



# Análisis de los grupos de investigación de las áreas científicas con mayor aplicabilidad productiva en el Brasil: competencias e interacciones con las empresas<sup>1</sup>

THIAGO CALIARI

*Instituto Tecnológico de Aeronáutica, ITA, São José dos Campos, Brasil*  
caliari@ita.br

TULIO CHIARINI

*Instituto Nacional de Tecnología, INT, Río de Janeiro, Brasil*  
*Consiglio Nazionale delle Ricerche, CNR, Roma, Italia*  
tulio.chiarini@int.gov.br

*Resumen.* Este artículo analiza las competencias de los grupos de investigación de la BR Survey en la generación de ciencia y tecnología y cómo pueden estos asociarse en interacción con las empresas. Para esta observación, hicimos una clasificación de los grupos conforme a la propuesta del cuadrante de Stokes (2005) y mediante la técnica estadística *qualitative comparative analysis* (QCA). Como resultado principal, se puede destacar que la competencia científica y tecnológica de los grupos de investigación no es una condición necesaria para que se incluyan en interacciones con empresas, habiendo aún grupos de investigación sin capacitación científica y tecnológica que realizan más interacciones en el *quantum* total y tienen valores cercanos en el análisis relativo al número de investigadores que los de grupos más capacitados, aquellos situados en el cuadrante de Pasteur.

*Palabras clave:* cooperación universidad-empresa; ciencia y tecnología; investigación científica; investigadores; innovaciones tecnológicas; Brasil.

---

1 Descargo de responsabilidad: las opiniones expresadas en este artículo corresponden únicamente a sus autores. No reflejan necesariamente los puntos de vista de las instituciones a las que estos se encuentran afiliados ni implican responsabilidad alguna por parte de ellas. Cualquier error es responsabilidad de los autores. Los resultados preliminares de esta investigación se presentaron en el XVII Seminario sobre a Economía Mineira, realizado en 2016 en Diamantina (Minas Gerais, Brasil).

Financiamiento: este trabajo fue apoyado por la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) del Ministerio de Educación de Brasil (BEX 5796/15-6).

## **Analysis of scientific research groups with greater productive applicability in Brazil: capacities and interactions with firms**

*Abstract.* This paper analyzes the capacities of BR Survey Research Groups in generating science and technology, and how these groups may be associated with university-firm interactions. To this end, we perform a classification based on the diagram proposed by Stokes (2005), using the qualitative comparative analysis (QCA) statistical technique. As a primary result, we find that scientific and technological capacity on the part of the research groups is not a necessary condition for interactions with companies. Indeed, some research groups without high scientific and technological capacity make more interactions (in terms of the total amount) and yield similar values in the analysis (relative to the number of researchers) in comparison with the most qualified groups: those located in Pasteur's quadrant.

*Keywords:* Academic-industrial collaboration; science and technology; scientific research; research workers; technological innovations; Brazil.

### *Siglas usadas*

Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível de Superior
CNPQ	Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico
CT&I	Ciencia, tecnología e innovación
DGP	Directorio de grupos de investigación
I&D	Investigación y desarrollo
ISI	Institute for Scientific Information
QCA	<i>Qualitative comparative analysis</i>
Scielo	Scientific Eletronic Library Online
SNI	Sistema Nacional de Innovación
U-E	universidad-empresa
UF	Unidad de la federación

## 1. Introducción

Las empresas capitalistas están obligadas a crecer y a considerar a la competencia. Un aspecto clave para esto es la construcción de aptitudes y su habilidad en aprender. De esta forma, la perspectiva schumpeteriana da énfasis a esta construcción para que se creen asimetrías competitivas a partir de la diferenciación de productos y del establecimiento de procesos productivos más eficientes.

Al aumentar la disposición de conocimiento y de competencias, las empresas amplían sus oportunidades innovadoras, lo cual es posible, por ejemplo, mediante esfuerzos para incrementar la comprensión científica y tecnológica. De este modo, las empresas se esfuerzan, con sus propios recursos, por realizar actividades de investigación básica, según lo explorado por Rosenberg (1990), pero también de investigación aplicada; y, en el ansia de crecer, crean alianzas estratégicas ampliando su capacidad de aprendizaje.

Un socio esencial para la empresa es la universidad, institución clave en el sistema de innovación al crear y diseminar nuevos conocimientos e invenciones por medio de investigación básica, investigación aplicada, desarrollo e ingeniería (Mowery & Sampat, 2005; Mazzoleni, 2005; Mazzoleni & Nelson, 2005). La generación y diseminación de ciencia y tecnología han recibido especial atención en la literatura internacional y también nacional, tanto en la generación de nuevos negocios (como *spin-offs*) como en el incremento en la capacitación de empresas ya establecidas.

En este sentido, la observación de la capacitación de la academia es un objeto que merece atención por parte de quienes formulan políticas públicas, entendiéndolo que sus competencias científicas y tecnológicas tienden a ser importantes delimitadores de la eficiencia en la interacción con las empresas. Comprender esto permite que se estimulen las articulaciones y alianzas entre academia y empresas, aumentando las competencias en un ambiente altamente competitivo.

Nuestro objetivo en este trabajo es contribuir, para avanzar en esta área, en el análisis de las universidades (a partir de sus grupos de investigación) y su producción de ciencia y tecnología, así como su interacción con las empresas, estableciendo analogías entre la capacitación científica y tecnológica y la capacidad de interacción con empresas en relación a los cuadrantes propuestos por Stokes (1997/2005). Para esto, se utiliza datos de una encuesta intitulada BR Survey, llevada a cabo en 2008 y realizada con los grupos de investigación registrados en el directorio de grupos de investigación (DGP) del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPQ).

Este trabajo está dividido en tres secciones, aparte de esta introducción y de las consideraciones finales. En la sección dos, se presenta el papel de

las universidades en el sistema de innovación, así como especificidades de la interacción universidad-empresa (U-E) en el Brasil. En la siguiente sección, se expone la base de datos y se debate acerca de los métodos de análisis. En la sección cuatro, se discute los resultados alcanzados a través del análisis.

## 2. Universidades: competencias científicas y tecnológicas

La generación de conocimiento es un proceso dinámico e interactivo. El principal actor de producción de conocimiento es la universidad (Arocena & Sutz, 2001), la cual es fundamental no solo en el proceso de creación, sino también en el de diseminación de nuevos conocimientos y nuevas tecnologías, por medio de investigación básica, investigación aplicada, desarrollo e ingeniería. Por lo tanto, las universidades «sirven» como incubadoras de nuevas ideas que se puedan transbordar hacia los demás actores del sistema de innovación, formando una red de interacciones, y aplicarse en procesos productivos llevando muchas veces a innovaciones (Chiarini & Vieira, 2012a).

De este modo, al reconocer el papel de las universidades en la creación de nuevos conocimientos, se ha ampliado el interés del sector productivo por tener acceso a ellos. El debate sobre la interacción U-E es bastante extenso en la literatura internacional<sup>2</sup> y nacional<sup>3</sup> y, a pesar de las controversias que alberga, no reduce el papel de la universidad al de mero apoyo del desarrollo tecnológico de sectores específicos de actividades económicas, siendo igualmente importante su función como productora de conocimiento básico (Chiarini & Vieira, 2011).

La interacción U-E –como la colaboración para investigación y desarrollo (I&D), por ejemplo– puede justificarse dado que reduce las incertidumbres intrínsecas al proceso de innovación (Tether, 2002), diluyendo los riesgos relacionados a las actividades innovadoras (Hagedoorn, Link, & Vonortas, 2000). La relación puede ser benéfica para las empresas, al generar desarrollo de competencias, aprendizaje y adquisición de conocimiento y tecnologías

---

2 Ver, por ejemplo: Harmon, Ardishvili, Cardozo, Elder, Leuthold, Parshall, Raghian, & Smith (1997); Friedman & Silberman (2003); Shane (2002); Wright, Birley, & Mosey (2004); Markmana, Gianiodisa, Phanb, & Balkinc (2005); Arza (2010).

3 Ver, por ejemplo: Albuquerque (1999); Dagnino (2003); Cruz (2004); Albuquerque, Silva, Rapini, & Souza (2005); Rapini & Righi (2006); Rapini (2007a, 2007b); Renault, Mello & Carvalho (2008); Póvoa & Rapini (2009); Rapini, Suzigan, Fernandes, Comingues, Carvalho, & Chaves (2009); Esteves & Meirelles (2009); Mello, Maculan, & Renault (2009); Suzigan & Albuquerque (2009); Chiarini & Vieira (2011, 2012a, 2012b); Chiarini, Oliveira, & Silva Neto (2013); Chiarini, Rapini, & Vieira (2014); Rapini, Oliveira, & Silva Neto (2014); Rapini, Chiarini, & Bittencourt (2015); Brito, Santos, Kruss, & Albuquerque (2015); Schaeffer, Ruffoni, & Puffal (2015); Rapini, Oliveira, & Caliarì (2016); Caliarì & Rapini (2017); Caliarì, Santos, & Mendes (2016).

(Marques, Freitas, & Silva, 2007), con lo cual contribuye a que se concluyan proyectos industriales y/o auxilia en la implementación de nuevos proyectos.

Aunque las interacciones que ocurren entre el sector productivo y las universidades tengan el potencial de crear y difundir nuevos conocimientos y pulverizar los riesgos relacionados a las actividades innovadoras, de acuerdo con Arza (2010), pueden incurrir en la privatización de los resultados de las investigaciones públicas e influir –los actores privados– en la agenda de investigación –distanciándola de buscar conocimientos más socialmente deseados–. De este modo, la producción de nuevos conocimientos técnico-científicos en las universidades deja de lado el carácter meramente «iluminista», sin fines económicos, y pasa a tener un condicionante orientado hacia la creación de valor económico y expresar la competición capitalista.

Hoy se reconoce el papel de las universidades en generar ciencia básica (pura) y ciencia aplicada, sin embargo, durante mucho tiempo estas fueron tratadas conceptualmente de forma separada. La primera tendría como objetivo ampliar la comprensión de los fenómenos de un campo científico, es decir, debería ser realizada sin fines prácticos y lucrativos y estar inspirada por la búsqueda del entendimiento; fue conocida como *natural philosophy* y sus resultados estaban centrados en el descubrimiento de verdades metafísicas sobre la naturaleza del universo (Noble, 1979). Por otro lado, los hombres prácticos –los «tecnólogos»– habrían tenido poca –o ninguna– preocupación por las teorías abstractas y su interés habría estado centrado en la utilidad y en los lucros. Por lo tanto, se veía a la ciencia aplicada como inspirada por consideraciones de uso, o sea, orientada a alguna necesidad específica para solucionar problemas prácticos. De acuerdo con Nelson (1959), la investigación aplicada difícilmente resultaría en rupturas de paradigmas científicos, a no ser por alguna casualidad y sería de la investigación básica de donde provendrían los avances significativos en el caudal de conocimientos.

Erróneamente, la separación categórica entre investigación básica e investigación aplicada derivó en escisión entre ciencia y tecnología. La ciencia como resultado exclusivo de la investigación pura y la tecnología como resultado de la investigación aplicada. Este «divorcio» condujo al entendimiento de la investigación básica considerada como la etapa inicial del proceso de desarrollo científico, que llevaría a la investigación aplicada y, seguidamente, a la innovación. Este proceso se conoció como «modelo lineal» (*science push*), el cual fue ampliamente criticado porque en él no hay retroalimentación, o sea, la investigación aplicada no influye en la investigación básica y la comercialización y los usuarios no influyen en la investigación básica o aplicada (Kline & Rosenberg, 1986).

A pesar de las críticas severas, ese modelo sirvió como tema para la formulación de innumerables políticas públicas, inclusive fue la justificación para el financiamiento público a la investigación científica y el incentivo para que el sector productivo invierta en I&D. La premisa era que los resultados de la ciencia básica se materializarían cuando se convirtieran en innovaciones tecnológicas por los procesos de transferencia de tecnología. Bajo esta visión, la ciencia era considerada la principal fuente de innovación tecnológica.

La discriminación entre ciencia y tecnología llevó a concluir que la ciencia solamente está desarrollada en las universidades y los laboratorios públicos de investigación, mientras que los científicos que trabajan en empresas privadas están preocupados con el desarrollo de tecnología (Nelson, 1982). Entretanto, contradiciendo esta lógica, diversos ejemplos en la historia mostraban que frecuentemente ocurrían progresos fundamentales mientras se estaba trabajando con problemas prácticos o aplicados. Hay evidencias concretas que demuestran que tanto la búsqueda de entendimiento como su aplicación pueden influir en las elecciones de investigación. El caso emblemático es el del científico francés Louis Pasteur, quien:

[...] buscaba un entendimiento fundamental de los procesos de enfermedad y otros procesos microbiológicos que iba descubriendo, a medida que se movía por los sucesivos estudios de su notable carrera. Pero tampoco existen dudas de que él buscaba tal entendimiento para lograr los objetivos aplicados de prevenir el deterioro en la producción de vinagre, cerveza, vino y leche, y para vencer la *flacherie* en el gusano de la seda, el ántrax en el ganado ovino y bovino, el cólera en el pollo y la rabia en animales y seres humanos. [...] a medida que los estudios de Pasteur se hacían progresivamente más fundamentales, los problemas elegidos por él y las líneas de investigación adoptadas se volvían progresivamente más aplicados. [...] Pasteur [...] nunca realizó un estudio que no fuese aplicado, al mismo tiempo que daba forma a toda una nueva rama de la ciencia (Stokes, 1997/2005, p. 31)<sup>4</sup>.

---

4 El texto original en portugués dice: «[...] buscava um entendimento fundamental dos processos de doença e de outros processos microbiológicos que ia descobrindo, à medida que se movia pelos estudos sucessivos de sua notável carreira. Mas também não existem dúvidas de que ele buscava tal entendimento para alcançar os objetivos aplicados de prevenir a deterioração na produção de vinagre, cerveja, vinho e leite, e de vencer a *flacherie* no bicho-da-seda, o antraz no gado ovino e bovino, a cólera no frango, e raiva em animais e seres humanos. [...] à medida que os estudos de Pasteur se tornavam progressivamente mais fundamentais, os problemas escolhidos por ele e as linhas de investigação adotadas tornavam-se progressivamente mais aplicados. [...] Pasteur [...] nunca realizou um estudo que não fosse aplicado, ao mesmo tempo que dava forma a todo um novo ramo da ciência» (traducción del editor).

Se pueden utilizar otros ejemplos. En el campo de la economía, John Maynard Keynes tenía un fuerte deseo de comprender la dinámica macroeconómica a un nivel fundamental y básico (para contribuir al avance de la teoría económica), pero también quería superar la depresión económica de 1921, aportando soluciones prácticas de problemas reales (Stokes, 1997/2005).

Los casos presentados anteriormente estarían en el cuadrante de Pasteur propuesto por Stokes (1997/2005). A partir de ejemplos históricos, Stokes propone un análisis bidimensional de los objetivos de la investigación, *i. e.*, con fines de ampliar el conocimiento o prácticos. Stokes traza dos ejes: uno vertical, representando la búsqueda del entendimiento puro, y uno horizontal, que representa la consideración del uso del conocimiento. De este modo, identifica cuatro cuadrantes distintos: de Pasteur, de Bohr, de Edson y de Ruetsap.

El cuadrante de Pasteur se refiere a los campos científicos que se dedican a solucionar problemas prácticos particulares y a progresar con el entendimiento al mismo tiempo. Por lo tanto, se admite que es posible que los progresos significativos en el caudal del conocimiento científico posean valores prácticos. Los nuevos conocimientos pueden servir como insumo para otras investigaciones. Entonces, la investigación básica puede generar sustanciales externalidades para la investigación aplicada.

Este cuadrante ofrece el respaldo teórico para que el progreso del conocimiento esté pautado en la investigación básica inspirada por el uso. Ello, por colocar el conocimiento en «movimiento» y atender a las demandas sociales, puede ser la base del nuevo pacto entre las comunidades científica y política. Igualmente Stokes identificó otros cuadrantes (1997/2005), en conformidad a lo presentado en la tabla 1.

Tabla 1  
Modelo de cuadrantes de la investigación científica

		¿Investigación inspirada por consideraciones de uso?	
		No	Sí
¿Investigación inspirada por la búsqueda de conocimiento fundamental?	Sí	Investigación básica pura (cuadrante de Niels Bohr)	Investigación básica inspirada por el uso (cuadrante de Louis Pasteur)
	No		Investigación aplicada pura (cuadrante de Thomas Edison)

Fuente: Stokes (1997/2005, p. 118).

El cuadrante de Edison contempla la investigación aplicada indagando sobre el desarrollo tecnológico sin la búsqueda de progresos en el entendimiento. Tal investigación posee cierta relevancia científica y la utilización

de la ciencia ocurre con perspectivas estratégicas. Como ejemplo, se suele citar al sistema de iluminación eléctrica desarrollado por Thomas Edison.

El cuadrante de Bohr representa la utilización de la investigación básica sin aplicación inmediata. No existe compromiso de desarrollar algún producto o proceso específicos. El objetivo es la interpretación de los fenómenos de la naturaleza. Un ejemplo usado proviene de las investigaciones de Niels Bohr, cuyas contribuciones a la teoría cuántica lo llevaron a ser condecorado con el Premio Nobel de Física en 1922.

El cuadrante de Ruetsap es el de la anticiencia (es el cuadrante en blanco en la tabla 1), o sea, representa necesidades de la sociedad que no son suplidas por los demás cuadrantes. Se clasifican así los fenómenos sociales, científicos y tecnológicos en las áreas externas a la academia, además de investigaciones motivadas por la curiosidad del investigador, lo que Stokes (1997/2005) define como hechos «particulares», es el caso de los observadores de aves.

A partir de la tabla 1, se puede clasificar al investigador individual, o al grupo de investigación en el cual él se inserta, de acuerdo con sus competencias científicas y tecnológicas, es decir, su competencia para hacer progresar el conocimiento básico y su competencia para desarrollar investigación aplicada con la finalidad de lograr desarrollo tecnológico (tabla 2). Por lo tanto, lo que se espera es que, cuanto mayor sea la competencia científica y cuanto mayor sea la competencia tecnológica, mayores serán las interacciones entre la investigación básica y la investigación aplicada, o sea, entre las universidades y el sector productivo. De esta forma, siguiendo la lógica propuesta por Stokes (1997/2005), es de esperarse que si hay elevada competencia científica, aunque la competencia tecnológica sea baja, habrá pocas interacciones entre universidad y empresas. Lo mismo puede decirse si hay elevada competencia tecnológica y baja competencia científica. Las interacciones suceden en su mayoría en el cuadrante de Pasteur, donde hay elevada competencia tanto científica como tecnológica.

A pesar del esfuerzo emprendido por Stokes (1997/2005) para diferenciar la investigación básica de la aplicada, su principal contribución está en exponer la no adecuación del modelo lineal y mostrar que la ciencia pura y la ciencia aplicada son prácticas científicas con características diferentes. Para Dasgupta y David (1994), la distinción entre investigación básica y aplicada a partir de la naturaleza de sus respectivos objetivos es irrelevante. Para ellos, la diferencia reside en el comportamiento social de diferentes grupos de científicos de la comunidad de investigación. En otras palabras, existe una organización social de la ciencia por un lado y una organización social de la tecnología por el otro.



Tabla 2  
Propuesta de clasificación de las competencias científicas y tecnológicas en los cuadrantes de Stokes

		¿Investigación inspirada por consideraciones de uso?	
		No	Sí
¿Investigación inspirada por la búsqueda de conocimiento fundamental?	Sí	Investigación básica pura (cuadrante de Bohr) Elevada competencia científica Baja competencia tecnológica	Investigación básica inspirada por el uso (cuadrante de Pasteur) Elevada competencia científica Elevada competencia tecnológica
	No	Baja competencia científica Baja competencia tecnológica	Investigación aplicada pura (cuadrante de Edison) Baja competencia científica Elevada competencia tecnológica

Fuente: Stokes (1997/2005, p. 118); elaboración propia.

Así, la principal diferencia entre estos dos tipos de comunidades de investigación no es el método de investigación, ni la naturaleza del conocimiento obtenido, ni siquiera la fuente de recursos financieros que posibilita la investigación, sino las normas de comportamiento de cada comunidad, especialmente en lo referido a la publicidad de los resultados de la investigación y al sistema de recompensas. Así, la contribución de Dasgupta y David (1994) consiste en separar a los «científicos académicos» de los «científicos industriales». En este camino, lo que diferencia a un grupo del otro es la estructura de las reglas socioeconómicas en la cual se realiza la investigación y lo que cada grupo hace con sus resultados. Por lo tanto, lo relevante no es la habilidad cognitiva de cada uno o el objetivo de la investigación –ampliar el conocimiento o fines prácticos–. Siendo así, es irrelevante distinguir investigación básica e investigación aplicada considerando sus objetivos.

### 3. Base de datos y metodología

#### 3.1 De los datos

El DGP-CNPQ<sup>5</sup> empezó en 1992 y desde entonces, con una periodicidad bianual, pone a disposición un censo de la capacidad de investigación instalada en el Brasil que es medida por los grupos activos en cada período. El grupo de investigación se define como un conjunto de investigadores, estudiantes y equipos de soporte técnico organizado alrededor de la ejecución de líneas de investigación que siguen una ley jerárquica basada en su especialidad y en su competencia técnico-científica. Por lo tanto, el DGP-CNPQ

5 Para un análisis profundo sobre el DGP-CNPQ, ver Rapini (2007a).

reúne información de diversas instituciones, como universidades federales, estatales y particulares; institutos de investigación; instituciones públicas tecnológicas; laboratorios de I&D del propio Estado y de las empresas; y organizaciones no gubernamentales permanentemente involucradas en investigaciones científicas y tecnológicas.

Entre la información reunida en el DGP-CNPQ, desagregadas en el tiempo por región, por unidad de la federación e institución, se encuentran aquellas relacionadas con: los recursos humanos<sup>6</sup> que constituyen los grupos, tales como investigadores, estudiantes y técnicos; las líneas de investigación desarrolladas por estos; las áreas de conocimiento; los sectores de actividades involucrados; la producción científica y tecnológica de los investigadores y estudiantes de los grupos; y los patrones de interacción con el sector productivo.

Desde 2002, el cuestionario del CNPQ introdujo preguntas específicas sobre las interacciones entre las empresas y las demás instituciones de investigación, constituyendo una fuente de información de la interacción U-E en el Brasil. Sin embargo, hay que resaltar que el líder del grupo de investigación subestima el número de relacionamientos (Rapini, 2007a, 2007b). En otras palabras, existen más interacciones que las virtualmente declaradas por los líderes, dado que, de acuerdo con Rapini (2007b), hay deficiencias inherentes al propio cuestionario y al contenido de las opciones disponibles que pueden limitar su llenado.

La adhesión al DGP-CNPQ es voluntaria, aunque los investigadores sean altamente estimulados a participar, principalmente porque el currículo actualizado es un prerrequisito para tener acceso a los financiamientos públicos y a investigaciones científicas y tecnológicas. Cabe enfatizar que la interacción con el sector productivo no es un criterio utilizado por las entidades de fomento para la evaluación del desempeño del investigador, lo que también puede explicar su notoria subestimación. A pesar de estas limitaciones, el universo del DGP-CNPQ ha crecido durante los últimos años, cubriendo una parte significativa de la comunidad científica nacional (Carneiro & Lourenço, 2003).

---

6 Estamos conscientes de que es cuestionable adoptar el número de investigadores registrados en el DGP-CNPQ como *proxy* de la ubicación de recursos humanos en C&T, dado que el número de investigadores no vinculados a grupos de investigación o el de grupos de investigación no registrados en el DGP es grande. También conocemos el hecho de que un mismo investigador puede participar de diversos grupos de investigación simultáneamente. Sin embargo, no existe otra base de datos de la cual podamos obtener esta información. Por esto, aun sabiendo tal deficiencia, se optó por utilizar el DGP-CNPQ.

Después del censo de 2004, se separaron dos grupos: empresas<sup>7</sup> y grupos de investigación afiliados a universidades e institutos de investigación. A partir de esta estratificación, se hizo una encuesta<sup>8</sup> para cada uno de los grupos y los cuestionarios les fueron enviados. El objetivo de la encuesta fue determinar las características de las interacciones U-E en el Brasil. Esta encuesta es conocida como «BR Survey» y fue realizada en 2008.

Los cuestionarios de la BR Survey incluyeron preguntas sobre la naturaleza de la interacción U-E, en aspectos como:

- a) los modos de interacción;
- b) el resultado de la interacción;
- c) los beneficios de la interacción;
- d) las dificultades con la interacción;
- e) los canales de información; y
- f) las fuentes de financiamiento.

Además, determinadas características de los grupos de investigación, como producción científica, producción tecnológica, cantidad de interacciones, tiempo de operación y gran área científica de actuación, también formaron parte de la información del cuestionario.

Tanto las empresas como los grupos de investigación respondieron preguntas acerca de las interacciones que ocurrieron en los tres años anteriores a la encuesta. El cuestionario de las universidades fue enviado a los jefes de los 2.151 grupos registrados en el censo de 2004; se recibieron respuestas de 1.005 grupos, definiendo una tasa de respuesta de 46,7%. El cuestionario de las empresas se envió a 1.622, de las cuales 319 empresas respondieron, es decir, el 18,9%.

La BR Survey suministra información relevante para analizar las características de los grupos de investigación del Brasil de acuerdo con su producción de ciencia y tecnología y su capacidad de interacción con el sector productivo. En la siguiente sección, se presentan ejercicios sobre esta información, considerando recortes de aproximación en referencia a lo propuesto en los cuadrantes de Stokes y a la observación del comportamiento de los grupos en base a las grandes áreas del conocimiento científico. Antes, se expone la metodología del modelo.

---

7 Las interacciones consideradas involucran a cualquier tipo de empresa con registro de persona jurídica, sean industriales o no. La base de datos señala solo la cantidad de interacciones realizadas, no es posible hacer distinción entre sus sectores de actuación.

8 El cuestionario se elaboró en el contexto del Proyecto Rocks, en la búsqueda de preguntas comunes entre los miembros del proyecto (América Latina, Asia y África). Para el Brasil, se estableció una red de investigación nacional con el fin de aplicar la encuesta. Para entender la metodología de la BR Survey, ver: Fernandes, Campello de Souza, Stamford da Silva, Suzigan, & Albuquerque (2010).

### 3.2 De la metodología

La idea contenida en este artículo es comprender las características de los grupos de investigación en lo referente a la competencia científica y tecnológica, así como el modo como estas se relacionan con la competencia de interacción con las empresas, considerando el posicionamiento de tales grupos frente a los cuadrantes de Stokes.

Así, se entiende que es posible realizar una clasificación relativa entre los grupos de investigación para captar sus distintas competencias y clasificarlos en cada cuadrante específico de Stokes, considerando como motivo el relacionamiento de estas competencias científicas y tecnológicas con la competencia de interacción con el sector productivo. En suma, se busca verificar si, en el caso brasileño, los grupos de investigación situados en el cuadrante de Pasteur –con mayores competencias científicas y tecnológicas– son aquellos con mayor competencia de interacción con los demás actores, como puede inferirse a partir del trabajo de Stokes, presentado en la sección anterior.

Para este ejercicio, se optó por el uso de la técnica estadística llamada análisis comparativo cualitativo (*qualitative comparative analysis*, QCA), utilizada en experimentos de ciencias sociales. La elección de esta técnica recae en la posibilidad de encontrar diferentes patrones de comportamiento que conduzcan al mismo resultado –en este caso, la competencia en la interacción (Rihoux & Ragin, 2009)–. No es necesario entonces reconocer un único modelo causal específico que se adecúe mejor a los datos; más bien se permite la existencia de la identificación de *outliers* y/o características contrarias que lleven al mismo resultado procurado, la llamada causalidad coyuntural (Ragin, 1987; Rihoux & Ragin, 2009).

Además, considerando la existencia de discusiones relacionadas a la causalidad en ciencia, tecnología e innovación (CT&I) (¿genera la ciencia la tecnología y esto genera la interacción?, ¿la interacción genera más tecnología?, ¿la tecnología genera ciencia?), la formulación al utilizar el método QCA resulta ser más adecuada que un modelo econométrico convencional, dado que en esta opción no se hace necesaria la definición de la dirección causal, solo se comprueba que haya relación entre las variables.

Sobre la causalidad coyuntural, se considera la opción de que existen variables A, B, C, D y E como condiciones posibles para generar el mismo producto Y. Entonces, la aplicación del QCA puede concluir que la configuración de factores AB o ACD generan Y (AB o ACD → Y). O, dependiendo del contexto, el valor inferior de un factor puede ser importante para alcanzar el mismo resultado: AB → Y, pero también aC → Y, donde

[a] es la designación para valores inferiores del factor [A]<sup>9</sup>.

Para las finalidades de este trabajo, se utiliza el método *fuzzy* QCA (fsQCA), que permite estimar el *score* de asociación a un grupo dentro del intervalo entre 0 y 1. La regla utilizada para evaluar la relación entre el producto y las variables juzgadas relacionadas cuando se utiliza el método *fuzzy* es la tasa de inclusión (Longest, Vaisey, & Fuzzy, 2008):

$$I_{XY} = \sum \min(x_i, y_i) / \sum x_i$$

donde:

$X$  denota la configuración del predictor (*i. e.*, AB)

$Y$  denota el producto

$x_i$  define cada asociación en la configuración  $X$

$y_i$  denota cada asociación en la configuración  $Y$ .

Considerando la probabilidad condicional, cuanto más próximo a la unidad esté el valor de  $I_{XY}$ , mayor será la consistencia de los datos al afirmar que  $X$  es una subserie que define  $Y$  ( $X \rightarrow Y$ ). Se puede utilizar varios métodos para decidir cuál configuración de predictores  $X$  es suficiente para explicar  $Y$ . El artículo toma como base a Ragin (2006), quien define un *benchmark* de 0,700, lo que significa que todas las configuraciones en las cuales  $I_{XY} > 0,700$  son suficientes para la determinación de la asociación entre  $X$  e  $Y$ .

Se implementó un procedimiento interno de minimización para identificar las series de condiciones que engloban a todos los posibles resultados. Si se encuentran, tales series definen las condiciones  $X$  que definen  $Y$ . Por último, el modelo permite que se presente la mejor configuración (*best fit*) para cada observación (en el caso particular de este trabajo, el grupo de investigación), considerando sus variables en comparación al resultado  $Y$  y a los otros grupos analizados.

Se sugieren dos análisis por el método QCA para la presentación. El primero, modelo 1, busca asociar los resultados de competencias científicas y tecnológicas con valores totales al total de interacciones del grupo de investigación; y, el segundo, modelo 2, hace la misma asociación, aunque con variables de valores relativos al número de investigadores en el grupo. Las variables para cada modelo están sugeridas en las tablas 3 y 4.

---

9 Inferiores a los valores mínimos de la asociación  $I_{XY}$ , que serán definidos más adelante.

Tabla 3  
Variables investigadas en el QCA, modelo 1

Modelo 1. Valores totales
Variable de salida
1.1 Número de interacciones con el sector productivo
Variables de entrada
1.2 Publicaciones en las bases del Institute for Scientific Information (ISI) y en el Scientific Electronic Library Online (Scielo).
1.3 Pedidos de patentes, licenciamientos y <i>softwares</i> <sup>(1)</sup> .
1.4 Tiempo de actuación del grupo (tiempo de funcionamiento del grupo en la base hasta el año 2008).

Nota: <sup>(1)</sup> La suma de los diferentes resultados tecnológicos es sugerida por la distinción de sus utilizaciones en los grupos de investigación, sin hacer juzgamiento alguno de la relevancia de cada uno. De los 902 grupos analizados, solo ocho (*i. e.*, 0,9%) poseían los tres tipos de resultados y apenas 29 (3,2%) poseían patentes y licenciamientos (resultados que normalmente son considerados de alta correlación). Adicionalmente, esta forma de medición que considera a la tecnología por encima de las expectativas no genera problemas para el análisis según lo presentado en la siguiente sección.

Tabla 4  
Variables investigadas en el QCA, modelo 2

Modelo 2. Valores relativos
Variable de salida
2.1 Interacción con el sector productivo por investigador: número total de interacciones dividido entre el número de investigadores <sup>(1)</sup> registrados en el grupo de investigación
Variables de entrada
2.2 Publicaciones por investigador: número total de publicaciones registradas en el ISI y en el Scielo dividido entre el número de investigadores <sup>(1)</sup> registrados en el grupo de investigación.
2.3 Pedidos de patentes, licenciamientos y <i>softwares</i> por investigador: número total de pedidos de patentes, licenciamientos y <i>softwares</i> dividido entre el número de investigadores <sup>(1)</sup> registrados en el grupo de investigación
2.4 Tiempo de actuación del grupo (tiempo de funcionamiento del grupo en la base hasta el año 2008)

Nota: <sup>(1)</sup> Se consideró solo a los investigadores con grado de doctorado y postdoctorado.

En los dos modelos propuestos se consideró el tiempo de actuación del grupo como una forma de control de la longevidad y de la dependencia de trayectoria en las competencias tecnológicas y científicas. De los 1.005 grupos de investigación de la BR Survey, se consideraron 902 (89,8%), los pertenecientes a las siguientes grandes áreas del conocimiento: ciencias

agrarias, ciencias de la salud y biológicas, ingenierías y ciencias exactas y de la Tierra<sup>10</sup>.

#### 4. Discusión y resultados

La presentación de los resultados considera dos aspectos: las configuraciones mínimas encontradas por el proceso de minimización y las mejores configuraciones (*best fit*) para cada grupo de investigación analizado. En relación con el proceso de minimización, la aplicación del QCA no encontró posibilidades de resultados mínimos para ninguno de los dos modelos, no siendo posible entonces la presentación de ningún resultado<sup>11</sup>.

La no existencia de un resultado a través del proceso de minimización presenta una consideración importante sobre la interacción U-E en el Brasil: estadísticamente no hay resultados definidores de la competencia interactiva. La combinación de cualesquiera valores concernientes a la competencia científica y a la competencia tecnológica de los grupos de investigación puede llevar a altos niveles de interacción con empresas. En resumen, esto quiere decir que, por ejemplo, un grupo con relativamente baja competencia científica (indicador [c] en el modelo) y relativamente baja competencia tecnológica (indicador [t] en el modelo) –localizado en el cuadrante de Ruetsap, *i. e.*, el cuadrante de la anticiencia en la tabla 2– puede realizar gran cantidad de interacciones, de la misma forma que un grupo con combinación [CT], o sea, que posea elevadas competencias científicas y tecnológicas –localizado en el cuadrante de Pasteur en la tabla 2–. Aún más, incluso la consideración del tiempo de existencia del grupo de investigación no permitió la existencia de una configuración mínima, indicando poca importancia también de cuestiones relacionadas a la acumulación de conocimiento científico y tecnológico.

Esta imposibilidad de análisis, vistas las distintas configuraciones, que lleva a elevados niveles de interacción, llama la atención hacia la segunda posibilidad analítica, justamente la observación de las configuraciones sugeridas en cada grupo de investigación. En este análisis se consideran las aproximaciones de la metodología al posicionamiento teórico de los

---

10 Se excluyeron del análisis los grupos de investigación de las grandes áreas de ciencias humanas, ciencias sociales aplicadas y lingüística, letras y artes, pues no se contemplan como áreas estratégicas relevantes para el desarrollo industrial y tecnológico. No se busca, sin embargo, afirmar que ellas no sean importantes para la comprensión de la dinámica regional, histórica, económica y social. Reconocemos el papel de estas áreas y no es la intención de este artículo defender la exclusión de líneas de investigación que no estén dirigidas hacia los sectores prioritarios a las políticas industriales y tecnológicas del país, pero buscamos analizar solamente las áreas científicas con mayor aplicabilidad productiva.

11 Para fines de información, los modelos corrieron en el *software* estadístico Stata versión 12.

cuadrantes de Stokes. Teniendo en cuenta las definiciones de competencias tecnológicas y científicas según lo expuesto en la tabla 2, es posible entender que las conexiones entre configuraciones mínimas de ciencia ([C] para alta y [c] para baja) y tecnología ([T] para alta y [t] para baja) con los cuadrantes son las siguientes:

Configuración Ct → cuadrante de Bohr

Configuración CT → cuadrante de Pasteur

Configuración cT → cuadrante de Edison

Configuración ct → cuadrante de Ruetsap

Considerando esto, los grupos fueron distinguidos según estas configuraciones mínimas y se presentan en las tablas 5 y 6<sup>12</sup>.

Tabla 5  
Modelos QCA

Variables	Modelo 1. Valores totales				Modelo 2. Valores relativos			
	Cuadrante de Bohr	Cuadrante de Pasteur	Cuadrante de Edison	Cuadrante de Ruetsap	Cuadrante de Bohr	Cuadrante de Pasteur	Cuadrante de Edison	Cuadrante de Ruetsap
	Ct	CT	cT	ct	Ct	CT	cT	ct
Grupos de investigación	192	140	124	446	189	145	120	448
Publicaciones	10.319	12.444	156	501	10.336	12.431	169	484
Tecnología	0	688	374	0	0	686	374	0
Interacciones con el sector productivo	877	935	384	2.267	858	946	378	2.281
Tiempo promedio de actuación del grupo	12,54	14,19	12,91	11,66	12,41	13,97	13,05	11,74
Publicaciones por investigador <sup>(1)</sup>	11,52	16,39	0,40	0,26	11,96	16,01	0,20	0,14
Patentes, licenciamiento y <i>software</i> por investigador <sup>(1)</sup>	0	1,06	0,79	0	0	1,10	0,74	0
Interacciones con el sector productivo por investigador <sup>(1)</sup>	1,05	1,53	0,86	1,60	1,19	1,58	0,77	1,54

Nota: <sup>(1)</sup> Valores promedio.

Fuente: BR Survey; elaboración propia.

12 Según lo ya destacado, la introducción del tiempo de actuación del grupo fue solo un control y, por lo tanto, ello no fue considerado en la configuración mínima de análisis.



Tabla 6  
Cantidad de grupos de investigación en cada cuadrante, por gran área científica

Áreas científicas	Modelo 1. Valores totales				Modelo 2. Valores relativos			
	Cuadrante de Bohr	Cuadrante de Pasteur	Cuadrante de Edison	Cuadrante de Ruetsap	Cuadrante de Bohr	Cuadrante de Pasteur	Cuadrante de Edison	Cuadrante de Ruetsap
	Ct	CT	cT	ct	Ct	CT	cT	ct
Ciencias agrarias	40	22	28	110	39	24	26	111
Porcentaje	20,0	11,0	14,0	53,5	19,5	12,0	13,0	55,5
Ciencias biológicas y de salud	53	32	29	107	62	31	31	102
Porcentaje	24,0	14,5	13,1	48,4	27,4	13,7	13,7	45,1
Ingeniería	64	55	47	157	57	55	46	160
Porcentaje	19,8	17,0	14,6	48,6	17,9	17,3	14,5	50,3
Ciencias exactas y de la Tierra	35	31	20	72	31	35	17	75
Porcentaje	22,2	19,6	12,7	45,6	19,6	22,2	10,8	47,5

Fuente: BR Survey; elaboración propia.

Para el análisis de las tablas 5 y 6, se consideran los modelos que miden la competencia por la cantidad total –modelo 1– y la competencia relativizada por el capital humano –medido por el total de investigadores doctores y postdoctores; modelo 2–. Por último, se presenta el número de grupos de investigación por gran área científica en cada cuadrante propuesto. Como se puede notar, los resultados de los dos modelos son cercanos en lo que respecta a la capacidad de interacción de los grupos de investigación del Brasil y las variables relacionadas. Considerando esto, en su mayoría en el análisis se harán teniendo en cuenta los dos resultados.

En suma, los cuadrantes corresponden de manera clara a la proposición teórica. En el de Bohr, por ejemplo, están localizados los grupos de investigación con competencia científica elevada y ninguna competencia tecnológica. En el de Edison, lo contrario es verdadero, observándose una alta competencia tecnológica y baja competencia científica. En el cuadrante de Pasteur se encuentran grupos de investigación con altas capacitaciones científicas y tecnológicas, por lo tanto, se espera que haya elevada competencia en interacciones con el sector productivo; ocurriendo lo contrario en el cuadrante de Ruetsap.

Otra observación importante es la divergencia entre los resultados científicos y tecnológicos. Incluso los grupos en el cuadrante de Pasteur, en comparación a aquellos con perfil tecnológico más elevado, tienen una

baja capacitación tecnológica frente a su capacitación científica, resultado que se condice con lo expresado en Ribeiro, Albuquerque, Franco y Moura (2009) y en Suzigan y Albuquerque (2009).

Observar la distribución de los grupos de investigación en los cuadrantes ofrece una idea de la no observancia de una configuración mínima para la explicación de la interacción con las empresas. Los grupos de investigación están en su mayoría localizados en el cuadrante de Ruetsap (49,7%), donde hay valores bajos para competencias científicas y tecnológicas, pero, en forma diferente a lo esperado, tienen una gran cantidad de interacciones con empresas. En perfil relativo, la competencia en la interacción se asemeja a la de los grupos de investigación situados en el cuadrante de Pasteur, aun teniendo ellos un perfil elevado de publicaciones y tecnología (total y relativo), siendo los grupos con mayores valores para estas variables. Además, los grupos de investigación de los cuadrantes de Edison y Bohr poseen también valores relativos de interacción considerables, a pesar de sus diferencias en lo que respecta a ciencia y tecnología (C&T).

Este es un resultado inédito en el análisis de la academia brasileña, pues informa que grupos de investigación sin capacitación científica y tecnológica han realizado más interacciones en el *quantum* total y en los valores próximos en el análisis relativo al número de investigadores que los grupos más capacitados—los situados en el cuadrante de Pasteur—. Es una observación que da luces sobre la necesidad de una observación de la calidad de la interacción U-E, considerando que se espera que estos grupos de investigación tengan menor probabilidad de realizar desarrollos significativos en el ámbito de CT&I.

Comprobar el tiempo de actuación del grupo no modifica las observaciones. Aunque el tiempo promedio de los grupos de investigación del cuadrante de Ruetsap sea menor que el de los demás, no se trata de una diferencia significativa de actuación académica, dado que la diferencia en comparación con los grupos de investigación del cuadrante de Pasteur es de 2,38 años, tomando el promedio de los dos modelos. No es razonable considerar que este tiempo puede hacer la diferencia en la capacitación en C&T para grupos que en promedio tienen entre 11 y 14 años de actuación<sup>13</sup>.

Por último, la observación de diferencias en la cantidad de grupos por consideración de grandes áreas científicas ofrece alguna información sobre la escasa diferenciación entre estas grandes áreas. Es posible identificar que:

---

13 Un análisis adicional informa que las desviaciones estándar para el tiempo de actuación de los grupos son 7,96 años y 7,99 años para los cuadrantes de Pasteur y de Ruetsap, respectivamente, lo que corrobora la afirmación de este párrafo.

las ciencias biológicas y de la salud presentan una proporción relativa mayor en el cuadrante de Bohr que los grupos de investigación de las demás grandes áreas; los grupos de investigación de las ciencias exactas y de la Tierra tienen mayor proporción en el cuadrante de Pasteur; las ingenierías, en el cuadrante de Edison; y, las ciencias agrarias, en el cuadrante de Ruetsap. Esas proporciones, sin embargo, varían poco, y no son más fuertes que la observación de que todas las grandes áreas científicas poseen grupos con mayor proporción en el cuadrante de Ruetsap.

Observadas las características de los grupos de investigación en la clasificación usando el cuadrante de Stokes, el próximo paso es verificar si hay diferencias relevantes entre estos grupos en lo que atañe a las características de la interacción U-E, especialmente sobre lo siguiente:

- a) grado de importancia de los tipos de relacionamiento establecidos;
- b) grado de importancia de los diferentes resultados; y
- c) grado de importancia de los beneficios.

A los líderes que respondieron de los grupos de investigación, se les dio la opción de clasificar el grado de importancia de su grupo en una escala de 1 a 4, siendo:

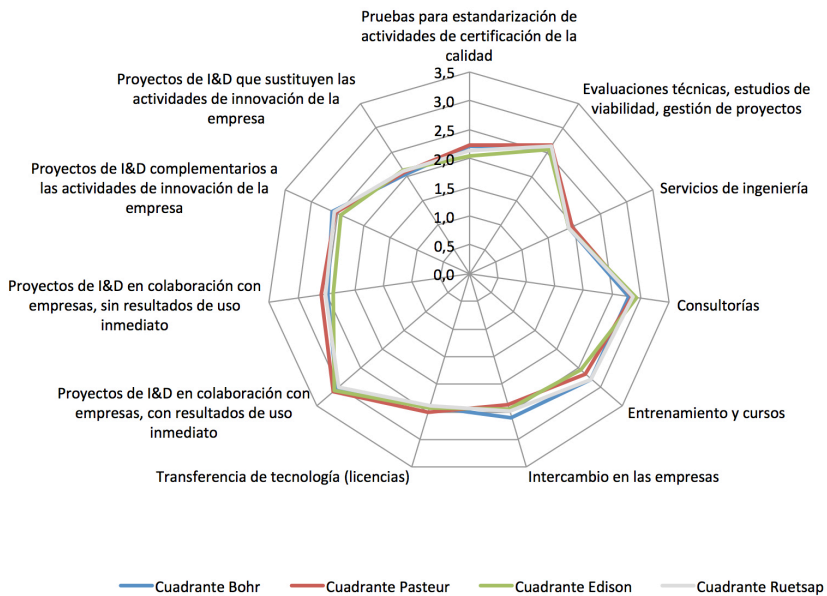
- 1 = Sin importancia
- 2 = Poco importante
- 3 = Moderadamente importante
- 4 = Muy importante

Considerando esta clasificación, se calculó el promedio para cada cohorte de grupos de investigación en los cuadrantes. La pregunta específica que se busca responder es: Dada las semejanzas en la competencia de interacción de los grupos de investigación en los distintos cuadrantes de Stokes –principalmente en lo que concierne a sus extremos, Pasteur y Ruetsap–, ¿esto podría ser producto de diferentes características en los tipos de interacción realizados (concernientes a relacionamiento, resultados alcanzados y beneficios generados)? Entendemos que esta es una cuestión importante, pues podría llevar a clasificar distinciones en los tipos de interacción más ligadas a diferentes habilidades, lo que implicaría el entendimiento de igual «cantidad» pero diferente «calidad» en los cuatro cuadrantes. En las figuras 1 a 3, se procede con el análisis comparado de estas características.

En la figura 1, se comprueba que hay valores promedio muy cercanos para los tipos de relacionamiento, con alguna relevancia mayor para: I&D de resultados inmediatos, consultorías y cursos y entrenamientos, siendo los dos últimos tipos de relacionamiento los que se condicen con los resultados encontrados en Rapini (2007a). En lo que atañe a la importancia promedio de los resultados, en la figura 2 se puede verificar claramente la tendencia

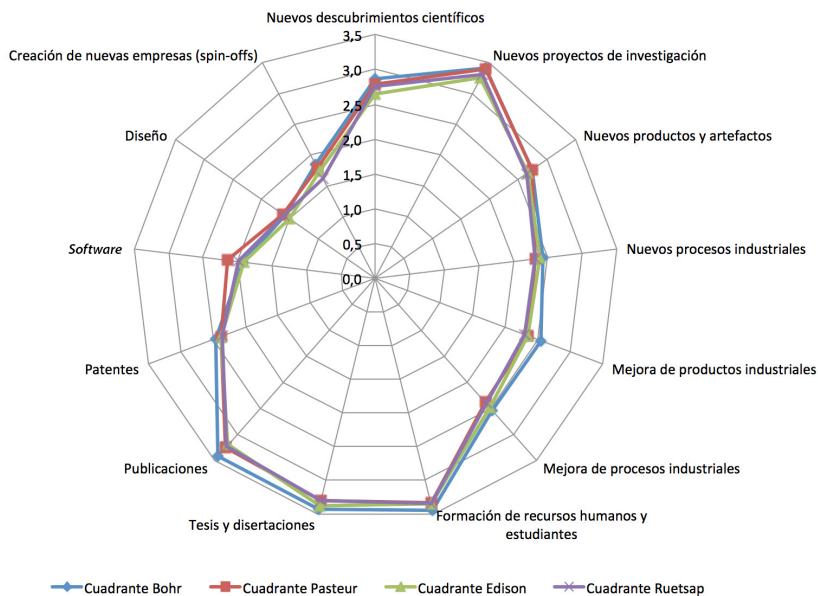
de mayor importancia en los valores más próximos a resultados científicos como: formación de recursos humanos/estudiantes, tesis y disertaciones, publicaciones y nuevos proyectos de investigación. También en la figura 2, las cuestiones relacionadas a los resultados de perfil tecnológico, como: patentes, *software*, *design* y *spin-off*, presentan los menores valores promedio. Con relación a los beneficios, en la figura 3 se verifica una menor discrepancia en las comparaciones promedio de los valores, pero aun así se comprueba que hay valores promedio un poco mayores para: nuevos proyectos de investigación, ideas para nuevos proyectos de investigación e intercambio de conocimientos, destacando nuevamente el perfil científico con el cual los grupos de investigación se comprometen en la interacción con empresas.

Figura 1  
Grado de importancia promedio de los tipos de relacionamiento según modelos de cuadrantes



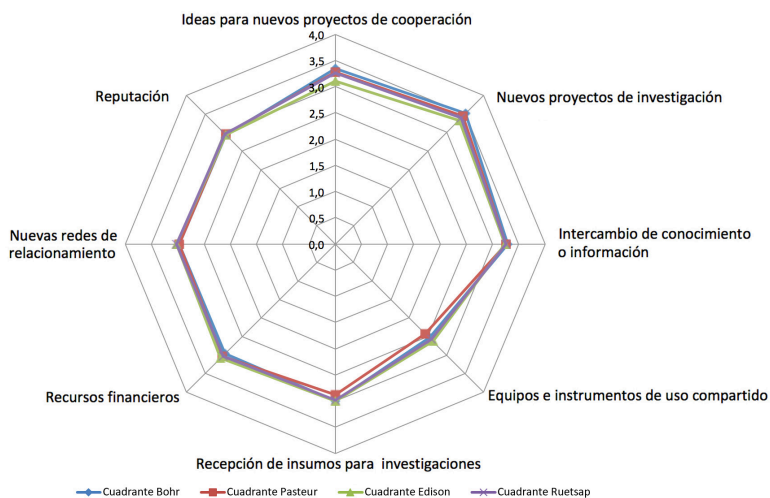
Fuente: BR Survey; elaboración propia.

Figura 2  
Grado de importancia promedio de los resultados según modelos de cuadrantes



Fuente: BR Survey; elaboración propia.

Figura 3  
Grado de importancia promedio de los beneficios según modelos de cuadrantes



Fuente: BR Survey; elaboración propia.

Más allá de estas observaciones, lo que es necesario destacar en los resultados observados es que la semejanza en la competencia de interacción de los grupos de investigación está mimetizada en las características de las interacciones; por lo tanto, no se comprueba una diferencia significativa entre los grupos de investigación pertenecientes a los distintos cuadrantes de Stokes en lo que concierne a tipos, resultados y beneficios de los relacionamientos. A pesar de las habilidades distintas en ciencia y tecnología verificadas en el análisis anterior, los grupos de investigación clasificados por cuadrantes no se distinguen cuando responden sobre cuestiones importantes de las características de las interacciones realizadas con empresas.

Un resultado interesante es que, por más que sea posible la identificación de una cohorte de grupos más competentes a nivel tecnológico (aquellos del cuadrante de Pasteur y del cuadrante de Edison), sus respuestas en relación a las características de la interacción no difieren de aquellas de los grupos que poseen baja capacitación científica (Bohr) o baja capacitación científica y tecnológica (cuadrante de Ruetsap).

## 5. Consideraciones finales

El científico ajeno a las perturbaciones del mundo ha ido siendo sustituido por la realidad de la comunidad científica, de los trabajadores intelectuales organizados en universidades y empresas, integrados en la llamada *big science*. La ciencia dejó de ser vista como un proceso regido por las meras leyes de la creatividad —como entidad autónoma e independiente de la sociedad—, para considerarse un producto de esta sociedad. Por lo tanto, los avances en la investigación científica han pasado a dirigirse cada vez más hacia objetivos sociales y económicos.

En este camino, la generación de nuevos conocimientos en las universidades —principal *locus* de producción de nuevos conocimientos científicos— ha sido, cada vez más, blanco del interés tanto de empresas como del propio Estado. Las universidades, por lo tanto, dejan de ser, en palabras de Mowery y Sampat (2005), «torres de marfil» orientadas hacia la búsqueda del conocimiento *per se* y pasan a ser vistas como activos estratégicos. Así, la principal contribución de este artículo está en hacer progresar las investigaciones en el área de la economía de la ciencia y la tecnología, ayudando en el entendimiento de la dinámica de su producción en el caso de la academia brasileña.

Nuestra preocupación, por lo tanto, está en lo que atañe a las competencias de los grupos de investigación entrevistados en la BR Survey en generación de ciencia y tecnología y en cómo estas pueden asociarse en la interacción con empresas. Para esta observación, pautamos una clasificación de los grupos según la propuesta del cuadrante de Stokes (1997/2005) a

través de la técnica estadística QCA, que permite verificar la causalidad coyuntural y da la posibilidad de encontrar diferentes patrones de comportamiento que conduzcan al mismo resultado.

La utilización de esa técnica permitió comprobar que no existe un patrón bien definido de capacitación científica y tecnológica de los grupos de investigación que lleven a elevados resultados de interacción con empresas, tanto en el *quantum* total de interacciones como en la capacitación relativa al número de investigadores. Esa no existencia de un patrón mínimo de condiciones necesarias es un primer resultado, el cual nos permite concluir que la competencia científica y tecnológica de los grupos de investigación no es una condición necesaria para que se incluyan en interacciones con empresas.

La verificación de las mejores configuraciones concernientes a la ciencia y la tecnología para los grupos de investigación derivada del QCA es enfática en corroborar este resultado. Encontramos, primero, que la mayor cantidad de interacciones está en los grupos de investigación en el cuadrante de Ruetsap y, segundo, que la capacitación relativa al número de investigadores es cercana entre grupos de investigación del cuadrante de Ruetsap y de Pasteur, los extremos en relación con la capacitación científica y tecnológica.

Este es un resultado inédito en el análisis de la academia brasileña, pues informa que los grupos de investigación con baja capacitación científica y tecnológica han realizado más interacciones en el *quantum* total y con valores cercanos en el análisis relativo al número de investigadores que los grupos más capacitados, aquellos situados en el cuadrante de Pasteur. Es una observación que muestra la necesidad de observación de la calidad de la interacción U-E, considerando que de acuerdo con la teoría esperaríamos que estos grupos de investigación tuviesen menos relaciones con empresas.

Al considerar la comprobación de la posibilidad de que existan distinciones en los tipos, resultados y beneficios de la interacción para los grupos de investigación distinguidos por los cuadrantes, el resultado corrobora la semejanza entre los perfiles, con poca –o ninguna– diferencia en el patrón promedio de respuestas. Por último, se encuentra escasa diferencia entre las grandes áreas científicas como para que permita distinguirlos de manera notoria.

Esta información demuestra la ya destacada inmadurez del Sistema Nacional de Innovación (SNI) brasileño, según lo expresado por Albuquerque (1999), y el bajo *trade-off* entre ciencia y tecnología en este SNI, conforme también a lo expresado en Ribeiro *et al.* (2009), Suzigan y Albuquerque (2009) y Fernandes *et al.* (2010). Por un lado, se observa una cantidad razonable de grupos de investigación que desarrolla mucha

ciencia y poca tecnologíá, sea que estén en el cuadrante de Bohr o en el de Pasteur. Por otro lado, se aprecia una cantidad aún más manifiesta de grupos de investigación que no desarrollan ciencia ni tecnologíá, pero que se embarcan en actividades de interacción U-E incluso en mayor cantidad que los grupos anteriores –y en un porcentaje relativo parecido al de los grupos de investigación de mayor capacitación–.

Hay que notar aquí que los resultados son fruto de una investigación importante, pero ya antigua, y que tales hallazgos deben corroborarse con información más reciente, incluso para suministrar un respaldo esmerado para la utilización de estos resultados en políticas públicas que busquen promover la ciencia y la tecnologíá en la academia brasileña. Aun así, al destacar estas diferencias en la proposición de Stokes, se da luces para encontrar diferencias en las capacitaciones de los grupos de investigación del Brasil, mostrando un abismo notable entre su capacidad y la cantidad de interacción que realizan. Caliarì *et al.* (2016) señalan que el crecimiento del número de interacciones con empresas aumenta la capacidad de la universidad o del instituto de investigación en la generación de tecnologíá. Se espera que este resultado sea verdadero para la base de grupos de investigación observada aquí, con la adición de un *improvement* en ciencia, estableciendo una causalidad necesaria para proveer mejores capacitaciones al SNI brasileño.



## Referencias

- Albuquerque, E. M. (1998). Produção científica e sistema nacional de inovação. *Ensaio FEE*, 19(1), 156-180.
- Albuquerque, E. M. (1999). National Systems of Innovation and Non-OCED Countries: Notes About a Rudimentary and Tentative «Tipology». *Brazilian Journal of Political Economy*, 19 (4-76), 35-52.
- Albuquerque, E. M., Silva, L. A., Rapini, M. S., & Souza, S. G. A. (2005). *Interactions Between Firms and Universities in an Immature System of Innovations: A Survey of Industrial R&D-Performers Firms in Minas Gerais*. Texto para discussão N° 280. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar.
- Arzena, R., & Sutz, J. (2001). *La universidad latinoamericana del futuro: tendencias, escenarios, alternativas*. México: Uduel.
- Arza, V. (2010). Channels, Benefits and Risks of Public-Private Interactions for Knowledge Transfer: A Conceptual Framework Inspired by Latin America. *Science and Public Policy*, 37(7), 473-484.
- Britto, G., Santos, U. P., Kruss, G., & Albuquerque, E. M. (2015). Redes globais de inovação e interações universidade-empresa: uma análise exploratória de dados. *Revista Brasileira de Inovação*, 14(1), 163-191.
- Bush, V. (1945). *Science: The Endless Frontier*. Washington: United States Government Printing Office.
- Caliari, T., & Rapini, M. S. (2017). Diferenciais da distância geográfica na interação universidade-empresa no Brasil: um foco sobre as características dos agentes e das interações. *Nova Economia*. En prensa.
- Caliari, T., Santos, U. P., & Mendes, P. S. (2016). Geração de tecnologia em universidades/institutos de pesquisa e importância da interação com empresas: constatações através da base de dados dos grupos de pesquisa do CNPQ. *Análise Econômica*, 34, 285-312.
- Carneiro, S. J., & Lourenço, R. (2003). Pós-graduação e pesquisa na universidade. En E. B. Viotti, & M. Macedo (Orgs.). *Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil* (pp. 169-227). Campinas: Editora da Unicamp.
- Chiarini, T., Oliveira, V. P., & Silva Neto, F. C. C. (2013). Spatial Distribution of Scientific Activities: An Exploratory Analysis of Brazil, 2000-10. *Science and Public Policy*, 41, 625-640.
- Chiarini, T., Rapini, M. S., & Vieira, K. P. (2014). Produção de novos conhecimentos nas universidades federais e as políticas públicas brasileiras recentes de CT&I. *Revista Economia & Tecnologia*, 10, 71-98.
- Chiarini, T., & Vieira, K. P. (2011). Alinhamento das atividades de pesquisa científica e tecnológica realizadas pelas IES federais de Minas Gerais e as diretrizes da política industrial, tecnológica e de comércio exterior? *Pitce. Revista Brasileira de Inovação*, 10, 301-342.
- Chiarini, T., & Vieira, K. P. (2012a). As universidades federais mineiras estão se tornando mais desiguais? Análise da produção de pesquisa científica e conhecimento (2000-2008). *Revista Educação e Pesquisa*, 38(4), 897-918.

- Chiarini, T., & Vieira, K. P. (2012b). Universidades como produtoras de conhecimento para o desenvolvimento econômico: sistema superior de ensino e as políticas de CT&I. *Revista Brasileira de Economia*, 66, 117-132.
- Cruz, C. H. B. (2004). A universidade, a empresa e a pesquisa. En *Seminário Brasil em Desenvolvimento da Universidade Federal do Rio de Janeiro*, UFRJ, Rio de Janeiro. Recuperado de <http://www.ifi.unicamp.br/~brito/artigos/univ-empr-pesq-rev102003b.pdf>
- Cruz, C. H. D. B. (2014). «Ciência: a fronteira sem fim», uma apresentação. *Revista Brasileira de Inovação*, 13(2), 241-247.
- Dagnino, R. (2003). A relação universidade-empresa no Brasil e o «argumento da hélice tripla». *Revista Brasileira de Inovação*, 2(2), 267-307.
- Dasgupta, P., & David, P. A. (1994). Toward a New Economics of Science. *Research Policy*, 23, 487-521.
- Dutrenit, G., & Arza, V. (2010). Channels and Benefits of Interactions Between Public Research Organisations and Industry: Comparing Four Latin American Countries. *Science and Public Policy*, 37(7), 541-553.
- Esteves, L. A., & Meirelles, J. G. P. (2009). Innovation and Cooperation Between Firms and Universities: Evidence from Brazil. En *Third Conference on Micro Evidence on Innovation and Development, Meide*. Rio de Janeiro, Brasil.
- Fernandes, A. C., Campello de Souza, B., Stamford da Silva, A., Suzigan, W., & Albuquerque, E. (2010). Academy-Industry Links in Brazil: Evidence About Channels and Benefits for Firms and Researchers. *Science and Public Policy*, 37(7), 485-498.
- Freeman, C., & Soete, L. (1974/2008). *A economia da inovação industrial*. Campinas, SP: Editora da Unicamp.
- Friedman, J., & Silberman, J. (2003). University Technology Transfer: Do Incentives, Management, and Location Matter? *The Journal of Technology Transfer*, 28(1), 17-30.
- Hagedoorn, J., Link, A. N., & Vonortas, N. S. (2000). Research Partnerships. *Research Policy*, (29), 567-586.
- Harmon, B., Ardishvili, J., Cardozo, R., Elder, T., Leuthold, J., Parshall, J., Raghian, M., & Smith, D. (1997). Mapping the University Technology Transfer Process. *Journal of Business Venturing*, 12(6), 423-434.
- Kline, S. J., & Rosenberg, N. (1986). An Overview of Innovation. En R. E. Landau, & N. Rosenberg (Orgs.). *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth* (pp. 275-306). Washington: National Academy Press.
- Longest, K. C., Vaisey, S., & Fuzzy: (2008). A Program for Performing Qualitative Comparative Analyses (QCA) in Stata. *The Stata Journal*, 8(1), 79-104.
- Markmana, G. D., Gianiodisa, P. T., Phanb, P. H., & Balkinc, D. B. (2005). Innovation Speed: Transferring University Technology to Market. *Research Policy*, 34(7), 1058-1075.
- Marques, R. A., Freitas, I. M. B., & Silva, E. M. P. (2007). Colaboração com universidade e as atividades para inovação de empresas brasileiras. *Engevista*, 9(2), 112-128.
- Marx, K. (1890/1985). *O capital: crítica da economia política. Livro 1, O processo de produção do capital* (10.ª ed.). São Paulo: Difel Difusão Editorial.
- Mazzoleni, R. (2005). *Historical Patterns in the Coevolution of Higher Education. Public Research and National Industrial Capabilities*. Viena: Unido.

- Mazzoleni, R., & Nelson, R. (2005). *The Roles of Research at Universities and Public Labs in Economic Catch Up*. Pisa: Laboratory of Economics and Management Sant'Anna School of Advanced Studies.
- Mello, J. M. C., Maculan, A. M., & Renault, T. (2009). Brazilian Universities and their Contribution to Innovation and Development. En B. Goransson, & C. Brundenius (Orgs.). *Developing Universities: The Changing Role of Academic Institutions in Development* (pp. 1-25). Londres: Routledge e IDRC.
- Mowery, D., & Sampat, B. (2005). Universities in National Innovation Systems. En J. Fagerberg, D. Mowery, & Nelson, R. *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press.
- Nelson, R. (1959). The Simple Economics of Basic Scientific Research. *Journal of Political Economy*, 67, 297-306.
- Nelson, R. R. (1982). The Role of Knowledge in R&D Efficiency. *The Quarterly Journal of Economics*, 97(3), 453-470.
- Noble, D. F. (1979). *America by Design: Science, Technology, and the Rise of Corporate Capitalism*. Nueva York: Oxford University Press.
- Pavitt, K. (1991). What Makes Basic Research Economically Useful? *Research Policy*, 20, 109-119.
- Póvoa, L. C., & Rapini, M. S. (diciembre, 2009). Technology Transfer from Universities and Public Research Institutes to Firms in Brazil: What is Transferred and How the Transfer is Made. En *Encontro Nacional de Economia*, 37. Anpec, Foz do Iguaçu, Brasil.
- Ragin, C. C. (1987). *The Comparative Method. Moving Beyond Qualitative and Quantitative Strategies*. Berkeley, Los Ángeles y Londres: University of California Press.
- Ragin, C. C. (2006). Set Relations in Social Research: Evaluating the Consistency and Coverage. *Political Analysis*, (14), 291-310.
- Rapini, M. S. (2007a). Interação universidade-empresa no Brasil: evidências do diretório dos grupos de pesquisa do CNPQ. *Estudos Econômicos*, 37, 211-233.
- Rapini, M. S. (2007b). O diretório dos grupos de pesquisa do CNPQ e a interação universidade-empresa no Brasil: uma proposta metodológica de investigação. *Revista de Economia Contemporânea*, 11(1), 99-117.
- Rapini, M. S., Chiarini, T., & Bittencourt, P. F. (2015). University-Firm Interactions in Brazil: Beyond Human Resources and Training Missions. *Industry & Higher Education*, 29, 111-127.
- Rapini, M. S., Oliveira, V. P., & Caliar, T. (2016). Como a interação universidade-empresa é remunerada no Brasil: evidências dos grupos de pesquisa do CNPQ. *Revista Brasileira de Inovação*, 15(2), 219-246.
- Rapini, M. S., Oliveira, V. P., & Silva Neto, F. C. C. (2014) A natureza do financiamento influencia na interação universidade-empresa no Brasil? *Revista Brasileira de Inovação*, 13(1), 77-107.
- Rapini, M. S., & Righi, H. M. (2006). O diretório dos grupos de pesquisa do CNPQ e a interação universidade-empresa no Brasil em 2004. *Revista Brasileira de Inovação*, 5(1), 131-156.

- Rapini, M. S., Suzigan, W., Fernandes, A. C., Domingues, E., Carvalho, S. S. M., & Chaves, C. V. (2009). A contribuição das universidades e institutos de pesquisa para o sistema de inovação brasileira. En *Encontro Nacional de Economia*, 37. Anpec, Foz do Iguaçu, Brasil.
- Renault, T., Mello, J. M. C., & Carvalho, R. (2008). Universities, Organizational Structure of the Research Activity and the Spin-Off Formation: Lessons from the Brazilian Case. En *XXV IASP World Conference*. Anpec, Johannesburgo, Sudáfrica.
- Ribeiro, L. C., Albuquerque, E., Franco, L. M., & Moura, I. A. (2009). *The Scientific and Technological Trajectories of Four Latin American Countries: Mexico, Costa Rica, Argentina and Brazil* [borrador]. Belo Horizonte: Cedeplar y UFMG.
- Rihoux, B., & Ragin, C. C. (2009). *Configurational Comparative Methods: Qualitative Comparative Analysis (QCA) and Related Techniques. Applied Social Research Method Series*. California: Sage Publications.
- Rosenberg, N. (1974). Karl Marx on the Economic Role of Science. *Journal of Political Economy*, 82(4), 713-728.
- Rosenberg, N. (1990). Why do Firms do Basic (With their Own Money)? *Research Policy*, 19(2), 165-174.
- Schaeffer, P. R., Ruffoni, J., & Puffal, D. (2015). Razões, benefícios e dificuldades da interação universidade-empresa. *Revista Brasileira de Inovação*, 14(1), 105-134.
- Schumpeter, J. A. (1911/1985). *A teoria do desenvolvimento econômico. Uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*. São Paulo: Nova Cultural.
- Schumpeter, J. A. (1928). The Instability of Capitalism. *The Economic Journal*, 38(151), 361-383.
- Schumpeter, J. A. (1942/2008). *Capitalism, Socialism and Democracy*. Nueva York: Harper Perennial Modern Thought.
- Shane, S. (2002). Selling University Technology: Patterns from MIT. *Management Science*, 48(1), 122-137.
- Stokes, D. E. (1997/2005). *O quadrante de Pasteur. A ciência básica e a inovação tecnológica*. Campinas, SP: Editora da Unicamp.
- Suzigan, W., & Albuquerque, E. M. (agosto, 2009). The Underestimated Role of Universities for Development: Notes on Historical Roots of Brazilian System of Innovation. En *World Economic History Congress*, 15. International Economic History Association, Utrecht, Países Bajos.
- Tether, B. (2002). Who Co-operates for Innovation, and Why: An Empirical Analysis. *Research Policy*, (31), 947-967.
- Tobin, J. (1958). Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables. *Econometrica*, 26(1), 24-36.
- Wright, M., Birley, S., & Mosey, S. (2004). Entrepreneurship and University Technology Transfer. *The Journal of Technology Transfer*, 29(3-4), 235-246.