mujeres, quienes representan casi dos tercios de la población en educación superior, deciden estudiar mayoritariamente carreras que cuentan con limitadas oportunidades laborales, mientras que los hombres optan por estudiar profesiones con mayor empleabilidad.

Datos de la Oficina de Planificación de la Educación Superior indican que las mujeres obtienen el 77% de los títulos emitidos en educación y el 60% en ciencias sociales, respectivamente, mientras que los hombres predominan en las ciencias básicas e las ingenierías, alcanzando más del 70% de los graduados.

La producción de profesionales revela que cerca del 70% de los graduados en el país corresponde a las carreras de educación y ciencias sociales, mientras que los relacionados con ciencias e ingenierías alcanzan solamente, como se mencionó un 14%. Esto quiere decir que cada año están saliendo a buscar trabajo un gran número de educadoras y otras profesionales en ciencias sociales junto con un limitado número de ingenieros e informáticos.

El agravante aquí es que en carreras como educación, anualmente se están graduando cerca de 10.500 profesionales, de los cuales apenas 1.000 tendrían opciones de conseguir trabajo, según estimaciones del Ministerio de Educación. Esto implica que los restantes profesionales, en su mayoría mujeres, tienen que ingeniárselas para conseguir un puesto afín a sus estudios.

En esto, las instituciones de educación superior, privadas y públicas, deberían asumir la responsabilidad respectiva por continuar formando futuros profesionales sin opciones laborales.

Los profesionales que se gradúan en carreras como ingenierías e informática, en su mayoría hombres, prácticamente todos consiguen trabajo y según las estimaciones de demanda de las empresas, se requieren todavía muchos más.

Por otro lado, si consideramos que en la población costarricense existe un igual número de hombres y mujeres, también es válido preguntarse ¿Qué está pasando con ese porcentaje de hombres que no están asistiendo a la universidad? ¿Será que están estudiando preferiblemente alguna carrera técnica?

Los datos del tercer informe del Estado de la Educación muestran que las carreras de formación técnica son aprovechadas mayoritariamente por mujeres, quienes superan el 56% de la matrícula. Esto sugiere la existencia de una cohorte de jóvenes varones que no están adquiriendo ningún tipo de formación ni probablemente tampoco están laborando, lo cual constituye una señal de alarma por la vulnerabilidad socioeconómica a la que están expuestos.

Soluciones. Estas brechas en educación y género representan una situación sumamente compleja para la cual difícilmente existe una única solución. Algunos elementos que se deberían considerar como parte de un plan estratégico para afrontar esta situación son los siguientes:

- Se deben fortalecer los programas de orientación vocacional temprana, tanto en casa como en la escuela, que permita a los niños y niñas desarrollar sus afinidades e inclinaciones cognitivas y que propicie un acercamiento hacia las carreras científico-tecnológicas. Esto debe hacerse en forma sistemática, clara y permanente.
- Es necesario proporcionar a los jóvenes información clara sobre la naturaleza, demanda en el mercado laboral y las posibilidades reales de éxito profesional en cada una de las carreras. Esto para eliminar las asimetrías de información y para que ellos y ellas puedan aspirar a empleos de más calidad y mayor remuneración.
- En los diferentes esquemas de otorgamiento de becas debe valorarse positivamente a quienes optan por estudiar las carreras científico-tecnológicas, tanto a nivel técnico como a nivel universitario.

- Es fundamental que se realice una redefinición del número de los cupos asignados a las diferentes carreras, aumentando la proporción en las carreras de mayor salida profesional como ciencias o ingenierías y reduciendo, o incluso creando una moratoria, en aquellas con sobreoferta de profesionales.
- Es estratégico otorgar un mayor reconocimiento social al quehacer científico-tecnológico de manera que los jóvenes puedan identificarse y seguir los pasos de personas modelo que los inspiren.

Retos. Como país, durante los próximos años, debemos continuar con los esfuerzos para al menos duplicar el porcentaje de jóvenes graduados de la educación secundaria diversificada, duplicar la cantidad total de jóvenes matriculados en las universidades, lograr que al menos un 25% de los graduados sea en carreras científico-tecnológicas con una mayor proporción de másteres y doctores.

Paralelamente, será fundamental mejorar la calidad de los contenidos curriculares fortaleciendo tempranamente las capacidades de pensamiento lógico-matemáticas, la capacidad de redacción de documentos y el dominio de idiomas. Esto para responder adecuadamente a las demandas de personal que requiere el sector productivo y para poder incursionar en empleos de mayor calidad y reconocimiento.

Mediante una adecuada orientación vocacional y la provisión de información precisa se esperaría que las próximas generaciones cuenten con mayores elementos a la hora de elegir las carreras, en las que se considere las posibilidades de empleo y superación profesional así como la contribución al desarrollo del país.

De la renovación y mejora en la educación depende nuestro crecimiento como país.

Referencias:

- CONARE (2011). Posibilidades de Estudio en la Educación Superior Estatal de Costa Rica en el 2011. OPES-CONARE, San José, Costa Rica. 65p.
- OECD (2011). Main Science and Technology Indicators. OECD, Paris France.
- OECD (2011). Regions and Innovation Policy, OECD Reviews of Regional Innovation. OECD Publishing, Paris, France. 350 p.
- OECD (2011). Science, Technology and Industry Outlook 2010. OECD Publishing, Paris, France.
- OECD/CEPAL (2011). Perspectivas Económicas de América Latina 2012: Transformación del Estado para el Desarrollo. OECD Publishing, Parir, France. 176 p.
- Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible (2011). Decimo séptimo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, Costa Rica. 430 p.
- Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible (2011). Tercer Informe Estado de la Educación. San José, Costa Rica. 452 p.

XVIII. La universidad del futuro

KEILOR ROJAS JIMÉNEZ

A propósito de la *Conferencia sobre Educación para las Ingenierías y Ciencias Aplicadas*, organizada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología junto con el Banco Mundial, comparto algunas de las reflexiones planteadas por los participantes en torno al tema de la universidad del futuro.

En el futuro, las universidades se enfocarán más en el aprendizaje que en la enseñanza, los jóvenes aprenderán a aprender y también a desaprender. Por lo tanto, elementos que hoy percibimos esenciales como los docentes, la infraestructura misma o los administrativos, pasarán a ser complementarios.

Ir a la universidad será obligatorio. Los jóvenes de escasos recursos substarán por Internet quién le asigne una beca, y personas e instituciones competirán por darla.

Las universidades tendrán un mayor equilibrio entre sus actividades de educación, investigación y acción social. Las instituciones de educación superior serán tan eficientes en el desarrollo de innovaciones, creación de empresas derivadas y prestación de servicios, que llegarán a ser completamente autosuficientes económicamente.

En el proceso de formación, será posible que los estudiantes lleven cursos de la misma carrera en diferentes universidades. Las clases serán en el aula o en el laboratorio, en las empresas o virtuales en plataformas como *Second Life*. Habrá una perfecta simbiosis entre la universidad de cemento y la universidad del “click”.

Los títulos tendrán fecha de expiración, por lo que la gente estudiará más de una carrera y con diversos grados de especialización. Los posgrados en arte, cultura y filosofía serán muy apreciados.

La matrícula universitaria estará en gran parte compuesta por programas de educación continua y reconversión profesional, además de los grados y posgrados. Los currículos académicos estarán en constante actualización, y su modernización será muy expedita.

Los estudiantes que al egresar de universidades privadas no consigan trabajo, tendrán derecho a que se les devuelva su dinero.

La orientación vocacional se hará desde edades tempranas y habrá suficiente información sobre las posibilidades de desarrollo laboral. En el futuro ya no estará vigente la premisa de que el joven estudia lo que quiere, y el Estado paga. Será posible estudiar carreras con pocas oportunidades laborales pero enfrentando restricciones de becas y matrícula.

En el futuro el aprendizaje será individualizado y muy flexible. La información será presentada de diferentes formas. El modelo actual de producción en serie de profesionales será cuento del pasado.

Los egresados universitarios del futuro, además de poseer una sólida formación, contarán con una serie de habilidades como liderazgo, creatividad, emprendimiento, conocimiento de idiomas, comunicación, trabajo en equipo, etc.

En el futuro se valorará a los profesionales no simplemente por lo que saben, sino por lo que hacen con lo que saben. A estos profesionales se les apreciará por ser verdaderos especialistas en la creación de lo que aún no existe.

Una última consideración: por definición, el futuro es la porción de tiempo que está por venir, que sucede al presente. Es decir, el futuro ya empezó.