

EMPRESAS RESULTADO DE INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA EN LA INDUSTRIA 4.0 EN EL CARIBE COLOMBIANO¹

COMPANIES RESULT OF UNIVERSITY RESEARCH IN INDUSTRY 4.0 IN THE COLOMBIAN CARIBBEAN

Jesús Rafael Fandiño Isaza²
Alejandro Quiñonez-Mosquera³

Resumen

Este artículo analiza los factores institucionales que determina la creación de empresas resultado de investigación universitaria para estudiar la relación existente entre este tipo de empresas y la Industria 4.0. Mediante un estudio de correlación aplicado a los factores institucionales se establece si las empresas de base tecnológica Spin off universitarias (Ley 1838 de 2017) se aproximan con las de la industria 4.0. Los resultados revelan que los factores institucionales de las Entidades de Educación Superior son determinantes para constituir empresas desde procesos de investigación, pero no en la relación existente con la Industria 4.0. En conclusión, las empresas de base tecnológica categorizada por Colciencias desde la promulgación de la Ley 1838 de 2017 en la región Caribe no tienen todas las características de la industria 4.0.

Palabras clave: Desarrollo industrial, innovación científica, transferencia de tecnología, tecnología avanzada.

Abstract

This paper analyses the institutional factors that determine the creation of companies resulting from university research in order to study the relationship between this type of company and Industry 4.0. By means of a correlation study applied to institutional factors, it is established whether university spin-off technology-based companies (Law 1838 of 2017) are close to those of Industry 4.0. The results reveal that the institutional factors of the Higher Education Institutions are determinant for the constitution of companies from research processes, but not in the existing relationship with Industry 4.0. In conclusion, the technology-based companies categorized by Colciencias since the enactment of Law 1838 of 2017 in the Caribbean region do not have all the characteristics of Industry 4.0.

Fecha de recepción: Agosto de 2019 / Fecha de aceptación en forma revisada: Diciembre de 2019

¹ Este artículo está vinculado con el proceso de investigación del proyecto de Tesis del Doctorado en Economía y Empresa de la Universidad de Santiago de Compostela “Factores Determinantes para la Creación de Spin-Off Universitarias en Colombia” dirigido por el Doctor David Rodeiro-Pazos y Tutorado por la Doctora Sara Fernandez-Lopez. Adicionalmente está vinculado al Observatorio de Emprendimiento Universitario de la Red Universitaria de Emprendimiento (Reúne), de la Asociación Colombiana de Universidades (Ascun), está institucionalizado en la Universidad de los Llanos y es beneficiario de la Convocatoria Pasaporte a la Ciencia. La investigación contribuye con los retos país innovación social para el desarrollo económico y la inclusión productiva y educación de calidad desde la ciencia, la tecnología y la Innovación del foco Sociedad

² Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia. jesus.fandino@unad.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8232-0790>

³ Universidad de los Llanos, Colombia. gquinonez@unillanos.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3996-657X>

Keywords: Industrial development, scientific innovation, technology transfer, advanced technology.

Introducción

En los últimos años se ha visto como alternativa la creación de nuevas empresas por investigadores, como mecanismo de generación de valor a partir de la investigación científica denominado Spin-Off universitario (Castillo y Álvarez, 2015 p.3). Las Spin-off universitarias son “aquellas empresas basada en conocimientos, sobre todo aquellos protegidos por derechos de propiedad intelectual, gestados en el ámbito de las Instituciones de Educación Superior, resultado de actividades de investigación y desarrollo realizadas bajo su respaldo, en sus laboratorios e instalaciones o por investigadores vinculados a estas” (Ley 1838, 2017). Un aspecto a tener en cuenta es que desde la promulgación de la Ley Spin-off en el año 2017, Colciencias estableció como criterio que toda empresa de base tecnológica (EBT) registrada como producto de investigación puede ser clasificada como Spin-Off.

El interés del estudio se prioriza desde la puesta en marcha de proyectos empresariales (Spin-Off) por las universidades en Colombia como mecanismo para transferir resultados de la investigación pública al sistema económico (Castillo y Álvarez (2015, p.5). El incremento de creación de empresas de base tecnológica en el seno de las universidades, especialmente las Spin-Off universitarias, se ha convertido en los últimos años en uno de los mecanismos más eficaces de transferencia de resultados de investigación y tecnología desde los centros de investigación universitarios al sector productivo (Iglesias, Jambrino, y Peñafiel, 2012. p.240). Afirma Iglesias et al. (2012, p.241) que el objetivo de las Spin-Off es transformar los resultados y conocimientos de la investigación en productos y tecnologías de alto valor añadido y a través de cuya actividad de I+D e innovación se produce un desarrollo empresarial y un crecimiento económico que incide sobre la mejora competitiva del sector productivo en su conjunto.

De igual manera, este trabajo es uno de los primeros que busca las relaciones existentes entre las empresas de base tecnológica tipo Spin off y las industria 4.0, ya que en el sistema universitario colombiano se crearon 542 empresas tipo Spin-off universitarias como resultado de investigaciones realizadas en las instituciones de educación superior de acuerdo al reporte oficial de las convocatorias de Colciencias en 2017, destacando que 152 se generaron en la región Caribe que representan el 28% del país, clasificadas como empresas de base tecnológica (EBT) e industrias creativas y culturales (ICC). Una aproximación a la relación existente entre las empresas de base tecnológica (EBT) tipo Spin Off en la industria 4.0, está supeditado a las características o peculiaridades que les confieran una compatibilidad con las organizaciones 4.0, por ser consideradas objetivo de interés para la investigación científica, por la aplicación masiva de nuevas tecnologías, implantación de redes tecnológica de producción inteligente, para que máquinas, dispositivos y sistemas colaboren entre sí, con el fin de fusionar el mundo real y virtual en las empresas (Castresana, 2016. p.12), al igual que las Spin-Off cuyas prioridades de investigación son la biotecnología y las TIC (Iglesias et al.,2012, p.242).

Finalmente, el trabajo de investigación tiene como objetivo comprobar la relación existente entre las empresas producto de resultados de investigación universitaria y las de industria 4.0 a partir del análisis de los factores institucionales y las características entre estas empresas detectadas en la región Caribe Colombia, según el reporte de Colciencias en 2017.

Las empresas resultado de investigación universitaria: reflexiones teóricas

Desde la entrada en vigencia de la Ley 1838 de 2017, las empresas resultado de investigación universitaria tomaron relevancia en Colombia, porque su fin es que se propenda por la creación de empresas de base tecnológica (Spin Offs) para la transferencia de conocimiento a la sociedad como factor de desarrollo humano, científico, cultural y económico. Al respecto, Laranja y Fontes (1998) citados por March & Mora (2007, p. 101). consideran a las empresa de base tecnológica (EBT) como “empresas independientes (principalmente propiedad de los fundadores), creadas por un pequeño equipo con una sólida formación en ciencias e ingeniería, involucrados en el desarrollo, aplicación o explotación comercial de una idea innovadora basada en know-how tecnológico”, mientras que una Spin off según Steffensen, Rogers & Speakman, (2000); Clarysse & Moray, (2004) citados por Jiménez et al (2013, p. 2), es una nueva empresa que surge de otra mayor, formada por empleados de la organización matriz y por una tecnología central que es transferida de la organización matriz, que en el caso de las spin-offs académicas puede ser un laboratorio de I+D o una universidad. De acuerdo con (Miranda, Chamorro-Mera, y Rubio, 2017 P:113) Las spin-off académicas se consideran un instrumento importante debido a su contribución a la generación de empresas, creación de empleos, su contribución a mantener el equilibrio del sistema económico, así como su influencia positiva en procesos innovadores

Las empresas que surgen de Universidades ayudan a transferir el conocimiento y la tecnología al mundo empresarial, buscando la aplicación directa en los procesos productivos e incluso, la comercialización, son empresas que permiten capitalizar la investigación académica, traduciéndola en valor empresarial y cuyo objetivo es difundir y aprovechar el conocimiento vinculándolo con el entorno (Tamayo, 2011, p. 42). En Europa, “el número de spin-off académicas ha aumentado por los efectos positivos de la interacción del sistema universitario y el sector empresarial, el desarrollo de políticas de apoyo y de instrumentos de soporte para la creación, la consolidación y el desarrollo de las empresas de base tecnológica - EBT, clasificación en la que se encuentran las Spin-off académicas en el marco de la Unión Europea (Iglesias, Jambrino & Peñafiel, 2012, p.241). Rodríguez-Gulías, Rodeiro-Pazos, y Fernández-López afirman al respecto del interés en el tema que el aumento en el número de uso ha sido apoyado por el gobierno público y tomadores de decisiones universitarias basados en la creencia de que este tipo de emprendimiento puede contribuir a la economía del conocimiento en mayor medida que otros tipos de empresas (2016).

“Rasmussen y Borch (2010), plantean que la capacidad de las universidades para crear Spin-off es dependiente de la trayectoria, como un resultado probable de una tasa de creación históricamente alta y de condiciones regionales favorables” (Jiménez et al, 2013, p. 2). Las universidades juegan un papel importante en la creación de nuevas empresas en sus campus o en sus alrededores. (Hallam et al 2017:14). Diversos autores consideran que la misión, la historia y la cultura de la universidad favorece la creación de empresas (Aceytuno y de Paz 2008:103). Las políticas de soporte desde la universidad contribuyen positivamente a la formación de spin-off (Rodeiro et al 2007:19) y vale la pena profundizar desde el punto de vista de la ciencia administrativa sobre el desencadenamiento de las políticas a través de reglamentos y procedimientos específicos.

Los factores institucionales que explican la creación de spin-off son artículos científicos publicados, número de patentes, antigüedad de la universidad, tipos de estudios, número de alumnos por profesor (Gonzales y Álvarez, 2006). Otros componentes determinantes son la calidad de los investigadores, las estrategias de apoyo a la creación de spin-off, las Oficinas Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), la procedencia y cuantía de los fondos para el

emprendimiento, la existencia de incubadora, la misión de la universidad y, la cultura, tradición e historia de la universidad (Monge, Briones y García, 2012). Por su parte, Ramaciotti y Rizzo (2015) establecen como determinantes los recursos para la investigación, las políticas universitarias, la experiencia de la universidad, la producción científica y las características del contexto. Así mismo (Sansone et al. 2019) consideran 5 determinantes, a saber, Factores personales, Factores Financieros, Factores Organizacionales, Factores culturales y Factores políticos y del ecosistema.

Los factores establecidos que facilitan la creación de empresas resultados de investigación son las características institucionales de las universidades, el enfoque misional, la historia, la tradición y su orientación. Otro condicionante es el presupuesto disponible destinado a la investigación, a la transferencia de conocimiento, a los procesos de apoyo al emprendimiento y a transferencia de resultados de investigación como la normatividad que regula la calidad de la investigación y al tipo de contratación y dedicación de los docentes.

Aproximación de empresas resultado de investigación en la Industria 4.0 de la región Caribe colombiana

Las empresas resultado de investigación, denominadas de base tecnológica spin-off deberán ser articuladas con los planes regionales de competitividad siempre y cuando estas se originen en Instituciones de Educación Superior (Ley 1838, 2017). Este tipo de compañía tienden a relacionarse con las universidades, institutos o centros de investigación, donde se desarrollan tecnologías en áreas de conocimiento similares a las que requieren para su desarrollo y actualización tecnológica (Castellanos, 2007).

La relación universidad y entorno es un factor fundamental para las empresas resultado de investigación porque ha cobrado importancia la función de extensión universitaria, también llamada tercera misión de las universidades, la cual busca relacionar la universidad con su entorno, es decir, con la sociedad, las empresas y el Estado, con el propósito de establecer acciones colaborativas que permitan responder a las necesidades reales de estos actores (Morales, Pineda, Ávila, 2012).

Al respecto Morales et al (2012), señalan el caso de los países industrializados, donde existe una tendencia creciente a desarrollar alianzas estratégicas entre empresas y otras organizaciones, con universidades, y a generar leyes y normatividades que sirvan de marco para poder realizar estas actividades. En este mismo sentido, destacan que las principales estrategias y mecanismos de vinculación universidad-entorno son spin off, las oficinas de transferencia de tecnología (OTRI), las incubadoras de empresas, los parques científicos y tecnológicos las políticas institucionales y nacionales, entre otros.

Los datos analizados anteriormente y la puesta en vigencia de la Ley 1838 de 2017, muestran como las empresas de base tecnológica spin off pueden estar relacionadas con la Industria 4.0 de la región Caribe de Colombia, debido a que “la creación de nuevas formas de transferir tecnologías es una de estas formas, como el desarrollo de empresas de base tecnológica originadas en las universidades, o también llamadas Spin-off (Lengnick et al., 1992 citado por Soto, 2010. P.4). Así mismo, demuestra Soto (2010, p.4), que la creación de estas empresas, que generalmente son de alta tecnología, representa una gran fuente de riqueza para un país y para una institución académica o universitaria, pero su proceso de creación es de alta complejidad, debido a que la producción del conocimiento para el desarrollo de la tecnología es generada en instituciones netamente académicas, sin ningún enfoque empresarial.

Ahora bien, en el campo empresarial se espera un cambio de orientación del producto al servicio, incluso en las industrias tradicionales, donde se puede anticipar la aparición de nuevos tipos de empresas que adopten nuevos roles específicos dentro del proceso de fabricación o de la red de creación de valor” (Lasi, et al, 2014, p. 239). El término "Industria 4.0" describe los diferentes cambios en los sistemas de fabricación, principalmente impulsados por las tecnologías de la información. Estos desarrollos no sólo tienen implicaciones tecnológicas, sino también organizativas versátiles (Scheer, 2012). Lo que confirman, Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017), que la Industria 4.0, tiene por objeto crear fábricas inteligentes en las que las tecnologías de fabricación se actualizan y transforman mediante sistemas ciberfísicos (CPS), la Internet de los objetos (IOT) y la computación en la nube.

Los nuevos y perturbadores modelos de negocio están evolucionando en torno a estos elementos de la Industria 4.0” (Stock & Seliger, 2016). El aporte, de la Industria 4.0 es doble, en primer lugar, por primera vez se predice una revolución industrial a priori, no observada, antes que sucediera que ofrece varias oportunidades para que las empresas y los institutos de investigación configuren activamente el futuro. En segundo lugar, se supone que el impacto económico de esta revolución industrial es enorme, ya que Industrie 4.0 promete un aumento sustancial de la eficacia operativa, así como el desarrollo de modelos de negocio, servicios y productos completamente nuevos (Hermann, & Otto, 2016).

La convergencia de la producción industrial y de las tecnologías de la información y la comunicación, denominada Industrie 4.0”, según Hermann, & Otto (2016), se ha convertido en una prioridad para muchos centros de investigación, universidades y empresas, es de destacar la relación de las spin-off universitarias y la industria 4.0 existente en la región caribe de Colombia (Tabla 1).

Tabla 1. Características de industria 4.0 y empresas de base tecnológica.

Industria 4.0	Empresa de Base tecnológica (EBT)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción de nuevas tecnologías en la industria para la transformación de sus procesos en sistemas altamente flexibles y eficientes. ▪ Introducción de las tecnologías internet en la industria. ▪ Introducción del Internet de las cosas dentro de los procesos de producción y logística de la compañía. ▪ Industrias con capacidad transformadora que supone la interconexión de máquinas, productos, proveedores y consumidores. ▪ Empresas orientadas a la necesidad de adaptarse y cambiar hacia un modelo industrial en el que la innovación sea colaborativa, los medios productivos estén conectados, las cadenas de suministro estén integradas y los 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Negocios independientes capaces de dar origen a nuevas industrias. ▪ Negocios propios independientes orientados a la explotación de un invento o innovación tecnológica, lo que implica asumir riesgos tecnológicos considerables. ▪ Pymes que transfieren e introducen nuevos productos en nuevos mercados mediante aplicación de nueva tecnología. ▪ Micro-empresas innovadoras que desarrollan innovaciones tecnológicas en procesos y en productos. ▪ Compañías emprendedoras independientes que desarrollan, transfieren y/o comercializan tecnología avanzada.

canales de distribución y atención sean digitales.

- Empresas con capacidad de almacenar información de documentos y conocimientos sobre si mismos fuera de los objetos físicos en la red actualizables permanentemente.
 - Objetos de datos forman una base de conocimiento para aplicaciones diversas.
 - Nuevas tecnologías digitales permiten la hibridación entre el mundo físico y el digital, es decir, posibilitan la vinculación del mundo físico (dispositivos, materiales, productos, maquinaria e instalaciones) a la digital (sistemas).
 - Nuevos modelos de negocios, servicios y productos individualizados.
 - Las empresas van a pasar de vender productos a vender productos y servicios digitales.
 - Las empresas industriales pueden pasar de vender productos a vender resultados.
 - Empresas orientadas a ofrecer plataformas integradas para controlar la relación con el cliente integrando datos y servicios de terceros para ofrecer al cliente un servicio integral y para que otros trabajen sobre estas.
 - Los datos será un nuevo activo valioso para las empresas industriales por el conocimiento generado a partir de estos.
- Transfieren conocimiento científico y tecnológico a sus nuevos productos y servicios.
 - Llevar a cabo ideas empresariales que las empresas ya existentes con frecuencia no contemplan.
 - Generar nuevas aplicaciones que a menudo permiten otros desarrollos tecnológicos claves.
 - Son empresas muy pequeñas, que ocupan poco personal y producen bienes y servicios con alto valor agregado y, por otro lado, su mayor tendencia a tejer vínculos con universidades e institutos o centros de investigación.
 - Las EBTs muestran una fuerte orientación tecnológica y un recurso humano especializado, proveen productos y servicios con un contenido altamente tecnológico, lo cual hace que las relaciones con instituciones de investigación y otras empresas-especialmente grandes empresas.
 - Se crea una EBTs como una spin-off o como una empresa independiente para explorar nuevas soluciones tecnológicas.

Fuente: Drath & Horch, (2014, p.p. 56–58), López & Escudero, (2016, p.p.109-123), Buisán & Valdés, (2017, p.p. 89-100), March & Mora, (2007, p.p. 97-120).

Método

El tipo de investigación es descriptiva y correlacional (Bernal, 2010) con enfoque mixto (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), en el que se describieron los factores institucionales determinantes en la creación de empresas resultados de investigación denominadas Spin Off universitarias existentes en la región Caribe de Colombia.

Se aplicó un instrumento cuantitativo (Encuesta) con 22 preguntas, que profundizó los aspectos que tiene relación con la aparición de Spin-off, como número de facultades, enfoque de la universidad, misión de la universidad, presupuesto, recursos disponibles para la transferencia de

resultados de investigación, existencia de políticas, reglamentos y procedimientos en esta área, la existencia de una oficina de transferencia de conocimiento (OTRI), el perfil del equipo y la dedicación del personal de la OTRI, el número y formación de los docentes entre otros.

La población y muestra fueron 29 Instituciones de Educación Superior localizadas en los departamentos que integran la región Caribe de Colombia, afiliadas formalmente a Red Universitaria de Emprendimiento REUNE de la Asociación Colombiana de Universidades ASCUN.

El procedimiento utilizado en la investigación fue el envío de la encuesta en formato Word a los rectores de las IES y el link de la encuesta en línea para que los responsables de emprendimiento de las universidades asociadas a REUNE ASCUN la respondieran sobre los factores institucionales determinantes en la creación de empresas Spin Off en Colombia.

La información recabada permitirá establecer valores descriptivos, correlacionales y análisis multinivel entre las características y factores institucionales de las universidades que determinan la creación de spin-offs. De esta manera se podrán establecer los elementos preponderantes en las diferentes universidades, así como los elementos comunes en la creación de spin-off y en las características de la industria 4.0, lo que llevó a la aplicación de la encuesta en línea a las 29 universidades que conformó la muestra de estudio.

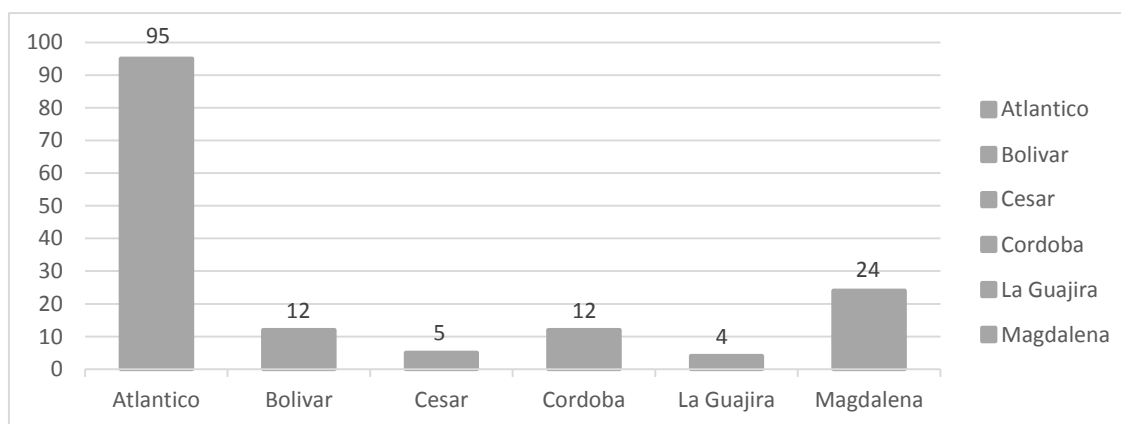
El tratamiento de la información estadística se realizó con apoyo del software Excel y en SPSS, entre tanto que el análisis de los datos cualitativos se efectuó con el apoyo de ATLAS- TI.

Resultados

Empresas resultado de investigación universitaria existentes en la Región Caribe

La ley 1838 de 2017 definió la ruta para el fomento y creación de empresas Spin-off universitarias como resultados de las investigaciones realizadas en los centros de educación superior en Colombia. Colciencias en 2017 registró 542 empresas tipo Spin-off, de las cuales 152 son generadas por instituciones de educación superior de la región caribe que representan 28% del país. En el análisis de datos de las empresas reportadas por los grupos de investigación tipo Spin-off existente en la región caribe se tiene que Atlántico lidera con 95 (62%), Magdalena con 24 (16%), Bolívar y Córdoba con 12 cada uno (8%) y finalmente Cesar con 5 (3%) y la Guajira con 4 (3%). (Ver Figura 1).

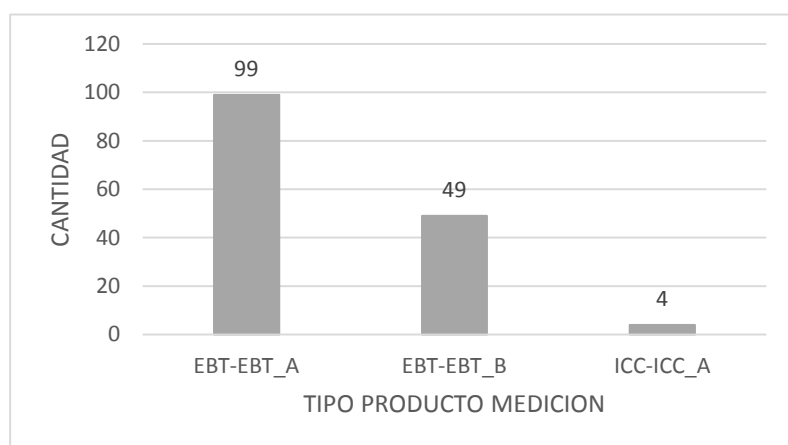
Figura 1. Número de Spin-off universitarias reportadas por Colciencias en la Región Caribe.



Fuente: Colciencias (2017)

Según los criterios de clasificación de Colciencias para la creación de organizaciones enfocadas en el desarrollo tecnológico, de transferencia tecnológica y la innovación, hay 99 que son Empresas de Base Tecnológica EBT-EBT_A (65,13%), 49 son EBT-EBT_B (32,24%) y 4 son Industrias Creativas y Culturales ICC-ICC_A (2,63%) (Ver Figura 2).

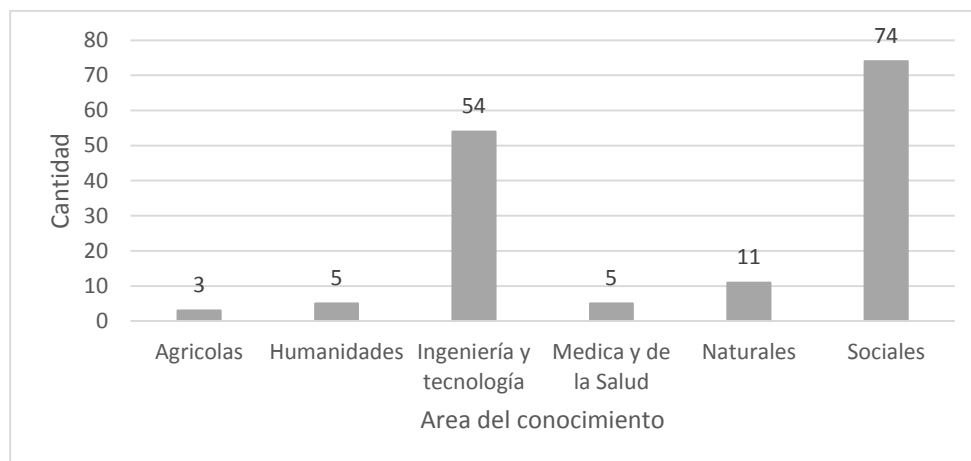
Figura 2. Tipo Spin-off universitarias Producto Medición Colciencias Región Caribe.



Fuente: Colciencias (2017)

El área del conocimiento, en el modelo de la Organización para la cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) de los grupos de investigación que reportan Spin-off Universitarias, 74 son de resultados en investigación de Ciencias Sociales, 54 de Ingeniería y tecnología, 11 de Ciencias Naturales, 5 de Humanidades y de Medicina y de la Salud, 3 son Agrícolas. (Ver Figura 3).

Figura 3. Tipo Spin-off universitarias Producto Medición Colciencias Región Caribe.



Fuente: Colciencias (2017)

El primer paso para el análisis de los factores institucionales que permiten la creación de Spin Off universitarias en la región caribe colombiana y la relación existente con la industria 4.0 fue revisar y depurar la base de datos de Colciencias reportada por los grupos de investigación y contrastarla con la información reportada por las universidades, con lo que se identificaron las 152 empresas de este tipo. El primer nexo encontrado es que las Spin Off reportadas por área del conocimiento según Colciencias son originadas en grupos de Investigación de Ciencias Sociales (48,68%) y de Ingeniería y tecnología (35,53%); y en la investigación se estableció que las facultades que más predominan en la región Caribe son de Ciencias Sociales y Jurídicas (47%) y de Ingeniería y Tecnología (27%).

El segundo paso era conocer si las IES de la región caribe cuentan o establecieron una política, reglamento o proceso institucional a partir de cinco criterios de medición (no, iniciado proceso, terminado proceso, si y Ns/Nr) que sirvieron para realizar un análisis mediante tabla dinámica en Excel. Después de organizados los datos se obtuvo que el 58,62% no sabe o no responde sobre la existencia de políticas, reglamentos o proceso de creación de empresas, de transferencia del conocimiento, tecnología o resultados de investigación, de propiedad intelectual, de explotación de licencias o de generación de patentes.

En cuanto a las IES que cuenta con normatividad, el 27,59% cuenta con política y reglamento institucional de propiedad intelectual, el 17,24% cuenta con política institucional de transferencia del conocimiento, tecnología o resultados de investigación y generación de patentes, además de proceso de propiedad intelectual. De igual manera, el 13,79% tienen políticas institucionales de explotación de licencias y de generación de regalías de resultados de Investigación, también de un reglamento institucional para creación de empresas, generación de patentes; finalmente procesos de Transferencia del conocimiento, tecnología o resultados de investigación y generación de patentes.

El 20,69% han iniciado el proceso para contar con política y reglamento institucional de transferencia del conocimiento, tecnología o resultados de investigación, mientras que el 17,24% inicio el proceso para definir política institucional de creación de empresas, explotación de licencias y proceso de propiedad intelectual. Solo el 17,24% no cuenta con reglamento institucional de explotación de licencias y el 13,79% no tiene reglamento institucional de generación de patentes. El tercer aspecto analizado está relacionado con la infraestructura de la IES de apoyo a la transferencia de resultados de investigación a través del emprendimiento por parte de las IES en la región caribe, se resalta que en promedio el 50% a iniciado o terminado un proceso para contar con una oficina de transferencia de resultados de investigación o de tecnología, destinado fondos para prueba de concepto o de productos resultados de investigación y el 54% cuenta con fondos de capital semilla para el apoyo a las nuevas empresas; además que el 28% de las IES tienen parque tecnológico, aceleradoras de empresas e incubadoras de empresas con un promedio del 46%. Pero es de resaltar que el 38% de las IES no cuenta con centro de emprendimiento.

De acuerdo con el sistema de normas, las IES en la región Caribe contemplan procedimientos de actuación o regulación para la creación de Spin-off en un promedio del 48%, para la creación de Startup el 43%, otro tipo de empresas 37%. En cuanto a procedimientos o regulación de patentes, licencias, regalías y contratos de transferencia de conocimiento o tecnología el 42% de las IES cuenta con estos.

En el cuarto paso se identificaron las Spin Off universitarias existente en la región caribe (Tabla 2), en la se relacionan las 94 reportadas por las IES, de las cuales, el 74% se han creado en las universidades, 20% en alianzas con otras universidades y el 6% son generadas en la relación

universidad - empresas. De las Spin-Off reportadas con mayor cantidad por las IES, se destaca la Corporación Universidad de la Costa CUC con 52%, en alianza de universidades se resaltan la Corporación Universidad de la Costa CUC con la Universidad Simón Bolívar con 16% y la Corporación Universidad de la Costa CUC y la Universidad Autónoma del Caribe Spin-Off.

Tabla 2. Tipologías de creación las Spin-off IES Región Caribe.

Tipo según creación	Cantidad de Spin Off
Individual (Universidad)	69
Alianza Universidades	19
Alianza Universidad - Empresa	6

Fuente: Elaboración propia.

El quinto aspecto analizado era la relación de la actividad económica de las empresas spin-off con las características de las empresas de base tecnológica (EBT) y las industrias creativas y culturales (ICC) teniendo en cuenta el código de Clasificación de Actividades Económicas (CIU). En este sentido, el 11% son EBT (Código 6201) de desarrollo de sistemas informáticos de planificación, análisis, diseño, programación, pruebas, el 3% (Código 6209) están dedicadas a otras actividades de tecnologías de información y actividades de servicios informáticos, el 6% (Código 7490) son otras actividades profesionales, científicas y técnicas n.c.p., y el 3% (Código 7410) en actividades especializadas de diseño. Las Industrias creativas y culturales están representadas en un 2% (Código 9004 y 9007) en actividades de creación audiovisual y de espectáculos musicales en vivo (Tabla 3).

La última inscripción de las empresas en las Cámaras de Comercio se registra entre los años 2017 al 2019.

Tabla 3. Actividad económica de las spin-off en la región caribe.

Actividad Económica CIU	Código CIU	Total Empresas	%	Ultimo año Inscripción Cámara de Comercio
Desarrollo de sistemas informáticos (planificación, análisis, diseño, programación, pruebas).	6201	10	11%	2017-2019
Otras actividades de tecnologías de información y actividades de servicios informáticos.	6209	3	3%	2017-2019
Otras actividades profesionales, científicas y técnicas n.c.p.	7490	6	6%	2017-2019
Actividades especializadas de diseño.	7410	3	3%	2017-2019
Creación audiovisual	9004	2	2%	2017-2019
Actividades de espectáculos musicales en vivo.	9007	2	2%	2017-2019

Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, al revisar las características de las 94 empresas de base tecnológica tipo Spin off universitarias reportadas por las Instituciones de Educación Superior muy pocas muestran uso de nuevas tecnologías, debido a que solo 4 empresa cuenta con página web, 7 cuenta con página en Facebook y solo 16 registran correo electrónico. Los aspectos anteriores, contradicen las cualidades de las EBT que para su gestión se apoya en nuevas tecnologías y utilizan de forma intensiva el conocimiento científico y tecnológico, por su parte las empresas en la Industria 4.0 se califican por la introducción de las tecnologías internet en la industria para la interconexión de herramientas y procesos mediante el uso de aplicaciones diversas.

Discusión

Este artículo facilita una comprensión de la relación existente entre las empresas de base tecnológica Spin-Off y las Industrias 4.0 en la región Caribe, estableciendo los factores institucionales determinantes en su creación e identificación. Específicamente, se examinó el número de facultades, programas de pregrados y posgrados por áreas de conocimiento, nivel de formación docente, factores institucionales para transferencia de resultados de investigación (TRI), normas y procedimientos de actuación para regulación la creación de empresas y las empresas tipo Spin-Off reportadas por las IES.

Se encontró que cuando las IES definen normas y procedimientos para regular la creación de empresas y la transferencia del conocimiento, tecnología o resultados de investigación estimula a los docentes a presentar proyectos a convocatoria para crear empresas de base tecnológica (EBT) de acuerdo con datos oficiales de Colciencias (2017). Lo que coincide con lo propuesto por Iglesias, Jambrino & Peñafiel, (2012, p.241) de que “el número de spin-off académicas ha aumentado por los efectos positivos de la interacción del sistema universitario y el sector empresarial, el desarrollo de políticas de apoyo y de instrumentos de soporte para la creación, la consolidación y el desarrollo de las empresas de base tecnológica - EBT, clasificación en la que se encuentran las spin-offs académicas en el marco de la Unión Europea”. Este hallazgo difiere en primera instancia de Fini et al de que la implementación de nuevos marcos institucionales para aumentar la creación de spin-off tiene un efecto, pero esto el efecto parece ser más simbólico que sustantivo (2017:385).

De este modo, la relación existente entre las empresas de base tecnológica (EBT) que surgen en los sectores de informática, biotecnología, robótica, mecánica fina y la empresas resultados de investigación universitarias (Spin Off), es lo presentado en el trabajo de Almario y Vasconcellos (2001) citado por Castellano (2007) que permite identificar los elementos de relación con las Industria 4.0 porque se crean empresas inteligentes en las que las tecnologías de fabricación se actualizan y transforman mediante sistemas ciberfísicos (CPS), la Internet de los objetos (IOT) y la computación nube, hoy presente en algunas industrias de la región caribe colombiana.

De la relación teórica entre las empresas producto de investigaciones universitarias (EBT Spin Off) con la Industria 4.0, se tiene a partir de la investigación de Drath & Horch (2014). *Industrie 4.0: Hit or Hype?*, donde destaca que el concepto industria 4.0 está presente en las convocatorias de proyectos financiados con fondos públicos y cuentan actualmente con el apoyo de 200 millones de euros de los organismos de financiación del gobierno y Ministerio de Educación e Investigación de Alemania. Lo anterior, se correlaciona con la proporción de creación de empresas de base tecnológica tipo Spin-Off universitarias reportada de las convocatorias de Colciencias (2017) con fondos públicos del gobierno de Colombia.

Entre los hallazgos más importantes en la creación de empresas resultados de investigación universitarias es que son producto de alianzas con otras universidades, fundaciones o empresas, lo que concuerda con la teoría de Hermann, & Otto (2016), en su trabajo *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*, donde establecen que “la convergencia de la producción industrial y de las tecnologías de la información y la comunicación que se ha convertido en una prioridad para muchos centros de investigación, universidades y empresas por las múltiples contribuciones de académicos y profesionales para que este concepto sea más claro, sin embargo aclaran los autores que una comprensión generalmente aceptada de Industrie 4.0 no se ha publicado hasta ahora y que esto impide la investigación científica, ya que cualquier estudio teórico requiere una sólida base conceptual y terminológica.

Los resultados indican que las nuevas empresas productos de investigaciones universitarias son empresas de base tecnológicas (EBT) tipo Spin off, según la categorización de Colciencias en 2017, que marcan las pautas del dinamismo tecnológico y de los procesos de conocimiento de la Industria 4.0, en razón a que las empresas reportadas por las Instituciones de Educación Superior, registradas en las Cámaras de Comercio de la región Caribe y de acuerdo a la Clasificación de Actividades Económicas (CIIU), se dedican a actividades de desarrollo de sistemas informáticos, otras actividades de tecnologías de información y actividades de servicios informáticos, además de actividades especializadas de diseño y de otras actividades profesionales, científicas y técnicas n.c.p., sin embargo muy pocas de las empresas estudiadas para su gestión se apoya en nuevas tecnologías como páginas web, páginas en redes sociales como Facebook y correo electrónicos por lo que se infiere la necesidad de profundizar en estos hallazgo a nivel industrial que indiquen si los nuevos emprendimientos descubierto en la investigación son industrias de la cuarta revolución en la región caribe de Colombia.

Conclusiones

En este artículo, se reconoce la importancia de la relación existente entre las Empresas de Base Tecnológica (EBT) tipo Spin Off universitarias y la Industria 4.0, en el contexto de nuevos emprendimientos en la región caribe, por lo que se puede afirmar que las empresas EBT y las Spin Off tienen algunas características tecnológicas con nexos con las actividades de las nuevas empresas del sector industria 4.0.

Los factores institucionales de normativa que regulan y determinan la creación de empresas universitarias a partir de resultados de investigación realizan transferencia de conocimiento, tecnología o resultados de investigación orientados a la innovación en nuevas empresas de base tecnológica, generadas de forma individual o en alianza con otras universidades o con empresas, lo que hoy es primordial para adaptarse a los retos de la cuarta revolución industrial.

En esta primera fase de la investigación se destaca que las universidades o centros de investigación deben aprovechar los factores institucionales ya establecidos o en proceso de terminación para explotar los cambios a los que estarán expuestas las empresas por el fenómeno de la industria 4.0 y con los cuales se podrá aportar a una región más innovadora.

Los esfuerzos de las IES a partir de la ley que regula la creación de Spin-Off como empresas de base tecnológica deben estar representados en productos y servicios más innovadores, con el fin de tener una relación más estrecha entre las empresas Spin-Off y la industria 4.0. En resumen, los resultados de la investigación aclaran la relación existente entre tipos de empresas a partir de la incorporación de nuevas tecnologías e intercambio de información de forma masiva con el uso del internet para la adquisición de conocimiento

procesos externos e internos que mejore la producción y la innovación de nuevos emprendimientos que merecen un análisis más profundo porque al analizar las universidades reportadas por las Instituciones de Educación Superior muy pocas muestran uso de nuevas tecnologías como página, página en redes sociales como Facebook y correo electrónicos, que muestra unas diferencias perceptivas frente al dinamismo tecnológico de la industria 4 en la región Caribe de Colombia.

Referencias bibliográficas

- Aceytuno, M.T., & Paz, M.A. (2008). La creación de spin-off universitarias: el caso de la Universidad de Huelva. *Economía Industrial*. N° 368, págs. 97-111. Recuperado de <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/10810>
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la Investigación*. Tercera Edición. (p.p. 110-123). Bogotá: Pearson Educación.
- Buisán, M. & Valdés, F. (2017). La Industria Conectada 4.0. *Revista de Economía ICE*. (898), 89-100. Recuperado de <https://circulodeempresarios.org/transformacion-digital/wp-content/uploads/PublicacionesInteres/01.ICE%20898.pdf>
- Castellano, Oscar (2007). *Gestión Tecnológica: De un enfoque tradicional a la inteligencia* (248-261). Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/2081/1/Gestion.pdf>
- Castresana, C. (2016). *Industria 4.0*. Universidad de la Rioja. Recuperado de https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE002004.pdf
- Castillo, M. y Álvarez, A. (2015). La Transferencia de Investigación en Instituciones de Educación Superior Mediante Spin-Off. Recuperado de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/aie/v15n3/1409-4703-aie-15-03-00523.pdf>
- Congreso de Colombia. (6 de julio de 2017). Ley Spin-Off. [Ley 1838 de 2017]. Recuperado de <http://www.spinoffcolombia.org/ley-spin-off/>
- Consejo Privado de Competitividad (2017). Índice Departamental de Competitividad 2017, Recuperado de https://compite.com.co/wp-content/uploads/2017/11/CPC_IDC_2017-7-Nov.pdf
- Consejo Privado de Competitividad (2018). Índice Departamental de Competitividad 2018, Recuperado de https://compite.com.co/wp-content/uploads/2019/03/LIBRO-CPC_IDC_2018_WEB.pdf
- COLCIENCIAS (2016, octubre). HACIA-UNA-HOJA-DE-RUTA-SPIN-OFF.pdf. Recuperado 20 de abril de 2017, a partir de <http://www.spinoffcolombia.org/wp-content/uploads/2016/07/HACIA-UNA-HOJA-DE-RUTA-SPIN-OFF.pdf>
- Colciencias (2017). Estadísticas Generales Grupos e Investigadores. Recuperado de <https://www.colciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/estadisticas-generales>
- Drath, R., & Horch, A. (2014). Industrie 4.0: Hit or Hype? [Industry Forum]. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 8(2), 56–58. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/6839101>
- Fernández, J. (2017). La industria 4.0: Una revisión de la literatura. Recuperado de <http://fundacioniai.org/actas/Actas3/Actas3.25.pdf>
- Hallam, C., Novick, D., Gilbert, D, J., Frankwick, G, L., Wenker, O., & Zanella, G, (2017), Academic Entrepreneurship and the Entrepreneurial Ecosystem: The ut Transform Project, 23(1), 14.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. 2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS).

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación. Sexta edición. (p.p. 531-586). México DF: McGraw Hill Educación.
- Iglesias, P., Jambrino, C. y Peñafiel, A. (2012). Caracterización de las Spin-Off universitarias como mecanismo de transferencia de tecnología a través de un análisis clúster, *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 21(3), 240-254. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1019683812000054>
- Jiménez, C., Maculan, A., Otálora, I., Moreira, R. y Castellano, O. (2013). Reflexiones sobre los mecanismos de transferencia de conocimiento desde la universidad: el caso de las Spin-offs. Memorias del XV Congreso Latino – Iberoamericano de Gestión Tecnológica (pp. 1- 16). Oporto: Altec. Recuperado de http://www.altec2013.org/programme_pdf/1119.pdf
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242.
- López, J., & Escudero, V. (2016). Economía Aragonesa (p.p.109-123): Zaragoza, Ibercaja Banco S.A. Recuperado de <https://www.ibercaja.com/servicio-de-estudios/revista-de-economia-aragonesa/numeros-publicados>
- March, I. & Mora, R. (2007). Creación de Empresas de Base Tecnológica: Factores de éxito y fracaso. *Revista de Contabilidad y Dirección*, 5, 97-120 Recuperado de https://accid.org/wp-content/uploads/2018/09/RCD5_castellano_97.pdf
- Ministerio de Educación Nacional, (2017), Listado General de Instituciones de Educación Superior, Recuperado de https://snies.mineducacion.gov.co/firmas/cna/xml/rep_ies.html
- Miranda, Francisco Javier, Antonio Chamorro-Mera, y Sergio Rubio. 2017. «Academic Entrepreneurship in Spanish Universities: An Analysis of the Determinants of Entrepreneurial Intention». *European Research on Management and Business Economics* 23(2):113-22.
- Monge, M., Briones, A, & García, D, (2012), Factores determinantes de la creación de las Spin Off académicas: caso del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica: Scielo. 27(46), 23–38 <http://www.scielo.org.co/pdf/cuadm/v27n46/v27n46a03.pdf>
- Morales, M., Pineda, K., & Avila, K. (2012). Organizaciones innovadoras a partir de la interacción con la universidad: casos exitosos. *Estudios gerenciales*, 28(edición especial), 363-374. Recuperado de https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/article/view/1493
- Rodeiro, D., Fernández, S., Otero, L., & Rodríguez, A (2007), Determinants of University Spin-Offs: An Empirical Analysis of the Spanish Case, Recuperado de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1033520
- Rodríguez-Gulías, María Jesús, David Rodeiro-Pazos, y Sara Fernández-López. 2016. «The Regional Effect on the Innovative Performance of University Spin-Offs: A Multilevel Approach». *Journal of the Knowledge Economy* 7(4):869-89.
- Soto, C. (2010). Políticas Relevantes en la Creación de una Spin-Off y Planteamiento de una Propuesta que pueda ser adoptada. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/8453> Por La Pontificia Universidad Javeriana
- Sansone, Giuliano, Daniele Battaglia, Paolo Landoni, y Emilio Paolucci. 2019. «Academic Spinoffs: The Role of Entrepreneurship Education». *International Entrepreneurship and Management Journal*.
- Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 40, 536–541.

- Tamayo, L. (2011). Condiciones Institucionales para la Creación de una Spin-Off Académica: Caso, la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/5502/1/39354046.2011.pdf>
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, 3(5), 616–630.