

# Educación en tecnología para el desarrollo tecnológico y la innovación en telemática: Revisión de la literatura

Diana Teresa Parra<sup>#</sup>, José Daniel Cabrera<sup>#</sup>, César D. Guerrero<sup>\*</sup>

<sup>#</sup>Grupo de Investigación en Pensamiento Sistémico

<sup>\*</sup>Grupo de Investigación en Tecnologías de Información

Universidad Autónoma de Bucaramanga

<sup>1</sup>dparra486@unab.edu.co

<sup>2</sup>jcabrerc@unab.edu.co

<sup>3</sup>cguerrer@unab.edu.co

**Abstract**— Technological education can be understood as a set of teachings to understand technology as cultural phenomenon and as human creation. This is a vital topic in the current academic community, which points to the imminent launch of an education reform. The purpose of this paper is threefold: first, to describe the method in information search. Secondly, to present a literature review on technological education in postgraduate programmes. Thirdly, to know the author's opinion and discuss the information found.

**Keywords**— Postgraduate programmes, Scientific innovations, Technological education, Technological development, Telematics.

## I. INTRODUCCIÓN

La educación en tecnología, puede definirse como el conjunto de enseñanzas que permiten la solución de problemas y la satisfacción de necesidades de un contexto determinado, a través de la ideación, diseño e implementación de bienes y servicios mediante la puesta en marcha de procesos de innovación tecnológica. En esencia, la educación en tecnología contribuye al aprendizaje de los fundamentos científicos que subyacen en el funcionamiento de los objetos que forman parte del entorno inmediato de los individuos en formación [1].

En este sentido, se trata de formar profesionales capaces de cuestionarse sobre lo que sucede en el mundo, identificando de este modo el conjunto de necesidades y problemas que aquejan permanentemente a la sociedad; las cuales para ser afrontadas requieren de una solución tecnológica de carácter endógeno. Por ende, la educación en tecnología debe ser sensible a dos términos que están íntimamente relacionados, y los cuales definen el papel de la tecnología en la sociedad actual: (i) la innovación, la cual corresponde a la creación o producción de un nuevo conocimiento tecnológico [2] y; (ii) la participación, que hace referencia a la estimulación de los estudiantes en un sentido crítico, sobre la base de un conocimiento sólido, de tal modo que pueda involucrarse en asuntos relacionados con la tecnología [3] y la importancia de su aplicación en el contexto.

Revisando sistemáticamente la situación en el contexto colombiano en cuanto a innovación y desarrollo tecnológico se refiere, se tiene lo siguiente: Para el año 2013 Colombia en el Índice de Innovación Global (*Global Innovation Index* -

GII), ocupa el puesto 60 entre 142 países participantes [4]. Si bien, desde el año 2011, el país estaba escalando posiciones. Sin embargo, la educación no parece ser el causante real de tal ascenso. Más bien, obedece al subíndice de infraestructura que incluye a las Tecnologías de la Información y Comunicación, el cual para 2013 estuvo ubicado en la posición 36.

En cuanto a importación y exportación de productos tecnológicos, concretamente en el campo de las TIC para el año 2011, se tienen los siguientes datos: El porcentaje de las exportaciones de productos correspondientes a TIC realizadas por el país, fue del 0,1%. En contraste, el porcentaje de importaciones de bienes TIC fue del 8,5% [5]. El abismo entre el porcentaje de exportación, y el de importación es considerablemente amplio (la diferencia es de 8,4 puntos porcentuales); es decir, la exportación por parte del país en bienes TIC es casi nula.

En adición, otro de los posibles factores que agudiza la problemática del país, está asociada a la baja inversión que el Estado colombiano realiza en investigación y desarrollo. Según datos consultados en el Banco Mundial, para el año 2009, el gasto en investigación y desarrollo fue del 0,15% del PIB. Por su parte en 2010, el gasto fue de 0,16 [5]. Lo anterior implica, que al no existir las condiciones adecuadas para llevar a cabo la actividad investigativa en el país; la cantidad de investigadores dedicados especialmente a tal labor será baja y los procesos de innovación tecnológica en sus diversas etapas no podrán ser realizados de forma óptima.

Basados en la información consultada, es posible apreciar que en el país el desarrollo tecnológico se concentra principalmente en actividades como mantenimiento, gestión e importación de tecnología, la cual ha sido generada en contextos externos, para atender problemáticas particulares; las cuales pueden llegar a ser similares, o por el contrario no tener aspectos en común con las situaciones problemáticas propias del contexto colombiano.

La situación colombiana manifestada en párrafos anteriores, presenta las principales causas que contribuyen a que en el país no se estén propiciando las condiciones necesarias para promover el desarrollo tecnológico y la innovación en el país. De igual modo, sucede en el campo de la telemática; una disciplina que surge de la unión de la informática y la telecomunicación [6]. Una de las potenciales soluciones a la

problemática existente está asociada a la educación en ese campo, la cual debe orientarse a la creación, la innovación y la investigación [7].

La relación entre educación en tecnología y educación superior, para promover el desarrollo tecnológico y la innovación en Ingeniería, constituye el núcleo de este estudio. En la sección 2 se presenta el método utilizado para la revisión de la literatura sobre el tema educación en tecnología para el desarrollo tecnológico y la innovación. La sección 3 muestra los resultados de la búsqueda realizada en las bases de datos consultadas. En la sección 4 se introduce la discusión del artículo; para lo cual se mencionan los temas tratados en los documentos que constituyen la revisión de la literatura. Finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones de este artículo.

## II. MÉTODO

Para conocer el estado actual y las direcciones futuras en lo referente a educación en tecnología en telemática para el desarrollo tecnológico y la innovación, se realizó una revisión sistemática de la literatura. Para ello, en la etapa inicial se determinó el alcance de la revisión y la documentación pertinente con el tema, utilizando como palabras clave de búsqueda, los siguientes términos: desarrollo tecnológico, educación superior, innovación científica, telemática (en inglés: *Technological development, Higher education, Scientific innovation, Telematics*). Las palabras clave fueron definidas y previamente verificadas en el Tesoro de la UNESCO, que ofrece una lista controlada y estructurada de términos para el análisis temático y la búsqueda de documentos y publicaciones en los campos de la educación, cultura, ciencias naturales, ciencias sociales y humanas, comunicación en información [8].

El desarrollo tecnológico y la innovación, son temas relevantes en la sociedad actual. Por ende, los artículos pertinentes a estas temáticas son publicados en diversas fuentes de información cuyo propósito corresponde a la promoción de la educación en ingeniería, la innovación y el desarrollo tecnológico, y el manejo de debates sobre la articulación de la ciencia y la tecnología con el ambiente cultural, político y social [9]; para promover la excelencia en la enseñanza, la investigación, la creatividad y la innovación. Entre las fuentes de información enfocadas a tales temáticas se encuentran: *American Society for Engineering Education (ASEE)*, *Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)* la Revista Internacional de Innovación Tecnológica, *Emprendimiento y Gestión de la Tecnología Technovation*, *International Journal of Technology Management (IJTM)*, *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET)* y la *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)*. En adición, las investigaciones en desarrollo tecnológico e innovación en las diversas áreas del conocimiento como la Ingeniería, Ciencias Sociales, Negocios, Administración y Contabilidad y Ciencias de la Computación, siguen siendo un tema de investigación emergente.

La búsqueda de la literatura existente, fue iniciada explorando las siguientes bases de datos:

- *Scopus*.
- *IEEE*.
- *ASEE*.
- *EBSCOhost*.
- *Google Scholar*.

Con base en los documentos recuperados, se procedió a realizar una lectura cuidadosa de las referencias bibliográficas empleadas para dar soporte a los trabajos por parte de los autores, así como los documentos que fueron citados por otros autores en trabajos posteriores. En general, la búsqueda se basó inicialmente en la identificación de los términos o palabras clave (en español o en inglés), en el título y en el resumen del documento en estudio, así como aspectos relevantes del documento que destacaban el papel de la ingeniería como fuente de desarrollo tecnológico e innovación. Se excluyeron los documentos en que la educación en tecnología, el desarrollo tecnológico, la innovación, la educación superior y en especial el campo de la telemática, correspondían a un porcentaje mínimo de la investigación, o no eran tomados en cuenta como aspecto central del documento.

En la segunda fase de la revisión sistemática de la literatura, cada documento recuperado fue estudiado en profundidad, para lo cual de modo cuidadoso y detallado se analizaron las secciones correspondientes al título, palabras claves; para determinar así la temática o temáticas tratadas por el autor. Luego se procedía a leer en su totalidad el documento, para conocer la opinión del autor, la pregunta-problema de investigación que dio origen al trabajo, el método utilizado en el desarrollo del mismo y los resultados obtenidos.

Con base en el procedimiento realizado para la selección, organización, lectura y análisis de las fuentes bibliográficas recuperadas, se estableció una clasificación de los documentos con base en los siguientes parámetros:

- Artículos científicos clasificados con base en la temática de investigación tratada por el autor: 1) Desarrollo tecnológico; 2) Educación en tecnología; 3) Educación superior; 4) Innovación científica y 5) Telemática.
- Artículos científicos clasificados a partir de los participantes requeridos para contribuir al desarrollo tecnológico y la innovación en un área de estudio específica: 1) Universidad; 2) Empresa; 3) Gobierno.
- Artículos clasificados de acuerdo a las habilidades y/o capacidades propias de los profesionales de la ingeniería que contribuyen al desarrollo tecnológico y la innovación en un área de estudio específica: 1) Creatividad; 2) Capacidad de innovación; 3) Curiosidad; 4) Capacidad de investigación; 5) Habilidades académicas, 6) Pensamiento crítico y; 7) Emprendimiento.

Finalmente, teniendo en consideración las bases de datos consultadas, los criterios de búsquedas, así como los criterios para la selección de documentos; se recuperaron en total 15 publicaciones científicas a nivel mundial, así como 11

publicaciones científicas de autores pertenecientes al contexto latinoamericano y colombiano (seis de las publicaciones estudiadas y que se tomaron como referente para el desarrollo del estado del arte de la investigación titulada “Orientaciones en educación en tecnología para el desarrollo tecnológico y la innovación en la educación superior colombiana dirigidas a un programa de posgrado en telemática”, corresponden a autores de nacionalidad colombiana).

### III. RESULTADOS

El tema educación en tecnología como base para promover la innovación y el desarrollo tecnológico, como alternativa para mejorar la condición de vida de los miembros de la sociedad; ha sido un tema de estudio en constante evolución el cual ha sido tratado por diversos investigadores en el mundo. Por ende, es posible hallar en la literatura, trabajos que hacen referencia a temas específicos, entre los cuales cabe mencionar: desarrollo tecnológico, educación superior, educación en tecnología, innovación y el conjunto de habilidades y/o capacidades propias de los ingenieros necesarias para afrontar el permanente cambio tecnológico en el mundo.

La Tabla I, presenta la síntesis de la revisión de la literatura sobre educación en programas de posgrado para promover la innovación y el desarrollo tecnológico en el mundo.

TABLA I  
REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE EDUCACIÓN EN POSGRADO PARA LA INNOVACIÓN Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN EL MUNDO

Autor	Tema					Participantes			Habilidades
	1	2	3	4	5	A	B	C	
(Keating <i>et al.</i> , 1999)	x		x	x		x	x		Capacidad de innovación, Creatividad
(Tao <i>et al.</i> , 2000)			x	x		x			Habilidades académicas
(Dunlap <i>et al.</i> , 2001)	x		x	x		x	x	x	-
(Manhire <i>et al.</i> , 2002)		x	x			x		x	-
(Tricamo <i>et al.</i> , 2002)			x	x		x	x		-
(Keating <i>et al.</i> , 2004)	x		x	x		x	x		Capacidad de innovación, Creatividad.
(López <i>et al.</i> , 2005)		x		x		x			Capacidad de innovación, Creatividad.
(Mc. Henry <i>et al.</i> , 2005)	x	x	x	x		x			-
(Vaezi-Nejad <i>et al.</i> , 2005)		x	x		x	x			-
(Godfrey <i>et al.</i> , 2006)		x	x			x			Pensamiento crítico.
(Azadivar <i>et al.</i> , 2007)			x	x		x	x		Creatividad
(Zheng <i>et al.</i> , 2009)			x			x			Emprendimiento, Creatividad,

Autor	Tema					Participantes			Habilidades
									Curiosidad.
(Seery <i>et al.</i> , 2010)		x		x		x			Creatividad
(Islam, 2012)		x	x	x		x			Habilidades académicas
(Terkowsky <i>et al.</i> , 2013)		x	x	x		x			Creatividad
Convenciones: Tema: 1- Desarrollo tecnológico; 2- Educación en tecnología; 3- Educación superior; 4- Innovación; 5- Telemática. Participantes: A- Universidad; B- Empresa; C- Gobierno. Fuente:									

La Tabla II, presenta la síntesis de la revisión de la literatura sobre educación en programas de posgrado para promover la innovación y el desarrollo tecnológico en Latinoamérica y Colombia.

TABLA II  
REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE EDUCACIÓN EN POSGRADO PARA LA INNOVACIÓN Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LATINOAMÉRICA Y COLOMBIA

Autor	Tema					Participantes			Habilidades
	1	2	3	4	5	A	B	C	
(Villaroel, 1999)	x		x			x	x		Creatividad
(Fuenmayor, 2000)	x			x					-
(Malaver <i>et al.</i> , 2004)	x		x	x			x		Creatividad
(Robledo, 2007)				x		x	x		Capacidad de investigación
(Ramírez <i>et al.</i> , 2008)	x		x	x		x			-
(Naranjo <i>et al.</i> , 2010)				x		x	x	x	Capacidad de investigación
(Ciampi <i>et al.</i> , 2011)	x	x		x		x	x	x	Creatividad
(Da Rocha Brito <i>et al.</i> , 2011)	x		x			x	x	x	Creatividad
(Ramírez <i>et al.</i> , 2011)	x			x		x			Creatividad
(Parra, 2012)				x		x	x		Creatividad
(Ávalos-Villareal, 2013)	x		x	x		x	x	x	Creatividad
Convenciones: Tema: 1- Desarrollo tecnológico; 2- Educación en tecnología; 3- Educación superior; 4- Innovación; 5- Telemática. Participantes: A- Universidad; B- Empresa; C- Gobierno. Fuente:									

La revisión de la literatura realizada, permitió presentar por temáticas de estudio, los temas tratados por los autores en sus investigaciones, y de igual modo conocer el estado actual del tema de investigación en la comunidad científica del área.

Adicionalmente, la búsqueda permitió conocer en profundidad un trabajo de investigación orientado específicamente a la educación en telemática en un programa de posgrado de la Universidad Metropolitana de Londres [6].

#### IV. DISCUSIÓN

A partir de la revisión sistemática de la literatura realizada a nivel mundial, en Latinoamérica y Colombia, se obtuvieron argumentos que fortalecen la importancia de la educación en tecnología en programas de posgrado en ingeniería, especialmente en el campo de la telemática para fomentar la innovación, el desarrollo tecnológico y el crecimiento económico de las regiones.

De igual modo, fue posible conocer en mayor detalle la opinión de los autores de los trabajos consultados en cuanto a temas que han cobrado importancia en el área de Educación en Ingeniería, las cuales están vinculados íntimamente con la Educación en Tecnología, a saber: (i) La necesidad de poner en marcha una reforma educativa en Ingeniería en programas de posgrado (al igual que en programas de pregrado en ingeniería); (ii) El cultivo y afianzamiento de habilidades y/o capacidades que deben poseer los ingenieros y; (iii) La necesidad de establecer alianzas entre Universidad-Empresa y Universidad-Empresa-Gobierno, para llevar a cabo procesos de innovación conjuntamente y garantizar que en la sociedad colombiana exista innovación y desarrollo tecnológico pertinente y adecuado al contexto.

En aspectos relacionados particularmente con el campo de la telemática, vale la pena resaltar el trabajo desarrollado por el autor Vaezi-Nejad que se titula “*Telematic education I: teaching, learning and assessment at postgraduate level*” [6] el cual es un referente para conocer en mayor detalle la forma en que el proceso enseñanza-aprendizaje es llevado a cabo en un Programa de Posgrado en Telemática.

#### V. CONCLUSIONES

El desarrollo de la revisión de la literatura en torno al tema denominado educación en tecnología como base para la innovación y el desarrollo tecnológico; permitió identificar los autores así como sus trabajos publicados en el área, los cuales brindan soporte a la necesidad de reorientar el papel de la educación en tecnología en los programas de posgrado en telemática en el país, y promover la innovación y el desarrollo tecnológico en dicho campo desde la educación.

#### REFERENCIAS

[1] D. C. Ramírez Martínez and O. F. Castellanos Domínguez, “Sistema I+D+i como marco referencial para fortalecer la innovación tecnológica en la investigación en ingeniería,” *I Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación*, 2008.

[2] J. Elster, “El cambio tecnológico: investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social,” (M. Mizraji, Trans.) Gedisa, 2000.

[3] J. López Cerezo, and P. Valenti, “Educación Tecnológica en el siglo XXI,” *Revista Polivalencia*, N° 8. Octubre - Noviembre, 1999. Recuperado el 26 de Noviembre de 2012 [Online]. Available: <http://www.oei.es/salactsi/edutec.htm>.

[4] *The Global Innovation Index 2013. The Local Dynamics of Innovation*. Retrieved 8 de Diciembre de 2013. [Online]. Available: <http://www.globalinnovationindex.org/content.aspx?page=GII-Home>

[5] Banco Mundial. (2013). Datos. Retrieved 26 de Noviembre de 2013 from El banco mundial, trabajamos por un mundo sin pobreza. [Online]. Available: <http://datos.bancomundial.org/indicador>

[6] S. Vaezi-Nejad, M. Cullinan and P. Bishop, “Telematics education I: Teaching, learning and assessment at postgraduate level,” *International Journal of Electrical Engineering Education*, 42 (2), 132-146, 2005.

[7] D. T. Parra Sánchez, “Orientaciones en educación en tecnología para el desarrollo tecnológico y la innovación en la educación superior colombiana dirigidas a un programa de posgrado en telemática,” Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Bucaramanga-UNAB, Colombia, 2014.

[8] UNESCO. (2013). Tesauro de la UNESCO. Retrieved 13 de 10 de 2013. [Online]. Available: <http://databases.unesco.org/thessp/>

[9] CTS+I, Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación. (2010). Retrieved 13 de Octubre de 2013. [Online]. Available: <http://www.oei.es/revistactsi/index.html>

[10] D. Keating, “An innovative strategy to integrate relevant graduate professional education for engineers in industry with continual technological innovation,” *ASEE Annual Conference Proceedings*, pp. 691-708, 1999.

[11] Y. Tao, “Assesing chinese engineering graduates’ abilities for problema-solving, scientific discovery and technological innovation – From a professoriate perspective,” *ASEE Annual Conference Proceedings*, pp. 997-1011, 2000.

[12] D. D. Dunlap, M. J. Aherne, D. A. Keating, T. G. Stanford and M. I. Mendelson, “Re-engineering higher education for responsive engineering and technology leadership,” *ASEE Annual Conference Proceedings*, pp. 8331-8342, 2001.

[13] S. Tricamo, “The importance to economic development of improved university-industry engagement in research and professional education,” *ASEE Annual Conference Proceedings*, pp. 6003-6008, 2002.

[14] D. Keating, “Enabling the U.S. engineering workforce to perform: building a culture for technological innovation and leadership in professional graduate engineering education,” *ASEE Annual Conference Proceedings*, pp. 4625-4636, 2004.

[15] A. McHenry, “Constructivism: the learning theory that supports competency development of engineers for engineering practice and technology leadership through graduate education,” *ASEE Annual Conference & Exposition*, 2005.

[16] D. Godfrey, “A new approach to teaching introduction to electrical engineering at the United States coast guard academy,” *ASEE Annual Conference & Exposition*, 2006.

[17] F. Azadivar, “Rewards and challenges of utilizing university research/economic development centers for enhancing engineering education,” *ASEE Annual Conference & Exposition*, 2007.

[18] W. Zheng, “Integration of cognitive instructions and problem/Project-based learning into civil engineering curriculum to cultivate creativity and self-directed learning skills,” *ASEE Annual Conference & Exposition*, 2009.

[19] N. Seery, “Maximising the impact of creative and innovative activities within the constraint of defined education structures,” *ASEE Annual Conference & Exposition*, 2010.

[20] R. Islam, “Engineering and technology education in Bangladesh: comparative study of the public and private universities for problems and prospects,” *ASEE Annual Conference & Exposition, Conference Proceedings*, 2012.

[21] C. Terkowsky, and T. Haertel, “Where have all the inventors gone? Fostering creativity in engineering education with remote lab learning enviroment,” *Proceedings of the 2013 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2013.

[22] C. Villaroel, “Educación en ingeniería: relación entre transferencia tecnológica y el desarrollo,” *Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Tarapaca*, 6, pp.19-24, 1999.

[23] R. Fuenmayor, “Sentido y sinsentido del desarrollo”. Universidad de Los Andes, Consejo de Publicaciones, 2000.

[24] F. Malaver Rodríguez and M. Vargas Pérez, “Hacia una caracterización de los procesos de innovación en la industria colombiana. Los resultados de un estudio de casos,” *Academia. Revista Latinoamericana de Administración* (33), pp. 5-33, 2004.

- [25] J. Robledo, "De los grupos consolidados de investigación a los sistemas dinámicos de innovación: el desafío actual del desarrollo científico y tecnológico colombiano," *Dyna*, 74 (152), pp. 1-7, 2007.
- [26] J. Naranjo, "La investigación en innovación en Colombia y México. Un análisis desde la difusión de revistas científicas," *Dyna* (162), pp. 191-203, 2010.
- [27] M. Ciampi, "Awareness of social impact of engineering: The task for engineering schools?," *ASEE Annual Conference & Exposition, Conference Proceedings*, 2011.
- [28] C. Da Rocha Brito, "The discussions after the Bologna process in Europe: The global engineer," *ASEE Annual Conference & Exposition, Conference Proceedings*, 2011.
- [29] D. Ramírez Martínez, O. Castellanos Domínguez and J. Rodríguez Devis, J. "Divulgación y apropiación del conocimiento en ingeniería: oportunidad para la innovación,". *Ingeniería e Investigación*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá , 31, pp. 63-73, 2011.
- [30] J. Parra Valencia, "Gestión de la Innovación en la Universidad. Un enfoque sistémico," *Editorial Académica Española*, 2012.
- [31] E. Ávalos-Villareal, "Technology policies for education systems,". *Proceedings of the 56th Annual Meeting of the ISSS-2012*, San Jose, CA, USA, 2013.