

POTENCIAL DE INNOVACIÓN CON TIC EN CHILE, APLICACIÓN DE UN MARCO ONTOLÓGICO PARA UN ESTUDIO SISTEMÁTICO

Ariel La Paz, José Guimón, Jaime Miranda y Christian A. Cancino

RESUMEN

La globalización y la transformación digital ofrecen grandes posibilidades de desarrollo, pero a la vez presentan desafíos e incertidumbre. Ante estas oportunidades y retos, los estados promueven la investigación para generar y desarrollar un potencial de innovación. Sin embargo, la definición de políticas, estrategias o instrumentos de fomento para el desarrollo y transferencia del conocimiento es compleja, ya que enfrenta altos niveles de incertidumbre y conexiones no evidentes entre las variables en un medio dinámico que dificulta

la planificación a mediano y largo plazo. Este artículo ofrece un análisis sistemático de los proyectos adjudicados en tecnologías de información y comunicación (TIC) por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt) de Chile. Para identificar los énfasis y omisiones en la adjudicación de proyectos de investigación que desarrolla el potencial de innovación con TIC, se clasifican los proyectos aprobados por Conicyt entre 2000 y 2017 a través de un marco ontológico.

Introducción

En el actual contexto de globalización y digitalización, una condición indispensable para impulsar la innovación y el crecimiento económico es el desarrollo y uso de las tecnologías (Fagerberg, 1987; Crespi y Zúñiga, 2012), entre éstas, las de información y comunicación (TIC) (Bresnahan, 2003). Cada vez cobran mayor importancia modelos de negocio que se basan en la aplicación y uso de TIC para coordinar a un gran número de participantes como proveedores y clientes de servicios y productos, tales como Uber/Cabify en transporte, Alibaba/Amazon/Ebay en distribución, Netflix en contenidos audiovisuales, LinkedIn como gestor de redes profesionales, Airbnb en alojamiento, o

Expedia/Travelocity/Orbitz como agencias de viaje. La mayoría de los ejemplos indicados se han desarrollado en las últimas dos décadas, y se han logrado consolidar con una alta tasa de usuarios y grandes volúmenes de transacciones. En efecto, la revolución digital ha desencadenado cambios profundos en las relaciones sociales, los modelos de negocio y la gestión de la innovación (Nambisan *et al.*, 2017), influyendo directamente sobre la competitividad de empresas y territorios.

Las TIC son consideradas tecnologías de propósito general, al igual que otras tecnologías que han marcado hitos importantes en el desarrollo de la humanidad, tales como el papel, imprenta, motor a vapor, electricidad, semiconductores y

computadores, ya que presentan grandes oportunidades para el desarrollo económico y social al permear diversas áreas de actividad económica reduciendo las barreras de acceso y de participación de usuarios que en número creciente acceden a ellas (Bresnahan y Trajtenberg, 1995; Helpman, 1998; Bresnahan, 2010). Además, las TIC permiten una creación y difusión rápida de emprendimientos innovadores que funcionan sobre plataformas que capturan, procesan y gestionan grandes volúmenes de datos, generan y distribuyen información y conocimiento, además de conectar y coordinar con facilidad a usuarios, clientes y proveedores. Para desarrollar el potencial de las TIC como tecnologías de propósito general y cosechar los beneficios sociales

y económicos de la innovación a través de ellas, los modelos de innovación plantean la importancia de la investigación básica y aplicada para generar y transferir conocimiento en un ecosistema de innovación (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000; Godin, 2006). Con este fin, instituciones públicas tales como agencias de desarrollo económico, o comités de ciencia y tecnología, coordinan el financiamiento de propuestas de investigación y desarrollo de productos y servicios en sus respectivos países con el objetivo de promover la producción científica y la innovación (Beaudry y Allaoui, 2012). El éxito en el desarrollo de innovaciones de alto impacto dependerá en parte de las políticas que estos y otros organismos e instituciones

PALABRAS CLAVE / Financiamiento Público / Políticas de Innovación / Potencial de Innovación / TIC /

Recibido: 28/05/2018. Aceptado: 18/11/2019.

Ariel La Paz (Autor de correspondencia). Ph.D. en Sistemas de Información, University of Illinois, EEUU. Profesor, Universidad de Chile (UChile). Dirección: Departamento de Control de Gestión y Sistemas de Información, Facultad de Economía y Negocios, UChile.

Diagonal Paraguay 257, Of. 1902, Santiago, Chile. e-mail: lapaz@fen.uchile.cl

José Guimón. M.Sc. en Ingeniería Industrial, Cornell University, EEUU. Doctor en Economía, Universidad Autónoma de Madrid, España. Profesor, Universidad Autónoma de

Madrid, España. e-mail: jose.guimon@uam.es

Jaime Miranda. Doctor en Sistemas de Ingeniería, y Magíster en Gestión de Operaciones, Universidad de Chile. Profesor, Universidad de Chile. e-mail: jmirandap@fen.uchile.cl.

Christian A. Cancino. Doctor en Economía y Empresas, Universidad Autónoma de Madrid, España. Ingeniero Comercial e Ingeniero en Información y Control de Gestión, Universidad de Chile. Profesor, Universidad de Chile. e-mail: cancino@fen.uchile.cl.

INNOVATION POTENTIAL WITH ICT IN CHILE, APPLICATION OF AN ONTOLOGICAL FRAMEWORK FOR A SYSTEMATIC STUDY

Ariel La Paz, José Guimón, Jaime Miranda and Christian A. Cancino

SUMMARY

Globalization and the digital transformation offer great development possibilities, but at the same time imply new challenges and uncertainty. To face these opportunities and challenges, States promote scientific and applied research to generate and develop the innovation potential. However, the definition of policy, strategies or instruments to foster knowledge generation and transfer is a complex issue, because of the high levels of uncertainty and non-evident connections amongst variables in a

dynamic environment that makes long-term planning a difficult task. This article presents a systematic analysis of the projects awarded by the National Committee for Scientific and Technological Research (Conicyt) in Chile. To identify the emphases and gaps in the allocation of funding for research projects to develop the innovation potential with information and communication technologies (ICT), we mapped all projects awarded by Conicyt in the period 2000-2017, using an ontological framework.

POTENCIAL DE INOVAÇÃO COM TIC NO CHILE, APLICAÇÃO DO PONTO DE VISTA ONTOLÓGICO PARA UM ESTUDO SISTEMÁTICO

Ariel La Paz, José Guimón, Jaime Miranda e Christian A. Cancino

RESUMO

A globalização e a transformação digital oferecem grandes possibilidades de desenvolvimento, mas ao mesmo tempo apresentam dificuldades e incertezas. Diante destas oportunidades e desafios, os estados promovem a investigação para gerar e desenvolver o potencial de inovação. No entanto, a definição de políticas, estratégias ou instrumentos para fomentar o desenvolvimento e transferência do conhecimento é complexa, já que enfrenta altos níveis de incerteza e conexões não evidentes entre as variá-

veis em um meio dinâmico que dificulta a planificação no médio e longo prazo. Este artigo oferece uma análise sistemática dos projetos premiados em tecnologias de informação e comunicação (TIC) pela Comissão Nacional de Investigação Científica e Tecnológica (Conicyt) do Chile. Para identificar as ênfases e omissões na premiação de projetos de investigação que desenvolve o potencial de inovação com TIC, se classificam os projetos aprovados por Conicyt entre 2000 e 2017 quanto ao critério ontológico.

desplieguen para mejorar el impacto de la inversión pública en investigación y desarrollo en el ámbito de las TIC (Cohen *et al.*, 2002; Fagerberg y Srholec, 2008; Bernanke, 2011).

Una diferencia importante entre las TIC y otras tecnologías de propósito general es la gran velocidad con la que han alcanzado a toda la sociedad. Las características de velocidad, alcance y permeabilidad de las TIC han producido grandes revoluciones en los sistemas socioeconómicos y culturales; por ejemplo, en el desarrollo de estudios científicos con apoyo de herramientas electrónicas para recolección, procesamiento y análisis de datos (e-tools; e-research) (Arcila-Calderón *et al.*, 2015), sin que sea posible predecir con certeza la industria, tiempo, zona geográfica en que

aparecerá la próxima revolución, ni sus beneficios y costos (Hughes *et al.*, 2017). Ésta es la incertidumbre que enfrentan los organismos y agencias de fomento al desarrollo económico y tecnológico cuando direccionan los esfuerzos y diseñan instrumentos que promueven objetivos específicos y usualmente de largo plazo.

En este contexto de alto potencial de impacto de las TIC y gran incertidumbre, este trabajo analiza los proyectos de investigación impulsados por el más tradicional organismo de fomento al desarrollo de la ciencia y la tecnología en Chile en el área de las TIC, la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt). El análisis parte de un enfoque alternativo al tradicional enfoque de evaluación fundado en

indicadores cuantitativos (Gorraiz, 2018), basado en el juicio experto y la clasificación sistemática cualitativa de los datos. En concreto, usaremos un marco ontológico, en función del cual se clasifican sistemáticamente los proyectos de investigación financiados desde Conicyt en dos de sus instrumentos de más larga historia, en un universo aproximado de 15796 proyectos financiados en todas las áreas del saber entre 2000 y 2017. La clasificación sistemática sobre el marco ontológico permite por una parte identificar aquellas áreas de las TIC donde se han financiado y ejecutado un mayor número de proyectos, pero por otro lado nos permite identificar aquellas áreas en que se ejecutan pocos o ningún proyecto con estos instrumentos y así cuestionar de manera objetiva el potencial de innovación en TIC que se

fomenta a través de estos instrumentos.

Marco Ontológico de la Gestión de TIC

Los fenómenos complejos han sido tratados desde la rama filosófica de la ontología, que es el estudio del fenómeno que logra describir al mismo, sus componentes y relaciones, categorizando qué es lo esencial y fundamental de una entidad (Chandrasekaran *et al.*, 1999). Un marco ontológico provee una manera de conceptualizar un dominio y representarlo visualmente para sistematizar la descripción del fenómeno complejo y sus elementos (Gruber, 1995), y obtener así una visión sistémica estructurada en un lenguaje natural (La Paz *et al.*, 2015).

Para lograr una panorámica sistémica y holística de las

TIC, la construcción del marco ontológico organiza la terminología y taxonomías relevantes del dominio logrando una especificación explícita del concepto. La Tabla I introduce el marco ontológico de la gestión de tecnologías de información y comunicaciones construido para esta investigación, en el que se incorporan los conceptos de gestión y de tecnologías de información incluyendo las etapas necesarias para el desarrollo e implementación de éstas en contextos organizacionales y sociales.

Las taxonomías utilizadas son generalmente aceptadas y conocidas en las áreas de TIC y de gestión de sistemas de información desde la introducción del ciclo de vida de sistemas en la década de los 80s como método estructurado para el desarrollo de software, siendo también parte del lenguaje organizacional moderno desde la introducción del modelo de cadena de valor. La ontología se presenta en tres niveles, identificando en el primer nivel las áreas principales de *Gestión y Tecnologías de Información*; en el segundo nivel describe *Gestión* con un listado de 'Áreas funcionales' con su correspondiente taxonomía, y de 'Resultados' con una taxonomía de dos componentes. En el concepto de *Tecnologías de Información* se han incluido cuatro taxonomías: la primera taxonomía 'Etapas' se basa en la versión genérica del ciclo de vida de sistemas; la segunda llamada 'Estructura' lista las principales áreas tecnológicas y de

recursos relacionados para su funcionamiento que componen lo que en una suma sinérgica representa al artefacto de TIC; la tercera taxonomía 'Función' lista las principales operaciones en que las TIC superan con creces a los métodos manuales; y finalmente, la cuarta taxonomía representa el 'Nivel informacional' que logran las TIC de acuerdo a su diseño. En el tercer nivel de la ontología se encuentra en los elementos componentes de cada taxonomía.

La composición de los elementos en la ontología y las frases/palabras conectores que aparecen entre las columnas de la ontología forman un total de 9000 diferentes combinaciones, valor que se obtiene al multiplicar el número de elementos de cada taxonomía ($5 \times 6 \times 5 \times 3 \times 10 \times 2 = 9000$). Cada instancia representa un posible foco de aplicación, instrumento y/o estudio de las TIC. Cinco ejemplos ilustrativos son: 1) planificación de software para capturar datos en administración logrando efectividad/metás, 2) análisis de redes para recuperar conocimiento en ventas logrando eficiencia/productividad, 3) renovación de políticas para distribuir información en logística logrando efectividad/metás, 4) implementación de software para procesar datos en operaciones logrando efectividad/metás, y 5) diseño de procesos para recuperar conocimiento en administración logrando eficiencia/productividad

Este marco ontológico para la gestión de TIC provee una

base de clasificación y construcción de mapas de conocimiento que permite reconocer aquellas áreas de mayor concentración de conocimiento o aplicaciones, similar a lo que se logra con una revisión bibliográfica sistemática, pero que además permite visibilizar áreas de conocimiento donde la documentación es escasa o nula y cuestionar si estas áreas potenciales de desarrollo son relevantes para el estudio académico o para el desarrollo de proyectos TIC para potenciar la innovación.

El marco ontológico es utilizado como base de clasificación de proyectos que son financiados con fondos públicos por Conicyt en Chile, generando visualizaciones de los énfasis y brechas en el desarrollo del potencial de innovación con TIC en el país. El objetivo de este análisis es ofrecer un diagnóstico que pueda ser útil para la orientación futura de las ayudas otorgadas por Conicyt a proyectos de investigación en el ámbito de las TIC. En términos más generales, este trabajo ofrece una ilustración sobre la utilidad del marco ontológico para el análisis y evaluación de los programas políticos de ciencia e innovación, que podría ser de interés en otros ámbitos tecnológicos más allá de las TIC y en otros contextos geográficos distintos de Chile.

Datos y Fuentes de Información

La unidad de análisis son los proyectos TIC seleccionados y

financiados por Conicyt Chile en sus dos principales instrumentos (Fondecyt y Fondef) creados respectivamente en 1982 y 1992 para apoyar la investigación individual y promover la vinculación y asociatividad entre instituciones de investigación y empresas para el desarrollo de investigación aplicada. Además de ser los instrumentos más tradicionales de financiamiento de investigación con fondos públicos en Chile, Fondecyt y Fondef disponen de un registro sistemático de los proyectos financiados desde el año 2000 para sus diversos concursos. Estos fondos logran una importante convocatoria en la comunidad científica chilena y financian proyectos en una gran variedad de disciplinas (Conicyt, 2012).

Durante el periodo 2000 a 2017, a un total de 15796 proyectos se le ha adjudicado financiamiento. De ellos, 301 (1,9%) corresponden a estudios centrados en las TIC o en su aplicación en otras áreas, por ejemplo, herramientas de gestión y planificación de transporte urbano. Para encontrar los proyectos TIC en el universo de proyectos adjudicados, se aplicaron filtros por área/disciplina, búsqueda de términos clave como tecnología, sistemas, datos, información, software y similares en el título y descripción de cada proyecto, reduciendo la lista a 1086 registros. Finalmente, la lista lograda con la aplicación de filtros automáticos fue revisada por dos investigadores para seleccionar en la lista final de proyectos TIC aquellos que

TABLA I
MARCO ONTOLÓGICO DE LA GESTIÓN TIC

Tecnologías de información				Gestión	
Etapas	Estructura	Función	Nivel informacional	Área funcional	Resultado
Planificación Análisis Diseño Implementación Renovación	de Software Hardware Redes Procesos Políticas Usuarios	para Capturar Procesar Almacenar Recuperar Distribuir	Datos Información Conocimiento	en Administración Finanzas Contabilidad Operaciones Personas Marketing Ventas Logística Serv. a cliente Servicios TI	logrando Efectividad/Metas Eficiencia/Productividad

efectivamente desarrollan alguna investigación básica o aplicada de TIC, y descartar aquellos registros que contienen alguna palabra clave en su descripción, pero que no desarrollan temáticas TIC.

La codificación sistemática de los 301 proyectos TIC en la ontología es un proceso manual que requiere de la experiencia y juicio experto en el área. Un proyecto puede asociarse a uno o varios componentes de cada taxonomía, o algunos componentes de algunas taxonomías. Nuestra codificación no ha forzado la clasificación y por consenso de dos investigadores ha generado una asignación de los términos de la ontología o sus sinónimos, a cada proyecto con los datos de su descripción. Las diferencias en la codificación de los investigadores fueron resueltas por consenso, y cada asignación pondera el mismo peso relativo en la descripción de los proyectos.

Con los resultados de la codificación se generan visualizaciones para el análisis de las áreas de mayor o menor énfasis, de acuerdo a la selección y financiamiento de proyectos que orienta el desarrollo del potencial de innovación con TIC.

Resultados

El primer resultado llamativo es la baja proporción de proyectos TIC que se han adjudicado en los dos programas de financiación pública tradicionales chilenos gestionados por Conicyt. Con excepción del año 2014 (Figura 1), en que se seleccionaron y financiaron 38 proyectos TIC (1,7% del total para ese año), el promedio de proyectos aprobados por año en el resto del periodo en

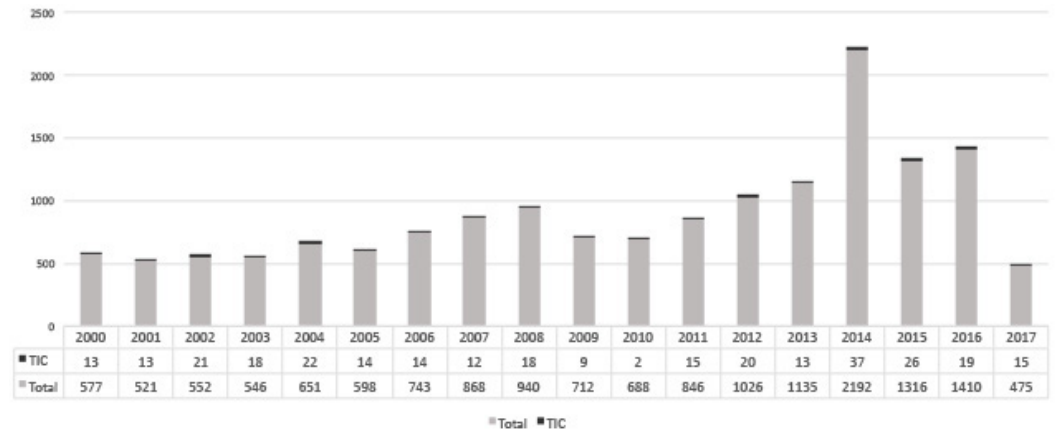


Figura 1. Número de proyectos aprobados por Conicyt entre 2000 y 2017.

observación es de apenas 20, y porcentualmente, cada año se adjudican fondos para proyectos TIC en torno al 2% del total de proyectos. De la muestra total, la mayor tasa de adjudicación de proyectos se asocia a las áreas de biología e ingeniería. Cabe también señalar que la mayor parte de los proyectos TIC se desarrolla en alianza con una segunda área de aplicación tales como educación, transportes, medicina, agricultura o gestión.

El mapa ontológico en la Figura 2 ofrece una visión holística de las prioridades que Conicyt ha impulsado para el desarrollo del potencial de innovación en Chile a través de TIC. En este mapa se representan con barras y números la frecuencia con que los proyectos se han asociado a cada uno de los componentes del marco ontológico. En primer lugar, junto al título de cada columna se reporta la frecuencia total de elementos de cada taxonomía presente en los proyectos TIC adjudicados. Luego, en cada elemento se representa con una barra y frecuencia la

cantidad de proyectos TIC que en la muestra estudiada desarrolla sus temas. Por ejemplo, los ‘datos’ (139) en el ‘nivel informacional’, son los elementos de mayor énfasis en los proyectos adjudicados, más que duplicando el estudio de ‘información’ (60) y casi cuadruplicando a los temas ligados al ‘conocimiento’ (39).

De los 301 proyectos TIC adjudicados entre 2000 y 2017, la mayoría se refiere al ‘nivel informacional’ (238), ‘estructura’ (182) y ‘etapa’ (172) de las TIC. En menor medida, los proyectos estudian la ‘función’ (96) de los sistemas de información, así como el ‘área funcional’ (79) en que se aplican, y muy pocos se centran en algún ‘resultado’ (20) organizacional.

Al analizar por dimensión, los proyectos adjudicados se concentran en las etapas de ‘análisis’ y ‘diseño’ de las estructuras de ‘software’ y ‘procesos’. En cuanto a las funciones y nivel informacional, los proyectos adjudicados se enfocan en la ‘captura’ y ‘procesamiento’ de ‘datos’ e

‘información’. En cuanto a los elementos de gestión, son pocos los proyectos adjudicados que se remiten a algún área funcional o que persiguen concretamente lograr algún resultado específico.

El dendrograma en la Figura 3 muestra las agrupaciones de conceptos que aparecen clasificados juntos entre los proyectos TIC adjudicados (parte baja de la figura) o que son los más ausentes (parte alta de la figura) en el universo de proyectos TIC financiados por Conicyt entre 2000 y 2017.

En el dendrograma se reflejan los énfasis y brechas de los proyectos TIC ejecutados con financiamiento público. Los resultados coinciden con el análisis de términos clave que se aprecia en el mapa ontológico (Figura 2), pero facilitan la identificación de las temáticas en que se promueve la investigación y el desarrollo de las TIC, así como las omisiones para el desarrollo del potencial de innovación con TIC.

Las 12 temáticas en que Conicyt parece haber puesto un mayor énfasis para el desarrollo

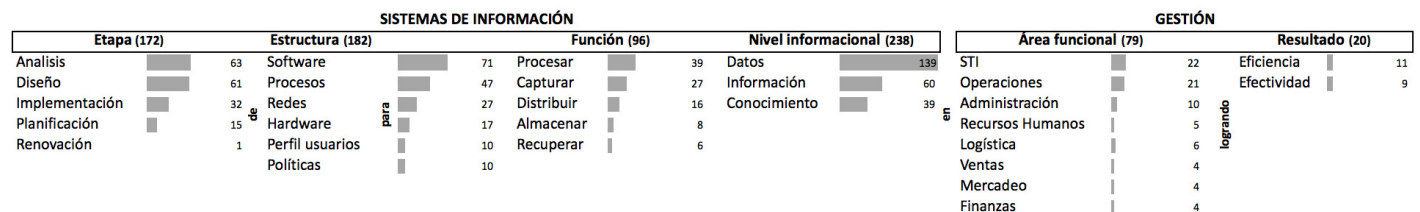


Figura 2. Mapa ontológico de elementos TIC en proyectos Conicyt.

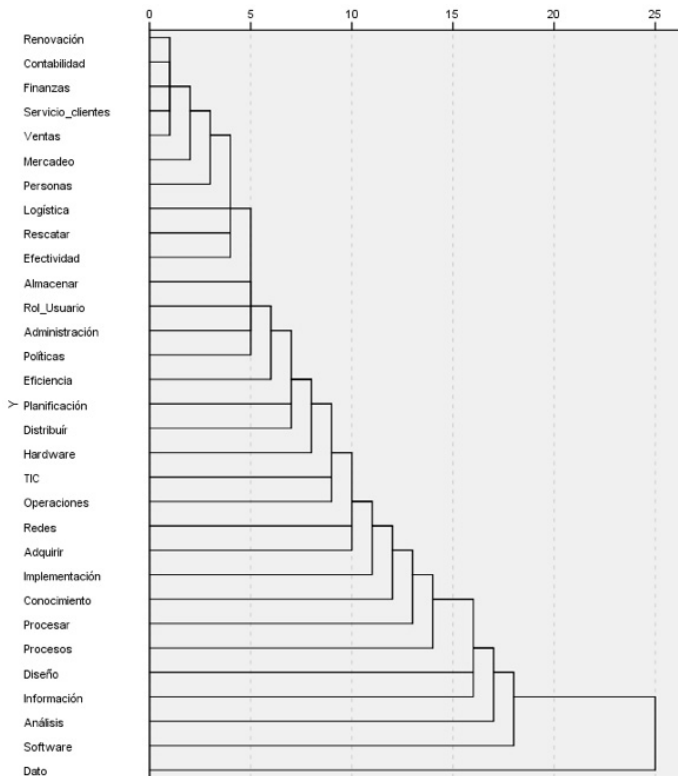


Figura 3. Agrupaciones conjuntas de conceptos en proyectos TIC.

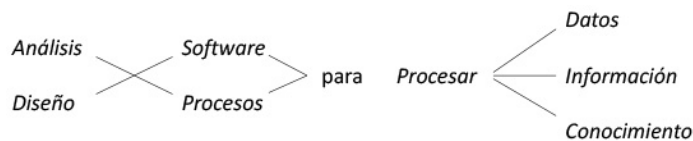


Figura 4. Temáticas con mayor énfasis en adjudicación de proyectos TIC.

del potencial de innovación con TIC se sintetizan en la Figura 4, y ejemplos de proyectos que se identifican en estas temáticas se listan en la Tabla II.

El análisis ontológico nos permite también identificar aquellas áreas de gestión TIC en que el énfasis ha sido menor o nulo ya sea porque a) algunas combinaciones de los elementos de cada dimensión pueden formar una frase sin sentido, b) el tema que se identifica no es relevante, c) ha sido omitido sin intención, o d) no se han presentado buenos proyectos en estas temáticas. Tomando los elementos de cada categoría con menor frecuencia de aparición conjunta (parte alta del dendrograma), obtenemos una lista de 216 temas que han sido omitidos en

la adjudicación de financiamiento para proyectos TIC (Figura 5).

Discusión y Conclusiones

Los resultados revelan algunas concentraciones en la selección de proyectos TIC que son financiados con los fondos públicos de Conicyt. Este

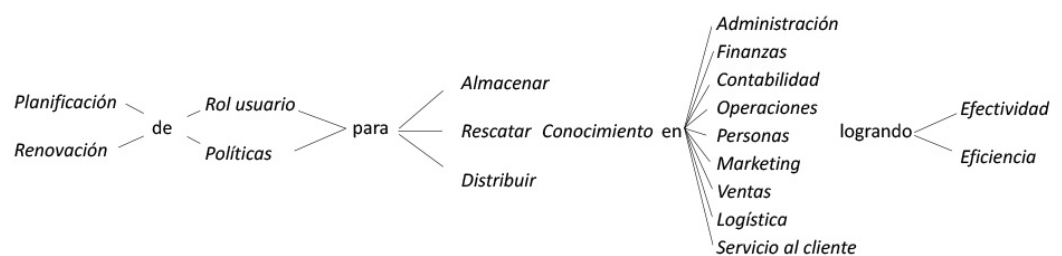


Figura 5. Temáticas con baja o nula adjudicación de proyectos TIC en Conicyt.

estudio busca identificar los énfasis para el potenciamiento de la innovación a través de TIC en Chile y visibiliza las áreas que no han sido identificadas como prioritarias, ya sea por decisión o por omisión.

Los resultados permiten identificar una mayor concentración o énfasis para la aprobación de proyectos en torno a temáticas generales y de etapas tempranas en el desarrollo de las TIC, como son las etapas de análisis y diseño de software para trabajar con datos. Una primera omisión importante que se puede apreciar es la falta de especialización en áreas funcionales o en la definición de resultados esperados para las organizaciones con las TIC. Estos resultados sugieren que el potencial de innovación con TIC que se ha desarrollado en las últimas décadas a través de los principales instrumentos de fomento a la producción científica ha favorecido más el desarrollo de investigación básica y menos el de la investigación aplicada.

El análisis de temáticas con nula o muy poca adjudicación de fondos para proyectos TIC puede ser extenso al enfrentar un alto número de instancias de la ontología que en los últimos años no han sido promovidas; sin embargo, se ejemplifican algunas que a juicio de los autores tienen un especial potencial para la innovación con TIC. En el escenario de transformación digital y de virtualización de servicios, parecería relevante investigar acerca de los planes para definir nuevos roles de usuarios y establecer políticas para almacenar, rescatar y distribuir conocimiento. Sin embargo, al menos con los

instrumentos de financiamiento que se han estudiado en esta investigación, no se han encontrado proyectos financiados que generen y transfieran nuevo conocimiento en estos temas, aunque las discusiones contemporáneas requieren entender mejor el uso de la computación en nube y servicios virtuales de información, así como los problemas y dilemas relacionados con la protección y privacidad de información sensible. A la vez, las soluciones revolucionarias que han surgido con aplicaciones de TIC atienden a problemas específicos de la organización de empresas y personas, tales como transporte o comercio, pero éstas no parecen ser el foco de inversión y fomento de generación y transferencia de conocimiento.

Se ha ilustrado cómo se puede aplicar el método de análisis ontológico para discutir sistemáticamente cuáles han sido los énfasis y omisiones en la asignación de fondos públicos para el estudio y desarrollo de TIC. Este marco analítico puede servir como guía para una planificación estratégica de las áreas de interés público en el desarrollo del potencial de innovación con TIC, e incluso podría definir instrumentos más específicos para fomentar algún área en particular.

La ontología presentada puede adaptarse incluyendo nuevas dimensiones y componentes, o reduciendo algunas de las que se han presentado, dependiendo de los objetivos en estudio. Asimismo, sobre la ontología se pueden mapear sistemáticamente datos de iniciativas de fomento a la investigación en otros países, o de otra naturaleza, tales como patentes,

TABLA II
EJEMPLOS DE PROYECTOS ADJUDICADOS POR TEMÁTICA DE MAYOR ÉNFASIS

Temática	Título de proyecto	Año de adjudicación
Análisis de software para procesar datos	Asymmetric information and the availability of credit: evidence from business data	2001
Análisis de software para procesar información	Computational intelligence and decision making systems	2015
Análisis de software para procesar conocimiento	Diseño, desarrollo e implementación de tecnología portátil para el mejoramiento de la calidad y gestión de la educación: educando para reducir la brecha digital	2001
Análisis de procesos para procesar datos	Modeling long memory data: methods and applications	2004
Análisis de procesos para procesar información	Computational intelligence and decision making systems	2001
Análisis de procesos para procesar conocimiento	Modeling long memory data: methods and applications	2004
Diseño de software para procesar datos	Identificación varietal de vinos chilenos mediante instrumentación inteligente	2001
Diseño de software para procesar información	Signal models and compensation algorithms for synchronization and channel estimation in cellular systems with coordinated base stations	2011
Diseño de software para procesar conocimiento	Diseño, desarrollo e implementación de tecnología portátil para el mejoramiento de la calidad y gestión de la educación: educando para reducir la brecha digital	2001
Diseño de procesos para procesar datos	Algoritmos de minería de datos dinámica	2000
Diseño de procesos para procesar información	Identificación varietal de vinos chilenos mediante instrumentación inteligente	2001
Diseño de procesos para procesar conocimiento	Creación del sistema de registro, monitoreo, evaluación y certificación de los servicios de asistencia técnica educativa a establecimientos educacionales	2006

artículos científicos o casos de estudio, entre otros.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo es uno de los resultados del proyecto 'Políticas para Fomentar la Innovación Empresarial en Chile' financiado por el banco Santander en el marco del programa UAM-Santander de Cooperación Interuniversitaria con Latinoamérica.

REFERENCIAS

Arcila-Calderón C, Calderín M, Aguaded I (2015) Adoption of

ICTs by communication researchers for scientific diffusion and data analysis. *Profes. Inform.* 24: 526-536.

Beaudry C, Allaoui S (2012) Impact of public and private research funding on scientific production: The case of nanotechnology. *Res. Policy* 41: 1589-1606.

Bernanke BS (2011) Promoting research and development: The government's role. *Iss. Sci. Technol.* 27: 37-41.

Bresnahan TF (2003) The mechanisms of information technology's contribution to economic growth. En *Instit. Innov. Growth*. Elgar. Northhampton, MA, EEUU. p. 116.

Bresnahan TF (2010) General purpose technologies. En *Handbook of the Economics of Innovation*. Elsevier. pp. 761-791.

Bresnahan TF, Trajtenberg M (1995) General purpose technologies 'Engines of growth'? *J. Econometr.* 65: 83-108.

Chandrasekaran B, Josephson JR, Benjamins VR (1999) What are ontologies, and why do we need them? *IEEE Intell. Syst. Applic.* 14: 20-26.

Cohen WM, Nelson RR, Walsh JP (2002) Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D. *Manag. Sci.* 48: 1-23.

Conicyt (2012) *Panorama Científico*. Comisión Nacional de

Investigación Científica y Tecnológica. Fondecyt. Chile.

Crespi G, Zuniga P (2012) Innovation and productivity: Evidence from six Latin American Countries. *World Devel.* 40: 273-290.

Etzkowitz H, Leydesdorff L (2000) The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Res. Policy* 29: 109-123.

Fagerberg J (1987) A technology gap approach to why growth rates differ. *Res. Policy* 16(2-4): 87-99.

Fagerberg J, Srholec M (2008) National innovation systems, capabilities and economic development. *Res. Policy* 37: 1417-1435.

Godin B (2006) The linear model of innovation: The historical construction of an analytical framework. *Sci. Technol. Human Val.* 31: 639-667.

Gorraiz J (2018) Los mil y un reflejos de las publicaciones en el laberinto de espejos de las nuevas métricas. *Profes. Inform.* 27: 231-236.

Gruber TR (1995) Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing? *Int. J. Human-Comput. Stud.* 43: 907-928.

Helpman E (Ed.) (1998) *General Purpose Technologies and Economic Growth*. MIT Press. Cambridge, MA, EEUU. 315 pp.

Hughes BB, Bohl D, Irfan M, Margolese-Malin E, Solórzano JR (2017) ICT/Cyber benefits and costs: Reconciling competing perspectives on the current and future balance. *Technol. Forecast. Soc. Change* 115: 117-130.

La Paz AI, Ramaprasad A, Syn T, Vasquez J (2015) An ontology of E-commerce-mapping a relevant corpus of knowledge. *J. Theor. Appl. Electron. Commerce Res.* 10(2): i-ix.

Nambisan S, Lyytinen K, Majchrzak A, Song M (2017) Digital innovation management: Reinventing innovation management research in a digital world. *MIS Quart.* 41: 223-238.