



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
ESCUELA DE POSGRADO

**ANALISIS BIBLIOMÉTRICO DE
PUBLICACIONES, PATENTES Y
EXPORTACIONES DE PERÚ PARA
MEDIR SU CAPACIDAD DE
ABSORCIÓN Y PRIORIZACIÓN DE
SECTORES**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN POLÍTICAS Y GESTIÓN
DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E
INNOVACIÓN**

BRYAN PERCY

SALDIVAR ESPINOZA

LIMA – PERÚ

2016

Asesora:

Dra. Ofelia Carol Cernaqué Miranda.

Agradecimientos

Agradezco a la Dra. Ofelia Carol Cernaqué Miranda en su rol de asesora por el apoyo brindado en el desarrollo de este trabajo. Igualmente a Patricia del Carmen Meza Mendoza, Julio Javier Buiza Ferreyros, Joe Bryan Lucero Chuquista y Michael Lázaro Cubas por su ayuda. También al Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica CONCYTEC, por la subvención de los estudios de maestría, por la cual, este trabajo fue posible.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, William Saldívar Mora y Rocío Espinoza Roja.
Igualmente a mi hermanos Ray Enrique Saldívar Espinoza y William César Saldívar Espinoza.

Tabla de contenidos

Introducción	1
I. Planteamiento de la Investigación	3
I.1 Planteamiento del problema	3
I.2 Marco Conceptual	13
I.2.1 <i>Latecomers</i> y capacidad de absorción	13
I.2.2 Medición de la capacidad de absorción	19
I.2.3 Análisis bibliométrico de la capacidad de absorción	22
I.2.4 Sistemas Nacionales de Innovación y la priorización de sectores	26
I.2.5 Ciencia de datos y políticas públicas	34
I.2.6 Innovación definida por tecnología y Mercado (<i>Technology-push</i> y <i>Demand-pull</i>)	38
I.3 Justificación	40
II. Objetivos	41
II.1 Objetivo general	41
II.2 Objetivos específicos	41
III. Metodología	42
III.1 Tipo y Diseño	42
III.2 Fuentes de información	43
III.3 Población de interés	43
III.3.1 Criterios de inclusión	43
III.3.2 Criterios de exclusión	43
III.4 Plan de análisis de datos	44

III.5	Consideraciones éticas.....	54
IV.	Resultados	55
IV.1	Modelo de predicción de los sectores científicos, tecnológicos y comerciales.....	55
IV.2	Evaluar el modelo mediante variaciones de validación cruzada y <i>OOS</i> por año y país	58
IV.2.1	Evaluación del modelo por CV 5-fold.....	58
IV.2.2	Evaluación del modelo por <i>OOS</i> por año.....	60
IV.2.3	Evaluación del modelo por <i>OOS</i> por país.....	64
IV.3	Priorizar los sectores Peruanos según el modelo propuesto considerando la dirección <i>Market-Pull</i> y/o <i>Technology-push, science-push</i>	66
IV.4	Relación de los sectores científicos, tecnológicos y comerciales por una metodología de ciencia de datos usando similitud de cosenos.....	76
IV.5	Propuesta de sectores que deben explorarse para fortalecer sectores priorizados.....	80
V.	Hallazgos.....	84
VI.	Discusión	89
VII.	Conclusiones y Recomendaciones.....	97
VII.1	Conclusiones	97
VII.2	Recomendaciones.....	100
VIII.	Referencias Bibliográficas.....	102
IX.	Anexos	123
IX.1	Solicitudes de patentes por categoría IPC en el Perú, de principales países con los que Perú exporta e importa. IPC B, D, E, F, G y H.....	123

IX.2	Análisis bibliométrico sobre capacidad de absorción.	126
IX.3	IPCs relacionadas a la agricultura.	127
IX.4	Solicitudes de patentes en Perú por IPC relacionada a la agricultura. .	129
IX.5	Detalle de resultados.	133
IX.6	Análisis PCA de actividades económicas de la encuesta nacional de Innovación en la industria manufacturera del 2012.	161
IX.7	Semejanza entre países según Reporte de Competitividad Global 2014-2015.	165
IX.8	Validación estadística.	167

Índice de gráficos

Gráfico 1.- Porcentaje de inversión en investigación y desarrollo de Estados Unidos por fuente de financiamiento.....	4
Gráfico 2.- Porcentaje de inversión en investigación y desarrollo de Canadá por fuente de financiamiento e Hitos de cambios en los incentivos tributarios.....	4
Gráfico 3.- Cantidad de publicaciones científicas por países sudamericanos registrado en Scopus (1980-2014).....	9
Gráfico 4.- Cantidad de solicitudes de patentes de países sudamericanos (1980-2014).	9
Gráfico 5 .- Población en edad de trabajar según educación (Perú 2004 - 2012)	10
Gráfico 6.- Proporción de personas que postulan y personas que logran ingresar a universidades Públicas y privadas, 2004-2012.....	10
Gráfico 7.- Alumnos CINTEC por tipo de universidad.	11
Gráfico 8.- Exportaciones peruanas por sector - 1950-2014.....	11
Gráfico 9.- Proceso de <i>Catch-up</i> en función del tiempo, caso de empresas de Corea del Sur.	15
Gráfico 10.- Modelo de capacidad de absorción propuesto en base a la literatura.	18
Gráfico 11.- Actividad de publicaciones en el campo de "Capacidad de Absorción".....	23
Gráfico 12.- Tipo de documento por publicaciones en el campo de "Capacidad de Absorción".....	24
Gráfico 13.- Fuente/Journal/Revista de documento por publicaciones en el campo de "Capacidad de Absorción".....	24

Gráfico 14.-País de origen por publicaciones en el campo de "Capacidad de Absorción".....	25
Gráfico 15.- Árbol de citas bibliográficas sobre capacidad de absorción.....	25
Gráfico 16.- Propuesta metodológica para priorizar y vincular sectores científicos, tecnológicos y comerciales.....	44
Gráfico 17.- Procesamiento de vectores de palabras para vinculación de sectores por definiciones lingüísticas.....	46
Gráfico 18.- Coeficiente de determinación de <i>OOS</i> por año. Sectores científicos. Modelo lineal. Sectores tecnológicos como predictores.....	60
Gráfico 19.- Coeficiente de determinación de <i>OOS</i> por año. Sectores científicos. Modelo lineal. Sectores comerciales como predictores.....	61
Gráfico 20.- Coeficiente de determinación de <i>OOS</i> por año. Sectores tecnológicos. Modelo lineal. Sectores científicos como predictores.....	61
Gráfico 21.- Coeficiente de determinación de <i>OOS</i> por año. Sectores tecnológicos. Modelo lineal. Sectores comerciales como predictores.....	62
Gráfico 22.- Coeficiente de determinación de <i>OOS</i> por año. Sectores comerciales. Modelo lineal. Sectores científicos como predictores.....	63
Gráfico 23.- Coeficiente de determinación de <i>OOS</i> por año. Sectores comerciales. Modelo lineal. Sectores tecnológicos como predictores.....	63
Gráfico 24.- Coeficiente de determinación de <i>OOS</i> por país. Sectores científicos. Modelo lineal. Sectores tecnológicos y comerciales como predictores.....	64
Gráfico 25.- Coeficiente de determinación de <i>OOS</i> por país. Sectores tecnológicos. Modelo lineal. Sectores científicos y comerciales como predictores.....	65

Gráfico 26.- Coeficiente de determinación de <i>OOS</i> por país. Sectores comerciales. Modelo lineal. Sectores tecnológicos y tecnológicos como predictores.....	65
Gráfico 27.- Distribución de sectores científicos peruanos según modelo generado.....	66
Gráfico 28.- Distribución de sectores tecnológicos peruanos según modelo generado.....	68
Gráfico 29.- Distribución de sectores comerciales peruanos según modelo generado.....	72
Gráfico 30.-Relación de sectores científicos y tecnológicos mediante similitud de cosenos.....	77
Gráfico 31.- Relación de sectores científicos y comerciales mediante similitud de cosenos.....	78
Gráfico 32.- Relación de sectores tecnológicos y comerciales mediante similitud de cosenos.....	79
Gráfico 33.- Sectores tecnológicos a explorar según sectores científicos priorizados.....	81
Gráfico 34.- Sectores científicos a explorar según sectores tecnológicos priorizados.....	82
Gráfico 35.- Sectores científicos a explorar según sectores comerciales priorizados.....	83
Gráfico 36.- Sectores tecnológicos a explorar según sectores comerciales priorizados.....	83
Gráfico 37.- Clústeres de similitud entre sectores tecnológicos y científicos según similitud de cosenos.....	84

Gráfico 38.- Clústeres de similitud entre sectores tecnológicos y comerciales según similitud de cosenos.....	85
Gráfico 39.- Clústeres de similitud entre sectores comerciales y científicos según similitud de cosenos.....	86
Gráfico 40.-Mapa de términos presentes en los títulos de la publicaciones científicas en el campo de la Agricultura de Perú (2000 artículos más recientes presentes en Scopus).....	87
Gráfico 41.-Mapa de términos presentes en los títulos de la publicaciones científicas en el campo de la Veterinaria de Perú (650 artículos existentes en Scopus).....	88
Gráfico 42.-Solicitudes de Patentes IPC: B, principales países de Importación/Exportación con Perú, 1980-2014	123
Gráfico 43.-Solicitudes de Patentes IPC: D, principales países de Importación/Exportación con Perú, 1980-2014	123
Gráfico 44.-Solicitudes de Patentes IPC: E, principales países de Importación/Exportación con Perú, 1980-2014	124
Gráfico 45.-Solicitudes de Patentes IPC: F, principales países de Importación/Exportación con Perú, 1980-2014	124
Gráfico 46-Solicitudes de Patentes IPC: G, principales países de Importación/Exportación con Perú, 1980-2014	125
Gráfico 47-Solicitudes de Patentes IPC: H, principales países de Importación/Exportación con Perú, 1980-2014	125
Gráfico 48.- Árbol de citas bibliográficas sobre capacidad de absorción – Extendido.....	126

Gráfico 49.- Cantidad de patentes por IPC relacionada al sector agropecuario, y los principales países de presentación.....	131
Gráfico 50.-Valor normalizado de patentes por IPC relacionada al sector agropecuario y los principales países de presentación.....	132
Gráfico 51.- Sectores tecnológicos como predictores de sectores científicos. Regresión polinomial de segundo grado. OOS por año.....	151
Gráfico 52.- Sectores comerciales como predictores de sectores científicos. Regresión polinomial de segundo grado. OOS por año.....	151
Gráfico 53.- Sectores científicos como predictores de sectores tecnológicos. Regresión polinomial de segundo grado. OOS por año.....	151
Gráfico 54.- Sectores comerciales como predictores de sectores tecnológicos. Regresión polinomial de segundo grado. OOS por año.....	152
Gráfico 55.- Sectores científicos como predictores de sectores comerciales. Regresión polinomial de segundo grado. OOS por año.....	152
Gráfico 56.- Sectores tecnológicos como predictores de sectores comerciales. Regresión polinomial de segundo grado. OOS por año.....	152
Gráfico 57.- Sectores tecnológicos a explorar según priorización de sectores científicos.....	158
Gráfico 58.- Sectores científicos a explorar según priorización de sectores tecnológicos.....	159
Gráfico 59.- Sectores científicos a explorar según priorización de sectores comerciales.....	159
Gráfico 60.- Sectores tecnológicos a explorar según priorización de sectores comerciales.....	160

Gráfico 61- Primeros 2 Vectores del análisis PCA de los actividades económicas de las empresas de la encuesta nacional de innovación en la industria manufacturera del 2012.....	164
Gráfico 62- Grado de semejanza a Perú de países OECD-BRICS, en base al Reporte de Competitividad Global 2014-2015, usando correlaciones	165
Gráfico 63- Grado de semejanza entre países OECD-BRICS-PE, en base al Reporte de Competitividad Global 2014-2015, usando PCA, tomando 2 dimensiones.....	166

Índice de tablas

Tabla 1.-Métodos para medir la capacidad de absorción.....	20
Tabla 2.- Sectores científicos utilizados	30
Tabla 3.- Sectores tecnológicos utilizados.....	31
Tabla 4.- Sectores comerciales utilizados.....	32
Tabla 5.- Modelos a evaluar y la dirección asociada.....	51
Tabla 6.- Coeficiente de determinación del modelo de predicción de sectores científicos usando como predictores a los sectores tecnológicos y comerciales. Uso y validación tomando todos los datos.....	55
Tabla 7.- Coeficiente de determinación del modelo de predicción de sectores tecnológicos usando como predictores a los sectores científicos y comerciales. Uso y validación tomando todos los datos.....	56
Tabla 8.- Coeficiente de determinación del modelo de predicción de sectores comerciales usando como predictores a los sectores científicos y tecnológicos. Uso y validación tomando todos los datos.....	57
Tabla 9.- Evaluación de modelamiento de sectores científicos. CV 5-fold.....	58
Tabla 10.- Evaluación de modelamiento de sectores tecnológicos. CV 5-fold.....	59
Tabla 11.- Evaluación de modelamiento de sectores comerciales. CV 5-fold.....	59
Tabla 12.- Orden de priorización de sectores científicos peruanos según modelo generado.....	67
Tabla 13.-Orden de priorización de sectores tecnológicos peruanos según modelo generado.....	69
Tabla 14.-Orden de priorización de sectores comerciales peruanos según modelo generado.....	72

Tabla 15.-Orden de priorización de sectores comerciales peruanos según modelo generado. (Descripción de sectores)	74
Tabla 16.- Valor de la similitud de cosenos entre sectores científicos, tecnológicos y comerciales.....	76
Tabla 17.- IPCs relacionadas a la agricultura.....	128
Tabla 18.-Principales solicitantes por solicitudes de patentes en Perú por IPC relacionada a la agricultura.	131
Tabla 19.- Detalle de coeficiente de determinación de modelo por sectores científicos. Todos los datos como entrenamiento y prueba.	133
Tabla 20.- Detalle de coeficiente de determinación de modelo por sectores tecnológicos. Todos los datos como entrenamiento y prueba.	135
Tabla 21.- Detalle de coeficiente de determinación de modelo por sectores comerciales. Todos los datos como entrenamiento y prueba.	137
Tabla 22.- Resultados de CV 5-fold. RSA_F1_Pub	139
Tabla 23.-Resultados de CV 5-fold. RSA_F1_Pat	141
Tabla 24.- Resultados de CV 5-fold. RSA_F1_Exp.....	143
Tabla 25.- Resultados OOS por año 2007-2014. RSA_F1_Pub Resumen	145
Tabla 26.- Resultados OOS por año 2007-2014. RSA_F1_Pat Resumen	147
Tabla 27.- Resultados OOS por año 2007-2014. RSA_F1_Exp resumen	149
Tabla 28.- Sectores tecnológicos y comerciales como predictores de sectores científicos. Regresión polinomial de segundo grado. OOS por país.	153
Tabla 29.- Sectores científicos y comerciales como predictores de sectores tecnológicos. Regresión polinomial de segundo grado. OOS por país.....	155

Tabla 30.- Sectores científicos y tecnológicos como predictores de sectores comerciales. Regresión polinomial de segundo grado. OOS por país.....	157
Tabla 31 .- Análisis de consistencia alfa de Cronbach.	167

RESUMEN

Existen limitados recursos económicos destinados a fortalecer las actividades de ciencia, tecnología e innovación, principalmente en países en desarrollo como el Perú. Por ello, es necesario priorizar sectores. Para tal fin, este estudio propone una metodología para vincular y priorizar sectores a nivel científico, tecnológico y comercial del Perú, bajo el marco de capacidad de absorción y el uso de ciencia de datos. Se normalizaron los datos de publicaciones científicas, patentes y exportaciones, usando algunos de los factores del índice de Ventaja Tecnológica Revelada (RTA). Se generaron modelos de predicción de la distribución de los sectores científicos, tecnológicos y comerciales (CTC) y se evaluaron usando *validación cruzada (CV) 5-fold* y *uno fuera de la muestra (OOS)* por año y país. Se utilizaron los modelos generados para proyectar la distribución y priorización de los sectores peruanos. Se usó la técnica de *similitud de cosenos* para relacionar los sectores CTC. Finalmente, se utilizó el orden de priorización de países y las relaciones encontradas para proponer que sectores deben explorarse para asimilar conocimiento y tecnología. Entre los principales sectores a priorizar y explorar se encontraron aquellos relacionados a la minería, ciencias de materiales y a la producción de alimentos vegetales y animales

Palabras Claves: Capacidad de absorción, Sistema nacional de Innovación, Priorización de sectores, Política científica, ciencia de datos, similitud de cosenos, market-pull, technology-push, regresión lineal

ABSTRACT

There is a limited amount of economic resources destined to strengthen science, technology and innovation activities, mainly in developing countries such as Peru. Thus, it is required to prioritize sectors. Consequently, this study proposes a methodology to link and prioritize scientific, technological and commercial (STC) sectors from Peru, under the absorptive capacity framework and the usage of data science. The scientific publications, patents and exports data were normalized using some factors that compose the *Revealed Technology Advantage (RTA)* index. Prediction models were generated to distribute the STC sectors. These models were evaluated using *cross-validation (CV) 5-fold* and *One Out of Sample (OOS)* by country and year. The models were used to project the distribution and priority order for the Peruvian sectors. The *cosine similarity* technique was used to link the STC sectors. Finally, the sectors relationship and priority order were used to propose which sectors to explore aiming to absorb knowledge and technology. According to the generated model, a diversification of sectors is required for their development. Among the main sectors to prioritize and explore were found those related to mining, material science and production of vegetable and animal foodstuffs.

Keywords: Absorptive Capacity, National Innovation Systems, Sector prioritization, Science policy, Knowledge transfer, Spillover, Data science, Linear Regression, market-pull, technology-push, cosine similarity.

Introducción

La ciencia y tecnología han venido produciendo un gran impacto en la sociedad, cambiando drásticamente las formas de comunicación, de trabajar, las viviendas, ropas, comida, transporte, etc., llegando a mejorar la cantidad y calidad de vida (Burke, Bergman, & Asimov, 1985), (Massachusetts Academy of Mathematics and Science, 2010). Esto gracias a la generación de conocimiento, productos y servicios (OECD, 2002), fruto de la Investigación, Desarrollo Experimental e Innovación denominado I+D+i (INDECOPI, 2009).

Como consencuencia, la política pública enfocada a aumentar el impacto de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) en la calidad de vida de las personas (MASIS expert group - EC, 2009) y el crecimiento económico consigo (Jones, 2011), (Leitch, Motion, Merlot, & Davenport, 2014), (Baimbetova, 2013), se denomina política científica o política de CTI.

Para medir el rendimiento de la CTI, reflejado en actividades de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), se utilizan algunos indicadores como publicaciones científicas (OECD, 2002), (Walz, 2010), solicitudes de patentes (Subramanian, Choi, Lee, & Hang, 2016), (Hsu & Chuang, 2014), (Yang & Lin, 2012), (Chi, Liao, Han, & Joshi, 2010) , y exportaciones (Guo, Guo, & Jiang, 2016), (Aarstad, Pettersen, & Jakobsen, 2015).

Acorde a estos indicadores, el Perú se encuentra en una posición debajo del promedio en Sudamérica en publicaciones científicas (Scopus ,2015), solicitudes de patentes (WIPO, 2013) y con bajas exportaciones de valor agregado (Banco Central de Reserva del Perú, 2015).

Para mejorar esta situación e impulsar el desarrollo en el Perú, se ha venido recibiendo apoyo de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), como una fuente de buenas prácticas y de conocimiento (OECD, 2011), (OECD, 2015a). Quienes han sugerido que Perú debe priorizar sectores para el acceso a financiamiento en actividades de CTI (Sanz Menéndez, 2015). Es por ello que esta investigación busca proponer una metodología para establecer esta priorización.

I. Planteamiento de la Investigación

I.1 Planteamiento del problema.

Uno de los componentes que ha permitido el impacto de la ciencia y tecnología en la sociedad ha sido el acceso a recursos, que ha permitido su desarrollo. En muchos casos el acceso a recursos se ha basado en el patrocinio de un mecenas, como en el siglo XVI-XVII (Sagasti, 2011a). En lo posterior el acceso a recursos ha venido siendo facilitado por medio de los gobiernos, como Estados Unidos que ha ido aumentando el financiamiento en investigación a lo largo de los años, logrando incentivar a su vez la participación del sector privado (National Science Foundation, 2016) o Canadá que mediante una diversa gama de actividades basadas en financiamiento, ha permitido que la mayor parte de la inversión en ciencia y tecnología venga del sector privado (Hansen, 2007), (Statistics Canada, 2015). Este financiamiento de parte del gobierno forma parte de una política pública, enfocada en la ciencia y tecnología, la cual es conocida como política científica y/o tecnológica, en adelante política científica.

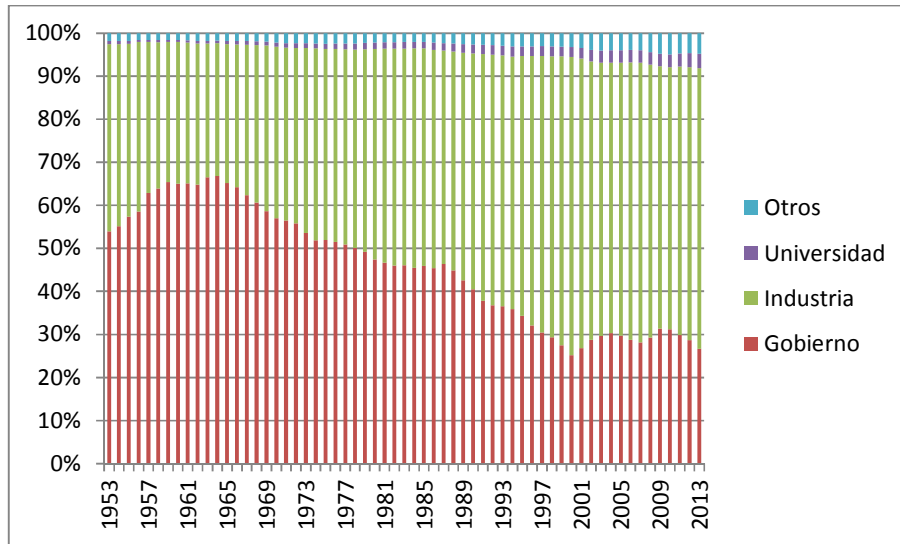


Gráfico 1.- Porcentaje de inversión en investigación y desarrollo de Estados Unidos por fuente de financiamiento

Fuente: (National Science Foundation, 2016). Elaboración: Propia.

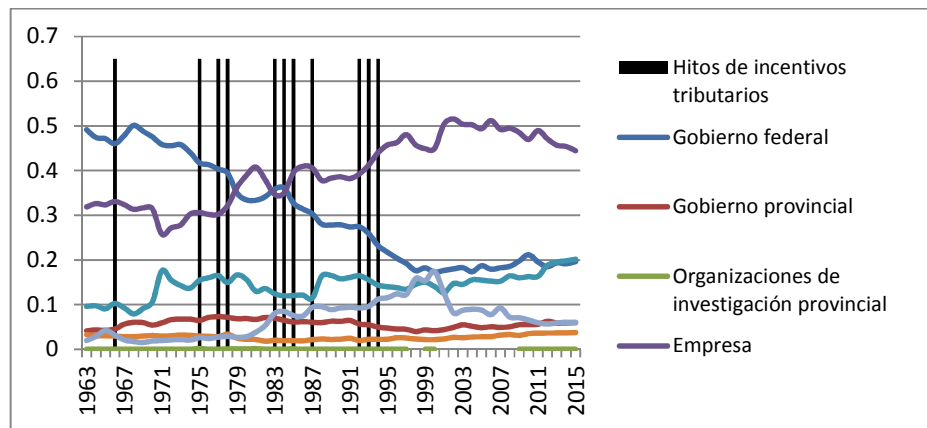


Gráfico 2.- Porcentaje de inversión en investigación y desarrollo de Canadá por fuente de financiamiento e Hitos de cambios en los incentivos tributarios

Fuente: (Hansen, 2007), (Statistics Canada, 2015). Elaboración: Propia

El conjunto de políticas científicas es llamado *Policy-mix*, éste promueve y direcciona la ciencia y la tecnología en la sociedad. Quienes desarrollan estas

políticas son los “*hacedores de políticas*”, quienes tienen el especial interés de enfatizar el vínculo de la ciencia con la calidad de vida (MASIS expert group - EC, 2009). A nivel de gobierno, esto se traduce en el objetivo de lograr el avance científico, el crecimiento económico de la nación, mejorar la salud y la longevidad de las personas (Jones, 2011).

Se tiene como ejemplo España, que en 1960 manifestó que para lograr un crecimiento económico a corto y largo plazo se debían realizar reformas en educación y en la ciencia (Gómez-Escalonilla, 2015). Y se deben hacer cambios en políticas científicas nacionales para lograr crecimiento económico (Leitch et al., 2014).

Una forma de lograr el crecimiento económico es mediante la innovación, la cual comprende la introducción al mercado de nuevos productos, nuevos procesos, nuevas formas de mercadotecnia, o nuevas formas de organización (De una institución/empresa) mediante el uso de nuevo conocimiento o un nuevo uso de conocimiento existente (OECD, 2005).

En ese contexto, la innovación es considerada como uno de los principales componentes de desarrollo económico (Baimbetova, 2013). Pero la innovación forma parte de un conjunto de componentes que permiten el desarrollo económico, su presencia está también acompañada otras actividades y conceptos como transferencia tecnológica, benchmarking, mercado, empaquetamiento tecnológico, la presencia de emprendedores hábiles, cooperación entre estos actores, etc. que sinérgicamente permiten este desarrollo así como mantener la competitividad regional o nacional en la economía global (Bravo & Naquin,

2012). China es una de varias naciones que reconoce a la ciencia, tecnología e innovación como un factor fuerte en su crecimiento económico (Liu & Liu, 2009) y que a la par se ha venido utilizando para mejorar la calidad del aire (Zhong et al., 2013) y para el proteger el medio ambiente (Wesselink, Buchanan, Georgiadou, & Turnhout, 2013).

Asimismo, la política científica evalúa la ciencia y tecnología, mediante el análisis y medición de actividades de Investigación (Investigación Básica y Aplicada) y Desarrollo experimental, denominadas I+D. La I+D comprende el conjunto de trabajos de creación emprendidos de manera sistemática con el fin de aumentar la suma de conocimientos, incluidos el conocimiento del hombre, la cultura y sociedad, así como la aplicación de estos conocimientos para concebir nuevas aplicaciones (OECD, 2002). Igualmente, la política científica abarca las actividades relacionadas a la Innovación (Gaspar et al., 2012), que en conjunto con la Investigación y Desarrollo experimental conforman las actividades de I+D+i (INDECOPI, 2009).

Es importante señalar que la diferencia entre Investigación y Desarrollo Experimental, es que la primera busca generar conocimientos y una superior comprensión del ámbito científico y tecnológico, el desarrollo experimental comprende la aplicación de resultados de la investigación o cualquier otro tipo de conocimiento científico para la producción de nuevos bienes, servicios o materiales y el diseño de nuevos procesos o sistemas preexistentes (INDECOPI, 2009).

Para poder medir los resultados obtenidos por los investigadores, a nivel individual, por grupo de investigación, institución, país, redes nacionales e internacionales, se ha venido utilizando el análisis bibliométrico, que mide la cantidad de publicaciones científicas, sus autores, citas , así como las citas en patentes (OECD, 2002).

Las patentes, o también conocidas como patentes de invención, buscan proteger los derechos de los inventores. Impiden que terceros exploten comercialmente su invención. Entregando un derecho exclusivo de explotación comercial al propietario¹. La patente se crea como un incentivo al inventor al darle reconocimiento por su actividad creativa y una retribución material económica. Además, las patentes fomentan la innovación debido a su naturaleza, dado que es requisito que tengan aplicación industrial (Además de que deben ser novedosas y tener un grado inventivo²). El inventor tiene la obligación de divulgar al público la invención patentada, habilitando a terceros de beneficiarse de nuevo conocimiento y de esa forma contribuir al desarrollo tecnológico (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, n.d.).

Así como las publicaciones científicas y patentes, la política científica también usa otros indicadores para evaluar las actividades y el estado de la I+D+i en una nación, como el nivel educativo de sus pobladores, y el nivel tecnológico de las exportaciones (RICYT, 2012), (OECD, 2016).

Tomando en consideración estos indicadores, al analizar la situación de Perú, se ve que a nivel de publicaciones científicas (Scopus, 2015) y patentes (WIPO,

¹ Las patentes tienen una limitación territorial (Por país) y temporal (Tienen un límite de tiempo, 20 años en Perú)

² No deben resultar obvias para un experto en la materia.

2013) en comparación con otros países sudamericanos, Perú se encuentra debajo del promedio. Por otro lado, sólo un 30% de la población en edad de trabajar tienen estudios de educación superior (INEI, 2012), esto empeora al ver que existe una asimetría entre la oferta y demanda del acceso a la educación universitaria pública, donde sólo un 20% de quienes postulan a la universidad pública logra ingresar. La oferta y demanda de educación universitaria privada es mucho más simétrica, viéndose que un 70% de quienes postulan logran ingresar, pero la cantidad de quienes postulan a la universidad pública es mayor que la cantidad de postulantes a la universidad privada (Asamblea Nacional de Rectores, 2013). Se adiciona que el 67.6% de los estudiantes de carreras de Ciencia y tecnología (CINTEC) están en las universidades públicas y el 32.4% en las privadas (CONCYTEC, 2014b). Parte del impacto de los recursos humanos en el entorno comercial/industrial está reflejado en los resultados de la encuesta de innovación en el sector manufacturero (CONCYTEC, 2013a) donde la escasez de personal calificado es el obstáculo para innovar más frecuente en las empresas innovadoras, y el mismo ocupa el segundo lugar como principal obstáculo para innovar en las empresas no innovadoras. Extendiendo el análisis a las exportaciones, Perú tiene mayor cantidad de exportaciones tradicionales, de bajo valor agregado, en comparación con las exportaciones no tradicionales, aquellas de mayor valor agregado (Banco Central de Reserva del Perú, 2015).

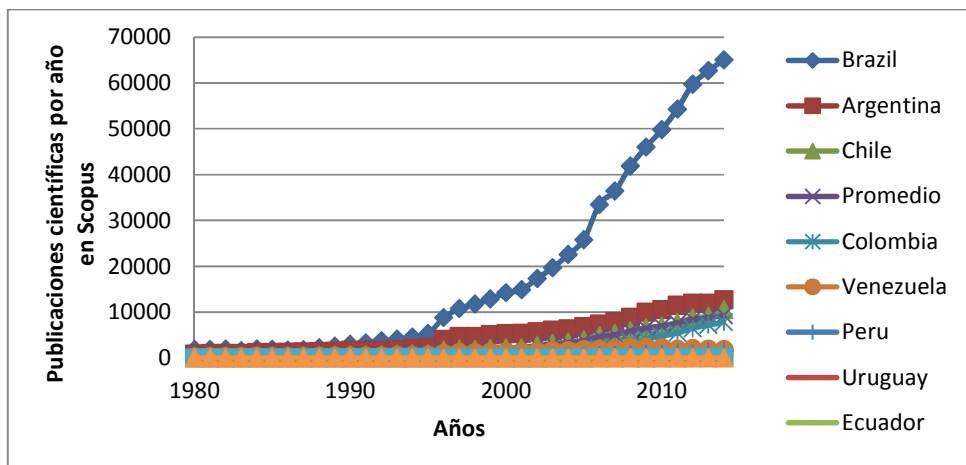


Gráfico 3.- Cantidad de publicaciones científicas por países sudamericanos registrado en Scopus (1980-2014)

Fuente: Scopus. Elaboración: Propia

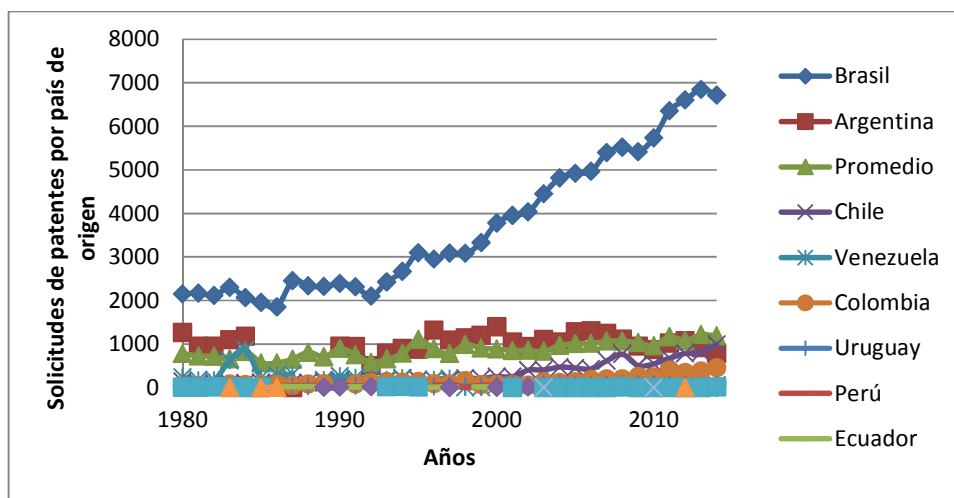


Gráfico 4.- Cantidad de solicitudes de patentes de países sudamericanos (1980-2014).

Fuente: (WIPO, 2013). Elaboración: Propia.

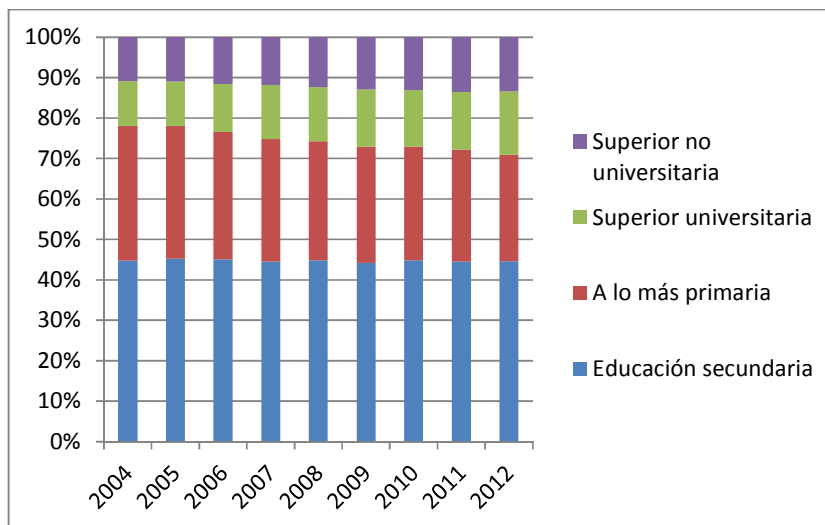


Gráfico 5.- Población en edad de trabajar según educación (Perú 2004 - 2012)

Fuente: (INEI, 2012), Elaboración: Propia.

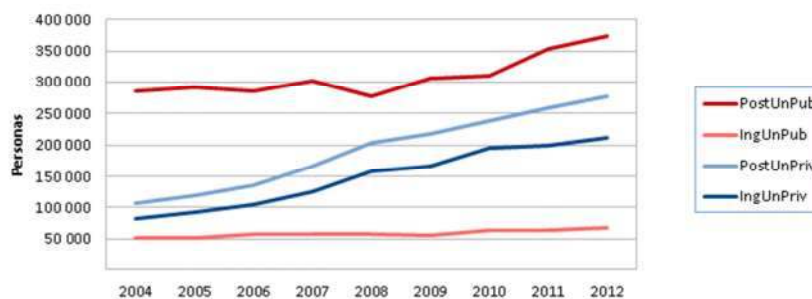


Gráfico 6.- Proporción de personas que postulan y personas que logran ingresar a universidades Públicas y privadas, 2004-2012³

Fuente: ANR(Asamblea Nacional de Rectores, 2013). Elaboración: Propia.

³ En el gráfico PostUnPub representa la cantidad de personas que postularon a la universidad pública. IngUnPub la cantidad de personas que lograron ingresar a la universidad pública. PostUniPriv la cantidad de personas que postularon a la universidad privada. IngUnPriv la cantidad de personas que lograron ingresar a la universidad privada

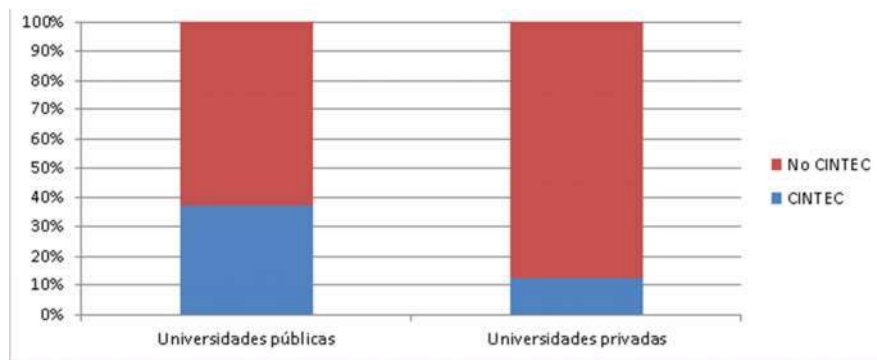


Gráfico 7.- Alumnos CINTEC por tipo de universidad.

Fuente: (CONCYTEC, 2014b). Elaboración: Propia.

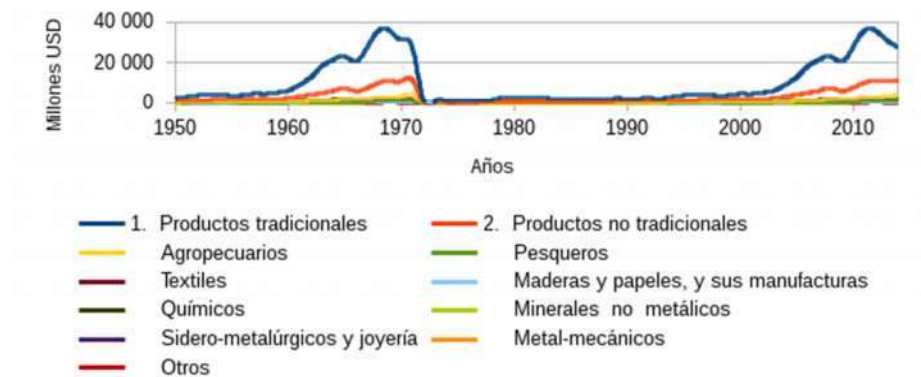


Gráfico 8.- Exportaciones peruanas por sector - 1950-2014

Fuente: (Banco Central de Reserva del Perú, 2015). Elaboración: Propia.

Debido a esta situación de Perú, el Concytec junto a otros actores, han venido realizando diferentes actividades para mejorar las condiciones de I+D+i en el Perú. Una de estas actividades, fue el I Workshop Internacional de Monitoreo y evaluación de Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación, con participación de ponentes de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, o OECD por sus siglas en Inglés). En este evento el presidente de del Comité para la Política Científica y Tecnológica de la OCDE mencionó que

debido a que hay recursos limitados para el financiamiento de actividades en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), se deben priorizar sectores de aplicación (Sanz Menéndez, 2015). Es también importante considerar que Perú tiene el interés de pertenecer a la OECD en vista al 2021 (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, CEPLAN, 2015). En este contexto, es necesario preguntarse qué sector o sectores deben priorizarse.

I.2 Marco Conceptual

I.2.1 *Latecomers* y capacidad de absorción

Las características de Perú, con bajos niveles de I+D+i en base a los indicadores de publicaciones científicas, patentes, educación superior y exportaciones, coinciden con las propiedades descritas en la definición de “*latecomer*” o “*recién llegado*”. Hobday, (1995) define a un empresa recién llegada “*latecomer*”, como una empresa/firma de manufactura (Existente o potencial) que enfrenta dos grupos de desventajas competitivas en su intento de competir con mercados de exportación. La primera desventaja es de carácter tecnológico. Ubicado en un país en desarrollo, un recién llegado está separado de las principales fuentes internacionales de Investigación y Desarrollo (I+D). Opera de forma aislada de los centros mundiales de ciencia e innovación y está atrasado en ingeniería, habilidades técnicas e I+D. Adicionalmente el entorno industrial e infraestructura tecnológica está pobremente desarrollado. Las universidades pueden estar tecnológicamente muy débiles y otras instituciones educativas pobremente equipadas. La segunda desventaja está relacionada a mercados de vanguardia y usuarios exigentes. Donde la empresa está separada de los principales flujos de mercados internacionales que desea proveer, los cuales están en países desarrollados.

En la literatura que estudia el crecimiento económico de Corea del sur, que en 1951 tenía un PBI similar a Perú⁴ (The Conference Board, 2016), están Yong-ho, Sungsoo, Mi-Jung, Dae-Hee, & Hobday, (2002), quienes categorizan tres tipos de empresas en base a su nivel de competencia: (1) Empresas con capacidades

⁴ La diferencia entre el Producto Bruto Interno de ambos países era menor a un 5%

avanzadas, las que buscan el liderazgo mundial, (2) Empresas que son seguidores rápidos “*fast followers*”, aquellas que hacen I+D+i y (3) las empresas *latecomer*, aquellas que buscan imitar, adaptar y mejorar. Corea del sur ha logrado su crecimiento gracias a como orientó su política científica, en sus etapas iniciales a nivelar sus capacidades con las capacidades extranjeras, proceso denominado “*catch-up*“. Este *catch-up* logrado gracias a flujos entrantes de conocimiento y tecnología, mediante la transferencia tecnológica, que se concentró en el licenciamiento de conocimiento, que tras la adquisición de la tecnología, se asimiló y se mejoró hasta el punto en que las empresas Sur Coreanas empezaron a generar productos en lugar de sólo asimilarlos (Ali & Park, 2014).

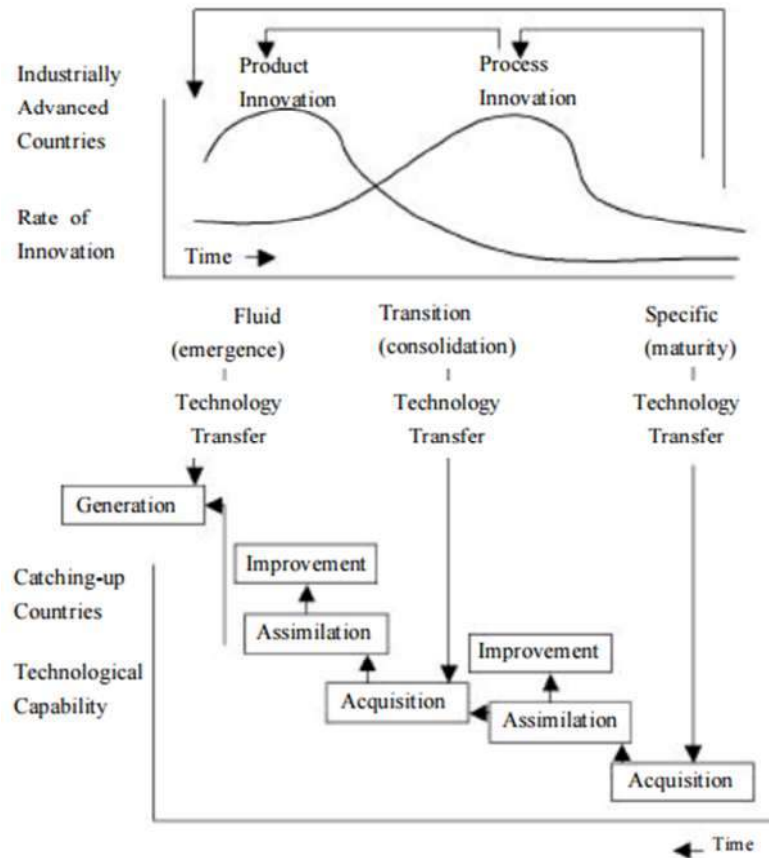


Gráfico 9.- Proceso de *Catch-up* en función del tiempo, caso de empresas de Corea del Sur.

Fuente y elaboración: (Yong-ho et al., 2002).

Así como Corea del sur, otros países asiáticos como Taiwán, Hong Kong y Singapur lograron la transición de empresas *latecomer* a empresas innovadoras. Estas lograron un crecimiento y desarrollo tecnológico mediante un proceso de asimilación y aprendizaje de tecnología extranjera. Desde el aprendizaje de simple manufactura hasta la innovación genuina, iniciando con mejoras incrementales a procesos de manufactura (Hobday, 1995).

Esta capacidad de absorber tecnología o conocimiento externo a la empresa, se denomina capacidad de absorción, la cual se define más extensamente como la capacidad de una firma de identificar el valor de información/conocimiento exterior, asimilarla y aplicarla comercialmente para el desarrollo de productos y servicios, críticos para el proceso de innovación, (Wesley M. Cogen & Daniel A. Levinthal, 1990) (Shaker A. Zahra & Gerard George, 2002). Este concepto va de la mano con los desbordamientos o “*spillovers*”, los cuales son el aprovechamiento del conocimiento, tecnología o innovación por una entidad que no lo originó (OECD, 2005).

Considerando las características de *latecomer* que tiene Perú y la experiencia internacional de los países asiáticos en lograr emerger de estas condiciones, resulta comprensible buscar un enfoque de desarrollo en base a estos conceptos, comprendiendo la capacidad de absorción y cómo puede priorizarse un sector en base a ello. La inversión extranjera directa (FDI, Foreign Direct Investment por su nombre en inglés) es la incorporación de recursos extranjeros a territorio nacional, los cuales no son sólo económicos, sino también equipos y personal. La FDI es un canal por el cual Perú podría aprovechar los *spillovers*, pero, para lograr esto, se debe tener suficiente capacidad de absorción, reflejada por una suficiente cantidad de personal calificado (E. Borensztein, J. De Gregorio, & J-W. Lee, 1997), (Hoang T. Nguyen, Geert Duysters, James H. Patterson, & Harald Sander, 2009). Esto debido a que el proceso de absorción tecnológica, depende de un conocimiento pre-existente para adquirir nuevo conocimiento (Wesley M. Cogen & Daniel A. Levinthal, 1990).

En conjunto con la FDI, las patentes y publicaciones científicas también son canales de transferencia de conocimiento (John Fitzgerald, n.d.), (Jenny Ozga, 2005), (Reginald Brennenraeds, Rudi Bekkers, & Bart Verspagen, 2006), (Diane Piktialis & Kent A. Greenes, 2007), donde ocurren los *spillovers* y por conexión actividades donde interviene la capacidad de absorción.

La variación en el ritmo de cambio tecnológico y la capacidad de absorción de una empresa, genera lo que se denomina la brecha tecnológica. Mientras más grande sea la brecha tecnológica, menor será el impacto de la FDI en el crecimiento económico (De Mello Jr., 1997), así como una empresa endógena solo se beneficiará del conocimiento disponible por una multinacional si la brecha tecnológica no es muy amplia (Ari Kokko, 1992). Es por ello, que de buscarse aprovechar *spillovers* debería orientarse a primero buscar dónde esta brecha tecnológica es menor, es decir, dónde la capacidad de absorción está lo más cercana posible del conocimiento o tecnología que se desea asimilar.

Al realizar actividades de I+D esta brecha se va acortando, dado que las capacidades locales se van acercando a las externas. En un sector donde se tiene una demanda baja de conocimientos, los efectos del I+D sobre la capacidad de absorción son menores que en un sector con alta demanda (Wesley M. Cogen & Daniel A. Levinthal, 1990).

De estos conceptos se desprende que para poder absorber conocimiento o tecnología externa (No endógena) se requiere tener una base de conocimiento, personal calificado (Investigadores y/o ingenieros), realizar actividades de I+D para disminuir la brecha tecnológica, y un canal por el cual se pueda aprovechar

de los *spillovers*, que puede ser por medio de conocimiento tácito como realizar trabajo en cooperación, interacción entre investigadores, o por medio de conocimiento codificado como publicaciones científicas o patentes. Pero, además de estos componentes debe existir el interés y la búsqueda de este conocimiento externo, representado por la cultura del individuo o institución de hacerlo. A la división entre la posibilidad de absorción y la que se internaliza en la institución, se denomina capacidad de absorción potencial y capacidad de absorción reconocida respectivamente (Shaker A. Zahra & Gerard George, 2002).

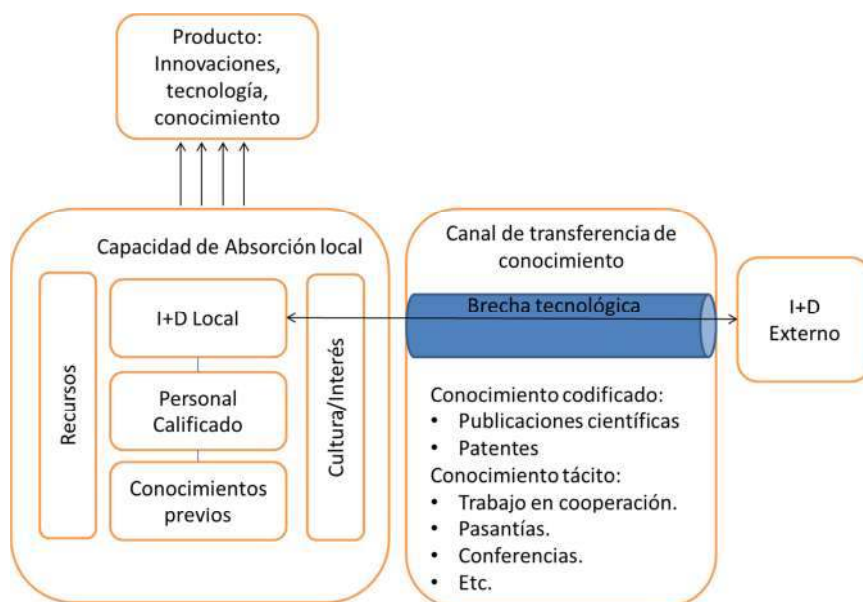


Gráfico 10.- Modelo de capacidad de absorción propuesto en base a la literatura.

Elaboración: Propia.

I.2.2 Medición de la capacidad de absorción.

Con el fin de poder medir los sectores que deben priorizarse en base a su capacidad de absorción, es requerido conocer cómo se ha estado midiendo este constructo. Para medirla, se ha venido utilizando como proxy, la medición de la inversión en I+D, intensidad de I+D, existencia de una oficina formal de I+D, porcentaje de personal dedicado a I+D con un grado de doctor, porcentaje de trabajadores de la empresa que se dedican a I+D, número de publicaciones, número de patentes, número de citas cruzadas y relaciones con el entorno externo e interno de la organización (Stephanie Duchek, 2013).

	Clasificación		Qué se mide	Indicador
Métodos cuantitativos	Indicadores	Orientado por insumo	Esfuerzos en I+D	Inversión en I+D
				Intensidad de I+D
				Existencia de un departamento formal de I+D
		Orientado por resultado	Capital humano en I+D	Porcentaje de personal en I+D con un grado de Doctor
				Porcentaje del personal de I+D a nivel de la empresa
				Patentes y Publicaciones
	Instrumentos de percepción (Cuestionarios)	Uni-dimensional	AC en el nivel operacional	Número de publicaciones
				Número de patentes
				Ratio de citaciones cruzadas
Instrumentos de percepción (Cuestionarios)	Multi-dimensional	Múltiples componentes de AC	Preguntas para valorar, asimilar y aplicar nueva tecnología	
			Items por cada componente de AC	
			Componentes individuales de AC	
Métodos cualitativos	Casos de estudio	Casos individuales	AC, factores influyentes y resultados	Cuestionario para referirse al enlace entre el medio externo y la empresa
				Medición de la influencia de una crisis proactivamente construida en la AC
				Influencia de la capacidad de coordinación en AC
	Casos de estudio	Múltiples casos	AC, factores influyentes y resultados	Influencia de acciones individuales en AC
				Influencia de las formas de organización y capacidades combinadas en la AC
				Observación de historias específicas y eventos que ilustran los procesos y las características de la AC

Tabla 1.-Métodos para medir la capacidad de absorción

Adaptado de (Stephanie Duchek, 2013)

Pero además de sólo medir la capacidad de absorción, deben buscarse indicadores que estén también relacionados a actividades de I+D+i directamente, de ello se encuentra que para poder medir la capacidad de absorción e innovación se han venido utilizando, como indicador bibliométrico a las solicitudes de patentes (Liu, Yeung, Lo, & Cheng, 2014). También son utilizadas para medir variaciones en la agrupación de estos conceptos como por ejemplo para medir el desempeño en innovación (Subramanian et al., 2016), (Hsu & Chuang, 2014), (Yang & Lin, 2012), (Chi et al., 2010), (Joshi, Chi, Datta, & Han, 2010), innovación y diversificación de productos (Sugheir, Phan, & Hasan, 2012), innovación, capacidad de absorción y alianzas (Lin, Wu, Chang, Wang, & Lee, 2012), actividad de I+D y capacidad de absorción a nivel de país (Montinari & Rochlitz, 2014), (No, 2009), relación entre inversión de I+D y producción de conocimiento (Edwards, 2014), flujos de conocimiento entre sectores productivos y capacidad de absorción (Antony & Grebel, 2012), y flujos de conocimiento dentro de la empresa (Shin & Jalajas, 2010).

También se miden las solicitudes de patentes internacionales en conjunto con publicaciones científicas para evaluar si un país está listo para mercados tecnológicos internacionales (Walz, 2010).

Así mismo se utilizan las citaciones patentes para medir los flujos de conocimiento (Nicotra, Romano, & Del Giudice, 2014), (Acosta, Azagra-Caro, & Coronado, 2013), (Park, 2011), flujos de conocimiento y capacidad de absorción (Mukherji & Silberman, 2013), capacidad de absorción incluyendo la medición de publicaciones científicas (Gurney et al., 2013), (Schildt, Keil, & Maula, 2012) y para medir solo capacidad de absorción (Bapuji, Loree, & Crossan, 2011).

Las exportaciones y su nivel tecnológico también son utilizados para medir los resultados de la I+D (Guo et al., 2016), innovación (Alarcón & Sánchez, 2016), (Aarstad et al., 2015), innovación endógena (Wu, 2015), I+D, innovación y desempeño económico (Guarascio, Pianta, & Bogliacino, 2016), el impacto en industrias tecnológicas (Zhu, Wang, & Mei, 2015).

De lo presentado, algunos de los indicadores comunes para medir las actividades en I+D+i, así como capacidad de absorción son las publicaciones científicas, las patentes y las exportaciones.

I.2.3 Análisis bibliométrico de la capacidad de absorción

El análisis bibliométrico permite conocer datos claves sobre un tema, como autores principales, países de origen con mayor producción científica, la evolución del crecimiento de documentos en el tema, el tipo de documento que se utiliza para la publicación como artículos, papers de conferencias, etc. Y las principales revistas asociadas a estas. Para el tema de Capacidad de absorción, se buscó en el título de las publicaciones la cadena de texto “Absorptive capacity”, y se retiraron las publicaciones que contenían en el abstract el término “intestine”, dado que la unión de esos términos se utiliza en el campo de la medicina pero sin tocar la innovación; mas no es prudente retirar todas las publicaciones que pertenecen a este campo pues, también incluyen investigaciones relacionadas al componente de la innovación. Se tiene registro del tema desde 1958, siendo Levinthal, D.A. y Cohen W.M los autores más citados, pues ellos introdujeron el término de Capacidad de Absorción a la literatura. Seguidos por Lane P.J., Zahara S.A. y George G,

donde los últimos modelan el concepto y lo dividen en Capacidad de absorción potencial y reconocida, así como su integración en una firma/empresa. La mayor cantidad de publicaciones asociadas al tema son Artículos de revista, y pertenecen al Journal "Research Policy", provenientes de Estados Unidos.

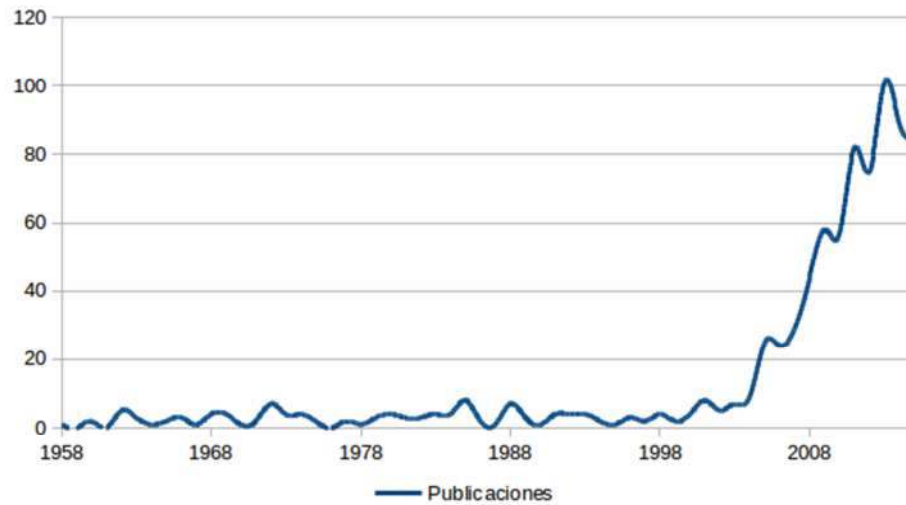


Gráfico 11.- Actividad de publicaciones en el campo de "Capacidad de Absorción"

Fuente: Scopus. Elaboración: Propia.

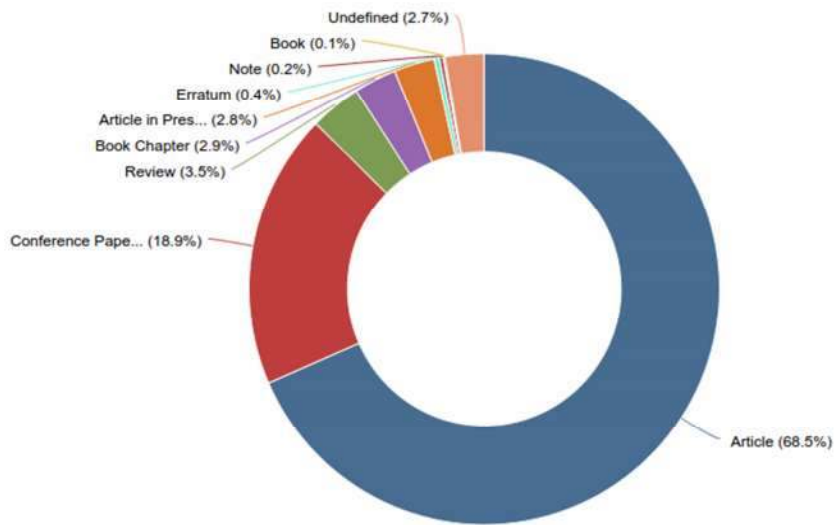


Gráfico 12.- Tipo de documento por publicaciones en el campo de "Capacidad de Absorción"

Fuente y elaboración: Scopus.



Gráfico 13.- Fuente/Journal/Revista de documento por publicaciones en el campo de "Capacidad de Absorción"

Fuente: Scopus. Elaboración: Propia.

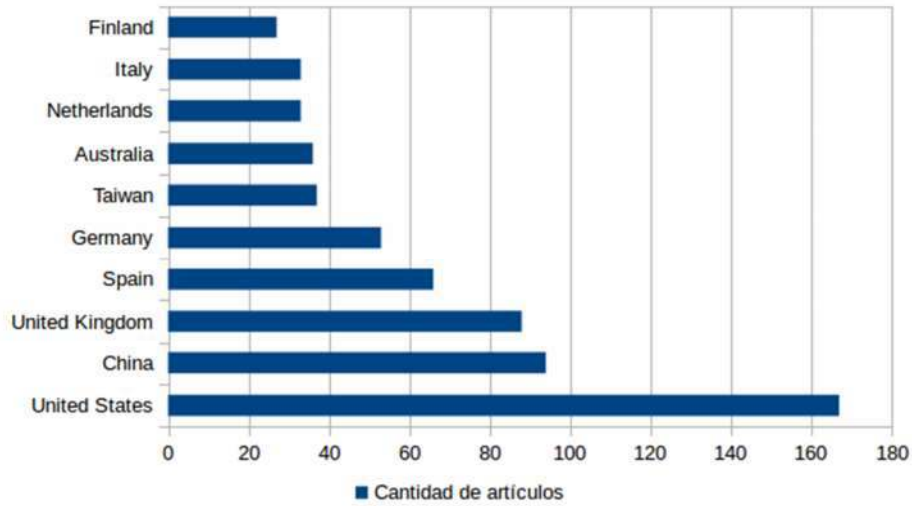


Gráfico 14.-País de origen por publicaciones en el campo de "Capacidad de Absorción"

Fuente: Scopus. Elaboración: Propia

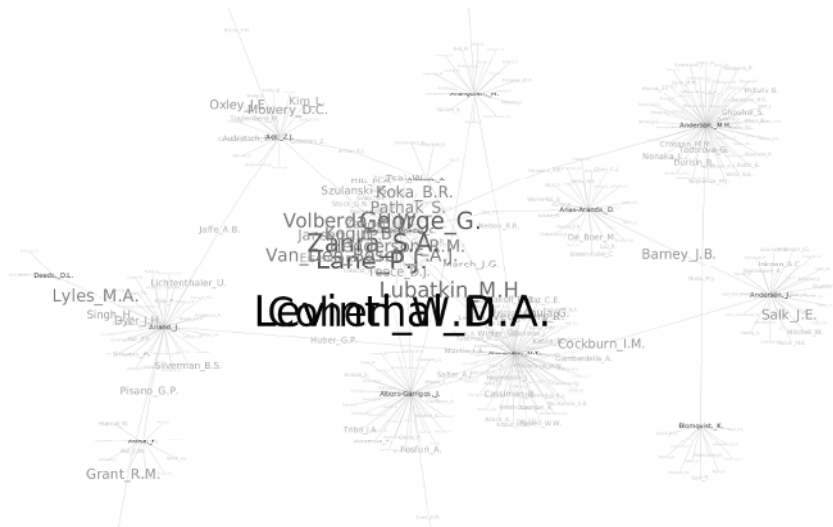


Gráfico 15.- Árbol de citas bibliográficas sobre capacidad de absorción⁵Fuente: Scopus. Elaboración: Propia.

⁵ El tamaño e intensidad de color aumentan respecto a la cantidad de veces que un autor ha sido citado. Siendo los más citados Levinthal, D.A., Cohen W.M., Lane P.J. Zahara S.A. y George G. La versión extendida del gráfico se encuentra en anexos.

I.2.4 Sistemas Nacionales de Innovación y la priorización de sectores.

Un sistema nacional de innovación (SNI) es el conjunto de los numerosos actores e instituciones que participan en el proceso de la innovación con la importancia de sus mutuas interacciones para lograr un desempeño en innovación que rinda frutos en términos de beneficios privados y sociales (Chudnovsky, Niosi, & Bercovich, 2000).

La participación de la política científica va de la mano con las teorías económicas, pues estas regulan el grado de intervención de la política científica en la sociedad. Existen dos grupos principales de teorías la ortodoxa-neoliberal y la evolucionista. En la primera se busca un óptimo social o perfecto de Pareto, donde se encuentra el equilibrio. En la segunda se entiende la existencia de condiciones dinámicas de mercado que exigen a las firmas a hacer un proceso de búsqueda (Reajustar las rutinas) en base a las condiciones cambiantes de un entorno multi-actor donde no existe el óptimo social (R. Nelson & G. Winter, 1982). Estos marcos conceptuales tienen una implicancia directa en el diseño de políticas, pues el logro del equilibrio por la competencia perfecta está relacionada a la mano invisible que autorregula los mercados (Smith, 1776), pese a que este concepto fue inicialmente usado como metáfora para denotar los efectos directos del comportamiento humano, basado en sus instintos para generar un beneficio social, el concepto a través de los años ha sido distorsionado convergiendo en la eficiencia de Pareto y los mercados neoliberales (B. Wight, 2007). Este tipo de marco teórico implica un rol menos participativo del estado en la dinámica de los mercados, que para el caso de los países en desarrollo se toma a la importación de tecnología en forma de Inversión extranjera directa como el mejor camino para la modernización

económica, pero bajo el marco evolucionista el cambio tecnológico es un proceso endógeno y que debe desarrollarse (Chudnovsky et al., 2000).

De tomarse el modelo evolucionista, la política científica puede intervenir en la definición de sectores prioritarios, y en el caso de la ortodoxa-neoliberal lo contrario, pues debería esperarse que el mercado auto-regule el crecimiento de los sectores, evitando un sector sobre otro.

En la política científica existen dos modos de intervención, uno con un enfoque evolucionista y otro ortodoxo-neoliberal, mediante políticas verticales y políticas horizontales respectivamente. Las políticas horizontales son políticas transversales a todos los sectores y se usan cuando no se observa uno o más sectores que destaquen (Donde se muestre mayor fortaleza), y están recomendadas para países en desarrollo como los de América Latina y las políticas verticales son aquellas que priorizan ciertos sectores en particular por presentar mayores fortalezas con respecto al resto (Chudnovsky et al., 2000). Lo que buscan las políticas horizontales en la política científica es dar igual acceso a los recursos, siendo menor la intervención del estado y esperando que en algún momento ciertos sectores debido a su naturaleza emerjan. Esto en contraste con el acceso a recursos limitados no es posible, debiendo tomarse la opción de la priorización.

Se debe tener en cuenta que para algunos autores se necesitan décadas para formar un SNI, y hay ejemplos que para poder formar un SNI se requiere una década o varias (Niosi, 2011). Quienes han estudiado los países en desarrollo consideran que una burocracia basada en la meritocracia en lugar de la lealtad es la clave para construir sistemas nacionales, regionales y sectoriales de innovación. Así mismo

el simple *copy-paste* de políticas de un contexto a otro no producirá desarrollo económico ni innovación (Niosi, 2011) en el caso de querer copiar políticas extranjeras al Perú . Es por ello que se debe evaluar cada país individualmente y tomar en consideración sus fortalezas científicas, tecnológicas y empresariales para definir la política científica.

Para poder priorizar ciertos sectores se deben observar las fortalezas y debilidades, a fin de querer fortalecer más aquellos que sean distinguidos o crear una política específica para alimentar sectores con poco desarrollo. Los métodos bibliográficos permiten ver los campos donde un país tiene una fortaleza relativa y las estadísticas de patentes pueden ser usadas para comparar sistemas nacionales de innovación con el fin de ver la especialización tecnológica, mas no para juzgar la eficiencia de una política tecnológica (Lundvall & Borrás, 2005).

Este método para definir sectores deja dos opciones, priorizar donde se concentran las fortalezas o dónde se concentran las debilidades. Archibugi & Pianta (1991), investigaron la dirección y determinantes de la especialización tecnológica mediante el conteo de patentes y citas como indicadores tecnológicos en los países industrializados, encontrando que solo los países grandes pueden solventar una distribución uniforme entre todos los sectores tecnológicos y los países pequeños están forzados a especializarse en ciertos nichos. Por lo que de definirse sectores prioritarios debe realizarse enfocado en las fortalezas actuales.

Integrando los conceptos, la medición de la cantidad de publicaciones científicas, patentes y exportaciones sirve para poder determinar el grado de especialización de un país. No obstante, la clasificación de sectores presentes en estos niveles,

científico, tecnológico y comercial, respectivamente, es heterogénea. Estas categorías dependen de la fuente de datos a usarse. A nivel científico, por ejemplo (Scimago Journal Ranking, n.d.) clasifica las publicaciones en 311 categorías. Por otro lado, (Scopus, 2006) posee 308 categorías, pero agrupadas en 26. A nivel tecnológico, (World Intellectual Property Organization & Schmoch, 2008), establecen dos formas de clasificar los grupos de patentes, por 30 y 35 sectores. A nivel comercial, (United Nations, 2017a) muestra dos formas de clasificación, una de 21 sectores y otra de 98. Sin embargo, (United Nations, 2017b) muestra otras 8 formas de clasificación para exportaciones. La (Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, SUNAT, 2017b) muestra el uso de los 21 y 98 sectores a nivel comercial para clasificar las exportaciones. Sin embargo, tanto la (Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, SUNAT, 2017a), como el (Banco Central de Reserva del Perú, 2015) muestran 12 categorías que agrupan a 28 subcategorías. Por fines de homogeneidad para la comparación internacional, se tomarán en consideración las 26 categorías de Scopus, las 35 categorías de la WIPO y las 21 categorías de las Naciones Unidas. En las siguientes tablas se muestran los sectores mencionados por nivel. El índice atribuido, como el orden en el listado se basa en el orden alfabético en el idioma inglés. No es el índice que se les atribuye en las fuentes de referencia.

Tabla 2.- Sectores científicos utilizados

Sector	Descripción Sector Científico (Scopus)
AGRI	Agricultura y ciencias biológicas
ARTS	Artes y humanidades
BIOC	Bioquímica-genética y biología molecular
BUSI	Negocios-administración y contabilidad
CENG	Ingeniería química
CHEM	Química
COMP	Ciencias de la computación
DECI	Ciencias de decisiones
DENT	Odontología
EART	Ciencias de la tierra y planetarias
ECON	Economía-econometría y finanzas
ENER	Energía
ENGI	Ingeniería
ENVI	Ciencias del medio-ambiente
HEAL	Profesiones de Salud
IMMU	Inmunología y microbiología
MATE	Ciencias de los materiales
MATH	Matemáticas
MEDI	Medicina
MULT	Ciencias interdisciplinarias
NEUR	Neurociencias
NURS	Enfermería
PHAR	Farmacia-farmacología y toxicología
PHYS	Física y astronomía
PSYC	Psicología
SOCI	Ciencias sociales
VETE	Veterinaria

Fuente: (Scopus, 2006). Elaboración: Propia.

Tabla 3.- Sectores tecnológicos utilizados.

Índice	Descripción Sector Tecnológico (WIPO)
1	Análisis de materiales biológicos
2	Tecnología audio-visual
3	Procesos básicos de comunicación
4	Química de materiales básicos
5	Biotecnología
6	Ingeniería química
7	Ingeniería civil
8	Tecnología computacional
9	Control
10	Comunicaciones digitales
11	Energía y aparatos eléctricos
12	Turbinas y bombas
13	Tecnología medio-ambiental
14	Química de alimentos
15	Juegos y muebles
16	Manipulación
17	Métodos de Tecnologías de la información para la gestión
18	Herramientas de máquina
19	Polímeros y química macromolecular
20	Metalurgia y materiales
21	Mediciones
22	Elementos mecánicos
23	Tecnología médica
24	Nano-tecnología y micro-estructuras
25	Óptica
26	Química orgánica fina
27	Otros bienes de consumo
28	Otras máquinas especiales
29	Farmacéuticos
30	Semiconductores
31	Tecnología de superficies y recubrimiento
32	Telecomunicaciones
33	Textiles y máquinas para papeles
34	Procesos y aparatos termales
35	Transporte

Fuente: (World Intellectual Property Organization & Schmoch, 2008).

Elaboración: Propia.

Tabla 4.- Sectores comerciales utilizados.

Índice	Descripción de sectores comerciales (Naciones Unidas)
1	Grasas y aceites animales o vegetales; productos de su desdoblamiento; grasas alimenticias elaboradas; ceras de origen animal o vegetal
2	Armas, municiones, y sus partes y accesorios
3	Manufacturas de piedra, yeso fraguable, cemento, amianto (asbesto), mica o materias análogas; productos cerámicos; vidrio y sus manufacturas
4	Metales comunes y manufacturas de estos metales
5	Calzado, sombreros y demás tocados, paraguas, quitasoles, bastones, látigos, fustas, y sus partes; plumas preparadas y artículos de plumas; flores artificiales; manufacturas de cabello
6	Animales vivos y productos del reino animal
7	Máquinas y aparatos, material eléctrico y sus partes; aparatos de grabación o reproducción de sonido, aparatos de grabación o reproducción de imagen y sonido en televisión, y las partes y accesorios de estos aparatos
8	Productos minerales
9	Mercancías y productos diversos
10	Perlas finas (naturales) o cultivadas, piedras preciosas o semipreciosas, metales preciosos, chapados de metal precioso (plaqué) y manufacturas de estas materias; bisutería; monedas
11	Instrumentos y aparatos de óptica, fotografía o cinematografía, de medida, control o precisión; instrumentos y aparatos médico-quirúrgicos; aparatos de relojería; instrumentos musicales; partes y accesorios de estos instrumentos o aparatos
12	Plástico y sus manufacturas; caucho y sus manufacturas
13	Productos de las industrias alimentarias; bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre; tabaco y sucedáneos del tabaco elaborados
14	Productos de las industrias químicas o de las industrias conexas
15	Pasta de madera o de las demás materias fibrosas celulósicas; papel o cartón para reciclar (desperdicios y desechos); papel o cartón y sus aplicaciones
16	Pieles, cueros, peletería y manufacturas de estas materias; artículos de talabartería o guarnicionería; artículos de viaje, bolsos de mano (carteras) y continentes similares; manufacturas de tripa
17	Materias textiles y sus manufacturas
18	Productos del reino vegetal
19	Material de transporte
20	Madera, carbón vegetal y manufacturas de madera; corcho y sus manufacturas; manufacturas de espartería o cestería
21	Objetos de arte o colección y antigüedades

Fuente: (United Nations, 2017a), (Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, SUNAT, 2017b). Elaboración: Propia.

Además de la orientación de cómo deben priorizarse los sectores, (Breschi & Tarasconi, 2013) presentan el índice de ventaja tecnológica revelada (Revealed Technological Advantage, RTA). Este índice normaliza las patentes por sector y luego normaliza por país. Resultando un patrón de especialización por sector tecnológico. Este índice resulta de interés dado que a nivel nacional, una preocupación de los investigadores era que a todos se les mida equivalentemente. Medición sin considerar que cada sector lleva un ritmo de crecimiento distinto (Lescano, 2015). Una generalización de este índice para sectores de otros niveles, como el científico y comercial, podría proporcionar un indicador de los sectores donde Perú presenta mayor posibilidad de absorber tecnología y conocimiento científico. Consecuentemente mejorando la actividad productiva y la calidad de vida de las personas.

I.2.5 Ciencia de datos y políticas públicas.

La OECD es considerada como una fuente de buenas prácticas en el campo de las políticas públicas (OECD, 2015a). También a nivel latinoamericano se le reconoce como una fuente importante de conocimiento (OECD, 2011). El interés de Perú de pertenecer a la OECD se ve reflejado por el (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, CEPLAN, 2015) y en las diversas actividades que ha venido realizando el CONCYTEC. Por ello, resulta de interés comprender como se podría aprender de su experiencia mediante los datos que se tienen en los sectores científicos, tecnológicos y comerciales provenientes de los países que la conforman. Una alternativa es el uso de metodologías de ciencia de datos para este fin.

La ciencia de datos es una disciplina académica que comprende una serie de herramientas y metodologías para extraer información relevante en base a datos. Consecuentemente, tomar decisiones basadas por datos. A medida que se hace más conocida, se ve la importancia del uso de estas metodologías en el desarrollo de políticas públicas, como muestran (Martin, Shaheen, Lipman, & Camel, 2014), (Kum, Joy Stewart, Rose, & Duncan, 2015), (Jun & Chung, 2016), (Karakatsanis et al., 2017).

Mediante estos métodos, se pueden generar modelos matemáticos que permitan realizar predicciones, en base a los datos aprendidos. Como un modelo que permita predecir cómo se distribuirían los sectores peruanos basados en el comportamiento aprendido de los patrones de crecimiento inmersos en los países de la OECD. Para obtener un modelo de predicción, se utilizan regresiones. Como por ejemplo para predecir las zonas raíces de la humedad del suelo

(Baldwin, Manfreda, Keller, & Smithwick, 2017). Las regresiones lineales son aquellas que tienen la forma $Y|X = \alpha + \beta X + \varepsilon$ (Yoo, 2013). Una regresión lineal multivariada es aquella que tiene varios vectores $\beta_i X_i$ como predictores para predecir Y. Como la predicción de cada sector tecnológico en base a los datos del conjunto de datos de todos los sectores científicos. O la predicción de como deberían estar distribuidos los sectores comerciales peruanos según el estado de sus sectores tecnológicos. Para evaluar el rendimiento o confiabilidad de un modelo de este tipo se usa el coeficiente de determinación (Baldwin et al., 2017), (Baldwin et al., 2017), (Deo & Şahin, 2017).

Para validar la aplicabilidad de este tipo de modelos, se suele dejar extraer la última parte de los datos en series temporales, según la literatura tradicional (Evaluación Out-of-sample, OOS). Los datos no retirados se usan para construir el modelo de predicción y luego se prueba el nivel de predicción con los datos retirados. Se tiene como ejemplo, separar los últimos 3 años de los datos de cada país de la OECD para probar el modelo generado con los años restantes. Para aumentar rigurosidad y en consecuencia mayor confiabilidad a los resultados, se agrega la metodología de validación cruzada (Bergmeir & Benítez, 2012), (Zhang & Yang, 2015).

La validación cruzada (CV, cross-validation) consiste en extraer una proporción de los datos antes de la generación del modelo. Los datos extraídos y aquellos usados para la generación del modelo se denominan datos de prueba y datos de entrenamiento, respectivamente. Los datos se dividen por un número “k”, creando una validación cruzada de “k-fold” (CV k-fold). La cantidad de datos de prueba son $1/k$ del total y los datos de entrenamiento son $1-1/k$ del total. Los datos

seleccionados para cumplir estas proporciones son tomados aleatoriamente. Adicionalmente, las pruebas de validación se repiten “k” veces (Wong, 2015).

La definición del valor para “k” es variable en la literatura. (Baldwin et al., 2017) y (Deo & Şahin, 2017) usan un valor de 5 en la validación de sus modelos. Por otro lado, (J.-H. Kim, 2009) realiza pruebas con un valor de 10. (Wong, 2015), muestra en una revisión de literatura que los valores de k para los k-folds están entre 10 y 30.

Como una extensión a la CV, (Bergmeir, Costantini, & Benítez, 2014) muestran que se obtienen ventajas sobre la evaluación del modelo, cuando se usa la validación cruzada en bloque (BCV, Blocked Cross Validation). Este modelo combina las evaluaciones CV y OOS. Se dividen los datos en k-folds, pero se toman 1/k de los datos que se encuentran temporalmente consecutivos. De esta forma, se toma las ventajas de ambas formas de evaluación.

Si bien, las regresiones permiten generar un modelo para predecir con un determinado nivel de certeza, se requiere algún método adicional para poder encontrar la relación entre la vasta heterogeneidad de sectores de los niveles científicos, tecnológicos y comerciales. Bajo un enfoque tradicional, se podría leer las definiciones de los sectores y en base a cierto criterio técnico establecer las relaciones. No obstante, la ciencia de datos proporciona métodos que podrían mejorar este enfoque y mejorar su objetividad.

Existen métodos para la clasificación de textos, como la *similitud de cosenos*. (Karakatsanis et al., 2017) muestran el método de similaridad de cosenos como el más óptimo en su investigación de minería de textos, aplicada a encontrar la similitud entre avisos de trabajo y la descripción de un puesto laboral. Por otro

lado, (Al-Anazi, AlMahmoud, & Al-Turaiki, 2016), encontraron que el uso de similitud de cosenos en combinación con el método k-medoids y k-means proporcionaron los mejores resultados, en la evaluación de diversos métodos de clasificación de texto. Viéndose entonces en este método una potencial aplicación para la vinculación de sectores de diversos niveles.

Una vez que los sectores se encuentren ordenados por prioridad, y tener una vinculación de sectores de diversos niveles, será posible la exploración de los sectores más relacionados a los sectores priorizados para dirigir la absorción tecnológica y/o de conocimientos. Los sectores a explorar corresponderían a un nivel distinto del priorizado, es decir, si se analizan los sectores científicos priorizados, se explorarían los sectores tecnológicos y/o comerciales más vinculados.

I.2.6 Innovación definida por tecnología y Mercado (*Technology-push* y *Demand-pull*).

Se observó que mediante regresiones es posible crear modelos de predicción. Pero, debe considerarse que la dirección de predicción puede realizarse en varios sentidos. Sectores científicos que predicen sectores tecnológicos y comerciales. Sectores tecnológicos que predicen sectores científicos y comerciales. O sectores comerciales que predicen sectores científicos y tecnológicos, entre otras variaciones. Estas variaciones de sentido pueden tomarse como enfoques definidos por el mercado, por la tecnología o la ciencia.

En los procesos de innovación, existen principalmente dos fuentes o direcciones para orientarla. Innovación definida por las necesidades del mercado (*demand-pull*, market-pull, need-pull) e innovación definida por los resultados del desarrollo tecnológico (*technology-push*) (Chau & Tam, 2000), (Brem & Voigt, 2009).

La dirección que se toma para innovar, depende de la industria, la historia de las compañías, entre otros factores. Por ejemplo, (Chau & Tam, 2000) encontraron más relevantes los factores de market-pull en la adopción de nuevos sistemas. Sin embargo, en la industria de semiconductores, (W. Kim & Lee, 2009) encontraron que la relevancia de estos enfoques varía a lo largo del ciclo de vida del producto. Siendo más importante el *technology-push* al inicio y el *demand-pull* después. Por otro lado, en la industria de los bio-sensores, (Luong, Male, & Glennon, 2008) encontraron que esta industria está orientada inicialmente por un market-pull. Debe considerarse también, que existen empresas que centrándose en uno o el otro camino, han logrado desarrollarse apropiadamente. Sin embargo, también hay

ejemplos en donde sólo centrándose en una de estas direcciones resulta no sostenible (Brem & Voigt, 2009). (Schmoch, 2007) encuentran que la dinámica de estos enfoques es un proceso retro-alimentado con características no lineales, pero con una primera etapa de *technology-push* seguida de una etapa tipo *demand-pull*. Así mismo, determinan que es necesario hacer la distinción entre las actividades de ciencia, tecnología y mercado.

Para la política científica, es relevante comprender el efecto que puede tener una orientación market-pull o *technology-push* en las políticas públicas para el desarrollo tecnológico y su impacto en la sociedad. Ejemplos de ello son mostrados por (Brem & Voigt, 2009), al encontrar un “empuje por regulación/regulatory-push” que modela el proceso de innovación. Igualmente, (Costantini, Crespi, Martini, & Pennacchio, 2015) muestran los efectos de políticas *technology-push* y *demand-pull* en el desarrollo de tecnologías del sector de biocombustibles. Así mismo, (Nemet, 2009) evalúa estas interacciones en los cambios tecnológicos no incrementales y su relación con los incentivos del gobierno. (Peters, Schneider, Griesshaber, & Hoffmann, 2012) encontraron que las políticas que incentivan un enfoque *demand-pull*, activan la generación de innovaciones a nivel nacional. Pero no mediante políticas *technology-push*. En adición a esta dicotomía, (Taylor, 2008), encuentra políticas que se ubican en el medio de ambas. Estas políticas buscan mejorar las interacciones entre el proveedor de tecnología y el usuario.

En consecuencia, al momento de evaluar el modelamiento, se deben considerar estas variaciones en las direcciones.

I.3 Justificación

La OECD, como fuente de buenas prácticas y conocimiento (OECD, 2011), (OECD, 2015a), recomendó que Perú debe priorizar sectores para el acceso a financiamiento en actividades de Ciencia, tecnología e innovación (Sanz Menéndez, 2015). En la política científica, se indica teóricamente que para realizar la priorización se deben evaluar las fortalezas según estadísticas bibliométricas, como publicaciones científicas y patentes (Chudnovsky et al., 2000). Sin embargo, no hay una explicación metodológica de cómo realizarla.

El uso de metodologías como minería de datos, aprendizaje de máquina y otros relacionados a ciencia de datos, ha mostrado su relevancia en el diseño de políticas públicas (Martin, Shaheen, Lipman, & Camel, 2014), (Kum, Joy Stewart, Rose, & Duncan, 2015), (Jun & Chung, 2016), (Karakatsanis et al., 2017). Consecuentemente, representa un gran potencial de aplicación para la priorización de sectores. Por otro lado, además de priorizar sectores, es requerido conocer de qué sectores se podría absorber tecnología y conocimiento. Esto último, debido a las características que comparten las empresas peruanas con las denominadas *late-comers* (Hobday, 1995). Este tipo de empresas tuvieron como primer paso en su desarrollo la absorción tecnológica.

II. Objetivos

II.1 Objetivo general.

Proponer una metodología para vincular y priorizar sectores a nivel científico, tecnológico y comercial del Perú bajo el marco de capacidad de absorción y el uso de ciencia de datos

II.2 Objetivos específicos

- Relacionar los sectores científicos, tecnológicos y comerciales por una metodología de ciencia de datos usando similitud de cosenos.
- Determinar un modelo de predicción de los sectores científicos, tecnológicos y comerciales.
- Evaluar el modelo mediante variaciones de validación cruzada y OOS por año y país.
- Priorizar los sectores considerando la dirección Market-Pull y/o *Technology-push* según el modelo determinado.
- Proponer sectores a explorar a fin de fortalecer los sectores priorizados mediante la absorción científica y tecnológica.

III. Metodología

III.1 Tipo y Diseño

Tiene un diseño exploratorio, descriptivo y correlacional (Hernández Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista Lucio, 2006). Exploratorio: Debido a que si bien existe literatura que propone priorizar sectores en base a su fortaleza desde un enfoque teórico (Chudnovsky et al., 2000), así como métodos para ver el nivel de especialidad de un país (Breschi & Tarasconi, 2013), no se ha visto la integración de estos conceptos más modelos que permitan priorizar y vincular sectores en base a datos de la situación actual de un país. Descriptivo: Se mide las relaciones entre los sectores científicos, tecnológicos y comerciales. Además, los estudios descriptivos son frecuentemente utilizados por el gobierno para la toma de decisiones, pues permiten conocer qué está pasando en un contexto para poder originar la pregunta del porqué (New York University, n.d.). Correlacional: Esto debido a que se busca establecer un patrón predecible entre los sectores científicos, tecnológicos y comerciales.

Stephanie Duchek, (2013) muestra en la recopilación de los estudios de capacidad de absorción, se realizan en empresas que realizan actividades de I+D e innovadoras (I+D+i), pero, en Perú, debido a su bajo nivel en exportaciones tecnológicas, baja inversión en I+D y carencia de indicadores actualizados sobre esta actividad, no es posible utilizar las mediciones más avanzadas, Sin embargo, se puede hacer uso de mediciones bibliométricas como publicaciones y patentes, que son el resultado de la capacidad de absorción. Adicionalmente, este método de análisis bibliométrico es sugerido por Lundvall & Borrás, (2005), para medir

las fortalezas científico y tecnológicas de un país, con la finalidad de poder priorizar sectores.

III.2 Fuentes de información.

- Para publicaciones científicas Scopus.
- Para patentes la base de datos de la WIPO/OMPI.
- Para exportaciones la Comtrade Database de las Naciones Unidas.

III.3 Población de interés.

Se seleccionaron a los países de la OECD y Perú. Los primeros para tomar como referencia de buenas prácticas en el crecimiento económico basado en desarrollo tecnológico y Perú como país de interés para aplicar los resultados del análisis de datos.

III.3.1 Criterios de inclusión

- Países pertenecientes a la OECD.
- Perú.
- Datos de patentes y publicaciones científicas de 1980 al 2014⁶.
- Datos de exportaciones del 2002 al 2014⁷

III.3.2 Criterios de exclusión.

- Ausencia de datos en los campos comparados.

⁶ Rango de fechas en los cuales estos indicadores contienen los datos de los países de interés para patentes y publicaciones

⁷ Rango de fechas en los cuales estos indicadores contienen los datos de los países de interés para exportaciones

III.4 Plan de análisis de datos

El siguiente diagrama expone la metodología propuesta para la priorización y vinculación de sectores científicos, tecnológicos y comerciales.

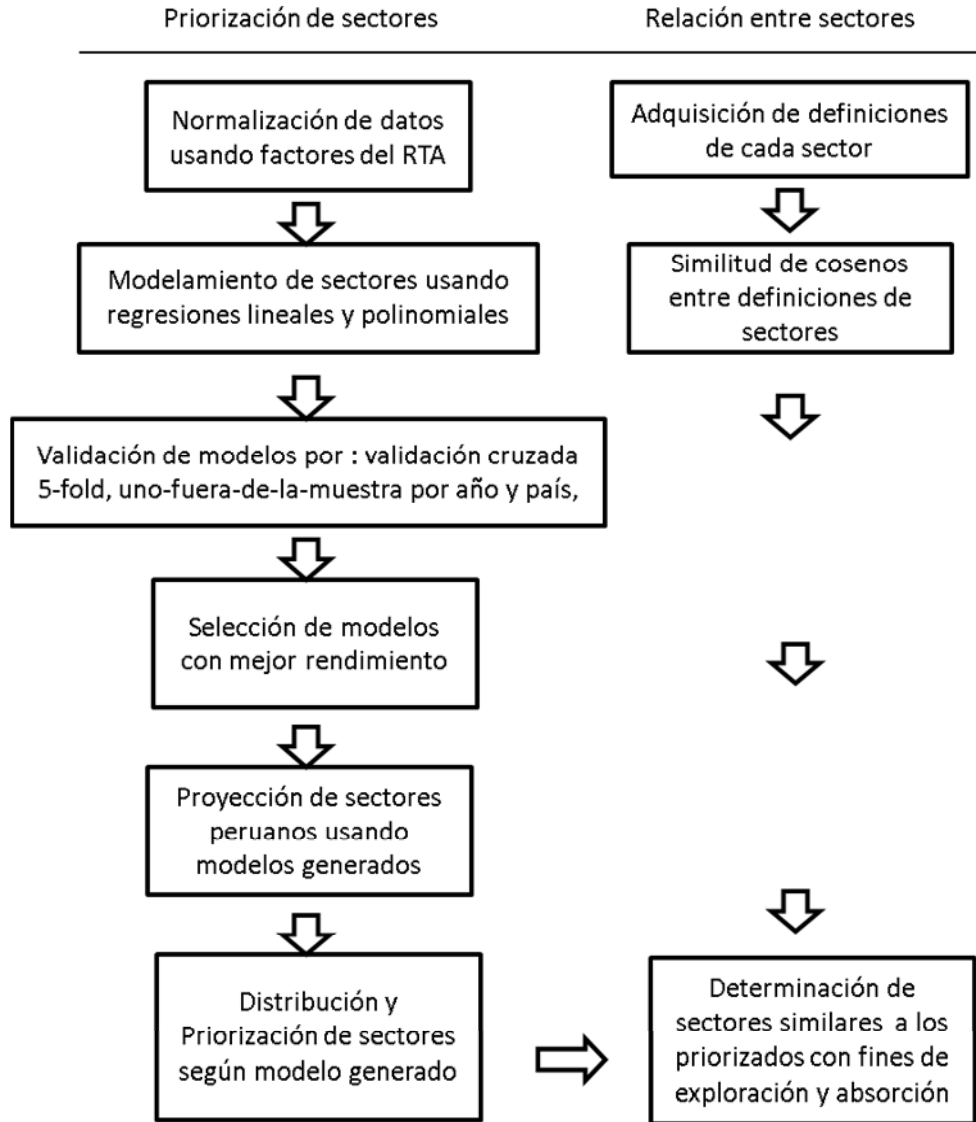


Gráfico 16.- Propuesta metodológica para priorizar y vincular sectores científicos, tecnológicos y comerciales.

Fuente y elaboración: Propia

Para evaluar la vinculación de sectores por su contenido lingüístico, se buscaron las definiciones por cada sector de cada nivel científico, tecnológico y comercial. Estas definiciones provienen de cada fuente de información, Scopus, Wipo, Comtrade respectivamente. Se creó un vector de palabras por cada nombre de sector, así mismo por cada definición de sector relacionado. Después de ello se sumaron estos dos vectores. Consecuentemente se transformaron las palabras a minúsculas. Luego, se retiraron las palabras de parada o *Stop words*, que son preposiciones, conjunciones entre otros, para dejar principalmente sustantivos, verbos, adjetivos. Seguido a ello, se transformaron las palabras a su modo raíz o *Stem*, que permite vincular a un mismo concepto palabras derivadas como *computación* y *computadora* a *compu*. Finalmente se retiraron las palabras transformadas duplicadas, dado que solo después del proceso de *Steming*, se pueden observar conceptos duplicados.

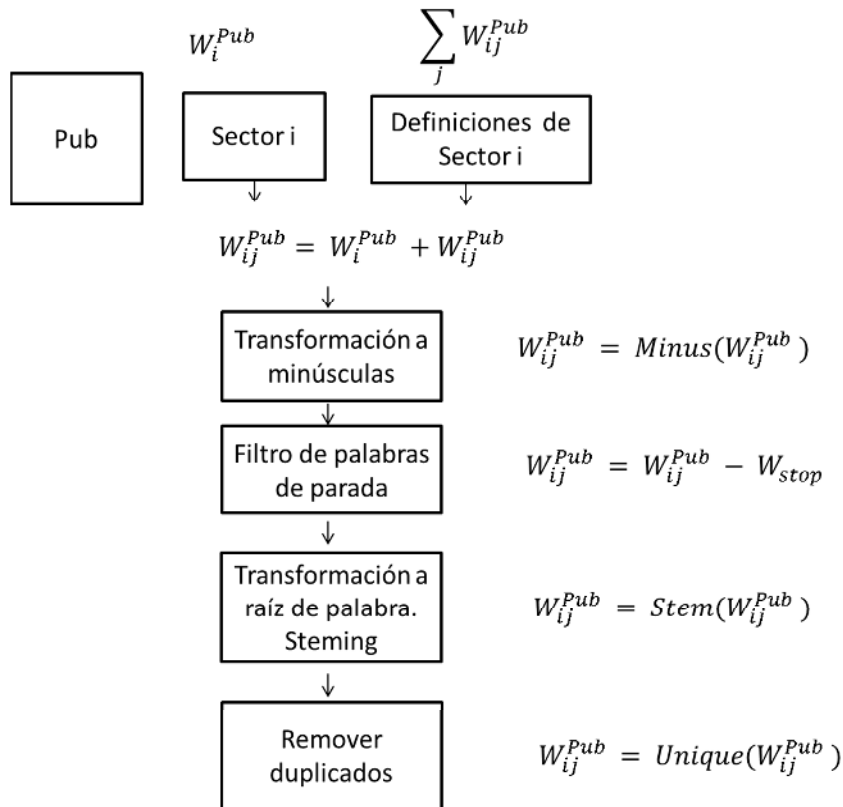


Gráfico 17.- Procesamiento de vectores de palabras para vinculación de sectores por definiciones lingüísticas.

(Fuente y elaboración: Propia)

En todos los niveles Científico, Tecnológico y Comercial, se aplicó la misma metodología. En el caso de las patentes, correspondiente al nivel Tecnológico, existe una peculiaridad. Los sectores tecnológicos están compuestos por un grupo de categorías de patentes (IPC) de cuatro a seis dígitos alfanuméricos. La categoría A01N, por ejemplo está compuesto por la categoría A, la A01, y la A01N, heredando la clasificación de los dígitos precedentes. Además, cada clasificación de 4 dígitos, tiene un gran diversidad de subdivisiones que heredan la clasificación de las precedentes, pero además agregan especificidad propia de

su división. Por lo que el vector de palabras W_{ij}^{Pat} , del sector tecnológico j, es la suma de las definiciones de todas los IPCs que lo conforman, pero el vector de palabras de cada uno de estos IPCs es la suma del vector de palabras que hereda de categorías padres (p), y la suma del vector de palabras de todas sus subcategorías hijo (h). $W_{ij}^{Pat} = \sum_n (W_{in}^{IPC} + \sum_p W_{ip}^{IPCn} + \sum_h W_{ih}^{IPCn})$

W_{ij}^{Pat} : Vector de palabras de patentes del sector tecnológico i, con definición de palabras j.

W_{in}^{IPC} : Vector de palabras de la IPC n, del sector tecnológico i.

W_{ip}^{IPCn} : Vector de palabras de conformado por los IPCs padre de la IPC n, del sector tecnológico i.

W_{ih}^{IPCn} : Vector de palabras de conformado por los IPCs hijo de la IPC n, del sector tecnológico i.

A estos vectores de palabras, donde sólo se considera su presencia o ausencia se les denomina *bolsa de palabras* o *Bag of words*. Una vez que se tienen los vectores de palabras para cada sector por nivel, se procede a realizar la operación de similitud de cosenos. (Karakatsanis et al., 2017), (Al-Anazi et al., 2016).

$$\cos \emptyset = \frac{\overline{W_{ij}^{N1}} \cdot \overline{W_{ij}^{N2}}}{\| \overline{W_{ij}^{N1}} \| \| \overline{W_{ij}^{N2}} \|}$$

Donde un resultado con valor de 1, representa que el vector de palabras del sector i, con definición j, del Nivel 1, y el vector de palabras del sector i, con definición j, del Nivel 2, son idénticos. Un resultado con valor de -1, por lo opuesto, representa ninguna coincidencia.

Para el procesamiento de los datos de publicaciones científicas, patentes y exportaciones, se evaluaron los componentes matemáticos que forma el índice de Ventaja Tecnológica revelada (RTA), presentado por (Breschi & Tarasconi, 2013). La evaluación se realizó para ver qué componentes pueden utilizarse en el proceso de normalización de datos por año, de tal forma que esté considerado que cada sector por nivel científico, tecnológico o comercial crece a un ritmo propio (Lescano, 2015).

El RTA está definido por:

$$RTA = \frac{\frac{X_{ij}}{\sum_i X_{ij}}}{\frac{\sum_j X_{ij}}{\sum_i \sum_j X_{ij}}}$$

El mismo puede expresarse de la siguiente manera:

$$RTA = \frac{X_{ij}}{\sum_i X_{ij}} \times \frac{1}{\sum_j X_{ij}} \times \sum_i \sum_j X_{ij}$$

Tomaremos al factor $\frac{X_{ij}}{\sum_i X_{ij}} = F_1$, $\frac{1}{\sum_j X_{ij}} = F_2$ y $\sum_i \sum_j X_{ij} = F_3$

X_{ij} , es la cantidad de patentes del país i en la tecnología j . En lugar de sólo aplicarlo a patentes, ampliaremos el concepto a la cantidad de publicaciones, patentes o dólares por el comercio en exportaciones en un sector j . Por fines de esta aplicación, modificaremos su nomenclatura a índice de Ventaja Sectorial Revelada VSR o RSA (Revealed, Sectorial Advantage). Siendo este índice para publicaciones científicas, patentes y exportaciones, RSA_{Pub} , RSA_{Pat} y RSA_{Exp} respectivamente.

Se observa que F_3 , es un factor común para todos los países, y tecnologías, consecuentemente, sólo agrega una magnitud constante para cualquier grupo de

datos, independientemente de su clasificación o nivel. En consecuencia, no es relevante para normalizar un sector que se estima tiene características individuales.

F_2 , por otro lado, coloca en proporción del total de actividad de un nivel en un país. Es decir, proporciona un factor de normalización o distribución a nivel país. Para los fines de esta investigación, se está tomando como marco de referencia, que este factor sirve para mostrar el nivel de especialización de un sector respecto al total de sectores en un nivel, pero sólo respecto a ese país. Quedando sin efecto para realizar las regresiones, que tienen como premisa, el comportamiento individual de un sector, independientemente del país.

F_1 , sin embargo, proporciona la normalización adecuada, según la premisa. Esto debido a que la intensidad de un sector j de un país i , se normaliza respecto al valor global reportado a ese sector.

Además, considerando que los datos recolectados pertenecen a diferentes instancias de tiempo se modificará este factor F_1 , de la siguiente manera

$$RSA_{ky}F_1 = \frac{X_{kyij}}{\sum_i X_{kyij}}, k \begin{cases} Pub \\ Pat \\ Exp \end{cases}$$

Donde k es el nivel científico, tecnológico o comercial. y e es el año de evaluación del índice.

$$RSA_{ky}F_{12} = \frac{X_{kyij}}{\sum_i X_{kyij}} \times \frac{1}{\sum_j X_{kyij}}, k \begin{cases} Pub \\ Pat \\ Exp \end{cases}$$

$RSA_{ky}F_{12}$, por otro lado, será utilizado para mostrar la distribución de actividad por cada sector en cada nivel k .

Con los datos ya normalizados, se procede a realizar regresiones multivariadas tomando cada sector tecnológico j de un nivel a como una función de todos los sectores k de un nivel b .

$$Y_{aj} = \sum_k \alpha_k \times X_{bk}$$

Considerando que se están tomando 3 niveles, Pub, Pat, Exp, correspondientes a los niveles científico, tecnológico y comercial respectivamente, se realizan dos secuencias de regresiones para cada nivel. Pub(Pat), Pub(Exp), Pat(Exp), Pat(Pub), Exp(Pub), Exp(Pat). Estas combinaciones son realizadas para poder determinar el grado de predicción tomando como dirección un *Technology-push*, *science-push* o un *Market-pull*. Estas direcciones representan que los sectores a evaluarse pueden predecirse adecuadamente usando patentes, publicaciones científicas o exportaciones, respectivamente.

$$Y_{aj} = \begin{cases} \sum_k \alpha_k \times X_{bk} \\ \sum_k \alpha_k \times X_{ck} \end{cases}$$

También se toma como posible función de predicción a la transformación polinomial de la función lineal. El grado de la función polinomial es de grado 2.

$$Y_{aj} = \begin{cases} \sum_k \alpha_k \times X_{bk} \\ \sum_k \alpha_k \times X_{bk} + \sum_k \alpha_k \times X_{bk}^n, n = 2 \end{cases}$$

Tabla 5.- Modelos a evaluar y la dirección asociada

Nivel a predecir	Niveles de insumo a evaluar como predictores	Dirección
Y_{Pubj}	$\sum_k \alpha_k \times X_{Patk}$	<i>Technology-pull</i>
	$\sum_k \alpha_k \times X_{Patk} + \sum_k \alpha_k \times X_{Patk}^n, n = 2$	<i>Technology-pull</i>
	$\sum_k \alpha_k \times X_{Exptk}$	<i>Market-pull</i>
	$\sum_k \alpha_k \times X_{Expk} + \sum_k \alpha_k \times X_{Expk}^n, n = 2$	<i>Market-pull</i>
Y_{Patj}	$\sum_k \alpha_k \times X_{Pubk}$	<i>Science-push</i>
	$\sum_k \alpha_k \times X_{Pubtk} + \sum_k \alpha_k \times X_{Pubk}^n, n = 2$	<i>Science-push</i>
	$\sum_k \alpha_k \times X_{Exptk}$	<i>Market-pull</i>
	$\sum_k \alpha_k \times X_{Expk} + \sum_k \alpha_k \times X_{Expk}^n, n = 2$	<i>Market-pull</i>
Y_{Expj}	$\sum_k \alpha_k \times X_{Pubk}$	<i>Science-push</i>
	$\sum_k \alpha_k \times X_{Pubtk} + \sum_k \alpha_k \times X_{Pubk}^n, n = 2$	<i>Science-push</i>
	$\sum_k \alpha_k \times X_{Patk}$	<i>Technology-push</i>

	$\sum_k \alpha_k \times X_{Patk} + \sum_k \alpha_k \times X_{Patk}^n, n = 2$	<i>Technology- push</i>
--	--	-----------------------------

Fuente y elaboración: Propia.

Para evaluar el desempeño de cada tipo función de predicción, se usa el coeficiente de determinación (Baldwin et al., 2017), (Baldwin et al., 2017), (Deo & Şahin, 2017). Este coeficiente está definido como:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_i (y_i - f_i)^2}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}, \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

f_i , es el valor que se ha sido predicho por el modelo. y_i , es el valor que debería corresponder según los datos observados. Puede observarse que si el valor del numerador es mayor al del denominador el resultado del coeficiente de determinación es negativo. Se estima que el coeficiente oscila entre 0 y 1 cuando los valores a predecir y los usados para la generación del modelo son los mismos. Un valor de 1 o más próximo a 1, indica que el modelo representa adecuadamente a los datos. Mientras más cercano a 0, está menos representado. Un valor de 0.8 indica que el 80% de los datos son representados por el modelo.

Para buscar los valores óptimos de los coeficientes, se usa la ecuación normal, que proporciona el mayor valor para el coeficiente de determinación posible para las regresiones lineales. Para ello se toman los datos como dos matrices, así como los coeficientes.

$$X = \begin{bmatrix} X_{00} & \cdots & X_{0m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n0} & \cdots & X_{nm} \end{bmatrix}, \alpha = \begin{bmatrix} \alpha_0 \\ \vdots \\ \alpha_m \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} Y_0 \\ \vdots \\ Y_m \end{bmatrix}$$

$$X \times \alpha = Y$$

Ecuación normal: $X^T \times X \times \alpha = X^T \times Y$

Para evaluar los modelos generados se usaron cuatro métodos.

- CD tomando todos los datos como entrenamiento y prueba.
- CV 5-fold
- OOS por año.
- OOS por país.

En el primer caso, se midió el CD sin hacer una separación de datos. En el segundo se usó la validación cruzada tomando un 20% de los datos como datos de prueba. Se seleccionaron los datos aleatoriamente y se repitió el proceso 5 veces. En el tercer caso, se separaron los últimos años de los datos para ser datos de prueba. Se seleccionaron 7 bloques de años para este fin. Estos bloques comprenden el último año, últimos 2 años, último 3 años,..., hasta tomar los últimos 7 años. El último caso comprende separar todos los datos de cada país de la OECD, uno país a la vez, como datos de prueba.

Conocidos los resultados de los diversos casos de evaluación de los modelos, se tomó el modelo, cuya dirección (*technology-push*, *science-push*, *market-pull*) mostró mejores resultados. El modelo seleccionado se aplicó sobre el $RSA_{ky}F_{12}$ de los sectores peruanos registrados en el 2014 para poder determinar cómo deberían estar distribuidos los sectores a predecir. Posteriormente, en base a la distribución ordenar estos sectores de mayor a menor para definir su orden de priorización.

Finalmente, considerando que Perú tiene las características de un *late-comer*, se identifican sectores que deben explorarse a fin de absorber conocimiento o tecnología. Estos sectores son propuestos acorde al orden de priorización hallados

y las relaciones entre sectores de diferente nivel identificados mediante similitud de cosenos.

III.5 Consideraciones éticas.

El CIE de la UPCH autorizó el desarrollo del estudio. Dado que no se vulnera la privacidad o facilita la identificación de alguna persona.

Al tomar los sectores comerciales como predictores de los sectores tecnológicos se obtiene un CD mayor que usando a los sectores científicos como predictores. Viéndose ello a nivel lineal y polinomial.

Tabla 7.- Coeficiente de determinación del modelo de predicción de sectores tecnológicos usando como predictores a los sectores científicos y comerciales.

Uso y validación tomando todos los datos.

RSA_F1_Pat	RSA_F1_Pub	RSA_F1_Pub	RSA_F1_Exp	RSA_F1_Exp
Resumen	lineal	polinomial 2°	lineal	polinomial 2°
Media	0.942382742	0.998970599	0.92178783	0.99912687
Max	0.980642844	0.999702821	0.97735583	0.99992826
Min	0.718726921	0.995346751	0.84218995	0.99621657

Fuente y elaboración: Propia.

Al tomar los sectores científicos como predictores de los sectores comerciales se obtiene un CD mayor que usando a los sectores tecnológicos como predictores. Viéndose ello a nivel lineal y polinomial. Al comparar todas las direcciones de predicción, se obtiene un mayor grado de predicción cuando se usan los sectores comerciales como predictores de los sectores científicos y tecnológicos.

Tabla 8.- Coeficiente de determinación del modelo de predicción de sectores comerciales usando como predictores a los sectores científicos y tecnológicos.

Uso y validación tomando todos los datos.

RSA_F1_Exp	RSA_F1_Pub	RSA_F1_Pub	RSA_F1_Pat	RSA_F1_Pat
Resumen	lineal	polinomial 2°	lineal	polinomial 2°
Media	0.8458988	0.999745366	0.82046802	1
Max	0.954875517	0.999993384	0.97511811	1
Min	0.67083827	0.998481791	0.52739238	1

Fuente y elaboración: Propia.

IV.2 Evaluar el modelo mediante variaciones de validación cruzada y OOS por año y país

IV.2.1 Evaluación del modelo por CV 5-fold

Mediante una evaluación CV 5-fold se obtiene un $CD < 0$. Implicando que el modelo no permite explicar adecuadamente las relaciones entre los niveles científico, tecnológico y comercial. Dado que las funciones polinomiales tienen valores mucho menores que las lineales, se evidencia que al usar un modelamiento polinomial se incurre en *sobre-modelado/overfitting*. En consecuencia, se debe usar un modelamiento lineal. También se observa que los valores del CD son mayores cuando se usan los sectores comerciales como predictores.

Tabla 9.- Evaluación de modelamiento de sectores científicos. CV 5-fold

RSA_F1_Pub	RSA_F1_Pat	RSA_F1_Pat	RSA_F1_Exp	RSA_F1_Exp
Resumen	lineal	polinomial	lineal	polinomial 2°
		2°		
Media	-0.061	-15086.661	-0.041	-0.334
Max	-0.027	-1660.359	-0.022	-0.093
Min	-0.122	-81924.163	-0.092	-1.112

Fuente y elaboración: Propia.

Tabla 10.- Evaluación de modelamiento de sectores tecnológicos. CV 5-fold

RSA_F1_Pat	RSA_F1_Pub	RSA_F1_Pub	RSA_F1_Exp	RSA_F1_Exp
Resumen	lineal	polinomial 2°	lineal	polinomial 2°
Media	-0.073	-9.342	-0.092	-0.311
Max	-0.026	-1.661	-0.028	-0.038
Min	-0.385	-41.213	-0.182	-0.871

Fuente y elaboración: Propia.

Tabla 11.- Evaluación de modelamiento de sectores comerciales. CV 5-fold

RSA_F1_Exp	RSA_F1_Pub	RSA_F1_Pub	RSA_F1_Pat	RSA_F1_Pat
Resumen	lineal	polinomial 2°	lineal	polinomial 2°
Media	-0.250	-2389.727	-0.308	-196115.554
Max	-0.067	-83.700	-0.034	-74.948
Min	-0.559	-14142.876	-1.349	-997011.946

Fuente y elaboración: Propia.

IV.2.2 Evaluación del modelo por OOS por año

Los valores del CD son mayores en las funciones lineales en comparación con las polinomiales en todos los casos (CD polinomial <0). Al evaluar el modelo por OSS por año se obtiene un CD (~ 0.6) menor que el obtenido cuando no existe una separación entre los datos de entrenamiento y prueba (CD >0.9).

En el modelamiento del nivel científico, al tomar como predictores los sectores tecnológicos, mientras menor sea la proporción de corte, mayor el CD. Por otro lado, al tomar los sectores comerciales como predictores, el CD es mayor a la mitad del intervalo de corte (2010-2012). Vuelve a observarse que el CD es mayor cuando se toma a los sectores comerciales como predictores. Tomando a los sectores comerciales como predictores, el valor más bajo del CD es de ~ 0.75 , para el año de corte el 2014 y Odontología como el sector científico a predecir. En promedio, se puede predecir en un 84% la distribución de los sectores científicos usando a los sectores tecnológicos como predictores. Usando los sectores comerciales como predictores en un 94%.

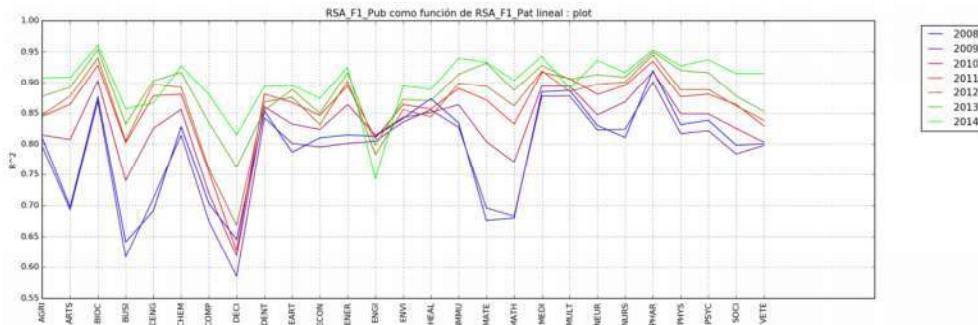


Gráfico 18.- Coeficiente de determinación de OOS por año. Sectores científicos. Modelo lineal. Sectores tecnológicos como predictores.

Fuente y elaboración: Propia.

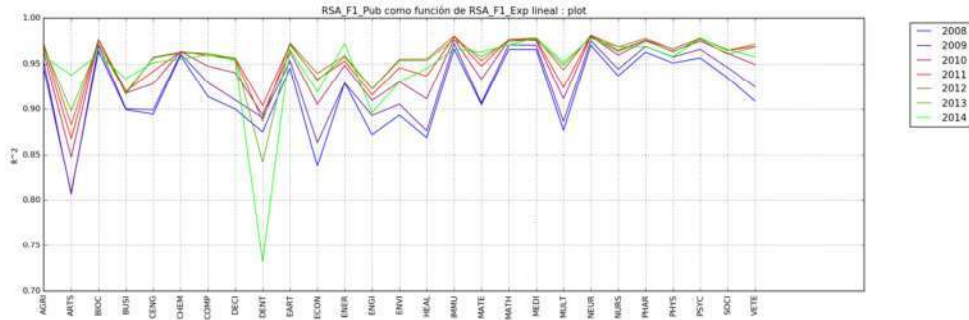


Gráfico 19.- Coeficiente de determinación de OOS por año. Sectores científicos. Modelo lineal. Sectores comerciales como predictores.

Fuente y elaboración: Propia.

Al evaluar el nivel tecnológico, usando los sectores científicos como predictores, el CD es mayor en los intervalos de corte 2009-2013. Cuando el corte es 2008 o 2014, los límites del intervalo de evaluación para la prueba, se registran los menores CDs. Siendo el mínimo 0.4. Se observa que los sectores tecnológicos 10-17,19-21,23-26,29-35, tienen un CD > ~0.8 en todos los cortes. La media del CD de todos estos años ~0.85. En promedio se puede predecir en un 85% la distribución de los sectores tecnológicos usando a los sectores científicos como predictores. En el peor caso, en un 40%.

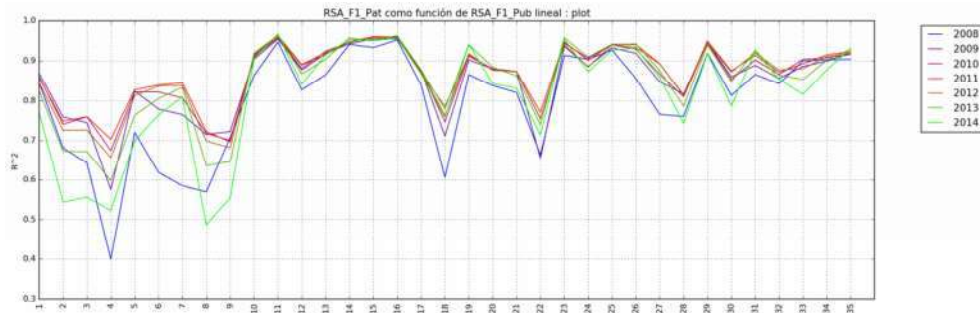


Gráfico 20.- Coeficiente de determinación de OOS por año. Sectores tecnológicos. Modelo lineal. Sectores científicos como predictores

Fuente y elaboración: Propia

Al evaluar los sectores comerciales como predictores de los sectores tecnológicos, el CD es mucho menor tomando como punto de corte el 2014. Se tiene una media de ~ 0.82 evaluando todos los años. Al comparar los niveles científico y comercial como predictores, se obtiene un mejor CD usando al nivel científico. Sin embargo, si se retira el año 2014 del análisis, los valores mínimos del nivel comercial son mayores a los del nivel científico, proporcionando un mejor intervalo de predicción. En promedio, se puede predecir en 82% la distribución de los sectores tecnológicos usando los datos de los sectores comerciales.

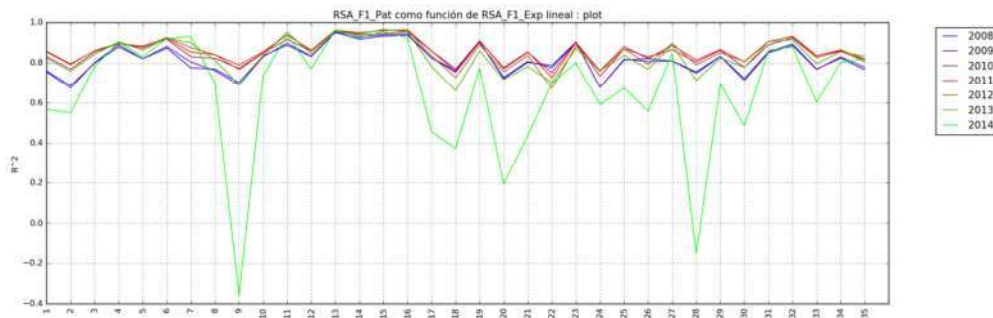


Gráfico 21.- Coeficiente de determinación de OOS por año. Sectores tecnológicos. Modelo lineal. Sectores comerciales como predictores

Fuente y elaboración: Propia.

Al evaluar el nivel comercial, independientemente del año, al usar el sector científico o tecnológico como predictores, se obtienen CDs con valores negativos. En promedio, se puede predecir en un 38% la distribución de los sectores comerciales tomando a los sectores científicos como predictores y en un 10% tomando a los sectores tecnológicos.

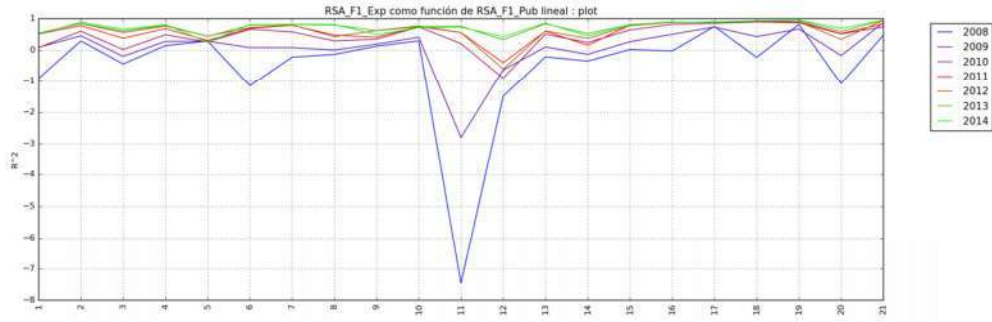


Gráfico 22.- Coeficiente de determinación de *OOS* por año. Sectores comerciales. Modelo lineal. Sectores científicos como predictores

Fuente y elaboración: Propia

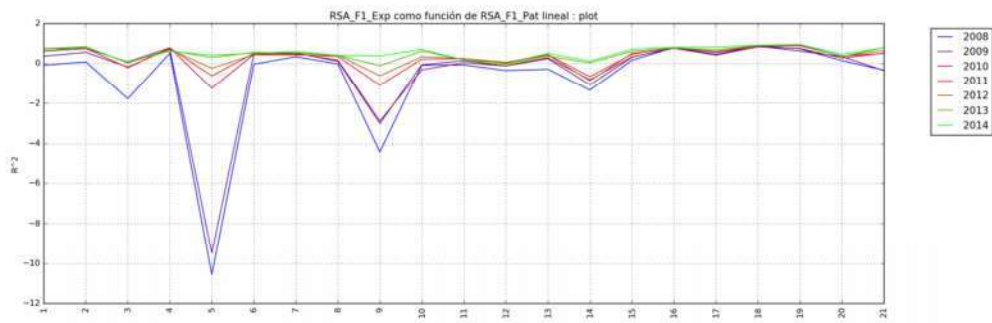


Gráfico 23.- Coeficiente de determinación de *OOS* por año. Sectores comerciales. Modelo lineal. Sectores tecnológicos como predictores

Fuente y elaboración: Propia

IV.2.3 Evaluación del modelo por *OOS* por país.

El mayor valor obtenido retirando a un país del modelamiento es de 0.248 como media, pero registrando un CD de 0.82 para un sector en específico del nivel científico. En los demás casos el valor del CD es bastante bajo. Esto nos indica que no se puede predecir todo el comportamiento de un país a través de los años con el modelo utilizado. Resultado independiente de qué país se evalúa.

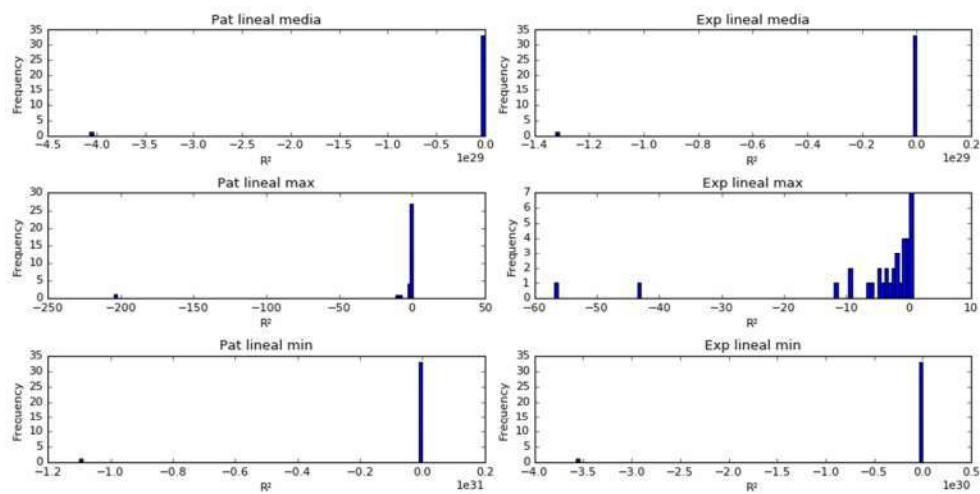


Gráfico 24.- Coeficiente de determinación de *OOS* por país. Sectores científicos. Modelo lineal. Sectores tecnológicos y comerciales como predictores

Fuente y elaboración: Propia

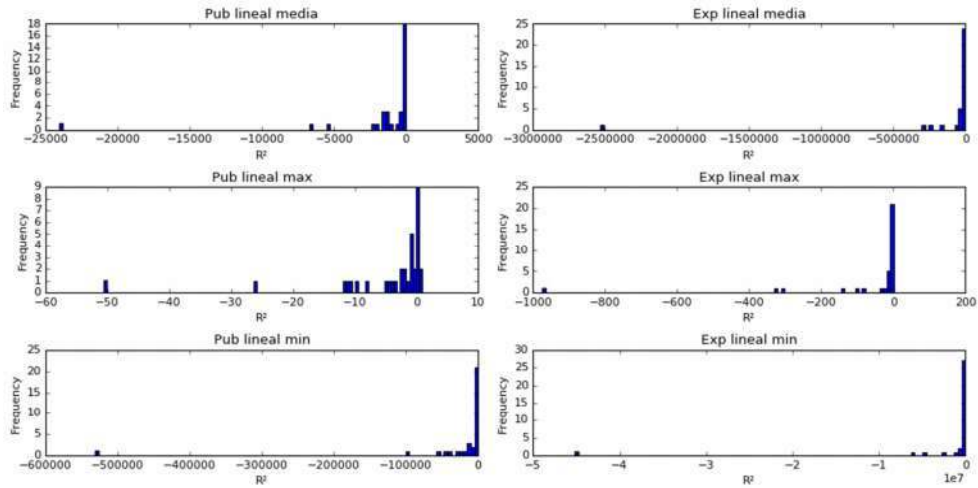


Gráfico 25.- Coeficiente de determinación de *OOS* por país. Sectores tecnológicos. Modelo lineal. Sectores científicos y comerciales como predictores

Fuente y elaboración: Propia.

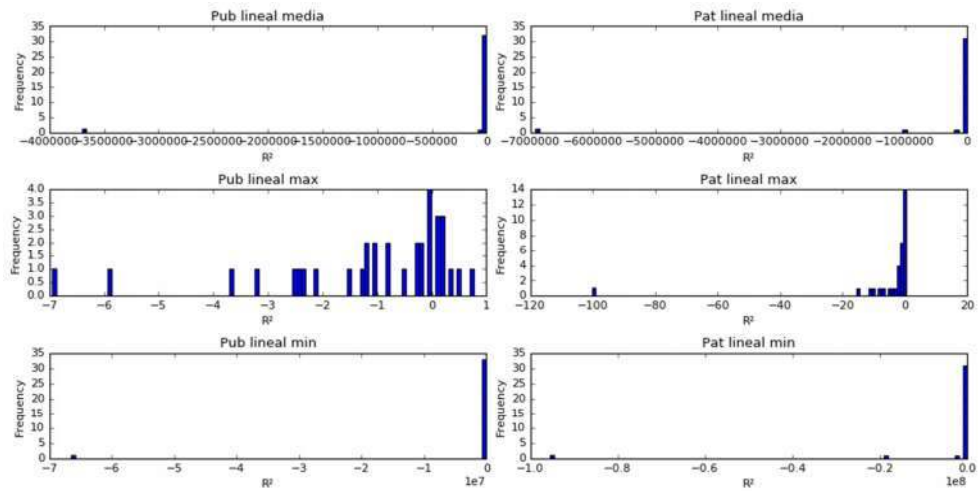


Gráfico 26.- Coeficiente de determinación de *OOS* por país. Sectores comerciales. Modelo lineal. Sectores tecnológicos y tecnológicos como predictores

Fuente y elaboración: Propia

IV.3 Priorizar los sectores Peruanos según el modelo propuesto considerando la dirección *Market-Pull* y/o *Technology-push, science-push*.

La validación del modelo mediante el coeficiente de determinación mostró que se puede predecir en mayor grado los sectores tecnológicos y científicos usando el sector comercial como predictor, en comparación con el sentido opuesto. Por lo que la dirección de priorización es un *market-pull*. Además, se debe tomar el modelo lineal en lugar del polinomial.

El RSA_F12_Pub peruano muestra mayor especialización en Veterinaria y Agricultura y ciencias biológicas. Pero, de acuerdo al modelo generado, se percibe que el Perú debería estar más diversificado usando el sector tecnológico y comercial. Incluso ya diversificado, aún se observa que estos dos sectores científicos permanecen elevados.

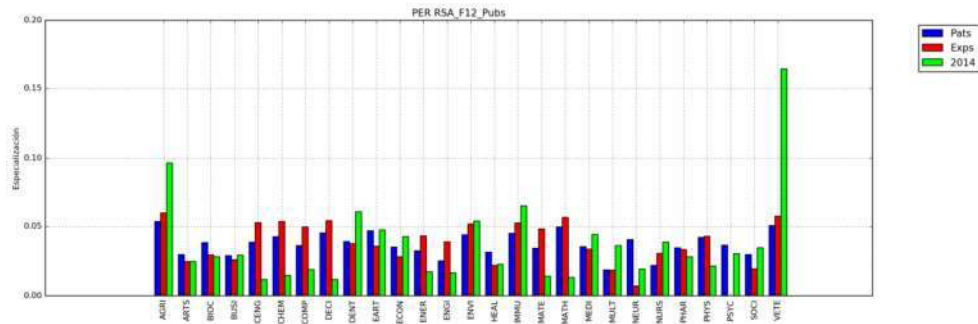


Gráfico 27.- Distribución de sectores científicos peruanos según modelo generado.

Fuente y elaboración: Propia

En la siguiente tabla se muestran los sectores científicos en orden de priorización. El de mayor prioridad se ubica en la parte superior de la tabla.

Tabla 12.- Orden de priorización de sectores científicos peruanos según modelo generado.

	Debería	Actual	Dirección		
RSA_F12_Pub_Per	Exps	2014	Exps – 2014	Pats	Pats - 2014
AGRI	0.06	0.10	-0.04	0.05	-0.04
VETE	0.06	0.16	-0.11	0.05	-0.11
MATH	0.06	0.01	0.04	0.05	0.04
DECI	0.05	0.01	0.04	0.05	0.03
CHEM	0.05	0.01	0.04	0.04	0.03
CENG	0.05	0.01	0.04	0.04	0.03
IMMU	0.05	0.06	-0.01	0.04	-0.02
ENVI	0.05	0.05	0.00	0.04	-0.01
COMP	0.05	0.02	0.03	0.04	0.02
MATE	0.05	0.01	0.03	0.03	0.02
ENER	0.04	0.02	0.03	0.03	0.02
PHYS	0.04	0.02	0.02	0.04	0.02
ENGI	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01
DENT	0.04	0.06	-0.02	0.04	-0.02
EART	0.04	0.05	-0.01	0.05	0.00
MEDI	0.03	0.04	-0.01	0.04	-0.01
PHAR	0.03	0.03	0.01	0.03	0.01
NURS	0.03	0.04	-0.01	0.02	-0.02
BIOC	0.03	0.03	0.00	0.04	0.01

ECON	0.03	0.04	-0.01	0.03	-0.01
BUSI	0.03	0.03	0.00	0.03	0.00
ARTS	0.02	0.02	0.00	0.03	0.00
HEAL	0.02	0.02	0.00	0.03	0.01
SOCI	0.02	0.03	-0.02	0.03	0.00
MULT	0.02	0.04	-0.02	0.02	-0.02
NEUR	0.01	0.02	-0.01	0.04	0.02
PSYC	0.00	0.03	-0.03	0.04	0.01

Fuente y elaboración: Propia

En el nivel tecnológico, se observa que Perú tiene mayor enfoque en micro-estructuras y nano-tecnología, materiales y metalurgia y análisis de materiales biológicos. Igualmente, en base al modelo obtenido, se debe diversificar más el desarrollo tecnológico. Se observa que se debe dar prioridad al desarrollo de tecnologías audiovisuales, telecomunicaciones, semiconductores y óptica, donde actualmente Perú no tiene registros. Le sigue química de alimentos, donde Perú sí tiene actividad, pero debe incrementarla.

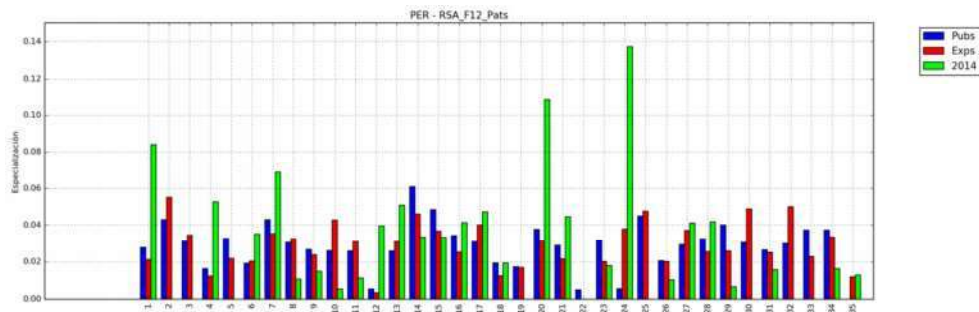


Gráfico 28.- Distribución de sectores tecnológicos peruanos según modelo generado.

Fuente y elaboración: Propia

Tabla 13.-Orden de priorización de sectores tecnológicos peruanos según modelo generado.

		Debería	Actual	Dirección		
N	RSA_F12_Pat_Pe	Exps	2014	Exps -	Pubs	Pubs -
				2014		2014
2	Tecnología audio-visual	0.06	0.00	0.06	0.04	0.04
32	Telecomunicaciones	0.05	0.00	0.05	0.03	0.03
30	Semiconductores	0.05	0.00	0.05	0.03	0.03
25	Óptica	0.05	0.00	0.05	0.04	0.04
14	Química de alimentos	0.05	0.03	0.01	0.06	0.03
10	Comunicaciones digitales	0.04	0.01	0.04	0.03	0.02
17	Métodos de Tecnologías de la información para la gestión	0.04	0.05	-0.01	0.03	-0.02
24	Nano-tecnología y micro-estructuras	0.04	0.14	-0.10	0.01	-0.13
27	Otros bienes de consumo	0.04	0.04	0.00	0.03	-0.01
15	Juegos y muebles	0.04	0.03	0.00	0.05	0.02
7	Ingeniería civil	0.04	0.07	-0.03	0.04	-0.03
3	Procesos básicos de	0.03	0.00	0.03	0.03	0.03

	comunicación					
34	Procesos y aparatos termales	0.03	0.02	0.02	0.04	0.02
8	Tecnología computacional	0.03	0.01	0.02	0.03	0.02
20	Metalurgia y materiales	0.03	0.11	-0.08	0.04	-0.07
13	Tecnología medio- ambiental	0.03	0.05	-0.02	0.03	-0.03
11	Energía y aparatos eléctricos	0.03	0.01	0.02	0.03	0.01
29	Farmacéuticos	0.03	0.01	0.02	0.04	0.03
28	Otras máquinas especiales	0.03	0.04	-0.02	0.03	-0.01
16	Manipulación	0.03	0.04	-0.02	0.03	-0.01
31	Tecnología de superficies y recubrimiento	0.02	0.02	0.01	0.03	0.01
9	Control	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01
33	Textiles y máquinas para papeles	0.02	0.00	0.02	0.04	0.04
5	Biotecnología	0.02	0.00	0.02	0.03	0.03
21	Mediciones	0.02	0.04	-0.02	0.03	-0.02
1	Análisis de materiales	0.02	0.08	-0.06	0.03	-0.06

	biológicos					
6	Ingeniería química	0.02	0.04	-0.01	0.02	-0.02
26	Química orgánica fina	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
23	Tecnología médica	0.02	0.02	0.00	0.03	0.01
19	Polímeros y química macromolecular	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02
18	Herramientas de máquina	0.01	0.02	-0.01	0.02	0.00
4	Química de materiales básicos	0.01	0.05	-0.04	0.02	-0.04
35	Transporte	0.01	0.01	0.00	0.00	-0.01
12	Turbinas y bombas	0.00	0.04	-0.04	0.01	-0.03
22	Elementos mecánicos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente y elaboración: Propia

Para establecer el orden de priorización comercial, se utilizarán los sectores científicos como predictores. Esto debido a que se obtuvieron valores más altos en el CD mediante esta forma.

Se observa que actualmente, se tiene una mayor especialización en la exportación de piedras o metales preciosos (10), seguido de productos vegetales (18) y tras ellos, casi homogéneamente, grasas vegetales o animales (1), productos minerales (8) y productos alimenticios (13), que incluye bebidas y bebidas espirituosas.

Acorde al modelo, se observa que aún es recomendable la diversificación. En el orden de priorización se mantiene el primer sector actual (10), aunque en menor

proporción, y casi homogéneamente seguido por productos animales y vegetales (6), productos químicos o industrias aliadas (14), y productos en base a maderas (14).

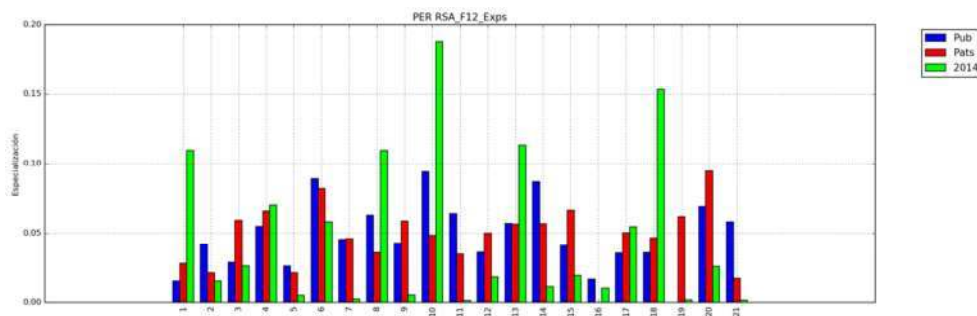


Gráfico 29.- Distribución de sectores comerciales peruanos según modelo generado.

Fuente y elaboración: Propia

Tabla 14.-Orden de priorización de sectores comerciales peruanos según modelo generado.

	Debería	Actual	Dirección		
RSA_12_Exp_Per	Pub	2014	Pub - 2014	Pats	Pats - 2014
10	0.09	0.19	-0.09	0.05	-0.14
6	0.09	0.06	0.03	0.08	0.02
14	0.09	0.01	0.08	0.06	0.05
20	0.07	0.03	0.04	0.09	0.07
11	0.06	0.00	0.06	0.03	0.03
8	0.06	0.11	-0.05	0.04	-0.07

21	0.06	0.00	0.06	0.02	0.02
13	0.06	0.11	-0.06	0.06	-0.06
4	0.05	0.07	-0.02	0.07	0.00
7	0.05	0.00	0.04	0.05	0.04
9	0.04	0.01	0.04	0.06	0.05
2	0.04	0.02	0.03	0.02	0.01
15	0.04	0.02	0.02	0.07	0.05
12	0.04	0.02	0.02	0.05	0.03
18	0.04	0.15	-0.12	0.05	-0.11
17	0.04	0.05	-0.02	0.05	0.00
3	0.03	0.03	0.00	0.06	0.03
5	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02
16	0.02	0.01	0.01	0.00	-0.01
1	0.02	0.11	-0.09	0.03	-0.08
19	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06

Fuente y elaboración: Propia.

Tabla 15.-Orden de priorización de sectores comerciales peruanos según modelo generado. (Descripción de sectores)

Índice	Descripción de sectores comerciales (Sunat)
10	Perlas finas (naturales) o cultivadas, piedras preciosas o semipreciosas, metales preciosos, chapados de metal precioso (plaqué) y manufacturas de estas materias; bisutería; monedas
6	Animales vivos y productos del reino animal
14	Productos de las industrias químicas o de las industrias conexas
20	Madera, carbón vegetal y manufacturas de madera; corcho y sus manufacturas; manufacturas de espartería o cestería
11	Instrumentos y aparatos de óptica, fotografía o cinematografía, de medida, control o precisión; instrumentos y aparatos médico-quirúrgicos; aparatos de relojería; instrumentos musicales; partes y accesorios de estos instrumentos o aparatos
8	Productos minerales
21	Objetos de arte o colección y antigüedades
13	Productos de las industrias alimentarias; bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre; tabaco y sucedáneos del tabaco elaborados
4	Metales comunes y manufacturas de estos metales
7	Máquinas y aparatos, material eléctrico y sus partes; aparatos de grabación o reproducción de sonido, aparatos de grabación o reproducción de imagen y sonido en televisión, y las partes y

	accesorios de estos aparatos
9	Mercancías y productos diversos
2	Armas, municiones, y sus partes y accesorios
15	Pasta de madera o de las demás materias fibrosas celulósicas; papel o cartón para reciclar (desperdicios y desechos); papel o cartón y sus aplicaciones
12	Plástico y sus manufacturas; caucho y sus manufacturas
18	Productos del reino vegetal
17	Materias textiles y sus manufacturas
3	Manufacturas de piedra, yeso fraguable, cemento, amianto (asbesto), mica o materias análogas; productos cerámicos; vidrio y sus manufacturas
5	Calzado, sombreros y demás tocados, paraguas, quitasoles, bastones, látigos, fustas, y sus partes; plumas preparadas y artículos de plumas; flores artificiales; manufacturas de cabello
16	Pielés, cueros, peletería y manufacturas de estas materias; artículos de talabartería o guarnicionería; artículos de viaje, bolsos de mano (carteras) y continentes similares; manufacturas de tripa
1	Grasas y aceites animales o vegetales; productos de su desdoblamiento; grasas alimenticias elaboradas; ceras de origen animal o vegetal
19	Material de transporte

Fuente y elaboración: Propia.

IV.4 Relación de los sectores científicos, tecnológicos y comerciales por una metodología de ciencia de datos usando similitud de cosenos

Como resultado de las operaciones de similitud de cosenos entre los sectores de los diferentes niveles, se obtuvieron valores cuya máxima similitud llegó a un 10% entre el nivel científico y tecnológico, 5% entre el nivel científico y comercial, y 12% entre el nivel tecnológico y comercial.

Tabla 16.- Valor de la similitud de cosenos entre sectores científicos, tecnológicos y comerciales.

Sectores	Min	Max
Pub & Pat	0.000	0.107
Pub & Exp	0.000	0.058
Pat & Exp	0.004	0.124

Fuente y elaboración: Propia.

En las relaciones entre sectores científicos y tecnológicos, se obtuvo mayor similitud entre el sector científico de negocio, gestión y contabilidad (BUSI) con el sector tecnológico “Métodos de Tecnologías de Información y gestión” (17). Seguido, los sectores científicos de Ciencias de la Computación (COMP), Ingeniería (ENGI) y Ciencia de Materiales (MATE) con el sector tecnológico de “Micro-estructuras y nano-materiales” (24) a nivel tecnológico.

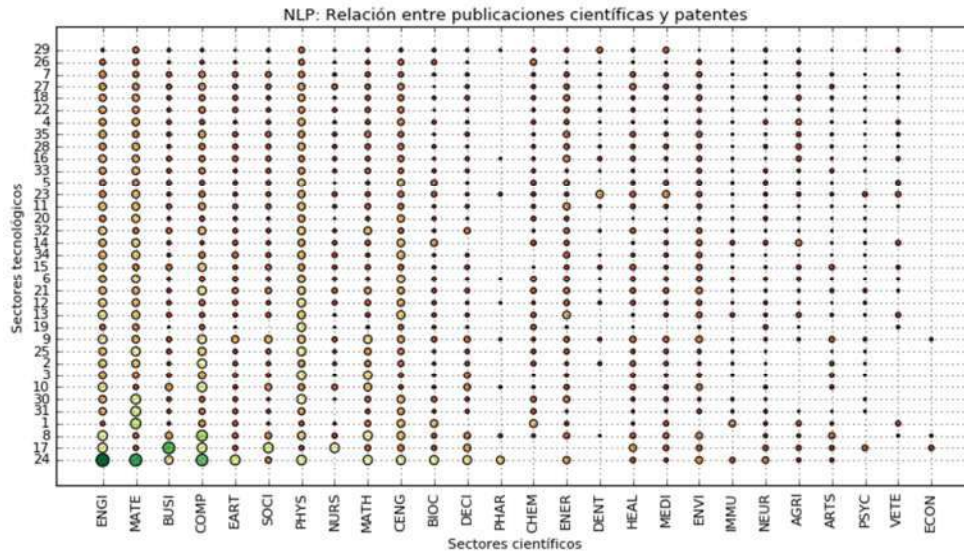


Gráfico 30.-Relación de sectores científicos y tecnológicos mediante similitud de cosenos.

Fuente y elaboración: Propia.⁸

En las relaciones entre sectores científicos y comerciales, se obtuvo mayor similitud entre el sector científico Ciencia de Materiales (MATE) con los sectores comerciales “Cueros y pieles en bruto, cuero, peletería y sus manufacturas; Artículos de talabartería y guarnicionería; Artículos de viaje, bolsos de mano y recipientes análogos; Manufacturas de tripa (excepto tripa de seda)” (16) y con “Artículos de piedra, yeso, cemento, amianto, mica o materias similares; Productos de cerámica; Vidrio y cristalería” (3). En segundo lugar, el sector científico de veterinaria (VETE) con el sector comercial “Grasas y aceites animales o vegetales; productos de su desdoblamiento; Grasas comestibles preparadas; ceras de origen animal o vegetal” (1). En tercer lugar el sector

⁸ En las gráficas se normalizaron los valores de las relaciones para que la esfera de mayor tamaño y mayor intensidad de verde refleje el mayor valor máximo de las relaciones, descritas en las tablas precedentes.

científico Ingeniería (ENGI) con el sector comercial “Madera y manufacturas de madera; Carbón de leña; Corcho y manufacturas de corcho; Manufacturas de paja, esparto o de otras materias para trenzar; Cestería y cestería” (20).

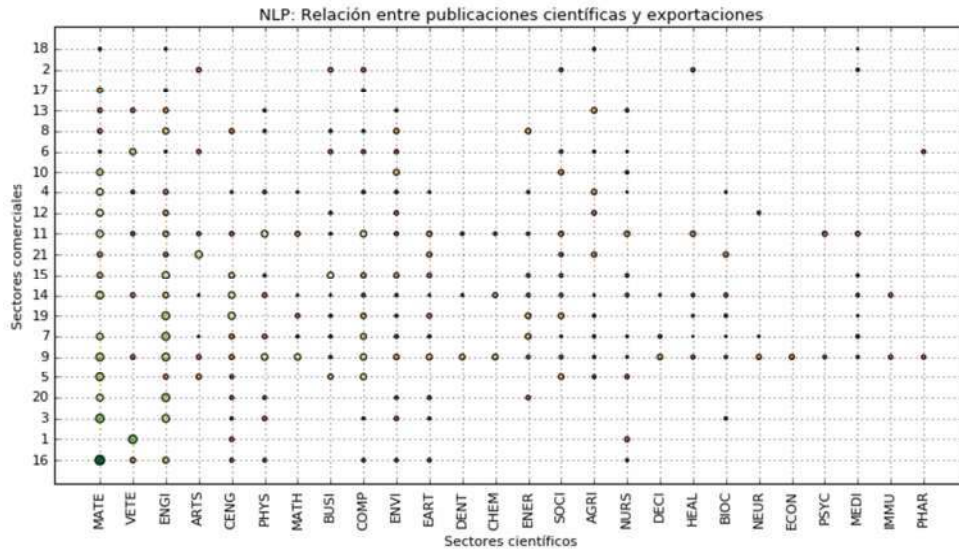


Gráfico 31.- Relación de sectores científicos y comerciales mediante similitud de cosenos

Fuente y elaboración: Propia.

En las relaciones entre sectores tecnológicos y comerciales, se obtuvo mayor similitud entre el sector comercial “Maquinaria y aparatos mecánicos; equipo eléctrico; Sus partes; Aparatos de grabación o reproducción de sonido, aparatos de grabación o reproducción de imagen y sonido en televisión, y partes y accesorios de estos aparatos” (7), y la mayoría de sectores tecnológicos, como: Ingeniería química (6), Manipulación (16), Mediciones (21), herramientas de máquina (18), tecnología audio-visual (2), muebles y juegos (15) y otras máquinas especiales (28).

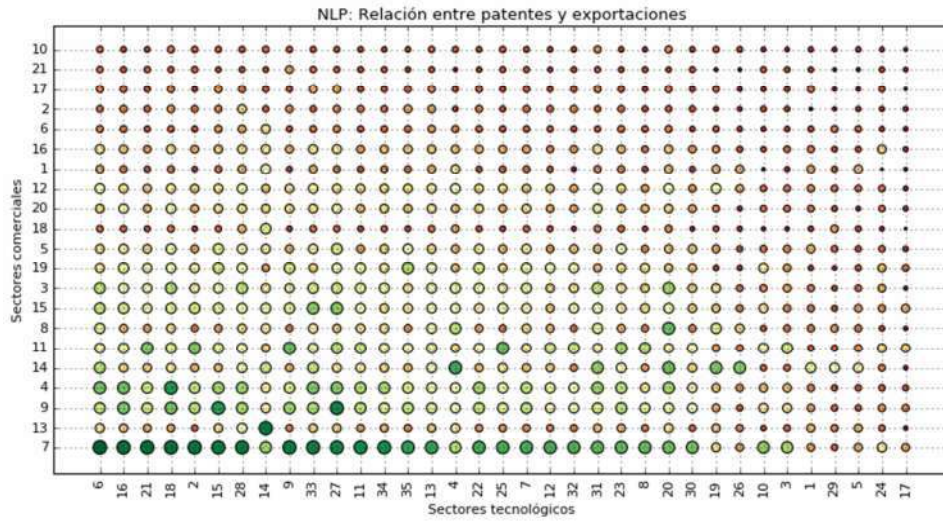


Gráfico 32.- Relación de sectores tecnológicos y comerciales mediante similitud de cosenos

Fuente y elaboración: Propia.

IV.5 Propuesta de sectores que deben explorarse para fortalecer sectores priorizados.

En base a los sectores a priorizar por nivel, las siguientes gráficas muestran el orden de vinculación con los otros niveles. El orden de vinculación está establecido por la magnitud resultante de la *similitud de cosenos*. La priorización de sectores por nivel está en el eje horizontal, donde se debe priorizar de izquierda a derecha. El nivel de vinculación y por consecuencia, el orden a explorar, se encuentra en el eje vertical de abajo hacia arriba. Como ejemplo, el sector que debe priorizarse en primer lugar a nivel científico, es el de Agricultura y ciencias biológicas (AGRI). Para este sector científico, el sector que debe explorarse primero, a nivel tecnológico, es el de “Química de Alimentos” (14), seguido de “química de materiales básicos” (4) y en tercer lugar “Otras máquinas especiales” (28)⁹.

⁹ La lista de sectores a explorar para cada nivel (Científico, tecnológico y comercial) ordenada según orde de priorización se encuentra en anexos.

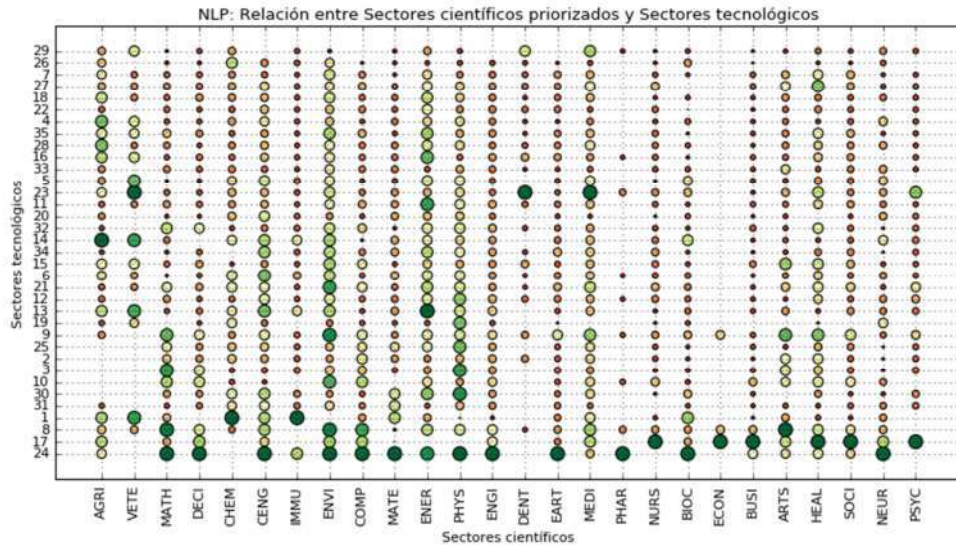


Gráfico 33.- Sectores tecnológicos a explorar según sectores científicos priorizados.

Fuente y elaboración: Propia.

A nivel tecnológico, se debe priorizar en primer lugar el sector “tecnología audiovisual” (2). Los primeros tres sectores científicos a explorar para este sector son “Ciencias de la computación” (COMP), “Ingeniería” (ENGI) y “Ciencia de los materiales” (MATE).

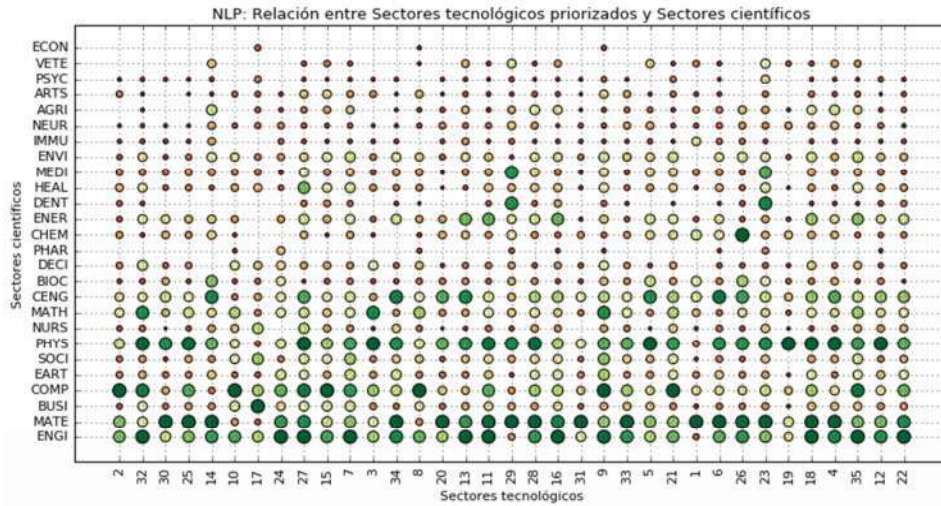


Gráfico 34.- Sectores científicos a explorar según sectores tecnológicos priorizados.

Fuente y elaboración: Propia

A nivel comercial, se debe priorizar en primer lugar al sector “Perlas naturales (finas) o cultivadas, piedras preciosas o semipreciosas, metales preciosos, chapados de metal precioso (plaqué) y manufacturas de estas materias; Joyería de imitación; moneda” (10). A nivel científico, se debe explorar inicialmente el sector de “Ciencia de los materiales” (MATE), seguido de “Ciencia medio ambiental” (ENVI) y “Ciencias Sociales” (SOCI).

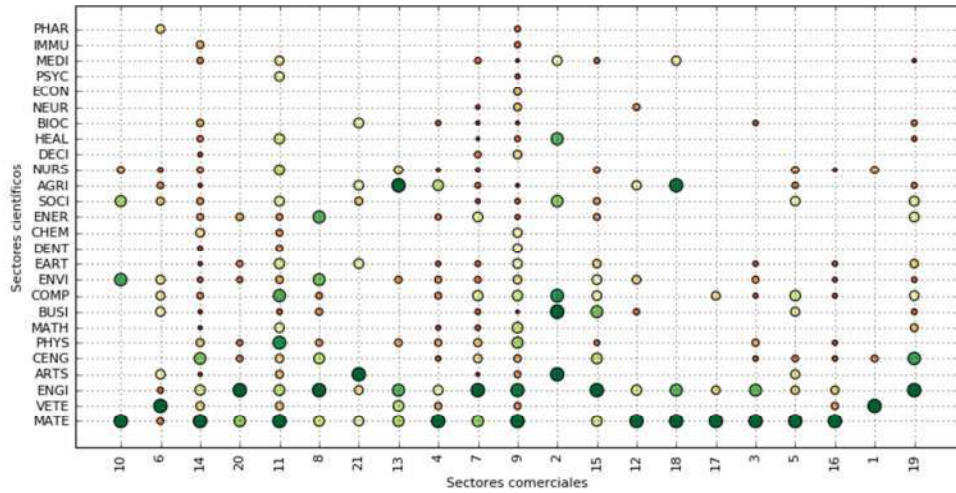


Gráfico 35.- Sectores científicos a explorar según sectores comerciales priorizados.

Fuente y elaboración: Propia.

Para este mismo sector comercial en mención, los primeros tres sectores tecnológicos a explorar son “Tecnología de superficies, encubrimiento” (31), “Materiales y metalurgia” (20), “herramientas de máquina” (18).

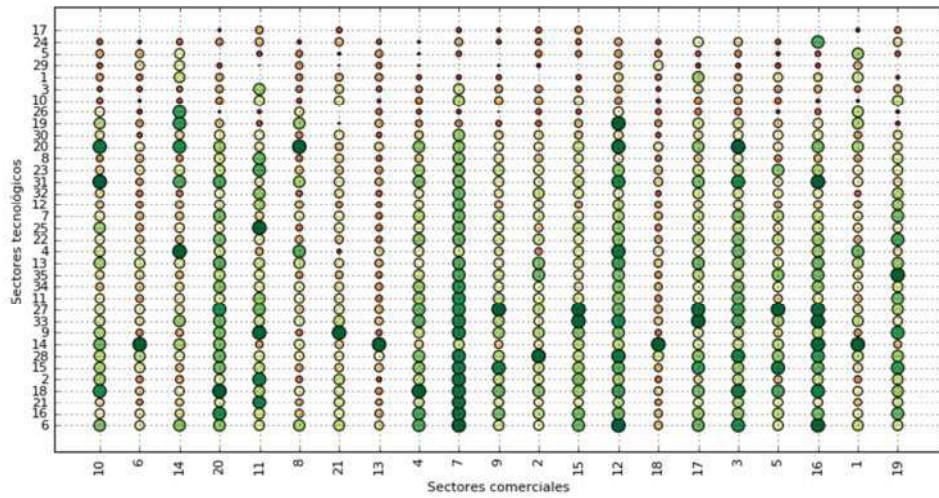


Gráfico 36.- Sectores tecnológicos a explorar según sectores comerciales priorizados.

Fuente y elaboración: Propia.

V. Hallazgos

Se observó que al realizar la similitud de cosenos entre los sectores científicos, tecnológicos y comerciales, los sectores de un mismo nivel (Ej. Científico) tienden a formar clústeres separados. En las relaciones de los sectores científicos y tecnológicos, el sector de Veterinaria (VETE) se mostró más cercano al clúster de los sectores tecnológicos. El sector tecnológico más próximo es el sector de Tecnologías médicas (pat_23).

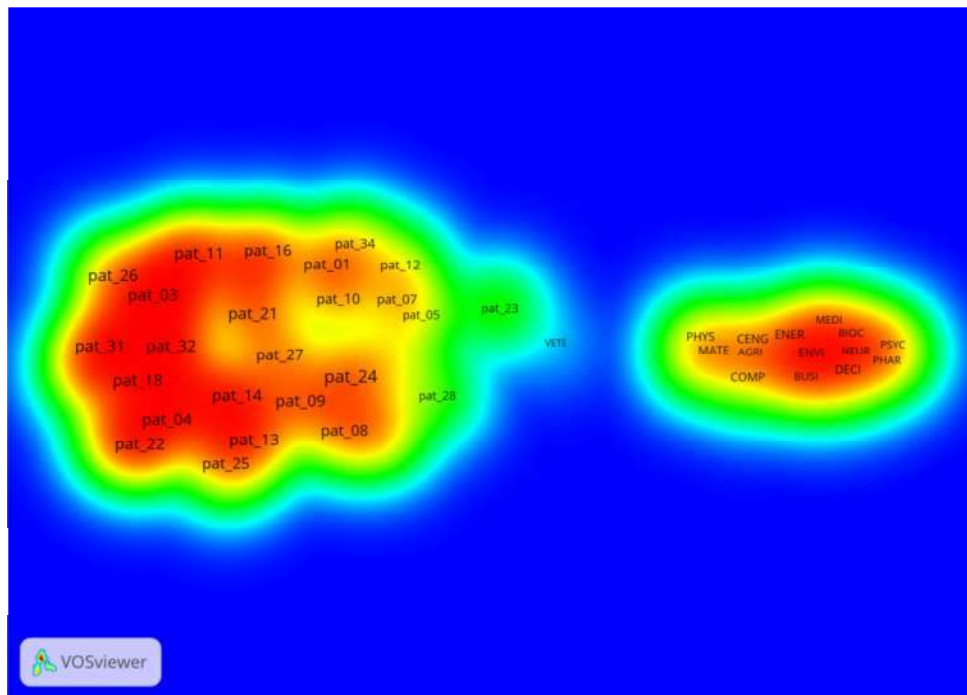


Gráfico 37.- Clústeres de similitud entre sectores tecnológicos y científicos según similitud de cosenos

Fuente y elaboración: Propia.

De una forma similar, en las relaciones entre sectores tecnológicos y comerciales, los sectores comerciales forman un clúster céntrico rodeado por los sectores tecnológicos. Esta proximidad entre sectores de un mismo nivel puede estar

relacionada por el tipo de vocabulario que se utiliza para describir estos sectores.

Vocabulario particular de una fuente de información.

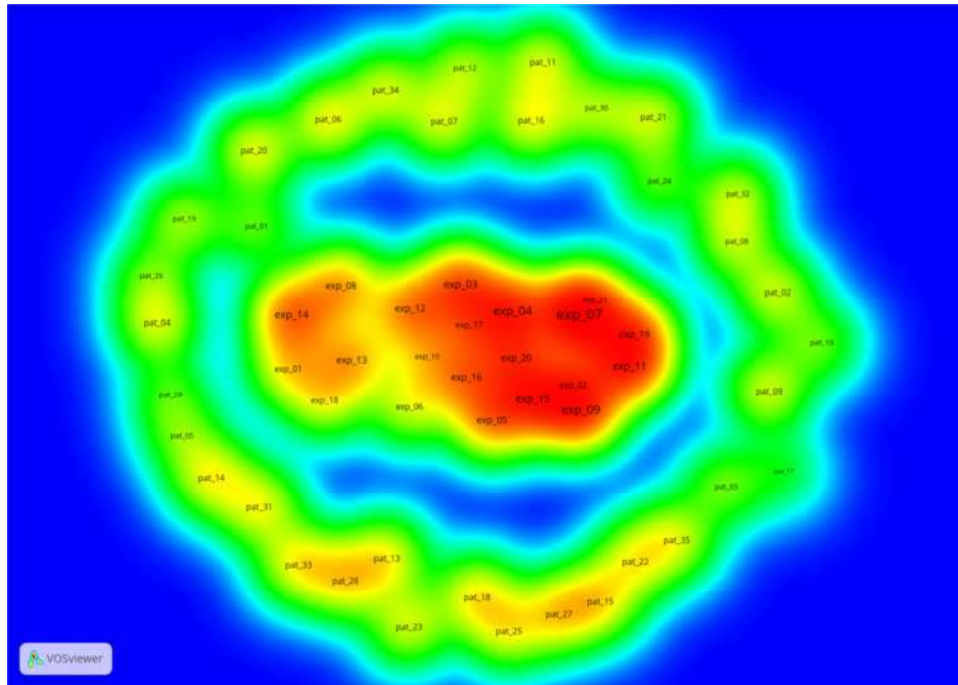


Gráfico 38.- Clústeres de similitud entre sectores tecnológicos y comerciales según similitud de cosenos

Fuente y elaboración: Propia.

Por otro lado, al examinar las relaciones entre los sectores científicos y comerciales, si bien se observan grupos de clústeres entre sectores de un mismo nivel, se tiene mayor diversidad en la formación de clústeres. Se tiene como ejemplo las exportaciones que comprenden productos de madera (exp_15). Éstas se ven muy próximas a los sectores de Ingeniería química (CENG) y medio ambiente (ENVI). Otro ejemplo, es la formación de un pequeño clúster entre el sector científico Veterinaria (VETE) y el sector comercial de grasas animales y vegetales.

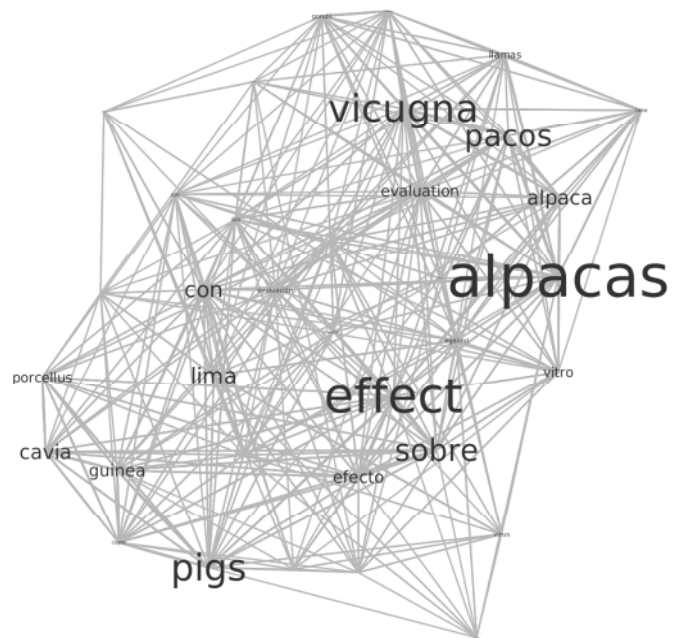


Gráfico 41.-Mapa de términos presentes en los títulos de la publicaciones científicas en el campo de la Veterinaria de Perú (650 artículos existentes en Scopus)

Fuente: Scopus. Elaboración: Propia.

VI. Discusión

En este estudio se incorporaron técnicas de ciencia de datos para proponer una forma de priorizar sectores científicos, tecnológicos y comerciales basados en su fortaleza, como sugiere teóricamente (Chudnovsky et al., 2000). Se tomó este enfoque, debido a que se ha demostrado su relevancia para la toma de decisiones en la política pública (Martin, Shaheen, Lipman, & Camel, 2014), (Kum, Joy Stewart, Rose, & Duncan, 2015), (Jun & Chung, 2016), (Karakatsanis et al., 2017).

Para la priorización de sectores, se tomaron estadísticas de patentes y publicaciones científicas como sugieren (Lundvall & Borrás, 2005), pero también se incluyeron estadísticas de exportaciones, para evaluar su relación con el mercado. Adicionalmente, se usó el marco teórico de la capacidad de absorción que indica la capacidad para asimilar conocimiento externo (Wesley M. Cogen & Daniel A. Levinthal, 1990). Convergentemente, la capacidad de absorción también se mide por la cantidad de publicaciones científicas y patentes (No, 2009), (Walz, 2010), (Schildt et al., 2012), (Stephanie Duchek, 2013), (Gurney et al., 2013), (Liu et al., 2014), (Montinari & Rochlitz, 2014). Se incluyó este marco teórico debido a las características de Perú como país *late-comer* (Hobday, 1995). Esta inclusión habilita la interpretación de cómo y dónde explotar sectores de países foráneos en busca de conocimiento y tecnología. Se analizó el índice de ventaja tecnológica revelada (Breschi & Tarasconi, 2013) y se tomaron algunos de sus componentes para generalizar su uso a datos de publicaciones científicas, patentes y exportaciones. Uno de sus componentes se utilizó para normalizar los

datos de estos niveles. Este componente se tomó en base al supuesto que algunos sectores crecen, por naturaleza, a diferente ritmo que otros (Lescano, 2015). Lo cual también se observó en los datos analizados. Otro de los subcomponentes de este índice generalizado, se usó para identificar la especialización de Perú y determinar sus fortalezas.

Se encontró que los datos recolectados y el modelo no satisfacen los requerimientos de la prueba de validación cruzada mediante un 5-fold. Pero se obtuvieron valores de predicción que pueden tomarse en cuenta para interpretación ($R^2 > 0.6$) en la prueba de OOS por año. Esto es, cuando la validación cruzada se realizó tomando una fracción de los datos separados por un corte temporal, usando como datos de prueba los años posteriores. Una posible explicación al bajo valor de predictibilidad puede atribuirse a que las características de las dinámicas *science-push*, *technology-push* y *market-pull* corresponden a procesos retro-alimentados y no lineales como encuentran (Schmoch, 2007). Adicionalmente, se encontró que en el modelamiento usando regresiones lineales y polinomiales, debe preferirse el primero. Esta elección se realiza porque en el segundo caso se incurre en sobre-ajuste/over-fitting como advierte (Galappaththi, 2015). Este fenómeno convierte a un modelo inútil para predecir datos externos a los datos usados para crear el modelo. También se encontró que se puede predecir en mayor grado el comportamiento de los sectores científicos y tecnológicos usando a los sectores comerciales como predictores. Una posible interpretación de ello es que las relaciones entre ciencia, tecnológica y comercio, están determinadas por el comportamiento del mercado, un escenario

market-pull, así como encuentran en otros escenarios (Chau & Tam, 2000), (Luong, Male, & Glennon, 2008). Sin embargo, debe recordarse que esta dirección de desarrollo puede variar en el tiempo como encuentran (W. Kim & Lee, 2009), (Brem & Voigt, 2009). Esta dirección encontrada resulta relevante para la política científica, como muestran (Brem & Voigt, 2009), (Nemet, 2009), (Peters, Schneider, Griesshaber, & Hoffmann, 2012), (Costantini, Crespi, Martini, & Pennacchio, 2015), pues de aplicarse apropiadamente podría fomentar el desarrollo de la innovación atendiendo las necesidades del país.

En base al modelo generado, se determinaron los sectores prioritarios en el Perú, tomando los sectores comerciales como predictores para determinar el orden de priorizar a nivel científico y tecnológico. Una vez establecidos los sectores prioritarios, se utilizó la similitud de cosenos para encontrar la relación lingüística entre sectores de diferente nivel y proponer qué sectores deben explorarse a fin de poder absorber el conocimiento y/o tecnología presente en ellos. Consecuentemente, fortalecer los sectores determinados como prioritarios.

Según el orden de priorización de sectores científicos, se observó que el sector de Agricultura y ciencias biológicas (AGRI) encabeza esta lista. Este sector, según la similitud de cosenos, es el más relacionado al sector comercial “*Productos alimenticios preparados; Bebidas, bebidas espirituosas y vinagre; Tabaco y sucedáneos del tabaco elaborados*” (13). Este sector comercial coincide con el sector productivo de *fabricación de productos alimenticios*, que encabeza, entre

diversos indicadores¹⁰, como sector más innovador en la encuesta nacional de Innovación en la industria manufacturera del 2012 (INEI, 2013).

También este sector forma parte de los 7¹¹ sectores productivos prioritarios identificados por el CONCYTEC, (2013b), cuyos programas en acuicultura y biotecnología incluyen su aplicación en la agricultura, especificando en la producción de alimentos como su exportación.

Igualmente, existe una relación con este sector en el programa transversal en ciencia y tecnología ambiental. También coincide con la propuesta de priorización del CEPLAN, (2015) de la lista de macro sectores valorados por expertos en base a condiciones existentes, el con mayor valoración es el de agroindustria y alimentación¹². Desde el sector educativo se encuentran coincidencias con el Ministerio de educación, (2010) que estableció como el primer sector prioritario orientado a la formación superior tecnológica o técnico-productiva al sector agroindustrial¹³.

Por otro lado, al examinar los sectores tecnológicos a explorar, según similitud de cosenos, dada la mayor prioridad al sector Agricultura y ciencias biológicas, se

¹⁰ Se tomó la cantidad de (1) Personal con estudios de: Postgrado, Superior Universitaria, Superior No Universitaria. (2) Empresas y personal con/en áreas de: Informática y Sistemas, I + D, Diseño e ingeniería industrial, Gestión de calidad. (3) Personal con estudios en: Ingenierías y Tecnologías, Ciencias Naturales y Exactas, Ciencias Médicas y de la Salud, Ciencias Agrarias, Ciencias Sociales, Humanidades. Y después de normalizar por categoría, se hizo un análisis PCA, reduciendo a dos vectores que guardan el ~80% de la varianza, y como resultado se tomó la magnitud del vector resultante (Revisar Anexos).

¹¹ (1) agropecuario y agroindustrial, (2) Pesca y acuicultura marina y continental, (3) Minería y metalurgia, (4) Forestal, (5) Energía, (6) Telecomunicaciones, (7) Turismo

¹² Los siguientes macro-sectores son: seguido de salud y bienestar, Bienes de consumo, energía, medioambiente, transporte y movilidad, tecnologías de fabricación, vivienda y construcción, software y sistemas de información, servicios para la innovación y el desarrollo de negocios.

¹³ Seguido de la minería, turismo, pesquería, manufactura, en ese orden. Dentro del sector agroindustrial están como especialidades los sub-sectores agropecuario, industria de alimentos, mecánica agrícola, vitivinícola y biodiversidad

observa que Química de alimentos (14), es el primer sector a explorar. Seguido de química básica de materiales (4), otras máquinas especiales (28) y análisis de materiales biológicos (1). Los cuales resultan coherentes con la producción de alimentos. Sector productivo encontrado como más innovador (INEI, 2013).

El segundo sector a priorizar a nivel tecnológico, es Veterinaria (VETE). Según similitud de cosenos, los primeros sectores a explorar a nivel tecnológico son Tecnología Médica (23), análisis de materiales biológicos (1), química de alimentos (14), tecnología medio-ambiental (13), biotecnología (5), Farmacéuticos (29). Igualmente, según sus definiciones, suenan coherentes y relevantes al sector científico a priorizar.

Por otro lado, si bien se observa cierta similitud entre el sector científico Agricultura y ciencias biológicas con Veterinaria, en relación a los sectores tecnológicos asociados para explorar, el tercer sector científico a explorar es el de Matemáticas. Este sector, tiene asociados por similitud de cosenos, principalmente a los sectores Micro-estructuras y nano-tecnología (24), tecnología de computadoras (8), procesos básicos de computación (3), control (9) y comunicación digital (10). Los cuales, pueden relacionarse más a telecomunicaciones, software o sistemas de información. El CEPLAN, (2015), coloca como sector de software y sistemas de información en noveno lugar en su lista de priorización. Viéndose una notoria diferencia de orden.

Convergentemente, en la lista de sectores tecnológicos a priorizar, anteceden tecnología audio-visual (2), telecomunicaciones (32), semiconductores (30) y óptica (25), antes de aparecer química de alimentos (14). Que si bien, no se encontraron patentes de origen peruano en estas categorías, según el modelo, serían los sectores tecnológicos que deben empezar a desarrollarse para poder diversificar el desarrollo tecnológico en el Perú.

Se debe tomar en cuenta que el modelo obtenido por las regresiones, captura los cambios que comparten los países de la OECD. Por lo que si se considera su experiencia como una colección de buenas prácticas, estos sectores son aquellos hacia donde se orientarían según las condiciones peruanas.

Se observó que entre las fortalezas a nivel científico, reflejado por el RSA_{12} , los sectores Veterinaria y Agricultura-Ciencias biológicas son los primeros. En contraste con el conteo de publicaciones, sin el uso del RSA_{12} , realizado por el CONCYTEC (2014a), Inmunología y microbiología aparece como primero. Coincidentemente Agricultura y ciencias biológicas está entre las principales. Sin embargo, Veterinaria se encuentra entre los últimos. Mostrando, nuevamente, una diferencia con la literatura actual que concierne a Perú. No obstante, la priorización del sector de Agricultura y ciencias biológicas coincide con CONCYTEC, (2015) al incluirla como áreas prioritarias para acceder al financiamiento del instrumento “Ideas audaces”, en conjunto con salud y medio ambiente.

En contraste con el estudio de Laborda Castillo, Sotelsek Salem, & Guasch (2012), donde analizan la capacidad de absorción de los países de Latinoamérica entre 1996-2006, incluyendo a Perú. Encontrando el aprovechamiento de *spillovers* de la Inversión Extranjera Directa (FDI) en base a las actividades de I+D de un país. La presente investigación propone sectores científicos y tecnológicos dónde explorar con la finalidad de orientar la absorción tecnológica. Presentando no solo una medición de la capacidad de absorción como constructo, sino, un camino a seguir en base a las fortalezas peruanas para absorber tecnología y/o conocimiento científico.

En comparación con la investigación sobre capacidad de absorción en Latinoamérica entre 1970-2010, incluyendo a Perú, dirigida por Castellacci & Natera (2015), tanto en su estudio como en la presente investigación se usaron a las patentes como indicador. Ellos encontraron que el uso de políticas de innovación e imitación tuvo mejores resultados que sólo las políticas de imitación. La presente investigación, propone las bases para priorizar sectores con fines de investigación, desarrollo tecnológico, innovación e imitación. Esto, mediante la priorización de sectores científicos y tecnológicos dirigidos por los sectores comerciales y la exploración de sectores vinculados por su similitud lingüística para la búsqueda de conocimiento y/o tecnología, respectivamente.

Se ha observado que a nivel tecnológico las patentes en Perú son pocas, esto puede deberse a que los sectores productivos actuales, son actualmente de baja tecnología, y las patentes solo suelen beneficiar a un sector cuando éste es de alta tecnología como encuentran Montinari & Rochlitz (2014).

La priorización de sectores, además de su ejecución para delimitar el acceso a recursos económicos escasos por su relevancia al crecimiento económico, también aplica en la transición de un país, al pasar de un nivel bajo en Ciencia y Tecnología, a un nivel bajo-medio, como indica Sagasti, (2011b), acompañado de otras actividades como desarrollo de capacidades humanas, planes de CyT, y redes de instituciones de CyT. Por lo que la metodología propuesta puede aplicarse frente a ambas condiciones.

Para el desarrollo tecnológico y de las capacidades de absorción tecnológica en las empresas de Corea del Sur, el acceso a tecnología licenciada fue crucial (Ali & Park, 2014). Este acceso al uso de tecnología licenciada por terceros está facilitado por varios de los instrumentos del Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad, (2016)¹⁴, al incluir esta actividad como gasto elegible en los Recursos No Reembolsables de los proyectos. Los concursos de (1) Validación y empaquetamiento de innovaciones y (2) Proyectos Asociativos de Transferencia Tecnológica para Microempresas – PATTEM, de la misma entidad, apoyan de manera más directa al desarrollo tecnológico y absorción tecnológica respectivamente. Si bien estos instrumentos alimentan el desarrollo tecnológico debe considerarse que para formar un Sistema Sectorial de Innovación se requiere una década o varias (Niosi, 2011), por lo que no se debe esperar resultados inmediatos.

¹⁴ Proyectos Menores de Innovación Productiva - PIMEN, Proyectos de Innovación de Empresas Individuales - PITEI, Innovaciones Tecnológicas de Alto Impacto, Validación y empaquetamiento de innovaciones, Proyectos sectoriales de innovación, Proyectos Asociativos de Transferencia Tecnológica para Microempresas - PATTEM

VII. Conclusiones y Recomendaciones

VII.1 Conclusiones

- El modelo propuesto, generado y evaluado usando todos los datos para ambos fines, permitió predecir al menos en un 84% y en promedio 92% la distribución de los sectores científicos y tecnológicos cuando se toman los sectores comerciales como predictores.
- Al validar el modelo por validación cruzada, se observó que no es posible predecir los sectores en ninguna dirección. El error promedio asociado a un cv-5 fue mayor a 2. La validación mediante *OOS* por año mostró que se puede predecir en promedio un 85% cuando se usa al sector comercial como predictor de los sectores científicos y tecnológicos. La validación del modelo mediante *OOS* por país mostró que no es posible predecir todo el comportamiento de un país a través de los sectores mencionados.
- Por medio de las validaciones del modelo se observó que se puede predecir en mayor grado las relaciones de los sectores cuando se usa el sector comercial como predictor. En consecuencia, se debe realizar la predicción y distribución de sectores a priorizar mediante un *market-pull*.
 - Los cinco primeros sectores científicos a priorizar son: Agricultura y ciencias biológicas, Veterinaria, Matemáticas, Ciencias de decisiones.
 - Los cinco primeros sectores tecnológicos a priorizar son:: Tecnología audio-visual, Telecomunicaciones, semiconductores, óptica, química de alimentos

- Los cinco primeros sectores comerciales a priorizar según RSA_{12} según los datos de Perú al 2014 son: 10, 18, 13, 8, 1. Los cinco primeros sectores comerciales a priorizar tomando al sector científico como predictor son: 10, 6, 14, 20, 11. Siendo los sectores comerciales los siguientes: 1: Grasas y aceites animales o vegetales; productos de su desdoblamiento; Grasas comestibles preparadas; ceras de origen animal o vegetal. 6: Animales vivos; Productos de origen animal. 8: Productos minerales. 10: Perlas naturales (finas) o cultivadas, piedras preciosas o semipreciosas, metales preciosos, chapados de metal precioso (plaqué) y manufacturas de estas materias; Joyería de imitación; acuñar. 11: Instrumentos y aparatos de óptica, fotografía o cinematografía, de medida, control o precisión; instrumentos y aparatos para medicina o cirugía; Relojes y relojes; instrumentos musicales; Sus partes y accesorios. 13: Productos alimenticios preparados; Bebidas, bebidas espirituosas y vinagre; Tabaco y sucedáneos del tabaco elaborados. 14: Productos de la industria química o de las industrias conexas. 18: Productos vegetales. 20: Madera, carbón vegetal y manufacturas de madera; Carbón de leña; Corcho y manufacturas de corcho; Manufacturas de paja, esparto o de otras materias para entrelazar; Cestería y cestería.
- Mediante el uso de la similitud de cosenos como métodos para clasificación de textos se vincularon las definiciones de sectores científicos, tecnológicos y comerciales. Los valores máximos resultantes

para esta similitud fueron 0.107, 0.058 y 0.124 correspondientes a la relación entre sectores científicos con tecnológicos, científicos con comerciales y tecnológicos con comerciales respectivamente. Siendo el valor máximo posible 1.

- Como principales sectores a explorar según el orden de priorización de sectores con el fin de absorber conocimiento y tecnología son:
 - Para el sector científico de Agricultura y ciencias biológicas (AGRI) se deben explorar principalmente los sectores tecnológicos: “Química de Alimentos” (14), “química de materiales básicos” (4) y “Otras máquinas especiales” (28)
 - Para el sector tecnológico “tecnología audio-visual” (2) se deben explorar principalmente los sectores científicos: “Ciencias de la computación” (COMP), “Ingeniería” (ENGI) y “Ciencia de los materiales” (MATE).
 - Para el sector comercial de “Perlas naturales (finas) o cultivadas, piedras preciosas o semipreciosas, metales preciosos, chapados de metal precioso (plaqué) y manufacturas de estas materias; Joyería de imitación; moneda” (10) se deben explorar principalmente los sectores científicos: “Ciencia de los materiales” (MATE), seguido de “Ciencia medio ambiental” (ENVI) y “Ciencias Sociales” (SOCI). Y los sectores tecnológicos: “Tecnología de superficies, encubrimiento” (31), “Materiales y metalurgia” (20), “herramientas de máquina” (18).

VII.2 Recomendaciones.

- Probar la generación de modelos que utilicen datos temporales anteriores como parte de los vectores de características. Como si se tratase de un sector más, pero en el pasado. Esto debido a que en la *OOS* por año se encontró en los datos una dependencia temporal para poder obtener mejores resultados de predicción.
- Ampliar las pruebas de relaciones de sectores a las otras técnicas que existen para clasificar textos. Las definiciones de cada sector deben aumentarse para obtener una mayor confiabilidad en los resultados.
- Evaluar un modelo para la predicción de sectores científicos, tecnológicos y comerciales tomando dos niveles al mismo tiempo como predictores. Teniendo como fin observar si existe algún comportamiento de retroalimentación.
- Someter toda evaluación de modelos a la validación cruzada y *OOS*. Dado que sin estas validaciones, los modelos aparentan un estado ideal, pero son ineficientes para predecir datos nuevos.
- Los fondos que impulsan el desarrollo de ciencia, tecnología e innovación, como los gestionados por CONCYTEC, MINPRO, INIA y el MINAM, se deben priorizar en base al mercado. En otras palabras mediante un enfoque *market-pull*. Consecuentemente priorizar los sectores relacionados a las industrias alimentarias.
- Acorde al orden de priorización, las entidades mencionadas, deben realizar o financiar estudios para explorar la posibilidad de explotar el conocimiento y tecnologías presentes en el sector científico de Agricultura

y ciencias biológicas (AGRI) y en el sector tecnológico de “Química de Alimentos”, inicialmente.

VIII. Referencias Bibliográficas

1. Aarstad, J., Pettersen, I. B., & Jakobsen, S.-E. (2015). Assessing drivers of export orientation in the subsea oil and gas industry. *SpringerPlus*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1203-4>
2. Acosta, M., Azagra-Caro, J. M., & Coronado, D. (2013). Access to universities' public knowledge: Who's more regionalist? (Vol. 1, pp. 36–57). Presented at the Proceedings of ISSI 2013 - 14th International Society of Scientometrics and Informetrics Conference.
3. Al-Anazi, S., AlMahmoud, H., & Al-Turaiki, I. (2016). Finding Similar Documents Using Different Clustering Techniques. *Procedia Computer Science*, 82, 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.04.005>
4. Alarcón, S., & Sánchez, M. (2016). Is there a virtuous circle relationship between innovation activities and exports? A comparison of food and agricultural firms. *Food Policy*, 61, 70–79. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2016.02.004>
5. Ali, M., & Park, K. (2014). A study on the process model of knowledge absorptive capacity for technological innovation capabilities: A content analysis approach. *Quality Innovation: Knowledge, Theory, and Practices*, 418–443. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-4769-5.ch020>
6. Antony, J., & Grebel, T. (2012). Technology flows between sectors and their impact on large-scale firms. *Applied Economics*, 44(20), 2637–2651. <https://doi.org/10.1080/00036846.2011.566191>
7. Archibugi, D., & Pianta, M. (1991, March). Specialization and size of technological activities in industrial countries: The analysis of patent data.

8. Ari Kokko. (1992). *Foreign Direct Investment, Host Country Characteristics and Spillovers*. Stockholm School of Economics, Stockholm. Retrieved from <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:222006/FULLTEXT01.pdf>
9. Asamblea Nacional de Rectores. (2013). Número de postulantes a universidades privadas y públicas, 2004-2012.
10. Baimbetova, A. A. (2013). Innovations as a major factor in the socio-economic development of Kazakhstan in the global competition. *World Applied Sciences Journal*, 27(13 A), 24–27. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.27.elelc.6>
11. Baldwin, D., Manfreda, S., Keller, K., & Smithwick, E. A. H. (2017). Predicting root zone soil moisture with soil properties and satellite near-surface moisture data across the conterminous United States. *Journal of Hydrology*, 546, 393–404. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.01.020>
12. Banco Central de Reserva del Perú. (2015). *Exportaciones por grupo de productos desde 1950 (Perú)*. Retrieved from www.bcrp.gob.pe/docs/Estadisticas/Cuadros-Anuales/ACuadro_13.xls
13. Bapuji, H., Loree, D., & Crossan, M. (2011). Connecting external knowledge usage and firm performance: An empirical analysis. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 28(4), 215–231. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2011.06.001>
14. B. Wight, J. (2007). The treatment of Smith's Invisible Hand. *Journal of Economic Education*. Retrieved from

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.380.1637&rep=rep1&type=pdf>

15. Bergmeir, C., & Benítez, J. M. (2012). On the use of cross-validation for time series predictor evaluation. *Information Sciences*, *191*, 192–213. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2011.12.028>
16. Bravo, M., & Naquin, H. (2012). The power of global innovation and technology commercialization networks: Scientific policy and economic spillovers. *Portugal: Economic, Political and Social Issues*, 41–48.
17. Brem, A., & Voigt, K.-I. (2009). Integration of market pull and technology push in the corporate front end and innovation management—Insights from the German software industry. *Technovation*, *29*(5), 351–367. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2008.06.003>
18. Breschi, S., & Tarasconi, G. (2013). *The technological profile and specialization pattern of countries*. European Commission.
19. Burke, J., Bergman, J., & Asimov, I. (1985). The impact of science on society. Langley Research Lab, National Aeronautics and Space Administration (NASA). Retrieved from <http://history.nasa.gov/sp482.pdf>
20. Castellacci, F., & Natera, J. M. (2015). Innovation, Absorptive Capacity and Growth Heterogeneity: Development Paths in Latin America 1970–2010. *University of Oslo*, (20150820). Retrieved from http://www.sv.uio.no/tik/InnoWP/tik_working_paper_20150820.pdf
21. Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, CEPLAN. (2015). *Perú 2021: País OCDE. Peru 2021: OECD Member Country* (2nd ed.). Perú.

Retrieved from <http://www.ceplan.gob.pe/documentos/peru-2021-pais-ocde>

22. CEPLAN. (2015). *Metodología prospectiva aplicada a la identificación de sectores productivos de futuro*. Perú. Retrieved from <http://www.ceplan.gob.pe/documentos/metodologia-prospectiva-aplicada-identificacion>
23. Chau, P. Y. K., & Tam, K. Y. (2000). Organizational adoption of open systems: a “*technology-push, need-pull*” perspective. *Information & Management*, 37(5), 229–239. [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(99\)00050-6](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(99)00050-6)
24. Chi, L., Liao, Y.-C., Han, S., & Joshi, K. D. (2010). Alliance network, information technology, and firm innovation: Findings from pharmaceutical industry. Presented at the ICIS 2010 Proceedings - Thirty First International Conference on Information Systems. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84870970186&partnerID=40&md5=354fbf3b93cb47e185ad4317a2147b4f>
25. Chudnovsky, D., Niosi, J., & Bercovich, N. (2000). Sistemas Nacionales de Innovación, Procesos de aprendizaje y política Tecnológica: Una comparación de Canadá y la Argentina. *Desarrollo Económico*, 40(158).
26. CONCYTEC. (2013a). La innovación Tecnológica en el sector Manufacturero: Esfuerzos y resultados de la pequeña, mediana y gran empresa. Retrieved from

http://portal.concytec.gob.pe/index.php/publicaciones/documentos-de-trabajo/item/download/48_aedbb7241c67c289d97829150bbb33a0

27. CONCYTEC. (2013b, July). *Presentación de 5 Programas Nacionales y un Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CTI)*. Retrieved from https://portal.concytec.gob.pe/images/stories/images2013/agosto/programas_cti_aprobados.pdf
28. CONCYTEC. (2014a). *Principales indicadores bibliométricos de la actividad científica peruana 2006-2011*.
29. CONCYTEC. (2014b). Situación de la formación de capital humano e investigación en las universidades peruanas. II Censo Nacional Universitario 2010. Retrieved from http://portal.concytec.gob.pe/index.php/publicaciones/documentos-de-trabajo/item/download/47_f4810fec5146eece2646d3265eebdb99
30. CONCYTEC. (2015, October 16). Ideas audaces. Retrieved June 10, 2016, from <http://www.cienciactiva.gob.pe/cienciactiva/convocatorias/innovacion-transferencia-tecnologia/ideas-audaces#infórmate-más>
31. Costantini, V., Crespi, F., Martini, C., & Pennacchio, L. (2015). *Demand-pull and technology-push public support for eco-innovation: The case of the biofuels sector*. *Research Policy*, 44(3), 577–595. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.12.011>

32. De Mello Jr., L. R. (1997). Foreign Direct Investment in Developing Countries and Growth: A Selective Survey. *The Journal of Development Studies*, 34(1), 1–34.
33. Deo, R. C., & Şahin, M. (2017). Forecasting long-term global solar radiation with an ANN algorithm coupled with satellite-derived (MODIS) land surface temperature (LST) for regional locations in Queensland. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 828–848. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.114>
34. Diane Piktialis, & Kent A. Greenes. (2007). Bridging the Gaps. How to transfer Knowledge in Today's Multigenerational Workplace. The Conference Board. Retrieved from <http://tech.tac-atc.ca/private/education/pdfs/Multigenerational.pdf>
35. E. Borensztein, J. De Gregorio, & J-W. Lee. (1997). How does foreign direct investment affect economic growth? *Journal of International Economics*, 45, 115–135.
36. Edwards, T. V. (2014). An empirical investigation into the accumulative antecedents of R&D productivity. Presented at the 2014 International Annual Conference of the American Society for Engineering Management - Entrepreneurship Engineering: Harnessing Innovation, ASEM 2014. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84925617539&partnerID=40&md5=f4582d3c43a19937074ecdb5b5a0cb5>

37. Galappaththi, A. (2015). *Overfitting* (Sciscitator 2015 No. 2) (p. 2). Postgraduate Institute of Science, University of Peradeniya. Retrieved from http://www.pgis.lk/yrf/sci2015/a_galappaththi.pdf
38. Gaspar, R., Aksu, B., Cuine, A., Danhof, M., Takac, M. J.-M., Linden, H. H., ... Dencker, L. (2012). Towards a European Strategy for Medicines Research (2014-2020): The EUFEPS Position Paper on Horizon 2020. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 47(5), 979–987. <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2012.09.020>
39. Gómez-Escalonilla, L. D. (2015). Modernizers and technocrats. The U.S. and Spain's educational and scientific policy in the years of developmentism [Modernizadores y tecnócratas. Estados Unidos ante la política educativa y científica de la España del desarrollo]. *Historia Y Política*, 2015–July(34), 113–146. <https://doi.org/10.18042/hp.34.05>
40. Guarascio, D., Pianta, M., & Bogliacino, F. (2016). Export, R&D and new products. a model and a test on European industries. *Journal of Evolutionary Economics*. <https://doi.org/10.1007/s00191-016-0445-9>
41. Guo, D., Guo, Y., & Jiang, K. (2016). Government-subsidized R&D and firm innovation: Evidence from China. *Research Policy*, 45(6), 1129–1140. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.03.002>
42. Gurney, T., Schoen, A., Horlings, E., Sumikura, K., Laurens, P., van den Besselaar, P., & Pardo, D. (2013). Knowledge capture mechanisms in bioventure corporations: A case study (pp. 1090–1105). Presented at the Proceedings of ISSI 2013 - 14th International Society of Scientometrics and Informetrics Conference. Retrieved from

- <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84896824532&partnerID=40&md5=f2f5acbe99bea76216f22b543d6d3678>
43. Hansen, W. (2007, March). Monitoring and analysis of policies and public financing instruments conducive to higher levels of R&D investments The “Policy Mix” project. Country Review Canada. United Nations University. Retrieved from http://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/download_en/canada.pdf
44. Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación* (cuarta). McGraw-Hill.
45. Hoang T. Nguyen, Geert Duysters, James H. Patterson, & Harald Sander. (2009). Foreign Direct Investment Absorptive Capacity Theory. Presented at the GLOBELICS 2009, 7th International Conference, Dakar, Senegal: Georgia Institute of Technology. Retrieved from <https://smartech.gatech.edu/handle/1853/35267>
46. Hobday, M. (1995). East Asian latecomer firms: Learning the technology of electronics. *World Development*, 23(7), 1171–1193. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(95\)00035-B](https://doi.org/10.1016/0305-750X(95)00035-B)
47. Hsu, J., & Chuang, Y.-P. (2014). International technology spillovers and innovation: Evidence from Taiwanese high-tech firms. *Journal of International Trade and Economic Development*, 23(3), 381–401. <https://doi.org/10.1080/09638199.2012.725755>
48. INDECOPI. (2009). Norma Técnica Peruana - NTP 732.001. GESTIÓN DE LA I+D+i. Terminología y definiciones de las actividades de I+D+i.

- Retrieved from
<http://www.fim.uni.edu.pe/pdf/norma%20tec%20peruana%20732.001.pdf>
49. INEI. (2012). *Población en edad de trabajar, según nivel de educación y ámbitos geográficos*. INEI. Retrieved from
<http://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/ocupacion-y-vivienda/>
50. INEI. (2013). *Encuesta Nacional de Innovación en la Industria Manufacturera 2012* (Encuesta). Lima, Peru. Retrieved from
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1076/index.html
51. Jenny Ozga. (2005). The implications of KT policy for Higher Education. University of Edinburgh. Retrieved from
http://www.ces.ed.ac.uk/PDF%20Files/KTHE_WP04.pdf
52. John Fitzgerald. (n.d.). University of Melbourne Knowledge Transfer Survey V.4. Retrieved from
https://www.surveymonkey.com/s.aspx?sm=tyU_2fCg_2fgnxYiq8Tx7ZeSbw_3d_3d
53. Jones, B. F. (2011). As science evolves, how can science policy? *Innovation Policy and the Economy*, 11, 101–131.
54. Joshi, K. D., Chi, L., Datta, A., & Han, S. (2010). Changing the competitive landscape: Continuous innovation through IT-enabled knowledge capabilities. *Information Systems Research*, 21(3), 472–495.
<https://doi.org/10.1287/isre.1100.0298>
55. Jun, C. N., & Chung, C. J. (2016). Big data analysis of local government 3.0: Focusing on Gyeongsangbuk-do in Korea. *Technological Forecasting*

- and Social Change*, 110, 3–12.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.11.007>
56. Karakatsanis, I., AlKhader, W., MacCrory, F., Alibasic, A., Omar, M. A., Aung, Z., & Woon, W. L. (2017). Data mining approach to monitoring the requirements of the job market: A case study. *Information Systems*, 65, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.is.2016.10.009>
57. Kim, J.-H. (2009). Estimating classification error rate: Repeated cross-validation, repeated hold-out and bootstrap. *Computational Statistics & Data Analysis*, 53(11), 3735–3745.
<https://doi.org/10.1016/j.csda.2009.04.009>
58. Kim, W., & Lee, J.-D. (2009). Measuring the role of *technology-push* and *demand-pull* in the dynamic development of the semiconductor industry: The case of the global DRAM market. *Journal of Applied Economics*, 12(1), 83–108. [https://doi.org/10.1016/S1514-0326\(09\)60007-6](https://doi.org/10.1016/S1514-0326(09)60007-6)
59. Kum, H.-C., Joy Stewart, C., Rose, R. A., & Duncan, D. F. (2015). Using big data for evidence based governance in child welfare. *Children and Youth Services Review*, 58, 127–136.
<https://doi.org/10.1016/j.chilyouth.2015.09.014>
60. Laborda Castillo, L., Sotelsek Salem, D., & Guasch, J. L. (2012). Innovative and Absorptive Capacity of International Knowledge: An Empirical Analysis of Productivity Sources in Latin American Countries. *World Bank*, (5931). Retrieved from http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2012/01/03/000158349_20120103140509/Rendered/PDF/WPS5931.pdf

61. Leitch, S., Motion, J., Merlot, E., & Davenport, S. (2014). The fall of research and rise of innovation: Changes in New Zealand science policy discourse. *Science and Public Policy*, 41(1), 119–130. <https://doi.org/10.1093/scipol/sct042>
62. Lescano, A. G. (2015, October 16). Capacidad de absorción por los investigadores peruanos con un h-index mayor a 21.
63. Lin, C., Wu, Y.-J., Chang, C., Wang, W., & Lee, C.-Y. (2012). The alliance innovation performance of R&D alliances - The absorptive capacity perspective. *Technovation*, 32(5), 282–292. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2012.01.004>
64. Liu, X., & Liu, J. (2009). Science and technology and innovation policy in China. *BRICS and Development Alternatives: Innovation Systems and Policies*, 133–162. <https://doi.org/10.7135/UPO9781843318149.008>
65. Liu, X., Yeung, A. C. L., Lo, C. K. Y., & Cheng, T. C. E. (2014). The moderating effects of knowledge characteristics of firms on the financial value of innovative technology products. *Journal of Operations Management*, 32(3), 79–87. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2013.11.003>
66. Lundvall, B.-A., & Borrás, S. (2005). Science, technology and Innovation Policy. In *Innovation Handbook* (pp. 599–631). Oxford University Press.
67. Luong, J. H. T., Male, K. B., & Glennon, J. D. (2008). Biosensor technology: Technology push versus market pull. *Biotechnology Advances*, 26(5), 492–500. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.05.007>

68. Martin, E., Shaheen, S., Lipman, T., & Camel, M. (2014). Evaluating the public perception of a feebate policy in California through the estimation and cross-validation of an ordinal regression model. *Transport Policy*, 33, 144–153. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.01.016>
69. MASIS expert group - EC. (2009). Challenging Futures of Science in Society - Emerging trends and cutting-edge issues. *European Commission*. <https://doi.org/10.2777/467>
70. Massachusetts Academy of Mathematics and Science. (2010). Inventions that changed history - An electronic book on the history of technology written by the Class of 2010. Retrieved from <http://www.scientiareview.org/pdfs/126.pdf>
71. Ministerio de educación. (2010). *Identificación de los sectores prioritarios para el desarrollo nacional y la articulación de la oferta educativa con la demanda laboral* (Documento de trabajo). Perú. Retrieved from [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/1BA02AA6322C07B505257B710076BC28/\\$FILE/IDENTIFICACIONDESECTORES PRIORITARIOS.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/1BA02AA6322C07B505257B710076BC28/$FILE/IDENTIFICACIONDESECTORES PRIORITARIOS.pdf)
72. Montinari, L., & Rochlitz, M. (2014). Absorptive capacity compared: evidence from sectoral data of oecd, asian and latin american countries. *Applied Econometric and International Development*, 14(2). Retrieved from <http://www.usc.es/economet/journals1/aeid/aeid1422.pdf>

73. Mukherji, N., & Silberman, J. (2013). Absorptive capacity, knowledge flows, and innovation in U.S. metropolitan areas. *Journal of Regional Science*, 53(3), 392–417.
74. National Science Foundation. (2016). National Patterns of R&D Resources survey data series. Retrieved from <http://www.nsf.gov/statistics/natlpatterns/>
75. Nemet, G. F. (2009). *Demand-pull, technology-push*, and government-led incentives for non-incremental technical change. *Research Policy*, 38(5), 700–709. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.01.004>
76. New York University. (n.d.). What is Research Design? Retrieved from <https://www.nyu.edu/classes/bkg/methods/005847ch1.pdf>
77. Nicotra, M., Romano, M., & Del Giudice, M. (2014). The Evolution Dynamic of a Cluster Knowledge Network: The Role of Firms' Absorptive Capacity. *Journal of the Knowledge Economy*, 5(2), 240–264. <https://doi.org/10.1007/s13132-013-0147-6>
78. Niosi, J. (2011). Building innovation systems: an introduction to the special section. *Industrial and Corporate Change*, 20(6), 1637–1643. <https://doi.org/10.1093/icc/dtr064>
79. No, J. Y. A. (2009). International transmission of technology and trade: The role of cross-country heterogeneity. *International Economic Journal*, 23(3), 427–446. <https://doi.org/10.1080/10168730903119476>
80. OECD. (2002). Manual de Frascati - Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental. Fundación Española de Ciencia Y Tecnología. Retrieved from

[http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/M
anuaFrascati-2002_sp.pdf](http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/M
anuaFrascati-2002_sp.pdf)

81. OECD. (2005). Manual de Oslo - Guía para la recogida e Interpretación de datos sobre innovación. OECD, Eurostat. Retrieved from http://www.uis.unesco.org/Library/Documents/OECD OsloManual05_spa.pdf
82. OECD. (2011, March). Hacia un mecanismo para el diálogo de políticas de innovación: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. Retrieved from <https://portal.concytec.gob.pe/images/stories/images2012/portal/areas-institucion/dag/curso-politicas-ctei/sistemas-nacionales-ctei/10.pdf>
83. OECD. (2015a). Caminos de desarrollo. Estudio multidimensional del Perú. Volumen 1. Evaluación inicial. Mensajes principales. Retrieved from http://www.congreso.gob.pe/Docs/comisiones2016/PueblosAndinosEcologia/files/5._estudio_multidimensional_del_per%C3%BA_vol_1_evaluaci%C3%B3n_inicial._mensajes_principales_2016.pdf
84. OECD. (2015b). Innovation, Agricultural Productivity and Sustainability in Canada. *OECD Publishing, Paris*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/9789264238541-en>
85. OECD. (2016). Main Science and Technology Indicators. Retrieved from <http://stats.oecd.org/>
86. Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (n.d.). *Principios básicos de la propiedad industrial*. Retrieved from http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/intproperty/895/wipo_pub_895.pdf

87. Park, K.-H. (2011). Catch-up process and underlying knowledge flows: Focusing on geographic localisation at a national dimension. *Asian Journal of Technology Innovation*, 19(1), 85–100. <https://doi.org/10.1080/19761597.2011.578425>
88. Peters, M., Schneider, M., Griesshaber, T., & Hoffmann, V. H. (2012). The impact of *technology-push* and *demand-pull* policies on technical change – Does the locus of policies matter? *Research Policy*, 41(8), 1296–1308. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.004>
89. Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad. (2016, April). Concursos para empresas. Retrieved from <http://sistemaenlinea.innovateperu.gob.pe/public/wizard/index.php>
90. R. Nelson, R., & G. Winter, S. (1982). *An evolutionary Theory of Economic Change*. The Belknap Press of Harvard University Press. Retrieved from http://inctpped.ie.ufrj.br/spiderweb/pdf_2/Dosi_1_An_evolutionary-theory-of_economic_change..pdf
91. Reginald Brennenraeds, Rudi Bekkers, & Bart Verspagen. (2006, January). The different Channels of university-industry knowledge transfer: Empirical evidence from Biomedical Engineering. Eindhoven University of Technology. Retrieved from http://home.tm.tue.nl/rbekkers/brennenraedts_bekkers_verspagen_dime_la_usanne06.pdf
92. RICYT. (2012). *Indicadores de Ciencia y Tecnología: Perú*. Retrieved from <http://db.ricyt.org/query/PE/1990,2012/calculados>

93. Sagasti, F. (2011a). *Ciencia, Tecnología e Innovación. Políticas para América Latina*. Lima, Peru.
94. Sagasti, F. (2011b, October). *Science, Technology and Innovation Policy Instruments (STPI): Background, situation and prospects*. Presented at the Foro Nacional Internacional, Lima, Peru. Retrieved from <http://franciscosagasti.com/descargas/eventos/presentacion-unesco.pdf>
95. Sanz Menéndez, L. (2015, September). *Del Sistema CTI (Y sus actores), Políticas CTI, Monitoreo, Evaluación e Indicadores (y de sus interacciones)*. Presented at the I Workshop Internacional: Monitoreo y evaluación de políticas de ciencia, tecnología e Innovación, Radisson Hotel Decapolis, Miraflores, Lima, Perú.
96. Schildt, H., Keil, T., & Maula, M. (2012). The temporal effects of relative and firm-level absorptive capacity on interorganizational learning. *Strategic Management Journal*, 33(10), 1154–1173. <https://doi.org/10.1002/smj.1963>
97. Schmoch, U. (2007). Double-boom cycles and the comeback of *science-push* and market-pull. *Research Policy*, 36(7), 1000–1015. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.11.008>
98. Scimago Journal Ranking. (n.d.). SJR - International Science Ranking. Retrieved March 23, 2017, from <http://www.scimagojr.com/countryrank.php>
99. Scopus. (2006). Scopus content coverage. Retrieved from http://www.library.ait.ac.th/download/Scopus_content_coverage.pdf

100. Scopus. (2015). Scopus search. Retrieved from <https://www.scopus.com/>
101. Shaker A. Zahra, & Gerard George. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension., *27*, 185–203.
102. Shin, J., & Jalajas, D. (2010). Technological relatedness, boundary-spanning combination of knowledge and the impact of innovation: Evidence of an inverted-U relationship. *Journal of High Technology Management Research*, *21*(2), 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.hitech.2010.05.003>
103. Smith, A. (1776). *An inquiry into the Nature and Causes of The Wealth Of Nations* (4th edition, 2007). MetaLibri. Retrieved from http://www.ibiblio.org/ml/libri/s/SmithA_WealthNations_p.pdf
104. Statistics Canada. (2015). *Gross Domestic Expenditures On Research and Development, by Science type and by Funder and performer sector*. Retrieved from <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a47>
105. Stephanie Duchek. (2013). Capturing Absortive Capacity: A critical review and future Prospects. *Schmalenbach Business Review*, *65*, 312–329.
106. Subramanian, A. M., Choi, Y. R., Lee, S.-H., & Hang, C.-C. (2016). Linking technological and educational level diversities to innovation performance. *Journal of Technology Transfer*, *41*(2), 182–204. <https://doi.org/10.1007/s10961-015-9413-z>
107. Sugheir, J., Phan, P. H., & Hasan, I. (2012). Diversification and innovation revisited: An absorptive capacity view of technological

- knowledge creation. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 59(4), 530–539. <https://doi.org/10.1109/TEM.2011.2165726>
108. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, SUNAT. (2017a). Estadística y estudios. Retrieved from http://www.sunat.gob.pe/estadisticasestudios/busqueda_comercio_exterior.html
109. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, SUNAT. (2017b). Orientación Aduanera. Aranceles. Retrieved from <http://www.sunat.gob.pe/orientacionaduanera/aranceles/index.html>
110. Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53–55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
111. Taylor, M. (2008). Beyond *technology-push* and *demand-pull*: Lessons from California's solar policy. *Energy Economics*, 30(6), 2829–2854. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.06.004>
112. The Conference Board. (2016). The Conference Board Total Economy Database™. Retrieved June 27, 2016, from <http://www.conference-board.org/data/economydatabase/>
113. United Nations. (2017a, January). HS 2002 Classification by Section. Retrieved March 21, 2017, from <https://unstats.un.org/unsd/tradekb/Knowledgebase/50043/HS-Classification-by-Section>
114. United Nations. (2017b, January). HS, SITC and BEC conversion and correspondence tables. Retrieved March 21, 2017, from

<https://unstats.un.org/unsd/tradekb/Knowledgebase/50020/HS-SITC-and-BEC-conversion-and-correspondence-tables>

115. United Nations Comtrade Database. (2015). Trade Data Statistics. Retrieved November 3, 2015, from <http://comtrade.un.org/data/>
116. Walz, R. (2010). Competences for green development and leapfrogging in newly industrializing countries. *International Economics and Economic Policy*, 7(2), 245–265. <https://doi.org/10.1007/s10368-010-0164-x>
117. Wesley M. Cogen, & Daniel A. Levinthal. (1990). Absorptive Capacity: A new perspective on learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128–152.
118. Wesselink, A., Buchanan, K. S., Georgiadou, Y., & Turnhout, E. (2013). Technical knowledge, discursive spaces and politics at the science-policy interface. *Environmental Science and Policy*, 30, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2012.12.008>
119. WIPO. (2013). *Publicación de patentes por sector de tecnología, 1980-2013, recuento total por origen (Cómputo equivalente)*. Retrieved from <http://ipstats.wipo.int/ipstatv2/IpsStatsResultvalue>
120. WIPO. (2015). Colecciones nacionales e internacionales de patentes. Retrieved from <https://patentscope.wipo.int/search/es/structuredSearch.jsf>
121. Wong, T.-T. (2015). Performance evaluation of classification algorithms by k-fold and leave-one-out cross validation. *Pattern*

Recognition, 48(9), 2839–2846.
<https://doi.org/10.1016/j.patcog.2015.03.009>

122. World Economic Forum. (2015). *Global competitiveness report 2015-2016*. Retrieved from <http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2015-2016/downloads/>
123. World Intellectual Property Organization, & Schmoch, U. (2008). *Concept of a Technology Classification for Country-Comparisons*. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, Karlsruhe, Germany. Retrieved from http://www.wipo.int/export/sites/www/ipstats/en/statistics/patents/pdf/wipo_ipc_technology.pdf
124. Wu, T. T. (2015). Firm heterogeneity, trade, multinationals, and growth: A quantitative evaluation. *Journal of International Economics*, 97(2), 359–375. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2015.07.004>
125. Yang, C.-H., & Lin, H.-L. (2012). Openness, absorptive capacity, and regional innovation in China. *Environment and Planning A*, 44(2), 333–355. <https://doi.org/10.1068/a44182>
126. Yong-ho, B., Sungsoo, S., Mi-Jung, U., Dae-Hee, L., & Hobday, M. (2002). *Case Study on Technological Innovation of Korean Firms*. Retrieved from <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/APCITY/UNPAN017609.pdf>
127. Yoo, J. K. (2013). A theoretical view of the envelope model for multivariate linear regression as response dimension reduction. *Journal of*

the Korean Statistical Society, 42(2), 143–148.
<https://doi.org/10.1016/j.jkss.2012.03.004>

128. Zhang, Y., & Yang, Y. (2015). Cross-validation for selecting a model selection procedure. *Journal of Econometrics*, 187(1), 95–112.
<https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2015.02.006>
129. Zhong, L., Louie, P. K. K., Zheng, J., Yuan, Z., Yue, D., Ho, J. W. K., & Lau, A. K. H. (2013). Science-policy interplay: Air quality management in the Pearl River Delta region and Hong Kong. *Atmospheric Environment*, 76, 3–10. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.03.012>
130. Zhu, J.-W., Wang, Y.-Y., & Mei, J.-X. (2015). A comparative analysis of influencing-factors impacts on innovation performances in the high-technology industry. *Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian/System Engineering Theory and Practice*, 35(12), 3135–3143.

IX. Anexos

IX.1 Solicitudes de patentes por categoría IPC en el Perú, de principales países con los que Perú exporta e importa. IPC B, D, E, F, G y H.

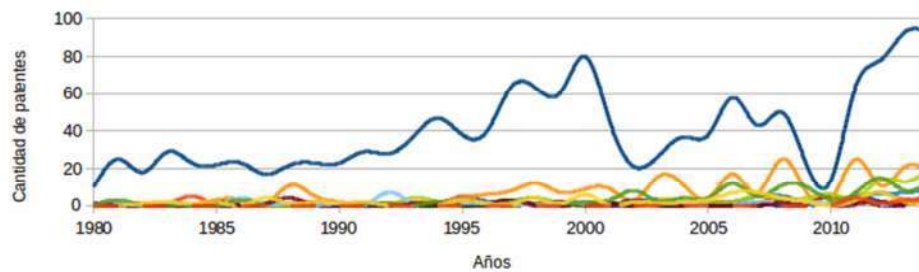


Gráfico 42.-Solicitudes de Patentes IPC: B, principales países de Importación/Exportación con Perú, 1980-2014

Fuente: INDECOPI. Elaboración: Propia

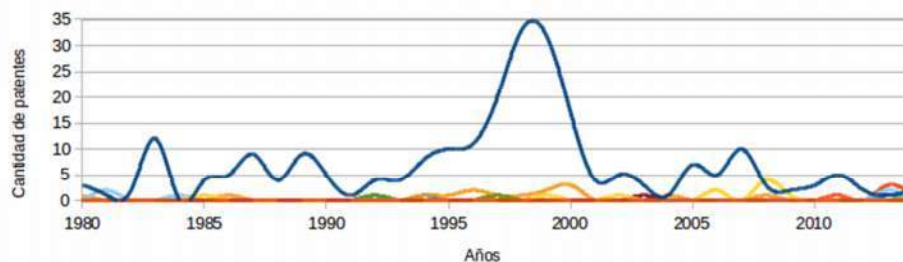


Gráfico 43.-Solicitudes de Patentes IPC: D, principales países de Importación/Exportación con Perú, 1980-2014

Fuente: INDECOPI. Elaboración: Propia

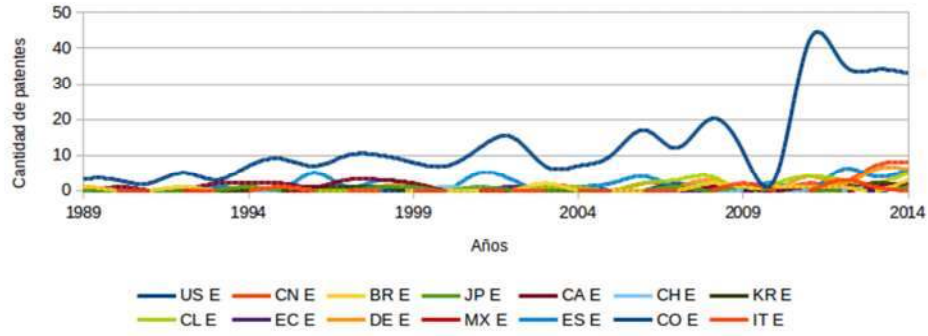


Gráfico 44.-Solicitudes de Patentes IPC: E, principales países de Importación/Exportación con Perú, 1980-2014

Fuente: INDECOPI. Elaboración: Propia

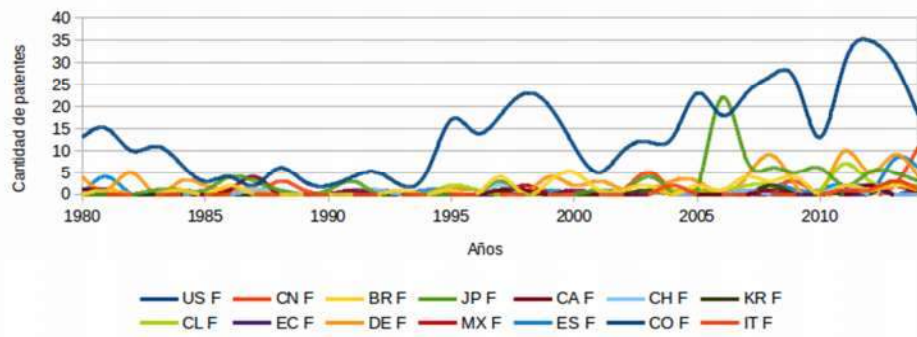


Gráfico 45.-Solicitudes de Patentes IPC: F, principales países de Importación/Exportación con Perú, 1980-2014

Fuente: INDECOPI. Elaboración: Propia

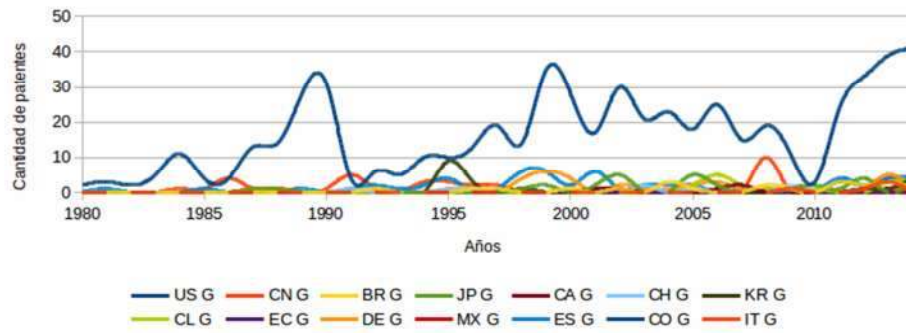


Gráfico 46-Solicitudes de Patentes IPC: G, principales países de Importación/Exportación con Perú, 1980-2014

Fuente: INDECOPI. Elaboración: Propia

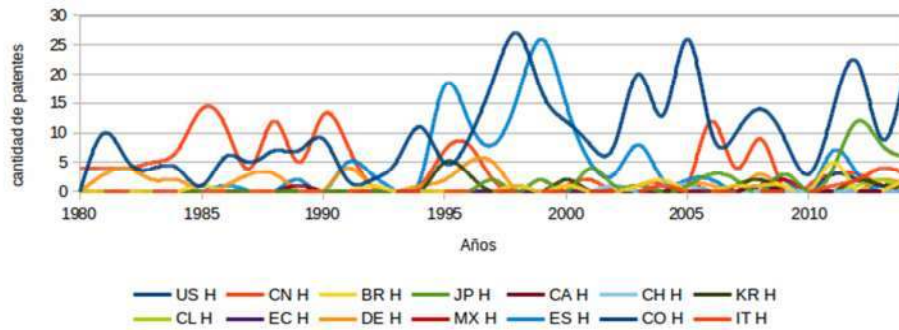


Gráfico 47-Solicitudes de Patentes IPC: H, principales países de Importación/Exportación con Perú, 1980-2014

Fuente: INDECOPI. Elaboración: Propia

IX.2 Análisis bibliométrico sobre capacidad de absorción.

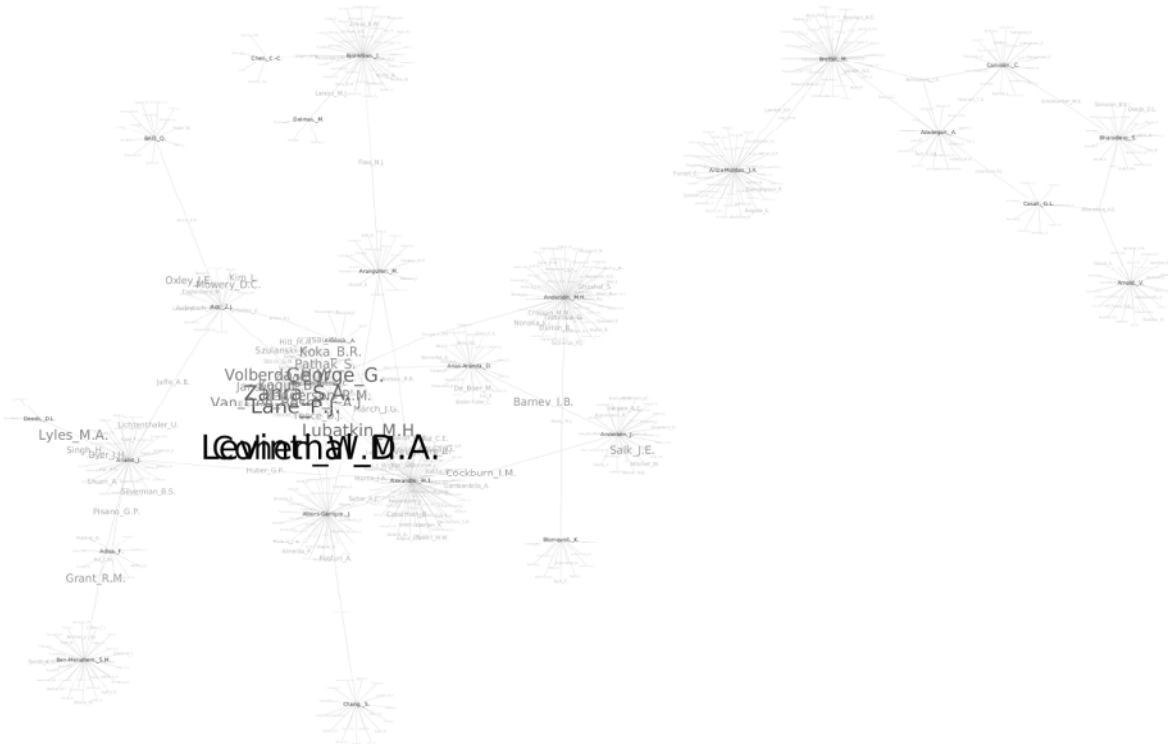


Gráfico 48.- Árbol de citas bibliográficas sobre capacidad de absorción – Extendido.

Fuente: Scopus. Elaboración Propia.

IX.3 IPCs relacionadas a la agricultura.

IPC	Description
A01	AGRICULTURE; FORESTRY; ANIMAL HUSBANDRY; HUNTING; TRAPPING; FISHING
A21	BAKING; EQUIPMENT FOR MAKING OR PROCESSING DOUGHS; DOUGHS FOR BAKING
A22	BUTCHERING; MEAT TREATMENT; PROCESSING POULTRY OR FISH
A23	FOODS OR FOODSTUFFS; THEIR TREATMENT, NOT COVERED BY OTHER CLASSES
A24	TOBACCO; CIGARS; CIGARETTES; SMOKERS' REQUISITES
B21H 7/00	Making articles not provided for in groups B21H 1/00-B21H 5/00, e.g. agricultural tools, dinner forks, knives, spoons (nails, pins B21G 3/30)
B21K 19/00	Making articles for agricultural machinery
B62C	VEHICLES DRAWN BY ANIMALS
B65B 25/02	Packaging agricultural or horticultural products
B66C 23/44	Jib cranes adapted for attachment to standard vehicles, e.g. agricultural tractors
C08B	POLYSACCHARIDES; DERIVATIVES THEREOF (polysaccharides containing less than six saccharide radicals attached to each other by glycosidic linkages C07H; fermentation or enzyme-using processes C12P 19/00; production of cellulose D21)

C11	ANIMAL OR VEGETABLE OILS, FATS, FATTY SUBSTANCES OR WAXES; FATTY ACIDS THEREFROM; DETERGENTS; CANDLES
C12	BIOCHEMISTRY; BEER; SPIRITS; WINE; VINEGAR; MICROBIO LOGY; ENZYMOLOGY; MUTATION OR GENETIC ENGINEERING
C13	SUGAR INDUSTRY
C09K 101/00	CHEMISTRY, METALLURGY, MATERIALS FOR APPLICATIONS NOT OTHERWISE PROVIDED FOR; APPLICATIONS OF MATERIALS NOT OTHERWISE PROVIDED FOR Agricultural use
E02B 11/00	HYDRAULIC ENGINEERING. Drainage of soil, e.g. for agricultural purposes
E04H 5/08	Buildings or groups of buildings for agricultural purposes (silos E04H 7/22; manure storage places A01C 3/02; greenhouses A01G 9/14)
E04H 7/22	Containers for fluent solids, e.g. silos or bunkers; Supports therefor
G06Q 50/02	PHYSICS, DATA PROCESSING SYSTEMS OR METHODS for Agriculture; Fishing; Mining

Tabla 17.- IPCs relacionadas a la agricultura

Fuente: (OECD, 2015b). Elaboración: Propia.

IX.4 Solicitudes de patentes en Perú por IPC relacionada a la agricultura.

Total IPC	133	58	57	24	7	3	1
Nombre del solicitante	A01	C12	A23	C11	A21	C08B	A22
BASF AKTIENGESELLSCHAFT	67						
BASF SE	20						
THE PROCTER and GAMBLE COMPANY				20			
NESTEC S.A.			18				
SOCIETE DES PRODUITS NESTLE S.A.			15				
BAYER CROPSCIENCE AG	13						
DOW AGROSCIENCES LLC	13						
BIOSIGMA S.A.		12					
AJINOMOTO CO., INC.		8	2		1		
SYNGENTA PARTICIPATIONS AG	8						
WYETH		8					
HEINEKEN SUPPLY CHAIN B.V.		7					
ALBEMARLE CORPORATION			5				1
THE COCA-COLA COMPANY			6				
AVENTIS PHARMA DEUTSCHLAND GMBH		4				1	
BAYER CROPSCIENCE GMBH	5						

NOVARTIS AG		5					
ANTHROGENESIS CORPORATION		4					
E.I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY	4						
ELI LILLY AND COMPANY		4					
ALIMENTARY HEALTH LIMITED		3					
AMGEN INC.		3					
BAYER CROPSCIENCE LP	3						
MJN U.S. HOLDINGS LLC			3				
CARGILL INCORPORATED			2				
INSTITUTO TECNOLOGICO DE LA PRODUCCION			2				
KRAFT FOODS HOLDINGS, INC.			2				
LABORATORIOS MIRET, S.A.			2				
LESAFFRE ET COMPAGNIE					2		
MOLINOS RIO DE LA PLATA S.A.					2		
OCEAN NUTRITION CANADA, LTD.				2			
PRONOVA BIOPHARMA NORGE AS				2			
RICH PRODUCTS					2		

CORPORATION							
VIFOR (INTERNATIONAL) AG						2	

Tabla 18.-Principales solicitantes por solicitudes de patentes en Perú por IPC relacionada a la agricultura.¹⁵

Fuente: (WIPO, 2015). Elaboración: Propia.

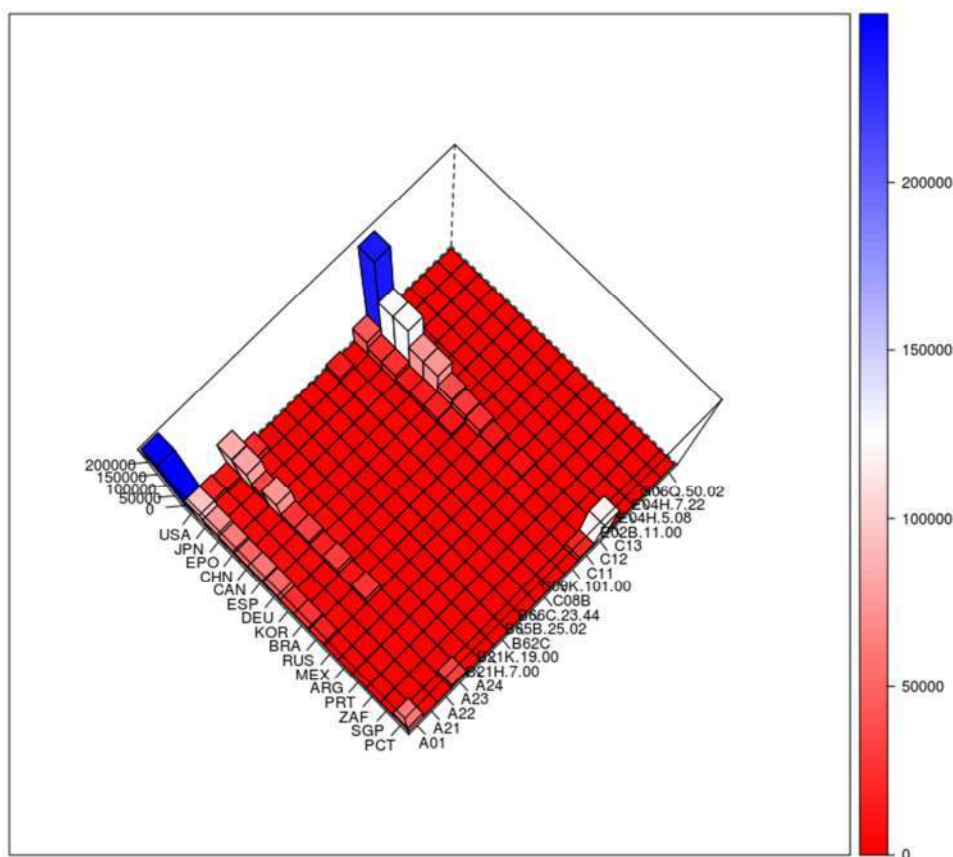


Gráfico 49.- Cantidad de patentes por IPC relacionada al sector agropecuario, y los principales países de presentación

Fuente: (WIPO, 2015). Elaboración: Propia.

¹⁵ Se retiraron los solicitantes con solo una solicitud de patente, y las categorías IPC con ningún registro.

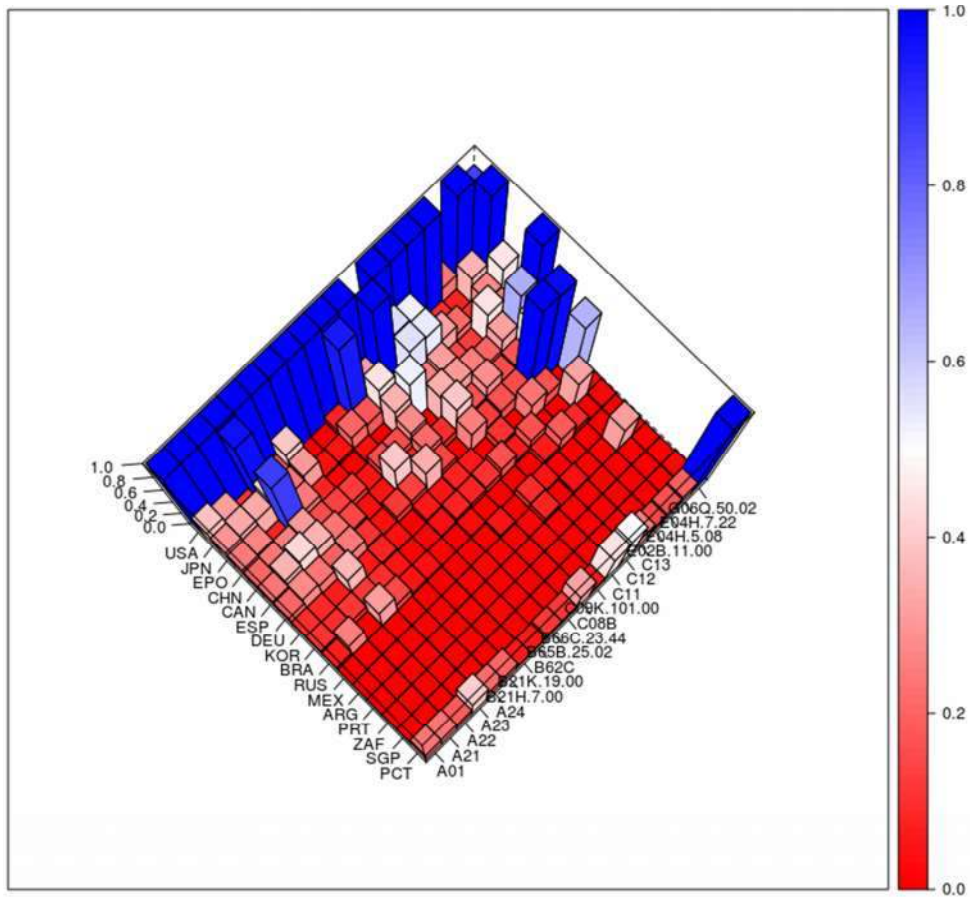
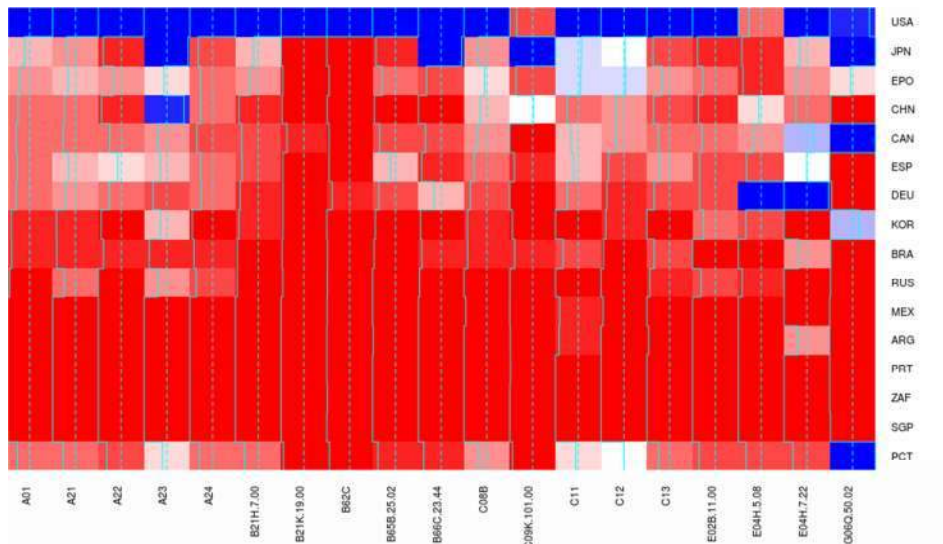


Gráfico 50.-Valor normalizado de patentes por IPC relacionada al sector agropecuario y los principales países de presentación

Fuente: (WIPO, 2015). Elaboración: Propia.



IX.5 Detalle de resultados.

Tabla 19.- Detalle de coeficiente de determinación de modelo por sectores científicos. Todos los datos como entrenamiento y prueba.

RSA_F1_Pub	RSA_F1_Pat	RSA_F1_Pat	RSA_F1_Exp	RSA_F1_Exp
	lineal	polinomial	lineal	polinomial 2°
		2°		
AGRI	0.9506	0.9971	0.9740	0.9931
ARTS	0.9372	0.9968	0.9233	0.9981
BIOC	0.9788	0.9996	0.9809	0.9960
BUSI	0.9360	0.9994	0.9508	0.9870
CENG	0.9362	0.9955	0.9552	0.9945
CHEM	0.9683	0.9986	0.9755	0.9966
COMP	0.9602	0.9992	0.9632	0.9915
DECI	0.9555	0.9985	0.9594	0.9894
DENT	0.9315	0.9970	0.9401	0.9996
EART	0.9329	0.9980	0.9766	0.9927
ECON	0.9623	0.9987	0.9570	0.9886
ENER	0.9432	0.9966	0.9576	0.9988
ENGI	0.9331	0.9988	0.9583	0.9980
ENVI	0.9556	0.9985	0.9662	0.9948
HEAL	0.9733	0.9994	0.9621	0.9841
IMMU	0.9680	0.9979	0.9815	0.9969
MATE	0.9518	0.9980	0.9600	0.9990

MATH	0.9551	0.9986	0.9767	0.9887
MEDI	0.9718	0.9990	0.9789	0.9962
MULT	0.9685	0.9997	0.9704	0.9954
NEUR	0.9709	0.9995	0.9820	0.9951
NURS	0.9604	0.9997	0.9681	0.9946
PHAR	0.9784	0.9991	0.9814	0.9999
PHYS	0.9746	0.9983	0.9758	0.9976
PSYC	0.9683	0.9997	0.9767	0.9907
SOCI	0.9564	0.9976	0.9669	0.9922
VETE	0.9060	0.9930	0.9625	0.9933

Fuente y elaboración: Propia.

Tabla 20.- Detalle de coeficiente de determinación de modelo por sectores tecnológicos. Todos los datos como entrenamiento y prueba.

RSA_F1_Pat Sector	RSA_F1_Pub	RSA_F1_Pub	RSA_F1_Exp	RSA_F1_Exp
	lineal	polinomial 2°	lineal	polinomial 2°
1	0.9488	0.9995	0.8968	0.9977
2	0.9274	0.9994	0.8528	0.9996
3	0.9291	0.9989	0.9010	0.9991
4	0.9213	0.9979	0.9377	0.9987
5	0.9467	0.9993	0.9065	0.9998
6	0.9311	0.9997	0.9343	0.9999
7	0.9171	0.9989	0.8990	0.9994
8	0.9238	0.9993	0.8912	0.9986
9	0.9180	0.9996	0.8422	0.9992
10	0.9547	0.9995	0.9249	0.9998
11	0.9785	0.9994	0.9659	0.9996
12	0.9488	0.9996	0.9230	0.9998
13	0.9806	0.9995	0.9736	0.9999
14	0.9685	0.9983	0.9737	0.9996
15	0.9791	0.9992	0.9757	0.9999
16	0.9730	0.9978	0.9774	0.9987
17	0.9556	0.9994	0.9222	0.9996
18	0.9373	0.9967	0.9125	0.9981

19	0.9566	0.9989	0.9606	0.9997
20	0.9507	0.9991	0.8997	0.9997
21	0.9508	0.9996	0.9032	0.9998
22	0.7187	0.9953	0.9042	0.9986
23	0.9655	0.9994	0.9593	0.9997
24	0.9570	0.9992	0.9012	0.9966
25	0.9598	0.9993	0.9135	0.9996
26	0.9525	0.9993	0.9347	0.9993
27	0.9383	0.9994	0.9358	0.9986
28	0.9310	0.9990	0.8773	0.9995
29	0.9655	0.9994	0.9291	0.9997
30	0.9480	0.9989	0.9067	0.9962
31	0.9487	0.9994	0.9390	0.9998
32	0.9428	0.9992	0.9537	0.9994
33	0.9510	0.9988	0.8882	0.9989
34	0.9628	0.9992	0.9304	0.9994
35	0.9442	0.9987	0.9159	0.9980

Fuente y elaboración: Propia.

Tabla 21.- Detalle de coeficiente de determinación de modelo por sectores comerciales. Todos los datos como entrenamiento y prueba.

RSA_F1_Exp	RSA_F1_Pub	RSA_F1_Pub	RSA_F1_Pat	RSA_F1_Pat
	lineal	polinomial 2°	lineal	polinomial 2°
1	0.7459	0.9999	0.8448	1
2	0.9201	1.0000	0.9083	1
3	0.8006	0.9999	0.7341	1
4	0.8793	0.9999	0.9187	1
5	0.6708	0.9996	0.5274	1
6	0.8099	0.9985	0.8467	1
7	0.9012	0.9998	0.9248	1
8	0.8691	1.0000	0.7728	1
9	0.7452	0.9997	0.6188	1
10	0.8466	0.9999	0.8862	1
11	0.7740	0.9997	0.6203	1
12	0.7482	0.9997	0.7034	1
13	0.8984	0.9995	0.8308	1
14	0.6759	0.9996	0.6739	1
15	0.8966	0.9998	0.9120	1
16	0.9444	1.0000	0.9360	1
17	0.9332	0.9998	0.9309	1
18	0.9462	0.9998	0.9751	1

19	0.9549	1.0000	0.9575	1
20	0.8509	0.9997	0.7928	1
21	0.9525	1.0000	0.9145	1

Fuente y elaboración: Propia.

Tabla 22.- Resultados de CV 5-fold. RSA_F1_Pub

RSA_F1_Pub	RSA_F1_Pat	RSA_F1_Pat	RSA_F1_Exp	RSA_F1_Exp
	lineal	polinomial 2°	lineal	polinomial 2°
AGRI	-0.064	-27313.159	-0.032	-0.279
ARTS	-0.085	-4707.214	-0.092	-0.182
BIOC	-0.027	-4357.395	-0.022	-0.093
BUSI	-0.091	-3464.519	-0.059	-0.509
CENG	-0.089	-21308.094	-0.055	-0.686
CHEM	-0.040	-18494.833	-0.027	-0.328
COMP	-0.053	-6806.027	-0.042	-0.380
DECI	-0.056	-21530.120	-0.048	-1.112
DENT	-0.094	-30816.584	-0.072	-0.261
EART	-0.086	-20951.768	-0.029	-0.200
ECON	-0.054	-4808.992	-0.052	-0.261
ENER	-0.083	-27992.043	-0.053	-0.605
ENGI	-0.103	-6003.922	-0.049	-0.304
ENVI	-0.056	-19781.125	-0.044	-0.384
HEAL	-0.035	-9241.571	-0.045	-0.417
IMMU	-0.040	-8213.943	-0.024	-0.177
MATE	-0.070	-14511.662	-0.047	-0.530
MATH	-0.055	-17628.178	-0.028	-0.592
MEDI	-0.038	-16815.676	-0.024	-0.209

MULT	-0.051	-2410.830	-0.036	-0.235
NEUR	-0.038	-5208.352	-0.022	-0.108
NURS	-0.054	-1660.359	-0.039	-0.171
PHAR	-0.027	-8101.423	-0.023	-0.124
PHYS	-0.032	-18349.603	-0.028	-0.228
PSYC	-0.043	-1960.577	-0.027	-0.100
SOCI	-0.062	-2977.725	-0.041	-0.175
VETE	-0.122	-81924.163	-0.045	-0.375

Fuente y elaboración: Propia

Tabla 23.-Resultados de CV 5-fold. RSA_F1_Pat

RSA_F1_Pat	RSA_F1_Pub lineal	RSA_F1_Pub polinomial 2°	RSA_F1_Exp lineal	RSA_F1_Exp polinomial 2°
1	-0.060	-4.955	-0.118	-0.221
2	-0.096	-5.778	-0.168	-0.716
3	-0.089	-8.541	-0.115	-0.389
4	-0.108	-14.579	-0.072	-0.871
5	-0.067	-6.026	-0.109	-0.145
6	-0.084	-2.960	-0.078	-0.038
7	-0.101	-9.284	-0.133	-0.651
8	-0.097	-10.769	-0.125	-0.300
9	-0.102	-2.101	-0.182	-0.298
10	-0.057	-6.681	-0.098	-0.185
11	-0.033	-3.634	-0.046	-0.098
12	-0.064	-2.090	-0.090	-0.362
13	-0.028	-8.491	-0.031	-0.082
14	-0.038	-12.797	-0.031	-0.392
15	-0.026	-12.903	-0.028	-0.145
16	-0.032	-19.043	-0.031	-0.185
17	-0.053	-5.447	-0.089	-0.323
18	-0.075	-14.227	-0.107	-0.539
19	-0.054	-9.095	-0.045	-0.132
20	-0.060	-16.505	-0.112	-0.138

21	-0.060	-1.661	-0.109	-0.217
22	-0.385	-41.213	-0.116	-0.776
23	-0.046	-4.581	-0.048	-0.199
24	-0.052	-5.834	-0.116	-0.755
25	-0.053	-8.700	-0.103	-0.194
26	-0.059	-5.214	-0.078	-0.173
27	-0.076	-10.269	-0.075	-0.296
28	-0.085	-14.534	-0.143	-0.462
29	-0.044	-3.736	-0.082	-0.102
30	-0.065	-16.502	-0.114	-0.208
31	-0.066	-6.162	-0.074	-0.142
32	-0.072	-10.524	-0.051	-0.170
33	-0.060	-7.234	-0.131	-0.302
34	-0.043	-8.729	-0.083	-0.348
35	-0.069	-6.181	-0.093	-0.315

Fuente y elaboración: Propia.

Tabla 24.- Resultados de CV 5-fold. RSA_F1_Exp

RSA_F1_Exp	RSA_F1_Pub lineal	RSA_F1_Pub polinomial 2°	RSA_F1_Pat lineal	RSA_F1_Pat polinomial 2°
1	-0.559	-14142.876	-0.224	-228019.067
2	-0.162	-205.811	-0.119	-156438.037
3	-0.339	-971.721	-0.363	-42326.797
4	-0.395	-3497.892	-0.160	-314627.644
5	-0.489	-714.578	-0.737	-600024.858
6	-0.238	-6996.067	-0.208	-8954.663
7	-0.149	-1013.665	-0.120	-9660.052
8	-0.230	-226.102	-0.381	-9136.464
9	-0.337	-4419.410	-1.349	-997011.946
10	-0.195	-1933.621	-0.193	-85833.698
11	-0.367	-1323.666	-0.616	-595061.593
12	-0.378	-1939.846	-0.468	-325837.300
13	-0.260	-3099.141	-0.241	-67498.082
14	-0.404	-1476.182	-0.446	-13659.743
15	-0.145	-6158.392	-0.132	-326329.471
16	-0.082	-362.720	-0.085	-78292.081
17	-0.097	-275.248	-0.115	-60813.060
18	-0.074	-403.761	-0.034	-33439.831
19	-0.067	-173.563	-0.065	-4678.947

20	-0.211	-766.304	-0.281	-160708.359
21	-0.076	-83.700	-0.138	-74.948

Fuente y elaboración: Propia.

Tabla 25.- Resultados OOS por año 2007-2014. RSA_F1_Pub Resumen

RSA_F1_Pub Resumen	Media	Max	Min
RSA_F1_Pat lineal 2008	0.795	0.920	0.641
RSA_F1_Pat lineal 2009	0.786	0.901	0.585
RSA_F1_Pat lineal 2010	0.828	0.918	0.618
RSA_F1_Pat lineal 2011	0.859	0.935	0.627
RSA_F1_Pat lineal 2012	0.864	0.945	0.668
RSA_F1_Pat lineal 2013	0.886	0.954	0.762
RSA_F1_Pat lineal 2014	0.902	0.961	0.742
RSA_F1_Pat polinomial 2° 2008	-47356.253	-1907.644	-329153.943
RSA_F1_Pat polinomial 2° 2009	-12209.752	-355.112	-81936.476
RSA_F1_Pat polinomial 2° 2010	-12181.100	-1240.344	-40821.874
RSA_F1_Pat polinomial 2° 2011	-3503.505	-210.717	-12486.320
RSA_F1_Pat polinomial 2° 2012	-1416.786	-72.059	-7792.968
RSA_F1_Pat polinomial 2° 2013	-1174.618	-73.598	-5533.923
RSA_F1_Pat polinomial 2° 2014	-1106.209	-99.725	-5824.326
RSA_F1_Exp lineal 2008	0.919	0.971	0.808

RSA_F1_Exp lineal 2009	0.927	0.976	0.806
RSA_F1_Exp lineal 2010	0.944	0.980	0.848
RSA_F1_Exp lineal 2011	0.953	0.981	0.868
RSA_F1_Exp lineal 2012	0.956	0.981	0.883
RSA_F1_Exp lineal 2013	0.954	0.979	0.842
RSA_F1_Exp lineal 2014	0.947	0.979	0.732
RSA_F1_Exp polinomial 2° 2008	-23.617	-0.468	-152.863
RSA_F1_Exp polinomial 2° 2009	-36.123	-0.529	-327.131
RSA_F1_Exp polinomial 2° 2010	-39.021	-1.155	-344.784
RSA_F1_Exp polinomial 2° 2011	-1.286	0.676	-11.743
RSA_F1_Exp polinomial 2° 2012	0.215	0.851	-2.693
RSA_F1_Exp polinomial 2° 2013	0.552	0.952	-0.861
RSA_F1_Exp polinomial 2° 2014	0.849	0.965	0.328

Fuente y elaboración: Propia.

Tabla 26.- Resultados OOS por año 2007-2014. RSA_F1_Pat Resumen

RSA_F1_Pat Resumen	Media	Max	Min
RSA_F1_Pub lineal 2008	0.800	0.953	0.399
RSA_F1_Pub lineal 2009	0.850	0.955	0.575
RSA_F1_Pub lineal 2010	0.862	0.959	0.674
RSA_F1_Pub lineal 2011	0.869	0.961	0.697
RSA_F1_Pub lineal 2012	0.863	0.963	0.656
RSA_F1_Pub lineal 2013	0.850	0.964	0.598
RSA_F1_Pub lineal 2014	0.816	0.967	0.487
RSA_F1_Pub polinomial 2° 2008	-100.217	-0.384	-1675.630
RSA_F1_Pub polinomial 2° 2009	-76.513	-0.854	-1268.077
RSA_F1_Pub polinomial 2° 2010	-58.196	-0.017	-1094.203
RSA_F1_Pub polinomial 2° 2011	-37.612	-0.846	-666.196
RSA_F1_Pub polinomial 2° 2012	-16.852	0.627	-194.752
RSA_F1_Pub polinomial 2° 2013	-2.623	0.925	-35.436
RSA_F1_Pub polinomial 2° 2014	-2.748	0.988	-104.473
RSA_F1_Exp lineal 2008	0.818	0.952	0.678

RSA_F1_Exp lineal 2009	0.819	0.955	0.675
RSA_F1_Exp lineal 2010	0.854	0.960	0.734
RSA_F1_Exp lineal 2011	0.863	0.965	0.727
RSA_F1_Exp lineal 2012	0.854	0.963	0.672
RSA_F1_Exp lineal 2013	0.835	0.966	0.661
RSA_F1_Exp lineal 2014	0.670	0.963	-0.359
RSA_F1_Exp polinomial 2° 2008	-16.726	0.755	-379.906
RSA_F1_Exp polinomial 2° 2009	-23.939	0.632	-505.498
RSA_F1_Exp polinomial 2° 2010	-16.595	-0.169	-94.395
RSA_F1_Exp polinomial 2° 2011	-2.029	0.851	-24.649
RSA_F1_Exp polinomial 2° 2012	0.411	0.909	-3.814
RSA_F1_Exp polinomial 2° 2013	0.585	0.910	-0.598
RSA_F1_Exp polinomial 2° 2014	0.387	0.972	-2.689

Fuente y elaboración: Propia.

Tabla 27.- Resultados OOS por año 2007-2014. RSA_F1_Exp resumen

RSA_F1_Exp resumen	Media	Max	Min
RSA_F1_Pub lineal 2008	-0.500	0.815	-7.452
RSA_F1_Pub lineal 2009	0.071	0.871	-2.806
RSA_F1_Pub lineal 2010	0.450	0.896	-0.901
RSA_F1_Pub lineal 2011	0.591	0.917	-0.401
RSA_F1_Pub lineal 2012	0.622	0.938	-0.608
RSA_F1_Pub lineal 2013	0.734	0.946	0.329
RSA_F1_Pub lineal 2014	0.729	0.953	0.257
RSA_F1_Pub polinomial 2° 2008	-2718.963	-73.837	-12129.890
RSA_F1_Pub polinomial 2° 2009	-2885.150	-32.304	-17787.481
RSA_F1_Pub polinomial 2° 2010	-1242.847	-12.806	-4674.028
RSA_F1_Pub polinomial 2° 2011	-2153.235	-65.404	-13185.151
RSA_F1_Pub polinomial 2° 2012	-1822.869	-45.781	-7171.184
RSA_F1_Pub polinomial 2° 2013	-2902.854	-34.503	-17365.578
RSA_F1_Pub polinomial 2° 2014	-9228.898	-24.375	-67269.915
RSA_F1_Pat lineal 2008	-0.727	0.896	-10.555

RSA_F1_Pat lineal 2009	-0.364	0.871	-9.474
RSA_F1_Pat lineal 2010	0.104	0.834	-2.891
RSA_F1_Pat lineal 2011	0.307	0.885	-1.100
RSA_F1_Pat lineal 2012	0.360	0.923	-0.871
RSA_F1_Pat lineal 2013	0.481	0.942	-0.120
RSA_F1_Pat lineal 2014	0.543	0.948	0.016
RSA_F1_Pat polinomial 2° 2008	- 242019.829	-84.901	-1503136.183
RSA_F1_Pat polinomial 2° 2009	- 360567.478	-32.053	-1898815.601
RSA_F1_Pat polinomial 2° 2010	- 235599.145	-71.071	-1173777.809
RSA_F1_Pat polinomial 2° 2011	- 166961.633	-50.508	-1300270.359
RSA_F1_Pat polinomial 2° 2012	- 194987.491	-74.095	-856062.239
RSA_F1_Pat polinomial 2° 2013	- 448137.186	-99.243	-2027064.832
RSA_F1_Pat polinomial 2° 2014	- 336983.823	-195.153	-1633493.958

Fuente y elaboración: Propia.

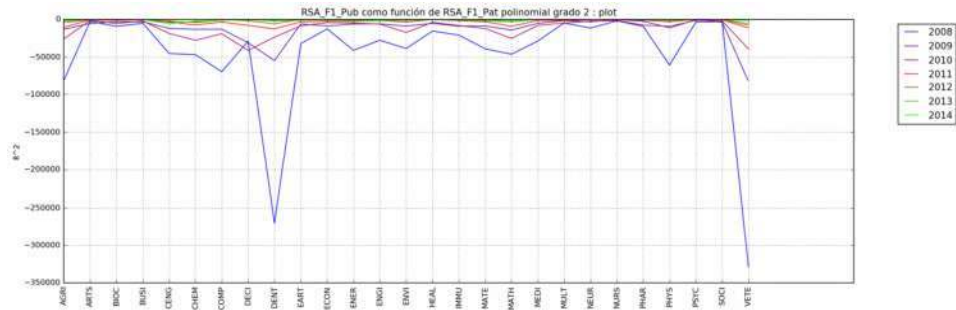


Gráfico 51.- Sectores tecnológicos como predictores de sectores científicos.

Regresión polinomial de segundo grado. OOS por año.

Fuente y elaboración: Propia

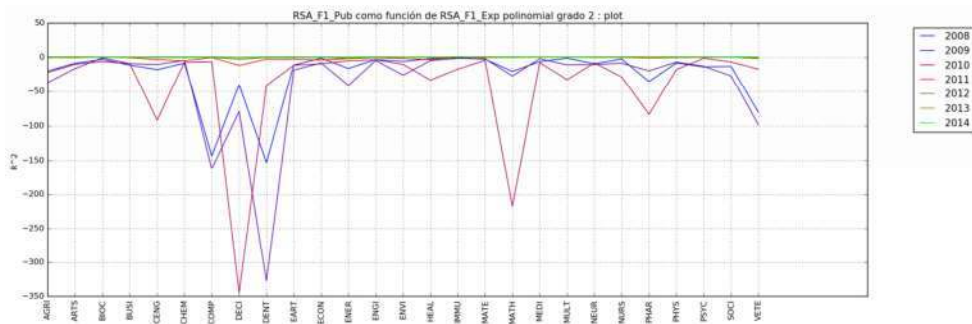


Gráfico 52.- Sectores comerciales como predictores de sectores científicos.

Regresión polinomial de segundo grado. OOS por año.

Fuente y elaboración: Propia.

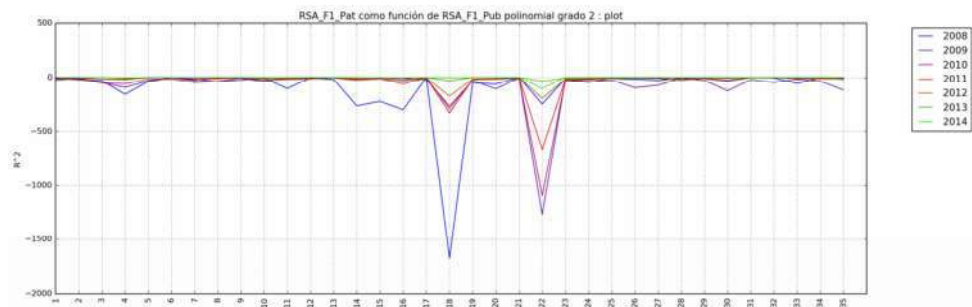


Gráfico 53.- Sectores científicos como predictores de sectores tecnológicos.

Regresión polinomial de segundo grado. OOS por año.

Fuente y elaboración: Propia.

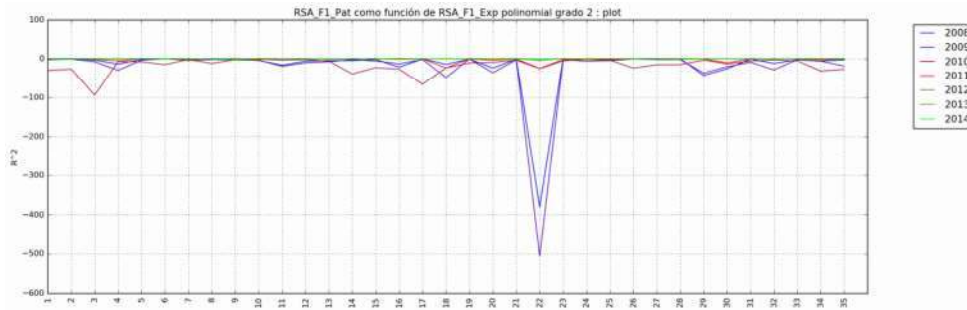


Gráfico 54.- Sectores comerciales como predictores de sectores tecnológicos.

Regresión polinomial de segundo grado. OOS por año.

Fuente y elaboración: Propia.

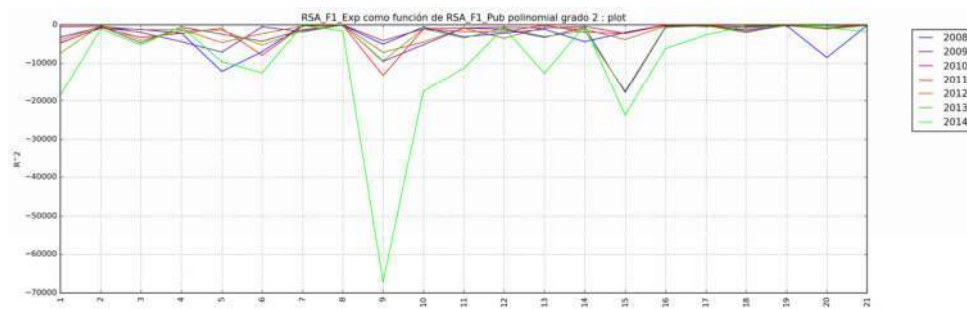


Gráfico 55.- Sectores científicos como predictores de sectores comerciales.

Regresión polinomial de segundo grado. OOS por año.

Fuente y elaboración: Propia.

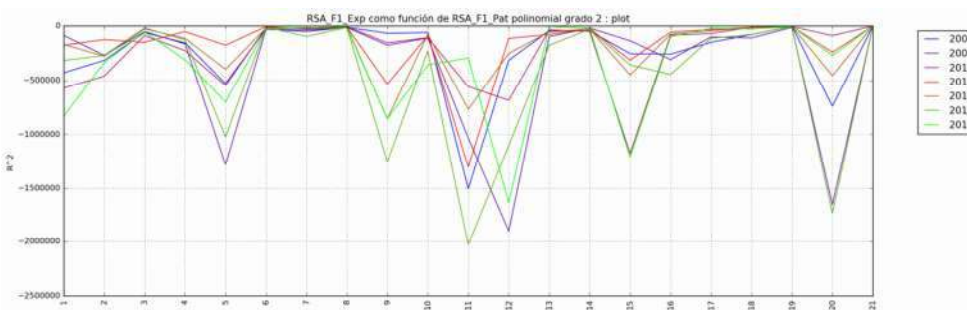


Gráfico 56.- Sectores tecnológicos como predictores de sectores comerciales.

Regresión polinomial de segundo grado. OOS por año.

Fuente y elaboración: Propia.

Tabla 28.- Sectores tecnológicos y comerciales como predictores de sectores científicos. Regresión polinomial de segundo grado. OOS por país.

RSA_F1_Pub -Top5	Media	Max	Min
Resumen			
RSA_F1_Pat lineal TUR	0.248	0.820	-0.613
RSA_F1_Pat lineal PRT	-0.278	0.203	-3.782
RSA_F1_Pat lineal GRC	-0.401	0.285	-2.499
RSA_F1_Pat lineal ESP	-0.483	0.318	-3.796
RSA_F1_Pat lineal MEX	-1.273	0.272	-12.434
RSA_F1_Pat polinomial 2°	-0.088	0.554	-0.812
PRT			
RSA_F1_Pat polinomial 2°	-0.643	0.228	-5.784
MEX			
RSA_F1_Pat polinomial 2°	-0.698	0.543	-2.835
TUR			
RSA_F1_Pat polinomial 2°	-0.893	0.437	-3.273
CHL			
RSA_F1_Pat polinomial 2°	-0.894	0.330	-3.947
GRC			
RSA_F1_Exp lineal DNK	-25.754	-0.830	-128.178
RSA_F1_Exp lineal DEU	-30.222	0.347	-120.878
RSA_F1_Exp lineal JPN	-32.128	0.608	-327.369
RSA_F1_Exp lineal AUS	-36.763	-0.596	-290.243
RSA_F1_Exp lineal AUT	-40.570	-2.635	-158.988

RSA_F1_Exp polinomial 2° GRC	-118.149	-2.216	-628.521
RSA_F1_Exp polinomial 2° CZE	-139.259	-1.045	-1404.583
RSA_F1_Exp polinomial 2° POL	-147.202	-2.095	-423.961
RSA_F1_Exp polinomial 2° AUS	-147.994	-0.104	-1531.597
RSA_F1_Exp polinomial 2° ISL	-161.237	-1.845	-698.001

Fuente y elaboración: Propia.

Tabla 29.- Sectores científicos y comerciales como predictores de sectores tecnológicos. Regresión polinomial de segundo grado. OOS por país.

RSA_F1_Pat	Media	Max	Min
RSA_F1_Exp lineal JPN	-39.310	-0.569	-442.201
RSA_F1_Exp lineal KOR	-44.211	0.481	-245.970
RSA_F1_Exp lineal USA	-85.850	-0.001	-1107.171
RSA_F1_Exp lineal GBR	-238.048	-0.313	-2581.977
RSA_F1_Exp lineal FRA	-247.984	-11.658	-1294.573
RSA_F1_Exp polinomial 2° LUX	-76.830	-0.331	-505.791
RSA_F1_Exp polinomial 2° JPN	-85.707	-0.338	-1270.894
RSA_F1_Exp polinomial 2° KOR	-235.976	-3.480	-922.691
RSA_F1_Exp polinomial 2° AUS	-1359.941	-11.575	-16410.442
RSA_F1_Exp polinomial 2° ISL	-1530.824	-3.928	-11596.312
RSA_F1_Pub lineal KOR	0.351	0.933	-3.825
RSA_F1_Pub lineal JPN	-5.976	0.163	-37.840
RSA_F1_Pub lineal CHE	-13.518	-0.928	-111.647
RSA_F1_Pub lineal DEU	-15.922	-0.091	-106.741
RSA_F1_Pub lineal HUN	-25.824	-0.587	-470.951
RSA_F1_Pub polinomial	-0.140	0.789	-2.211

2° KOR			
RSA_F1_Pub polinomial 2° LUX	-3.021	-0.058	-20.549
RSA_F1_Pub polinomial 2° FIN	-6.175	0.386	-75.744
RSA_F1_Pub polinomial 2° CHE	-12.588	-0.932	-63.476
RSA_F1_Pub polinomial 2° AUT	-14.973	-0.472	-59.910

Fuente y elaboración: Propia.

Tabla 30.- Sectores científicos y tecnológicos como predictores de sectores comerciales. Regresión polinomial de segundo grado. OOS por país.

RSA_F1_Exp	Media	Max	Min
RSA_F1_Pat lineal ESP	-26.409	-1.572	-97.706
RSA_F1_Pat lineal POL	-44.842	-0.674	-399.663
RSA_F1_Pat lineal CZE	-50.937	-0.215	-540.196
RSA_F1_Pat lineal BEL	-51.510	-0.078	-508.594
RSA_F1_Pat lineal MEX	-67.024	-1.910	-650.883
RSA_F1_Pat polinomial 2° SVK	-69.670	-1.095	-477.990
RSA_F1_Pat polinomial 2° MEX	-240.829	-0.862	-978.066
RSA_F1_Pat polinomial 2° PRT	-339.646	-4.129	-2859.145
RSA_F1_Pat polinomial 2° CHL	-730.241	-6.922	-5736.092
RSA_F1_Pat polinomial 2° CZE	-841.591	-2.601	-7738.797
RSA_F1_Pub lineal BEL	-37.029	-0.803	-231.791
RSA_F1_Pub lineal AUT	-38.367	0.205	-251.222
RSA_F1_Pub lineal ITA	-55.212	-0.181	-411.860
RSA_F1_Pub lineal ESP	-65.452	0.226	-275.113
RSA_F1_Pub lineal	-92.365	-0.007	-997.121

DEU			
RSA_F1_Pub polinomial	-364.670	-4.110	-1594.877
2° BEL			
RSA_F1_Pub polinomial	-469.475	-29.694	-2861.451
2° EST			
RSA_F1_Pub polinomial	-1402.023	-12.573	-14581.427
2° AUT			
RSA_F1_Pub polinomial	-1583.191	-3.117	-18266.117
2° SVK			
RSA_F1_Pub polinomial	-1900.914	-18.260	-19159.193
2° CZE			

Fuente y elaboración: Propia.

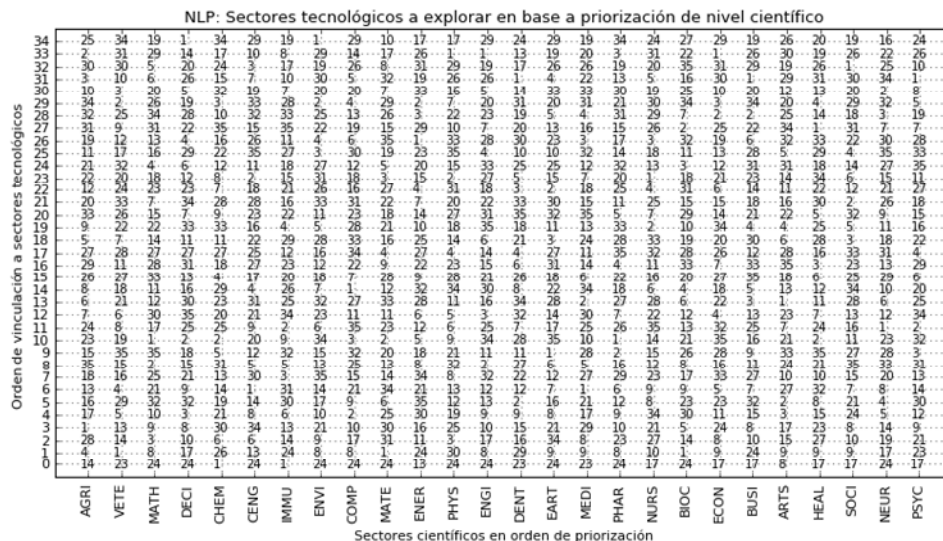


Gráfico 57.- Sectores tecnológicos a explorar según priorización de sectores científicos.

Fuente y elaboración: Propia.

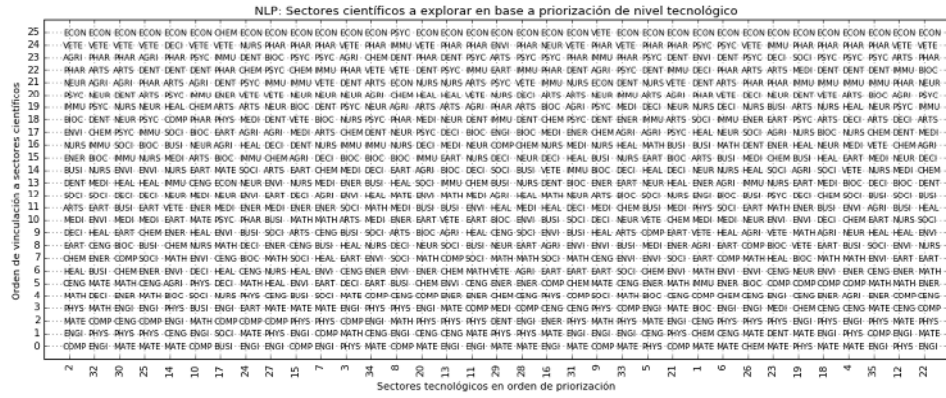


Gráfico 58.- Sectores científicos a explorar según priorización de sectores tecnológicos.

Fuente y elaboración: Propia.

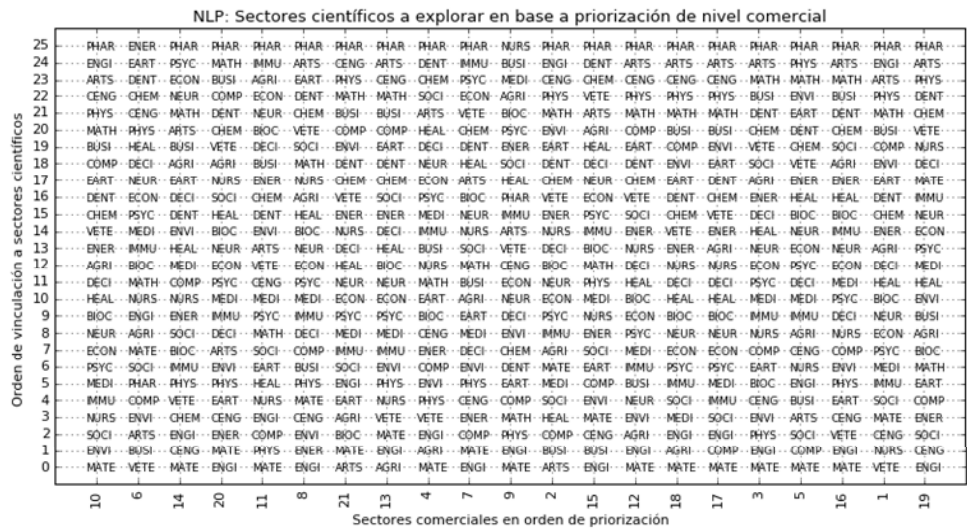


Gráfico 59.- Sectores científicos a explorar según priorización de sectores comerciales.

Fuente y elaboración: Propia.

NLP: Sectores tecnológicos a explorar en base a priorización de nivel comercial

34	17	17	17	5	1	17	26	17	17	29	5	1	29	17	17	17	17	17	17	24	29
33	3	10	10	26	29	24	29	10	29	26	26	29	1	10	10	29	29	26	10	10	1
32	29	24	3	17	26	10	19	2	5	1	29	26	26	5	3	5	5	5	29	17	26
31	24	26	24	29	5	32	5	24	24	17	17	17	3	29	24	26	26	24	5	32	19
30	10	3	32	19	19	3	4	39	1	5	24	19	24	24	39	19	1	29	26	3	5
29	8	30	8	24	14	25	17	3	26	19	1	24	5	3	32	8	10	10	3	2	17
28	1	1	9	3	17	2	12	8	3	24	19	5	17	1	26	2	24	8	8	9	14
27	5	32	2	1	4	9	35	32	10	4	3	4	12	30	8	3	3	1	30	3	3
26	34	21	35	19	24	5	1	9	19	3	10	3	19	8	1	30	30	12	12	8	31
25	12	9	15	32	7	8	20	29	8	14	14	10	30	26	9	12	12	2	19	22	24
24	32	2	22	12	31	1	22	12	30	10	12	25	34	32	2	25	8	19	32	29	4
23	32	31	7	25	20	30	24	26	14	30	30	0	6	12	25	4	32	11	21	12	30
22	35	19	12	30	30	29	23	35	32	20	4	30	10	21	11	11	35	9	30	11	20
21	21	12	21	21	22	35	14	22	13	8	32	14	35	14	19	34	19	4	11	21	33
20	30	11	16	2	34	15	15	7	12	23	20	20	22	17	5	24	9	25	2	25	25
19	11	25	34	8	35	21	3	25	4	31	8	31	23	2	35	21	14	1	7	35	23
18	16	5	30	11	28	22	8	11	25	32	13	33	21	11	21	9	25	31	25	7	8
17	22	9	27	4	10	23	32	18	9	12	34	21	7	25	12	14	23	20	9	27	6
16	26	7	18	23	6	16	34	21	35	7	25	12	32	23	22	32	2	32	23	15	34
15	7	18	25	35	33	12	13	5	21	25	31	34	4	34	34	19	21	30	4	34	21
14	27	34	11	20	16	27	28	34	2	22	21	6	13	22	15	23	15	21	22	18	10
13	33	22	5	6	13	26	11	23	7	13	6	23	11	9	7	16	34	34	16	2	32
12	4	33	28	34	15	28	10	1	23	35	7	2	20	35	27	35	13	6	20	31	32
11	19	35	29	9	18	7	25	31	11	34	22	7	31	27	16	22	7	13	16	23	27
10	28	29	23	14	12	18	30	13	34	11	35	11	28	16	6	1	22	14	35	1	12
9	9	16	13	22	3	11	7	16	20	27	2	22	25	15	23	16	34	22	13	6	18
8	15	23	1	7	11	34	31	19	22	33	23	15	14	13	33	20	4	16	15	13	28
7	13	6	14	15	32	14	16	27	15	9	11	32	18	18	13	28	11	7	24	28	13
6	25	20	33	33	27	33	27	33	28	28	33	16	15	33	18	31	33	33	28	33	11
5	6	4	6	28	8	13	18	15	31	15	28	27	9	31	31	18	27	28	18	26	7
4	6	27	31	13	23	31	21	20	27	2	9	9	2	28	20	13	6	23	27	19	16
3	14	15	26	31	2	6	2	6	33	18	16	18	16	4	29	6	31	35	14	20	22
2	18	13	19	27	21	19	33	4	6	21	18	13	6	20	4	15	28	18	33	5	15
1	20	28	20	16	9	4	6	28	16	16	15	35	33	6	28	27	18	15	6	4	9
0	31	14	4	18	25	20	9	14	18	6	27	28	27	19	14	33	20	27	31	14	35
	10	6	14	20	11	8	21	13	4	7	9	2	15	12	17	3	5	16	1	19	

Sectoriales comerciales en orden de priorización

Gráfico 60.- Sectores tecnológicos a explorar según priorización de sectores comerciales.

Fuente y elaboración: Propia.

IX.6 Análisis PCA de actividades económicas de la encuesta nacional de Innovación en la industria manufacturera del 2012.

Para evaluar cuál de las 23 actividades económicas presentes en la encuesta presentaban una mayor magnitud en todas las características evaluadas, se tomó la cantidad de (1) Personal con estudios de: Postgrado, Superior Universitaria, Superior No Universitaria. (2) Empresas y personal que realizan innovación con/en áreas de: Informática y Sistemas, I + D, Diseño e ingeniería industrial, Gestión de calidad. (3) Personal de empresas que realizan innovación con estudios en: Ingenierías y Tecnologías, Ciencias Naturales y Exactas, Ciencias Médicas y de la Salud, Ciencias Agrarias, Ciencias Sociales, Humanidades. Después se normalizó por categoría, y se hizo un análisis PCA, reduciendo a dos vectores (V1 y V2) que guardan el ~80% de la varianza, y como resultado se tomó la magnitud del vector resultantes.

índice	Sector económico de las empresas	V1	V2	V1	V2	V1+V2
1	Elaboración de productos alimenticios	-13.8	2.6	13.8	2.6	16.3
2	Elaboración de bebidas	0.7	0.8	0.7	0.8	1.4
3	Fabricación de productos textiles	-0.2	0.4	0.2	0.4	0.6
4	Fabricación de prendas de vestir	-3.9	-3.1	3.9	3.1	7.0

			1			
5	Fabricación de productos de cuero y productos conexos	1.5	0.0	1.5	0.0	1.5
6	Producción de madera y fabricación de productos de madera	2.0	0.3	2.0	0.3	2.3
7	Fabricación de papel y de productos de papel	2.1	0.4	2.1	0.4	2.5
8	Impresión y reproducción de grabaciones	-0.4	0.2	0.4	0.2	0.6
9	Refinación del petróleo	2.1	0.6	2.1	0.6	2.7
10	Fabricación de sustancias y productos químicos	-1.7	0.1	1.7	0.1	1.8
11	Fabricación de productos farmacéuticos y medicinales	-1.2	2.1	1.2	2.1	3.3
12	Fabricación de productos de caucho y de plástico	-0.6	1.4	0.6	1.4	2.0
13	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6
14	Fabricación de metales comunes	1.3	0.2	1.3	0.2	1.5
15	Fabricación de productos elaborados de	-3.6	-	3.6	4.8	8.3

	metal, excepto maquinaria y equipo		4. 8			
16	Fabricación de productos de informática, de electrónica y de óptica	2.6	0. 6	2.6	0.6	3.1
17	Fabricación de equipo eléctrico	1.3	- 0. 1	1.3	0.1	1.4
18	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.	1.2	- 0. 3	1.2	0.3	1.6
19	Fabricación de vehículos automotores	2.0	0. 2	2.0	0.2	2.1
20	Fabricación de otro equipo de transporte	2.4	0. 4	2.4	0.4	2.8
21	fabricación de muebles	1.9	0. 4	1.9	0.4	2.3
22	Otras industrias manufactureras	1.7	0. 2	1.7	0.2	1.9
23	Reparación e instalación de maquinaria y equipo	2.2	0. 7	2.2	0.7	2.8

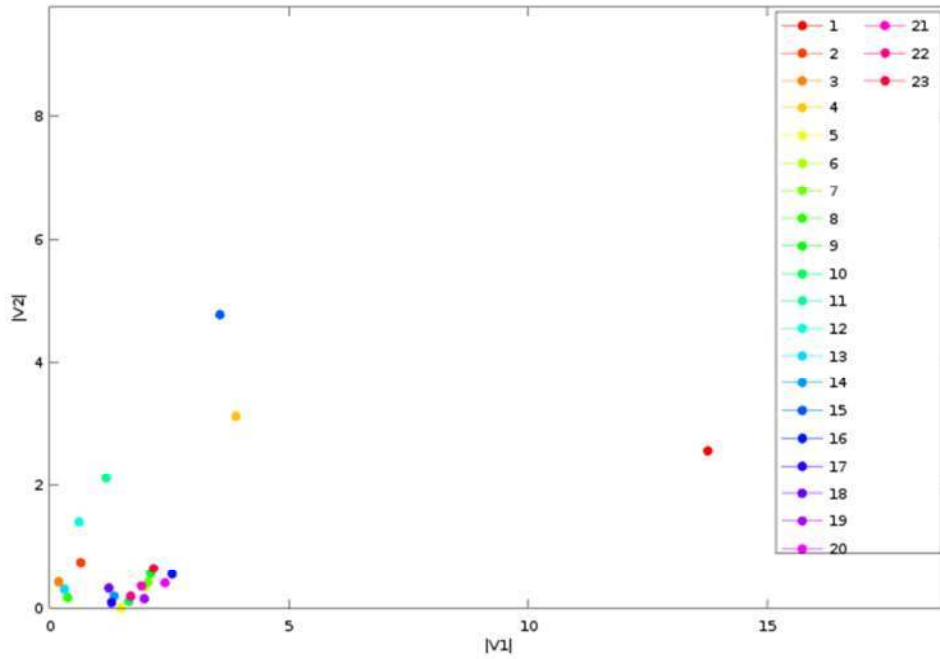


Gráfico 61- Primeros 2 Vectores del análisis PCA de los actividades económicas de las empresas de la encuesta nacional de innovación en la industria manufacturera del 2012.

Fuente:(INEI, 2013). Elaboración: Propia.

IX.7 Semejanza entre países según Reporte de Competitividad Global 2014-2015.

De la base de datos del Reporte de Competitividad Global (World Economic Forum, 2015), se tomaron los países de la OECD, BRICS y Perú en el periodo de 2014-2015. Se eliminaron los indicadores que contienen caracteres no numéricos quedando con 110, no se contabilizaron los indicadores que resumen las categorías reportadas por este informe, los cuales se normalizaron respecto a su media y desviación estándar. Posteriormente se realizó la correlación de los países obteniendo el siguiente cuadro:

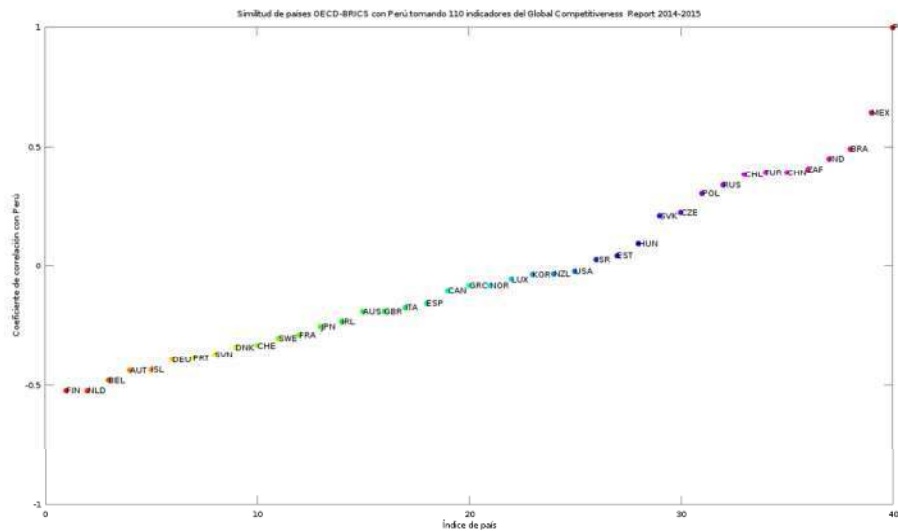


Gráfico 62- Grado de semejanza a Perú de países OECD-BRICS, en base al Reporte de Competitividad Global 2014-2015, usando correlaciones

Fuente: (World Economic Forum, 2015). Elaboración: Propia.

A partir de los indicadores normalizados, realizando un análisis de componente principal (PCA, Principal Component analysis) tomando dos dimensiones, con un ~50% de varianza se obtiene el siguiente cuadro:

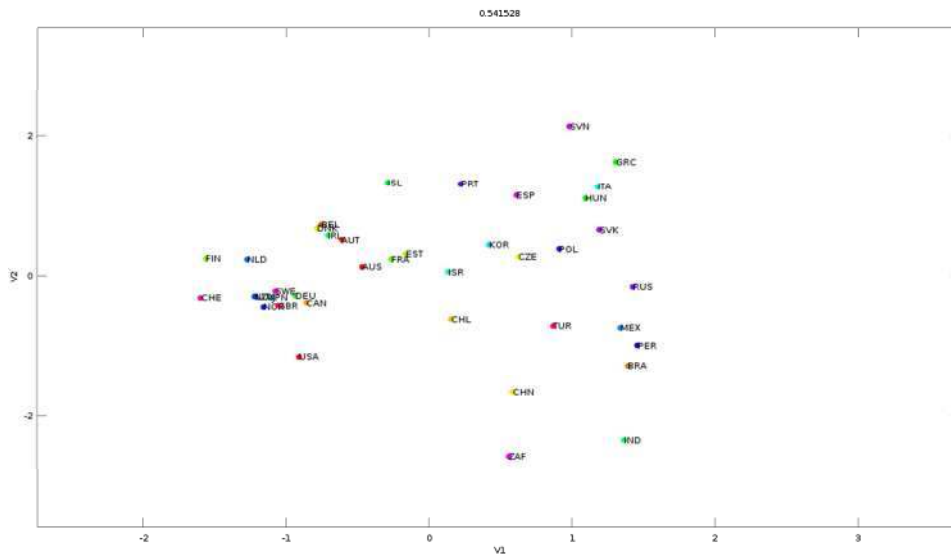


Gráfico 63- Grado de semejanza entre países OECD-BRICS-PE, en base al Reporte de Competitividad Global 2014-2015, usando PCA, tomando 2 dimensiones.

Fuente: (World Economic Forum, 2015). Elaboración: Propia

IX.8 Validación estadística.

A continuación se muestran los resultados del análisis de consistencia alfa de Cronbach. El rango de valores de 0.7 a 0.95 se encuentran reportados como valores aceptables, y los valores próximos a 0.9 se encuentran recomendados por Tavakol & Dennick, (2011). Aquellos próximos a cero indican una débil relación entre sus ítems, por lo que deben ser revisados o descartados. Por otro lado, aquellos que están por encima de 0.9 indican redundancia en la medición. Esto es posible en la medición de publicaciones y patentes que tienen un valor mayor a 0.9, dado que tanto publicaciones científicas como patentes pueden pertenecer a múltiples categorías simultáneamente.

	Publicaciones	Patentes	Exportaciones	
			Secciones	Capítulos
Tamaño de muestra	40	40	40	40
Número de ítems	28	36	21	97
Alfa de cronbach	0.9435146	0.9838861	0.8378715	0.8959842

Tabla 31 .- Análisis de consistencia alfa de Cronbach.