

SISTEMA SECTORIAL DE INNOVACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN EN COSTA RICA: ACTORES INVOLUCRADOS

ARIELLA QUESADA

Universidad Nacional de Costa Rica / Escuela de Informática, Programa de Investigación y Extensión en Tecnología de Información y Desarrollo, Costa Rica
ariella.quesada.rosales@una.cr

FRANCISCO J. MATA

Universidad Nacional de Costa Rica / Escuela de Informática, Programa de Investigación y Extensión en Tecnología de Información y Desarrollo, Costa Rica
fmata@una.cr

RESUMO

Este artigo tem como objetivo identificar e descrever os principais atores chaves que participam no sistema de inovação sectorial das tecnologias da informação e da comunicação (TIC) na Costa Rica e que interagem para o desenvolvimento do cluster associado a ele. Para este fim é utilizado o modelo de tripla hélice, o qual considera os principais atores na academia, indústria e governo, a fim de descrever os processos de articulação e cooperação entre estes atores para a formação de recursos humanos; o pesquisa, desenvolvimento e inovação; e a criação de novas empresas. Os resultados mostram que nas interações falta de coordenação entre as partes interessadas. Isso mostra problemas para a consolidação sector das TIC na Costa Rica e sugere a necessidade de melhorar a institucionalidade associada a este sector.

Palavras-chave: Sistema setorial de inovação, TIC, atores, Costa Rica

RESUMEN

Este artículo tiene el objetivo de identificar y describir los actores claves que participan en el sistema sectorial de innovación de tecnologías de información y comunicación (TIC) en Costa Rica y que interactúan para el desarrollo del clúster asociado con el mismo. Con este fin se utiliza el modelo de la triple hélice, el cual considera los principales actores en la academia, la industria y el gobierno, con el fin de describir los procesos de articulación y cooperación entre estos actores para la formación de recurso humano; la investigación, el desarrollo y la innovación; y la creación de nuevas empresas. Los resultados muestran que en las interacciones analizadas falta coordinación entre los actores involucrados. Esto evidencia problemas para la consolidación del sector TIC costarricense y sugiere la necesidad de mejorar la institucionalidad asociada con este sector.

Palabras claves: Sistema sectorial de innovación, TIC, actores, Costa Rica

I. INTRODUCCIÓN

El sector de tecnologías de información y comunicaciones (TIC) es uno de los que mayor fuerza ha cobrado en la economía costarricense, con el surgimiento de empresas nacionales y el advenimiento de empresas multinacionales atraídas por la política de inversión extranjera directa desarrollado en el país (Mata y Mata Marín, 2008; Villalobos y Monge-González, 2011). Este sector es uno de los dinámicos y estratégicos debido al empleo de recurso humano calificado y su capacidad innovadora (Pinto et al. 2009).

La literatura en innovación proporciona nuevos conceptos para entender la dinámica del sector TIC, como son el sistema sectorial de innovación (Breschi y Malerba, 1997; Malerba, 2002) – para llevar a estudios focalizados–, y el desarrollo de clústeres (Breschi y Malerba, 2005) –para entender las relaciones entre las empresas del sector y otros actores que participan en el mismo. Tanto el enfoque de los sistemas nacionales de innovación (Freeman, 1995; Lundvall 1992; Nelson 1993), como el del sistema sectorial de innovación (Breschi y Malerba, 1997; Malerba, 2002; 2004), apelan a que la innovación muestra diferencias significativas de un sector a otro y que cada uno de ellos se comporta de manera diferente. Importante en este sentido, es el marco de referencia de la triple hélice, por Etzkowitz y Leydesdorff (2000) y Etzkowitz (2008), el cual indica que los actores académicos, industriales y gubernamentales que componen el sistema de innovación deben trabajar en un sector de manera relacionada y coordinada para lograr niveles de innovación cada vez mayores.

El sector TIC costarricense ha sido estudiado principalmente de una manera fragmentada. Pinto et al. (2009) estudiaron la formación de capital humano en dicho sector. La Cámara de Tecnología de Información y Comunicación realiza periódicamente mapeos sectoriales ver CAMTIC (2015), los cuales se focalizan principalmente en las empresas miembros de esta asociación. Ciravegna (2012), en cambio, realiza un análisis más integral de los actores involucrados en el sector TIC en Costa Rica. Sin embargo, su análisis no contempla el uso de la triple hélice, ni tiene como foco el sistema sectorial de innovación.

Esta investigación tiene como objetivo principal identificar y describir los actores claves que caracterizan el sistema sectorial de innovación TIC en Costa Rica y los cuales interactúan en la consolidación del clúster asociado con el mismo. A la vez, se pretende establecer el proceso de articulación y cooperación entre los actores de este sistema sectorial utilizando el modelo triple hélice, describiendo los principales actores que participan del lado de la industria, la academia y el gobierno, y describiendo las funciones que realizan y las interacciones que llevan a cabo para la formación de recurso humano, la investigación, desarrollo e innovación, y la creación de nuevas empresas. Estas actividades son fundamentales para el funcionamiento del sector TIC.

Al igual que el trabajo realizado por Ciravegna (2012), nuestra investigación muestra que existe una falta de coordinación entre los actores relacionados con el sector TIC costarricense, lo cual afecta el desarrollo de un clúster TIC competitivo y de clase mundial. Sin embargo, a diferencia del trabajo anterior, el uso de la triple hélice en esta investigación nos permite identificar las organizaciones en cada componente (academia, industria, gobierno) y determinar su rol dentro del sistema sectorial de innovación, permitiendo su análisis.

Para llevar a cabo este trabajo se utilizó un enfoque cualitativo, dentro del cual se plantearon las siguientes actividades: revisión de la literatura, delimitación conceptual, análisis de los actores, y determinación de las interacciones.

A continuación se presentan los conceptos más importantes sobre los sistemas sectoriales de innovación y se relacionan al marco de referencia de la triple hélice. Luego se describe el sector TIC en Costa Rica y los componentes del sistema sectorial de innovación asociados con este sector. Lo anterior sirve de base para realizar posteriormente el análisis de las interacciones entre los principales actores para las actividades de formación de recurso humano, investigación, desarrollo e innovación, y creación de nuevas empresas. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

II. SISTEMAS SECTORIALES DE INNOVACIÓN

El concepto de sistema nacional de innovación, desarrollado por Freeman (1995), Lundvall (1992) y Nelson (1993), "enfatisa que los flujos de tecnología y de información entre personas, empresas e instituciones son claves para el proceso de innovación" (OECD, 1997: 9). La innovación y el desarrollo tecnológico son el resultado de un conjunto complejo de relaciones entre actores en el sistema, los cuales incluyen empresas, universidades e instituciones gubernamentales.

La importancia de los sistemas nacionales de innovación se enfoca en promover políticas de ciencia y tecnología que coadyuven a un crecimiento económico, al permitir un enfoque sistémico que muestra las capacidades de innovación generadas por una red de agentes económicos, políticos y sociales (Edquist, 1997; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; OECD, 1997).

A partir del concepto del sistema nacional de innovación se derivan otros relacionados, como son el sistema regional de innovación (Cooke, 1992) y el sistema sectorial de innovación (Breschi y Malerba, 1997; Malerba, 2002; 2004). Todos estos enfoques utilizan la noción de sector económico, es decir un conjunto de empresas que ofrecen productos o servicios más o menos homogéneos o relacionados con una misma tecnología, hacen énfasis en la innovación, y consideran la estructura del sistema para delimitar el análisis de las empresas, agentes, e instituciones que se vinculan con la actividad que se circunscribe en el ámbito sectorial.

En este sentido, Malerba (2002, 2004) establece que la innovación en una actividad está compuesta por tres factores: i) flujos de conocimientos, ii) actores, relaciones y redes, y iii) instituciones. Debido que los sistemas de innovación están integrados por varios agentes, es a través de la interacción de los mismos y un conjunto de actividades en común, que se crean, producen y comercializan productos y servicios producto de la innovación y la dinámica del mercado.

Este concepto es luego ampliado por Etzkowitz y Leydesdorff (2000) y Etzkowitz (2008) quienes a través del marco de referencia de la triple hélice, focalizan el análisis de las interacciones a tres componentes principales de actores (academia, industria y gobierno), los cuales aunque tienen papeles muy claros en sus propios ámbitos deben trabajar conjuntamente y de manera armónica con el fin de favorecer el desarrollo de un ambiente propicio que favorezca la innovación y permita el desarrollo de un sector dinámico y competitivo.

En ciertos sectores económicos, como es el caso del sector TIC, el desarrollo de clústeres tecnológicos es útil para entender las relaciones espaciales y temporales entre las empresas involucradas (Breschi y Malerba, 2005). Las ventajas de la cercanía son bien conocidas y se encuentran plasmadas en clústeres TIC que han demostrado esta realidad, como es el caso de Silicon Valley en los Estados Unidos, Cambridge en el Reino Unido, Bangalore en India, Hsinchu-Taipei en Taiwan, Helsinki en Finlandia, Tel Aviv en Israel (ver Bresnahan y Gambardella (2004a) y Rosenberg (2002)).

Los anteriores conceptos se encuentran relacionados. Etzkowitz (2008), por ejemplo, afirma que la mayoría de las iniciativas relacionadas con la triple hélice se producen a nivel regional debido a los contextos específicos de los clústeres industriales, del desarrollo académico y de la presencia o ausencia de autoridades gubernamentales.

III. SECTOR TIC EN COSTA RICA

El sector TIC se puede definir como las industrias manufactureras y de servicios cuya actividad principal están vinculadas con desempeñar o permitir la captación, el procesamiento de la información y la comunicación por medios electrónicos, incluyendo su transmisión y presentación visual (OCDE, 2013).

Una definición simple del sector TIC costarricense se puede obtener al considerar actividades económicas relacionadas con el desarrollo, producción, comercialización y uso intensivo de las TIC y conformadas en cinco industrias principales: desarrolladores de TIC, hardware y componentes, telecomunicaciones, servicios directos de TIC y servicios habilitados por las TIC.

Los inicios del sector TIC precede la década de los 80s (Mata y Jofré, 2001). Sin embargo, la estrategia de desarrollo orientada hacia las exportaciones de productos no tradicionales y la atracción de la inversión extranjera directa (IED), implementada como respuesta a la crisis económica de la década de los 80s benefició este sector con la llegada de nuevas empresas multinacionales (Mata y Mata Marín, 2008). Particularmente importante fue la decisión por parte de Intel en 1996 de instalar en el país un planta de ensamblaje y prueba de microprocesadores (Ketelöhm y Porter, 2006). Esta decisión generó un efecto domino, haciendo que otras empresas multinacionales relacionadas con las TIC decidieran establecer operaciones en el país (Mata y Mata Marín, 2008). Lo anterior ha servido de base para el desarrollo de una agresiva política de atracción de IED por parte del Ministerio de Comercio Exterior (COMEX) y de la Coalición de Iniciativas para el Desarrollo (CINDE). Resultado de esta política, Costa Rica se ha convertido en el cuarto país con más exportaciones TIC a nivel porcentual (Villalobos y Monge-González, 2011). Estas exportaciones reportaron alrededor de US\$ 2.7810 millones (PROCOMER, 2010)¹ y generaron 58 mil empleos directos (INEC, 2009).

Lo anterior se refuerza con el hecho de que por primera vez en el año 2012 las exportaciones de servicios de informática y de información y de servicios empresariales, muchas de ellas provenientes de industrias contempladas dentro del sector TIC, fueron superiores a las de productos agrícolas en el país. Estas exportaciones ascendieron a los US\$5.600 millones y representaron una tercera parte de las exportaciones totales del país (La Nación, 2013).

IV. COMPONENTES DEL SISTEMA SECTORIAL DE INNOVACIÓN TIC EN COSTA RICA

Para desarrollar un análisis cuantitativo y cualitativo de los sectores en los sistemas sectoriales de innovación Malerba (2005) propone utilizar tres componentes. En primer lugar, se encuentran los flujos de conocimiento que corresponde al conjunto de flujos que afectan la capacidad de un clúster de empresas para generar y absorber innovación. En segundo lugar, se tienen las instituciones encargadas de modular los procesos, las acciones e interacciones que

¹ Con el cierre de la planta de ensamblaje y prueba de Intel en Costa Rica en el 2014, el monto de las exportaciones en el sector ha decrecido notablemente.

establecen los agentes por medio de normas, reglas, leyes independientes del criterio de ordenación (formal o informal). De particular importancia en este caso son las instituciones del sector gubernamental. Por último, están los individuos como empresarios y/o las organizaciones como empresas y asociaciones industriales.

En este estudio, el análisis se centra en la caracterización de los actores claves tanto del ámbito público, académico y privado que participan desde una perspectiva sistémica, considerando los componentes descritos anteriormente de Malerba (2005) y el modelo de la triple hélice presentado por Etzkowitz y Leydesdorff (2000) y Etzkowitz (2008). Debido a esto se establecen tres componentes claves para el sistema sectorial de innovación TIC costarricense: industria, gobierno y academia. Estos componentes se describen a continuación.

4.1 Industria

La industria está conformada por las organizaciones productivas que por su actividad tienen características comunes, pero al mismo tiempo también son heterogéneas (Malerba, 2004). Las empresas constituyen uno de los principales agentes innovadores de la economía, debido a los procesos competitivos en los cuales se encuentran inmersos. A raíz de ello se torna clave la interacción de las empresas con otras firmas y con la infraestructura de conocimiento existente en el país. En este sentido, Lundvall (1992) y Edquist y Johnson (1997) señalan que las empresas en sus procesos de aprendizaje no interactúan únicamente con otras empresas sino con otros agentes como universidades y centros de investigación, instituciones financieras y redes creadas para el fomento de la transferencia de tecnologías y capacidades. Para Etzkowitz (2008) las empresas tienen la función de producir bienes y servicios para la sociedad.

Como se indicó anteriormente, el sector TIC costarricense antecede a la década de los 80s. En los primeros años este sector contó principalmente con empresas de desarrollo de software nacionales. Estas empresas se fortalecieron por la coyuntura del cambio del milenio ("Y2K"), lo cual les permitió desarrollar negocios internacionalmente. Según el periódico El Financiero (2007), diecisiete de tales empresas lideraban esta industria en el 2007.

Paralelo al desarrollo del subsector TIC de empresas nacionales, y producto de la política de IED en el país, se ha desarrollado un subsector TIC de empresas multinacionales. En el 2012, el subsector TIC nacional estaba formado por 1.125 empresas, principalmente micro, pequeñas y medianas empresas, las cuales se focalizaban en servicios directos TIC y desarrollo de software. Mientras que el subsector TIC multinacional estaba compuesto por 90 filiales de empresas extranjeras, principalmente empresas medianas y grandes, concentradas en las industrias de servicios habilitados, y hardware y componentes. Estos dos subsectores difieren en cuanto a la producción y empleo, siendo las empresas multinacionales las que más ventas producen, y además generan más puestos de trabajo (CAMTIC, 2012).

Un aspecto importante de destacar es que la mayoría de las empresas en el sector TIC se encuentran concentradas en lo que se denomina la Gran Área Metropolitana, particularmente en las provincias de San José y Heredia (CAMTIC, 2015). Esto coincide con el concepto de clúster tecnológico, relacionado con el aspecto de distancia o cercanía.

Como institución clave del lado de la industria, sobresale la Cámara de Tecnología de Información y Comunicación (CAMTIC), la cual agrupa a muchas empresas TIC nacionales y algunas multinacionales. Esta organización tiene como objetivo fortalecer y apoyar al sector TIC en el país, promoviendo un ecosistema que favorezca el desarrollo de sus empresas afiliadas.

En el componente de la industria existen además empresas que apoyan el desarrollo de nuevas empresas TIC o bien financian actividades de empresas TIC existentes. Entre ellas se encuentra la incubadora de negocios privada Parque-Tec², las instituciones que forman parte del Sistema de Banca para el Desarrollo, y fondos de capital ángel y de riesgo (“venture capital”) privados.

4.2 Academia

Las universidades son actores importantes en el proceso de innovación (Nelson, 1993). Estas organizaciones juegan un rol importante en la formación de recurso humano calificado y generan nuevo conocimiento a través de investigación básica y aplicada lo cual impulsa el desarrollo tecnológico. Mazzoleni y Nelson (2006) señalan que las universidades y otras instituciones son claves para la innovación, pues proporcionan capacitación avanzada y llevan a cabo investigación, la cual puede ser finalmente aprovechada por las empresas nacionales.

Mello y Etzkowitz (2008) afirman que el papel de las universidades debe ser estructurado para apoyar la transferencia de tecnología, la capacitación de los recursos humanos y la generación de “spin-offs” desde el sector académico con el fin de acelerar el proceso de innovación, tomando en cuenta las insuficiencias del gobierno y otras instituciones locales.

El sistema de educación superior costarricense está integrado por 5 universidades públicas y 51 privadas. Las universidades públicas reciben su financiamiento del Ministerio de Educación Pública (MEP); sin embargo gozan de total autonomía en su gobierno, desarrollo de actividades y capacidad jurídica para adquirir derechos y contraer obligaciones, según lo establece la Constitución Política de Costa Rica, no obstante el financiamiento que reciben del gobierno.

La oferta académica para el sector TIC está constituida por 190 programas en ramas de conocimiento relacionadas con ciencias básicas, computación, e ingeniería, las cuales representan el 16,6% del total de las 1.139 oportunidades académicas ofrecidas tanto por las universidades públicas como las privadas. Sin embargo, la oferta de programas según tipo de universidad muestra claras diferencias, siendo las universidades públicas las que brindan una mayor cantidad de carreras en estas áreas (116 versus 74 programas) (Programa Estado de la Nación, 2014). Esta situación es notable debido a que la mayoría de universidades en el país son privadas.

Los datos señalados anteriormente confirman que las universidades públicas son el agente más visible en el grupo académico para el sector TIC en cuanto a la formación de personal altamente calificado para desarrollar actividades con fines productivos y de innovación. Además, los centros de investigación y proyectos de investigación en TIC se encuentran exclusivamente en estas universidades. Las mismas concentran a la mayoría de los investigadores en el país (MICITT, 2014). Esto refuerza el papel de las universidades públicas en el sector TIC costarricense.

Dentro de las instituciones reguladoras a nivel académico se encuentra el Consejo Nacional de Rectores (CONARE), el cual es el organismo supervisor de la educación superior pública que tiene como eje principal la coordinación y la articulación de la docencia, la investigación, la extensión y la acción social. El mismo está integrado por los cinco rectores de las universidades públicas. En el ámbito de la educación privada se encuentra el Consejo Nacional de Enseñanza

² Recientemente se ha creado una nueva incubadora de negocios, denominada Costa Rica Open Future, por parte de Telefónica Movistar y en convenio con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), el Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC), y el Consejo Nacional de Rectores (CONARE) (El Financiero, 2015). Debido a lo reciente de esta organización, la misma no se incluye en el análisis pues no se tiene claro la verdadera participación del MICITT, el MEIC y el CONARE en ella.

Superior Universitaria Privada (CONESUP), el cual es el órgano que autoriza la creación de nuevas universidades, la apertura y modificación de carreras, y supervisa la educación superior privada.

4.3 Gobierno

El gobierno es un agente regulador que define las políticas gubernamentales y los programas de desarrollo en varios grados de alcance, los cuales se centran en sectores específicos. Según Etzkowitz (2008), el gobierno es responsable de la regulación, la supervisión y el desarrollo de políticas de apoyo a que favorecen la interacción entre los actores en un sistema de innovación. En Costa Rica, particularmente, el gobierno cumple una función de ente regulador que define y modifica el régimen regulatorio, las políticas macro y la aportación fundamental de los fondos públicos destinados al desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación en el país.

Además de su papel regulador y de definición de políticas públicas, el gobierno ofrece servicios a la sociedad, como es el caso de educación. En este sentido, la educación técnica avanzada en el país es brindada por el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), entidad gubernamental que desarrolla actividades de capacitación, formación, acreditación y certificación profesional en sectores claves de la producción que impulsan el desarrollo económico y orientadas a personas mayores de 15 años. También el Ministerio de Educación Pública (MEP) ofrece educación técnica en el país mediante un subsistema del sistema educativo formal que cuenta con los colegios técnicos profesionales, en los cuales la enseñanza técnica se enmarca en tres modalidades: comercial y servicios, agropecuaria, e industrial. Tanto el MEP como el INA regulan la educación técnica a nivel nacional, el primero en el caso de los técnicos medios, y el segundo en el caso de los técnicos avanzados. A diferencia de las universidades públicas, el MEP y el INA no gozan de autonomía, y por lo tanto son organizaciones gubernamentales, aunque desarrollan actividades académicas.

Entre las principales instituciones gubernamentales que se relacionan al sector TIC costarricense con la formulación de políticas, la dirección, la coordinación y la promoción en el contexto del sistema nacional de ciencia y tecnología está el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), la cual es la rectora de este sistema, y encargada de definir la política del país mediante el Plan Nacional de Ciencia y Tecnología y su integración dentro del Plan Nacional de Desarrollo. El MICITT además ofrece financiamiento, aunque limitado, para proyectos de investigación e innovación. Por otro lado, está el Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), la cual es una institución autónoma cuya función principal es el promover el desarrollo científico y tecnológico del país y la cual funge como órgano técnico del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología del país. Además, administra los incentivos financieros para actividades científicas y tecnológicas y la ejecución de préstamos internacionales.

El financiamiento para actividades de ciencia y tecnología en el país se realiza de manera conjunta entre el MICITT y el CONICT, principalmente a través de dos fondos especializados: el Fondo de Incentivos –el cual financia la participación en eventos internacionales, así como proyectos de investigación–, y el Programa de Apoyo a la Pequeña y Mediana Empresa (PROPYME)– el cual financia proyectos dirigidos a promover la competitividad de las PyMEs mediante el desarrollo tecnológico y la innovación. Gracias a un reciente préstamo con el Banco Interamericano de Desarrollo un tercer mecanismo de financiamiento se encuentra disponible, denominado Programa de Innovación y Capital Humano para la Innovación (PINN). Este programa tiene dos ejes. El primero es el financiamiento de becas de posgrado, actualizaciones profesionales, y atracción de talento. El segundo es el apoyo a empresas con recursos no reembolsables para proyectos de innovación empresarial.

El Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC) también se relaciona con el sector TIC costarricense. Este ministerio tiene como una de sus funciones la promoción y el desarrollo de PyMEs. Dado que la gran mayoría de las empresas TIC nacionales caen en esta categoría, como antes fue mencionado, este ministerio tiene –al menos en teoría– un papel importante en el desarrollo y fortalecimiento de nuevas empresas TIC nacionales.

El Ministerio de Comercio Exterior (COMEX) es el encargado de la política de IED y la Coalición Costarricense para el Desarrollo (CINDE) –organización privada sin fines de lucro pero con una estrecha vinculación con el gobierno– funge como la agencia nacional de promoción de inversiones. En conjunto estas organizaciones realizan acciones para la atracción de empresas multinacionales al país y asisten en su instalación en el régimen de zonas francas existente en el país.

El Cuadro 1 resume las características de los actores antes descritos para cada uno de los tres componentes del sistema de innovación sectorial TIC en Costa Rica y la Figura 1 presenta las interacciones entre ellos. Como se puede apreciar el sistema sectorial TIC en Costa Rica comprende una variedad de organizaciones correspondientes a los componentes industrial, académico y gubernamental.

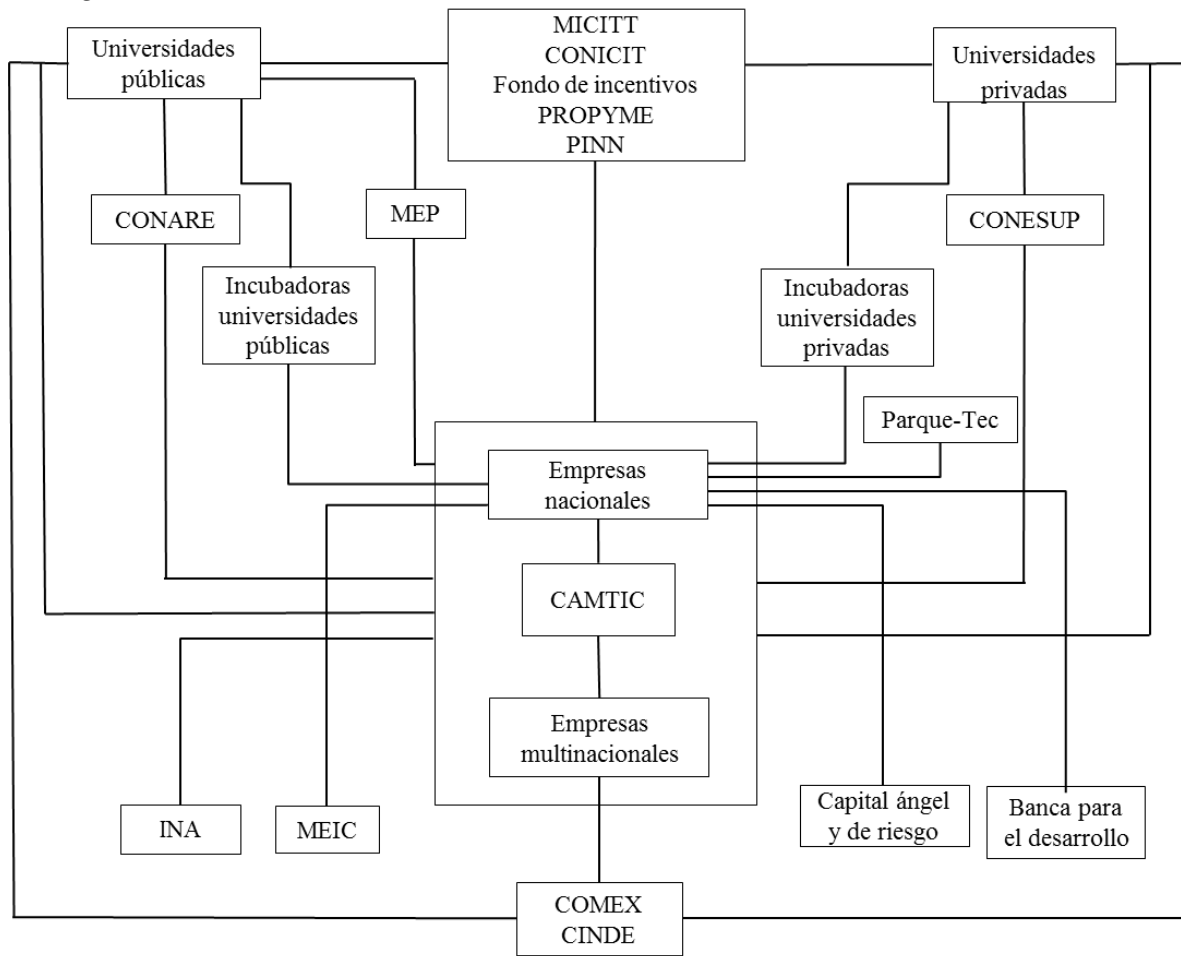
Cuadro 1. Resumen de actores para el sistema de innovación sectorial TIC en Costa Rica

Actor	Sector	Descripción	Funciones
Empresas nacionales	Industria	Empresas con capital costarricense	Ofrecer productos y servicios TIC
Empresas multinacionales	Industria	Filiales de multinacionales establecidas en Costa Rica, con capital extranjero	
Cámara de Tecnología de Información y Comunicación (CAMTIC)	Industria	Asociación de empresas TIC que agrupa muchas empresas nacionales y algunas multinacionales	Fortalecer y apoyar al sector TIC en el país, promoviendo un ecosistema que favorezca el desarrollo de sus empresas afiliadas
Parque-Tec	Industria	Incubadora privada	Incubar emprendimientos TIC
Banca para el desarrollo	Industria	Operadores financieros miembros del Sistema Banca para el Desarrollo	Financiar actividades empresariales
Capital ángel y de riesgo	Industria	Empresas que financian “start-ups”	Financiar nuevas empresas
Universidades públicas	Academia	Instituciones de educación superior con financiamiento del Estado	Formar recurso humano, realizar investigación, transferir tecnología, e incubar emprendimientos
Universidades privadas	Academia	Instituciones de educación superior privadas	Formar recurso humano

Consejo Nacional de Rectores (CONARE)	Academia	Supervisor de la educación superior pública	Planificar y coordinar la educación superior pública
Consejo Nacional de Enseñanza Superior Universitaria Privada (CONESUP)	Academia	Supervisor de la educación superior privada	Planificar y coordinar la educación superior privada
Ministerio de Educación Pública (MEP)	Gobierno	Rector de la educación y encargado de la educación primaria y secundaria públicas	Coordinar y administrar los colegios técnicos profesionales y financiar la educación universitaria pública
Instituto Nacional de Aprendizaje (INA)	Gobierno	Instituto para técnicos medios	Formar técnicos avanzados
Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT)	Gobierno	Rector de la ciencia, la tecnología y las telecomunicaciones	Definir políticas científicas y tecnológicas, financiar proyectos de investigación, desarrollo e innovación
Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC)	Gobierno	Rector del desarrollo empresarial y del fomento de la cultura empresarial	Definir políticas públicas relacionadas con en el fomento a la iniciativa privada, el desarrollo empresarial, y promocionar el desarrollo de PyMEs
Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT)	Gobierno	Órgano técnico del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología	Promover el desarrollo científico y tecnológico, administrar incentivos financieros para actividades científicas y tecnológicas y ejecutar préstamos internacionales
Ministerio de Comercio Exterior	Gobierno	Rector del comercio exterior	Definir y dirigir la política comercial externa y de IED
Coalición Costarricense para el Desarrollo (CINDE)	Gobierno (cumple funciones normalmente asociadas al gobierno, aunque ha sido creada como una organización privada sin fines de lucro)	Agencia nacional de promoción de inversiones	Atraer empresas multinacionales y asistirles en su instalación y posterior funcionamiento en el país

Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Relación de actores del sistema de innovación sectorial TIC en Costa Rica



Fuente: Elaboración propia

V. ANÁLISIS DE LAS INTERACCIONES ENTRE LOS ACTORES

A continuación se presenta un análisis de las interacciones entre los actores académicos, de la industria y gubernamentales. Este análisis se presenta para tres actividades importantes en el sector TIC costarricense: formación de recurso humano; investigación, desarrollo e innovación y creación de nuevas empresas.

5.1 Formación de recurso humano

La demanda por recurso humano calificado TIC en Costa Rica se genera principalmente de las empresas TIC, tanto nacionales como multinacionales. El desarrollo del sector TIC en los últimos 25 años ha cambiado la situación de contratación de profesionales en el sector TIC, los cuales anteriormente eran demandados principalmente por el gobierno y empresas en industrias no relacionadas con las TIC.

La formación de ingenieros y científicos costarricense para el sector TIC recae principalmente en las universidades públicas y privadas que cuentan con escuelas de informática, electrónica e ingeniería eléctrica. Mientras que la formación de técnicos en el área TIC está a cargo del INA, y del MEP, en este último caso mediante los colegios técnicos profesionales, como se indicó anteriormente.

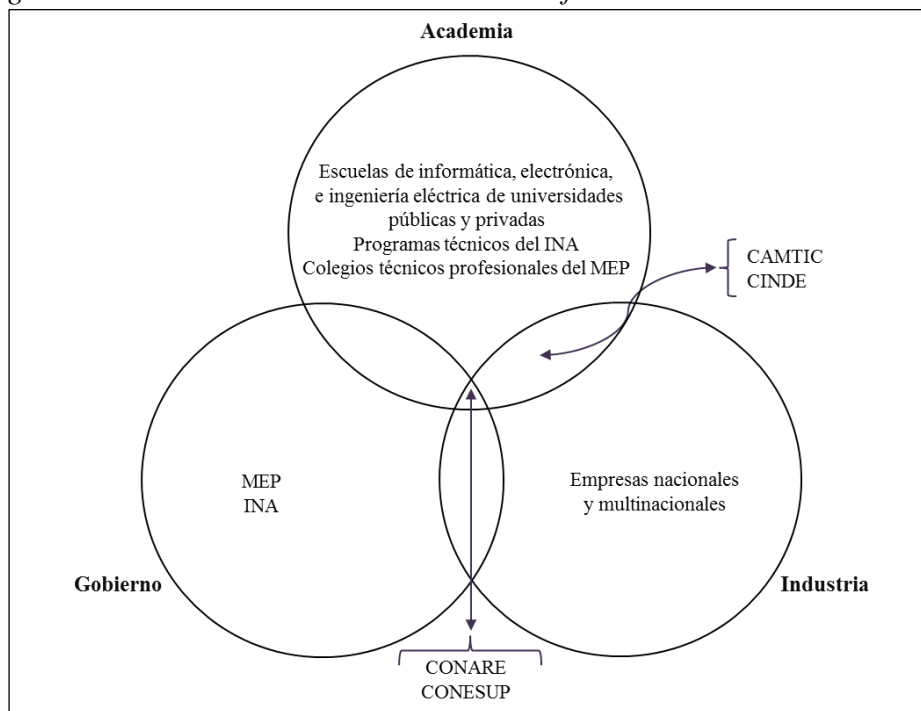
La supervisión de los programas académicos y técnicos combina la coordinación con la industria y el gobierno, y es responsabilidad del CONARE, en el caso de las universidades públicas, y del CONESUP, en el caso de las universidades privadas. Por lo tanto, puede considerarse que estas dos instituciones actúan en el medio de la triple hélice para este tipo de actividades.

Por su parte, CAMTIC realiza estudios de necesidades de recurso humano y ha impulsado el desarrollado del programa “Specialist Costa Rica”, el cual pretende impulsar carreras técnicas en TIC en el país (CAMTIC, 2009). En este sentido, se puede decir que esta organización opera en la interfaz entre los componentes industrial y académico de la triple hélice.

De igual forma CINDE realiza estudios de recurso humano e interactúa con las instituciones académicas en el país, con el fin de garantizar recurso humano calificado para las empresas multinacionales que se instalan en el país. Por consiguiente, esta organización opera entre la interfaz del componente gubernamental y académico.

Los anteriores actores se pueden observar en la Figura 2, en la cual se presentan dentro de un esquema de la triple hélice.

Figura 2. Actores claves del sector TIC en la formación de recurso humanos



Fuente: Elaboración propia

La efectividad de estos actores se puede cuestionar, debido a la discrepancia que existe entre la oferta y la demanda del recurso humano. Una publicación reciente en la prensa nacional indica que el sector académico está en deuda con graduados de carreras tecnológicas, al resaltar que la demanda empresarial supera la oferta de los centros académicos universitarios en un 30 a un 40% (El Financiero, 2013a). El faltante de recurso humano en el sector TIC en Costa Rica existe desde hace varios años en el sector TIC. Para el año 2007, este déficit se estimó en aproximadamente 2.300 personas, cantidad muy similar a la proyectada para la formación en todo el sistema educativo (académico y técnico) para ese mismo año (Mata et. al, 2012). Por su parte, CINDE estima en 36 mil la demanda de grados técnicos y/o académicos para empresas nacionales en el país para el periodo 2014-2019 (La Nación, 2014a), cifra que puede ser difícil

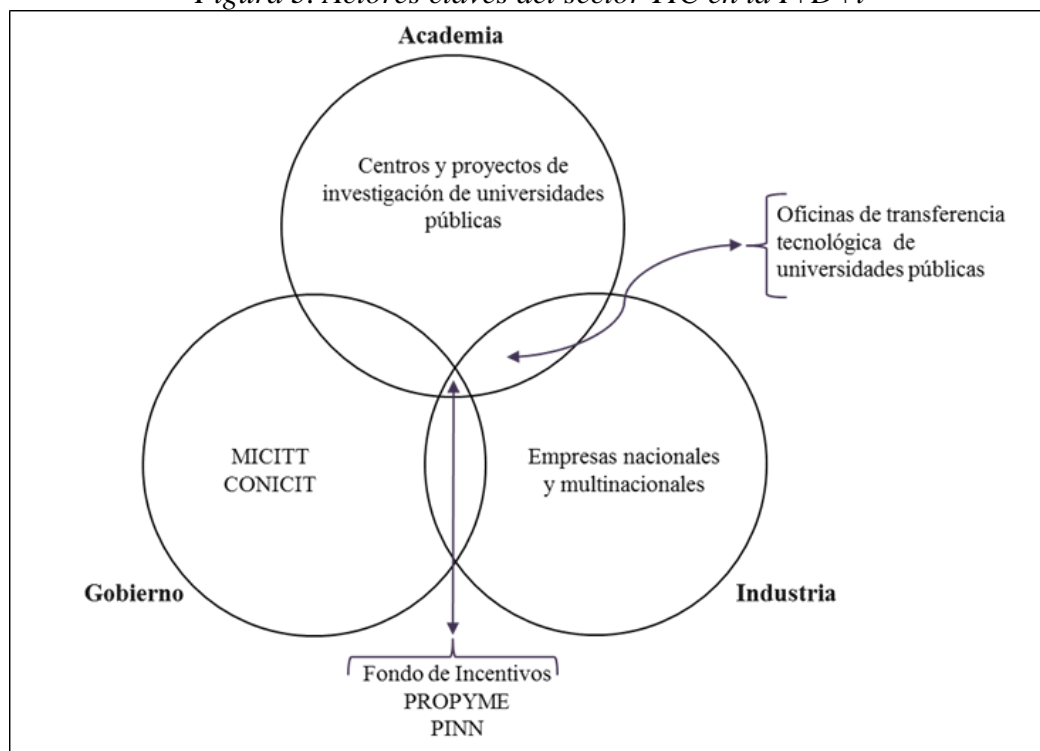
de alcanzar debido las tendencias de matrícula y graduación de estudiantes en el sistema académico (Estado de la Nación, 2014).

Lo anterior evidencia una falta de efectividad de los actores involucrados en la actividad de formación de recursos, particularmente aquellos que se encuentran en la intersección de los tres círculos de la Figura 2: CONARE y CONESUP. Las universidades públicas toman decisiones sobre carreras y cupos de matrícula con base en los estudios del CONARE, los cuales se basan simplemente en estudios de seguimiento de graduados (La Nación, 2014b). Asimismo, aunque CAMTIC y CINDE intentan realizar coordinación con el sector académico, la misma parece ser poco efectiva.

5.2 Investigación, desarrollo e innovación

La Figura 3 muestra las organizaciones involucradas en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en el sistema sectorial de innovación TIC. Como se mencionó anteriormente, la mayor parte de la investigación sobre TIC en Costa Rica se realiza en las universidades públicas. Algunas de ellas cuentan con centros de investigación especializados en TIC. Un vínculo importante de estas organizaciones con el sector empresarial son las oficinas de transferencia tecnológica de las universidades, las cuales se orientan a la transferencia de tecnología, al desarrollo de acuerdos de colaboración con la industria, al desarrollo de esquemas de protección de la propiedad intelectual, y a la búsqueda de oportunidades de colaboración con la industria. No obstante, las actividades de estas oficinas son todavía limitadas.

Figura 3. Actores claves del sector TIC en la I+D+i



Fuente: Elaboración propia

La demanda de la I+D+i es muy poca por parte de las empresas TIC. Al respecto, un estudio recientemente publicado por CAMTIC (2015) señala que uno de los retos importantes es la I+D+i por parte de las empresas del sector TIC. Por otro lado, el foco de las empresas TIC multinacionales residentes en el país es la manufactura o la prestación de servicios, por lo cual la I+D+i de las mismas comúnmente se lleva a cabo en otros países.

Es importante resaltar que el 68% del financiamiento para actividades de I+D+i en Costa Rica proviene de las universidades públicas, un 21% del sector público –principalmente de fondos administrados por el MICITT y el CONICIT, particularmente el Fondo de Incentivos y de PROPYME–, un 9% del sector empresarial y un 2% de las organizaciones sin fines de lucro (MICITT, 2014). Esto evidencia un peso importante de las universidades públicas y del sector gubernamental en el financiamiento de dichas actividades. Se espera que el aporte gubernamental sea mayor con los fondos provenientes del Programa de PINN.

Las universidades públicas particularmente financian proyectos de sus académicos de acuerdo con criterios establecidos, los cuales no necesariamente contemplan necesidades de la industria ni el desarrollo de productos que eventualmente puedan ser comercializables. En el caso del sector público, sobresale PROPYME, el cual pretende financiar proyectos de I+D+i que resuelven necesidades de las PyMEs y para los cuales se puede contar con la participación de las universidades. Sin embargo, la demanda por estos fondos por parte de la industria ha sido muy limitada debido al desconocimiento o falta de interés en los mismos (Guillén, 2011).

Por lo tanto, aunque los fondos públicos de financiamiento pretenden integrar los tres componentes para el sector TIC costarricense en el caso de la I+D+i –y por lo tanto, aparecen en el centro de la triple hélice–, los mismos aún no logran establecer una efectiva coordinación. Esto se debe a lo limitado de los mismos en comparación con los fondos de las universidades públicas. No obstante la creación de oficinas de transferencia tecnológica establecidas en estas universidades –las cuales tienen como función lograr una mayor vinculación de las universidades con las empresas– esta vinculación todavía es muy incipiente, haciendo que el uso del financiamiento propio de las universidades públicas para I+D+i no necesariamente tenga una relación con necesidades del componente industrial del sistema sectorial de innovación TIC del país.

5.3 Creación de nuevas empresas

Para la creación de nuevas empresas, las universidades públicas y privadas en Costa Rica han generado en los últimos años un enlace con el sector productivo mediante i) el establecimiento de cursos y programas de emprendedurismo y ii) de incubadoras de negocios. Los primeros están orientados a fomentar el espíritu emprendedor en los estudiantes, mientras que las segundas a desarrollar nuevas empresas supuestamente relacionadas con proyectos originados en las mismas universidades. Mediante estos dos mecanismos, estas organizaciones académicas están tratando de combinar su misión educativa, con sus misiones de desarrollo económico y de servicio, según plantea Etzkowitz (2008).

Los cursos de emprendedurismo puede decirse que operan en el componente académico, pues tienen una labor de concientización e introducción a los estudiantes al emprendedurismo. Por otro lado, las incubadoras se ubican en la interfaz de los componentes académico e industrial. Esto es debido que su función es la de “graduar” empresas nacionales desde el componente académico. No obstante la incubadora Parque-Tec, debido a su naturaleza, opera completamente desde el componente industrial. Por lo tanto, la incubación de nuevas empresas se realiza tanto en el ámbito académico como empresarial.

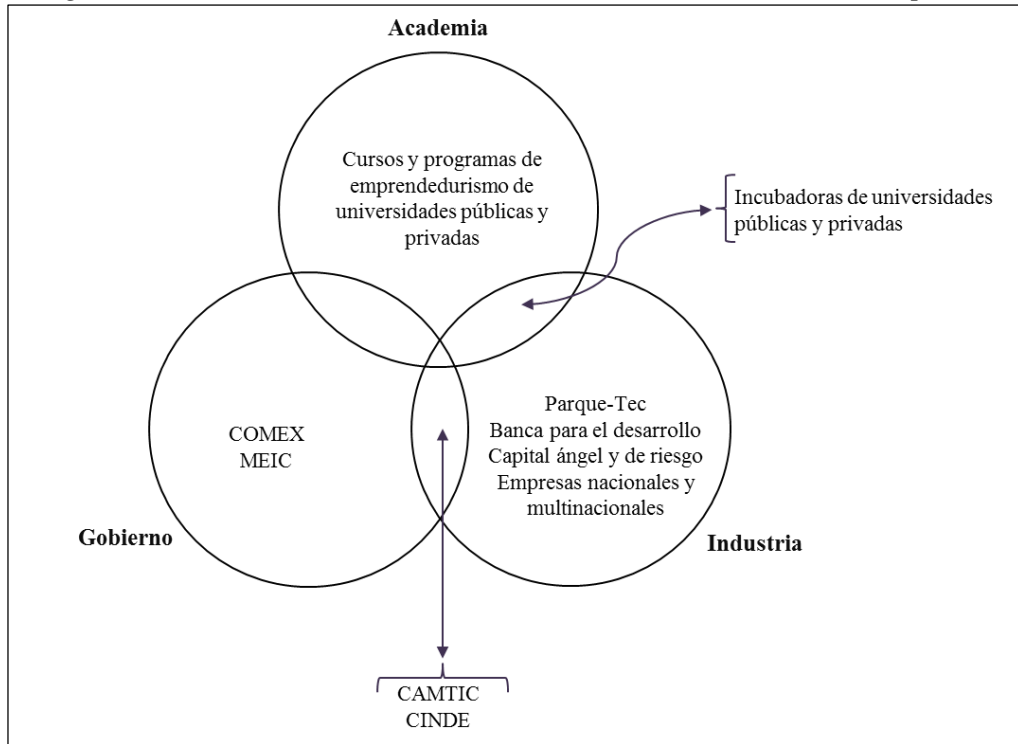
Financiamiento para nuevas empresas se puede obtener por medio del Sistema de Banca para el Desarrollo, la cual se vio fortalecida por la Ley No. 8634 del 2008, y por fondos de capital ángel y de riesgo privados.

Por su parte, COMEX y CINDE buscan activamente la atracción de empresas multinacionales y provee servicios de asistencia para su instalación y funcionamiento en el país, como se indicó anteriormente. En particular, CINDE desarrolla una actividad que sobresale a nivel mundial (Ciravegna, 2012).

En un papel similar, pero en relación con las empresas nacionales, se encuentran el MEIC y CAMTIC. CAMTIC cuenta con el proyecto Creapyme para la creación de nuevas empresas y ha firmado un convenio de colaboración con el MEIC para este tipo de actividad (El Financiero, 2013b).

Los anteriores actores se muestran en la Figura 4. Como muestra esta figura, es notoria la ausencia de actores en la intersección de los tres componentes, lo cual crea dudas sobre la coordinación efectiva entre los actores en los tres componentes del sistema sectorial de innovación TIC en Costa Rica para esta actividad.

Figura 4. Actores claves del sector TIC en la creación de nuevas empresas



Fuente: Elaboración propia

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Un tema recurrente en el trabajo de Ciravegna (2012) es la falta de coordinación entre actores relacionados con el sector TIC en Costa Rica. Esto queda evidente en los tres ejemplos de actividades analizados en este trabajo. En el caso de la formación de recurso humano, existe un desbalance entre la oferta y la demanda que puede atribuirse a la falta de coordinación entre los componentes industrial, académico y gubernamental involucrados. Asimismo, la participación del componente industrial en esta actividad es muy limitada. A pesar de los esfuerzos de CAMTIC y CINDE por llamar la atención por la falta de recurso humano calificado para este sector, estas organizaciones tienen poca capacidad de acción para lograr un adecuado uso de los recursos, particularmente públicos, asignados a la formación de recurso humano. Por lo tanto, es necesario el desarrollo de una institución que logre aglutinar a los tres componentes de la triple hélice y vele por una apropiada coordinación entre los mismos, a fin de evitar que haya desajustes entre oferta y demanda del recurso humano en el sector TIC. Dicha entidad no existe, y para que sea efectiva requiere la activa participación de los tres componentes de la triple hélice. En este sentido, la creación de un “Consejo Nacional de

Formación de Recurso Humano para las TIC”, con representantes de los tres componentes, se puede plantear como una posible solución a este problema.

En el caso de la I+D+i en TIC, también se observa una coordinación poco efectiva entre los componentes de la triple hélice. Al ser la mayoría de la I+D+i financiada con presupuesto de las universidades públicas, el fin de estas actividades no está necesariamente alineadas con las necesidades de la industria, sino con los intereses de los investigadores, quienes usualmente se encuentran más interesados en el desarrollo de artículos académicos que de productos comercializables. A menos que las universidades públicas condicionen a sus investigadores el acceso a sus fondos, requiriendo que los proyectos a los cuales se asignen deben tener una aplicación práctica y comercial, esta situación seguirá continuando. Para lograr esta transición se requiere que las universidades adopten, como complemento a sus misiones tradicionales de enseñar e investigar, una misión empresarial en apoyo al desarrollo económico del país (Etzkowitz, 2008). Sin embargo, esto podría verse como un sacrificio de la autonomía en la investigación por parte de estas universidades (CEPAL/SEGIB, 2010). Además, para lograr proyectos de investigación prácticos se requiere el desarrollo de un régimen adecuado de protección intelectual, el cual aún no se encuentra bien desarrollado en las universidades públicas.

Por otro lado, la demanda de la I+D+i por parte de las empresas TIC es muy poca, tanto en el caso de las nacionales como de las multinacionales. Esto agrava la situación anterior pues es difícil alinear las actividades de I+D+i que realizan las universidades públicas si no existe una verdadera demanda para estas actividades por parte de las empresas. El aumento en esta demanda debería ir de la mano de un mayor financiamiento para tales actividades de parte de las mismas empresas o bien del gobierno. El PINN es un intento del gobierno de ampliar este tipo de financiamiento, por lo cual el componente industrial es el que se encuentra más rezagado en este sentido.

El componente gubernamental puede desempeñar un papel importante en la coordinación de la I+D+i en TIC en el país, particularmente mediante fondos públicos concursables para atender necesidades de la industria y que permita la participación de universidades. Sin embargo, el impacto de este tipo de fondos ha sido muy limitado a la fecha, como ya se ha explicado. Para resolver esta situación parece necesario una mayor participación del gobierno, no solo incrementando la cantidad de los fondos disponibles –como es el caso con el PINN–, sino también creando conciencia en la necesidad de realizar más I+D+i por parte de las empresas TIC nacionales y multinacionales. CAMTIC, en el caso de las empresas nacionales, y CINDE, en el caso de las empresas multinacionales, pueden tener un papel importante en esta labor de concientización.

La creación de nuevas empresas TIC en el país también enfrenta problemas de coordinación. Diferente a las otras dos actividades discutidas no se visualizan actores en la intersección de la triple hélice. Existen organizaciones que operan en las interfaces de los componentes gubernamental e industrial (CAMTIC y CINDE) y del académico e industrial (universidades públicas y privadas a través de sus incubadoras de negocios).

Además, las funciones de creación de nuevas empresas TIC nacionales y multinacionales están fragmentadas. En el primer caso, participan CAMTIC y el MEIC, las incubadoras de negocios, la banca para el desarrollo y los fondos de capital ángel y de riesgo. En el segundo caso, se encuentran COMEX y CINDE.

Es importante reconocer que la estrategia de desarrollo orientada hacia las exportaciones de productos no tradicionales y la política de atracción de la inversión extranjera directa (IED),

implementada como respuesta a la crisis económica de los 80s, tienen efectos importantes sobre las empresas TIC nacionales. A nivel macro esta política sin duda fortalece el sector TIC, pues permite a los países en desarrollo –como es el caso de Costa Rica– la posibilidad de contar con empresas con gran capacidad tecnológica, las cuales a través de derrames de conocimientos pueden acelerar el desarrollo tecnológico en el país (Paus, 2005). En este sentido, Klein, Aaron y Hadjimichael (2001) proponen que la IED puede servir como un mecanismo para transferir “mejores prácticas” entre países. Estos autores agregan que a través de la IED los países en desarrollo pueden “importar” empresas más grandes y productivas. Además, la IED puede permitir el buen desarrollo de un clúster tecnológico en Costa Rica debido a que la mayoría de esta inversión tiene como procedencia los Estados Unidos (Martínez y Hernández, 2012), y los nuevos clústeres tecnológicos tienen que tratar con el dominio tecnológico de las compañías de ese país (Bresnahan y Gambardella, 2004b).

Sin embargo, a nivel micro, la IED puede generar efectos negativos en las empresas TIC nacionales, como por ejemplo un incremento en los salarios para los trabajadores en este sector y la creación de un clima de negocios desfavorable para las mismas, en comparación con las ventajas que reciben las empresas multinacionales (Mata y Mata Marin, 2008). En este sentido, un informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) advierte que "Costa Rica no puede arriesgarse a desarrollar una economía dual –en la cual las compañías internacionales [sean] sofisticadas y tecnológicamente avanzadas, instaladas en parques industriales que cuentan con el último estado del arte, contratando a la mejor gente, y dedicadas a la exportación, mientras las empresas locales [sean] menos competitivas, con limitado acceso a recursos, y enfocadas principalmente al mercado local" (OECD, 2012: 132).

Lo anterior demuestra la necesidad de crear una agencia que coordine las actividades relacionadas con la creación de nuevas empresas TIC, tanto nacionales como multinacionales. La propuesta para crear la Agencia Nacional de Fomento Productivo, Innovación y Valor Agregado, en la cual participan el MEIC, el MICITT, COMEX y el Ministerio de Agricultura y Ganadería podría responder a esta necesidad. Sin embargo, la creación de esta agencia apenas está a nivel de consulta pública.

Las deficiencias encontradas en las tres actividades estudiadas deberían ser motivo de políticas públicas orientadas a mejorar la efectividad del sector sectorial de innovación TIC costarricense y requieren no solo una mayor y más efectiva participación de los actores en los tres componentes de la triple hélice, sino también de una visión coordinada de los mismos. Esto es de suma importancia debido a la gran cantidad de organizaciones involucradas de los tres sectores que componen dicho sistema.

REFERENCIAS

- BRESCHI, S. y MALERBA, F. Clusters, networks, and innovation: Results and new directions. En: BRESCHI, S. y MALERBA, F. (eds.). **Clusters, networks, and innovation**. Nueva York: Oxford University Press, 2005. p.1-26.
- BRESCHI, S. y MALERBA, F. Sectoral systems of innovation: technological regimes, Schumpeterian dynamics and spatial boundaries. En: EDQUIST, C. (ed). **Systems of innovation**. London: Frances Pinter, 1997.
- BRESNAHAN, T. y GAMBARDELLA, A. (eds.). **Building high-tech clusters**. Nueva York: Cambridge University Press, 2004a.
- BRESNAHAN, T. y GAMBARDELLA, A. Old economy inputs for new economy outcomes: what have we learned. En Bresnahan, T. y Gambardella, A. (eds.). **Building high-tech clusters**. Nueva York: Cambridge University Press, 2004b

CAMTIC y PROCOMER. **Mapeo sectorial de tecnologías digitales 2014**. San José: Cámara de Tecnologías de Información y Comunicación y Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica, 2015.

CAMTIC. **Specialist Costa Rica: Capital humano para la competitividad**. Cámara de Tecnologías de Información y Comunicación. San José, Costa Rica, 2009.

CAMTIC. **Retos del recurso humano en el sector TIC costarricense**. Cámara de Tecnologías de Información y Comunicación. San José, Costa Rica, 2012.

CEPAL/SEGIB. **Espacios Iberoamericanos: Vínculos entre Universidades y Empresas para el Desarrollo Tecnológico**. Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Secretaría General Iberoamericana. Santiago de Chile: Naciones Unidas, 2010.

CIRAVEGNA, L. **Promoting silicon valleys in Latin America: Lessons from Costa Rica**. Abingdon, Oxon, Reino Unido: Routledge, 2012.

COOKE, P. Regional innovation systems: Competitive regulation in the New Europe. **Geoforum**, v.23, p. 365-382, 2002.

EDQUIST, C. y JOHNSON, B. Institutions and organizations in systems of innovation. In: EDQUIST, C. (ed). **Systems of innovation**. London: Frances Pinter, 1997.

EL FINANCIERO. Diecisiete firmas encabezan sector informático. **El Financiero**, San José, 15-21 enero del 2007. Disponible en http://www.elfinancierocr.com/ef_archivo/2007/enero/21/informe954237.html. Accedido el: 15 abr. 2015.

EL FINANCIERO. Universidades de Costa Rica en deuda con carreras tecnológicas. **El Financiero**, San José, 7 de abril del 2013a. Disponible en http://www.elfinancierocr.com/tecnologia/carreras_tecnologicas-universidades-demanda-oferta_0_275972427.html. Accedido el: 15 abr. 2015.

EL FINANCIERO. Creapyme de Camtic llega a seis meses como proyecto consolidado entre sector TIC. **El Financiero**, San José, 21 de mayo del 2013b. Disponible en http://www.elfinancierocr.com/pymes/Creapyme-Camtic-proyecto-consolidado-TIC_0_207579945.html. Accedido el: 20 may. 2015.

EL FINANCIERO. Costa Rica Open Future inició con primera convocatoria para startups. **El Financiero**, San José, 12-18 abril del 2015. Disponible en http://www.elfinancierocr.com/tecnologia/Costa_Rica_Open_Future-Telefonica-Movistar-incubadora-aceleradora_0_719928014.html. Accedido el: 30 abr. 2015.

ETZKOWITZ, H. **The triple helix: University-industry-government innovation in action**. Londres: Routledge, 2008.

ETZKOWITZ, H. y LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from national systems and mode to a triple helix of university-industry-government relations. **Research Policy**, v.29, p. 109-123, 2000.

FREEMAN, C. The national system of innovation in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v.19, p. 5-24, 2009.

GUILLEN, R. Hacia un sistema de financiamiento que fortalezca a la investigación y a la innovación. In: HERRERA, R. y GUTIERREZ, J.M. **Conocimiento, innovación y desarrollo**. San José, Costa Rica: Impresión Gráfica del Este, 2011.

INEC. **Cifras básicas sobre la fuerza de trabajo**. Instituto Nacional de Estadística y Censo. (Boletín Fuerza de Trabajo EHPM 2009, Año 14). San José, Costa Rica, 2009. Disponible en <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/icap/unpan040861.pdf>. Accedido el: 15 abr. 2015.

KETHELHÖHM, N.W. y PORTER, M.E. **Building a cluster: electronics and information technology in Costa Rica**. Boston: Harvard Business School Case, 2006.

KLEIN, M., C. AARON y HADJIMICHAEL, B. **Foreign direct investment and poverty reduction**. Washington, D.C: World Bank, 2001.

LA NACIÓN. Costa Rica Exportó más Servicios que Productos Agrícolas durante el 2012: Servicios de Informática e Información destacan como los Servicios más Exportados. **La Nación**, San José, 2 de abril del 2013.

Disponible en <http://www.nacion.com/2013-04-02/Economia/Costa-Rica-exporto-mas-servicios-que-productos-agricolas-durante-el-2012.aspx>. Accedido el: 16 abr. 2015.

LA NACIÓN. CINDE estima en 36.000 la demanda de especialistas en próximos cinco años. **La Nación**, San José, 18 de octubre del 2014a. Disponible en http://www.nacion.com/economia/empresarial/Cinde-estima-demanda-especialistas-proximos_0_1445855449.html. Accedido el: 18 abr. 2015.

LA NACIÓN. Costa Rica arrastra carencia de técnicos de alta especialización. **La Nación**, San José, 18 de octubre del 2014b. Disponible en http://www.nacion.com/economia/empresarial/Costa-Rica-carencia-tecnicos-especializacion_0_1445855435.html. Accedido el: 18 abr. 2015

LUNDEVALL, B.Å. (ed.) **National innovation systems: Towards a theory of innovation and interactive learning**. Londres: Pinter, 1992.

MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production. **Research Policy**, v. 31, p.247-264, 2002.

MALERBA, F. Sectoral systems: How and why innovation differs across sectors. In: FAGERBERG, D. y NELSON, R. (eds.) **The Oxford handbook of innovation**. New York: Oxford University Press, 2005, p. 380-406.

MALERBA, F. (ed.) **Sectoral systems of innovation: Concept, issues and analysis of six major sectors in Europe**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

MARTÍNEZ, J.M. y HERNÁNDEZ, R.A. **La inversión extranjera en Costa Rica: factores determinantes y efectos en el desarrollo nacional y regional**. San José, Costa Rica: Programa Estado de la Nación, 2012.

MATA, F.J. y JOFRÉ, A. **Informe final estudio de oferta y demanda del recurso humano**. San José, Costa Rica: Programa de Apoyo a la Competitividad del Sector de Desarrollo de Software de Costa Rica, 2001.

MATA, F.J. y MATA MARÍN, G. Foreign direct investment and the ICT cluster in Costa Rica: Chronicle of a death foretold?, **Sixth International Conference 2008 of the Global Network for the Economics of Learning, Innovation and Competence Building Systems (Globelics)**, Ciudad de México, México, 22-24 de setiembre del 2008. Disponible en: <http://smartech.gatech.edu/handle/1853/36914>. Accedido el: 16 abr. 2015.

MATA, F.J., MATARRITA, R. y PINTO, C. Assessing computer education in Costa Rica. **CLEI Electronic Journal**, v.15, n.1, 2012. Disponible en <http://www.clei.cl/cleiej/paper.php?id=235>. Accedido el: 16 abr. 2015.

MAZZOLENI, R. y NELSON, R. The roles of research at universities and public labs in economic catch-up. **LEM Working Paper Series**, v. 1, 2006.

MICITT. **Indicadores nacionales de ciencia, tecnología e innovación: Indicadores nacionales 2012**. San José, Costa Rica: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, 2014.

NELSON, R. (Ed.). **National innovation systems: A comparative analysis**. Nueva York: Oxford University Press, 1993

OECD. **National innovation systems**, París: Organisation for Economic Co-operation and Development, 1997.

OECD. **Attracting knowledge-intensive FDI to Costa Rica: challenges and policy options**. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development Centre, 2012.

OECD. Size of the ICT sector. In **OECD factbook 2013: Economic, environmental and social statistics**. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development Publishing, 2013.

PAUS, E. **Foreign investment, development, and globalization: can Costa Rica become Ireland?**. New York: Palgrave Macmillan, 2005.

PINTO, C., HERRERA, R., MATA, F., MATARRITA, R. SALAS, I. y JARA, E. **Formación de capital humano en el sector TIC en Costa Rica**. México: FLACSO-México/Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 2009.

PROCOMER. **Estadísticas de comercio exterior Costa Rica: 2009**. Costa Rica: Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica, 2010. Disponible en <http://www.procomer.com/contenido/descargables/anuarios-estadisticos/anuario-estadistico-2009.pdf>. Accedido el: 15 abr. 2015.



PROGRAMA ESTADO DE LA NACION. **Estado de la educación**. Cuarto informe. San José, Costa Rica: Estado de la Nación, 2013.

ROSENBERG, D. **Los clones de Silicon Valley**. Madrid: Pearson Education, 2002.

VILLALOBOS, V. y MONGE-GONZÁLEZ, R. **Costa Rican efforts towards and innovation-driven economy: The role of the ICT sector**. In: The Global Information Technology Report 2010-2011. Ginebra, Suiza: World Economic Forum, 2011.