



UNIVERSIDAD DE TALCA
MAGÍSTER EN GESTIÓN TECNOLÓGICA

PROPUESTA DE RANKING DE RESULTADOS DE INNOVACIÓN EN
BASE A LA DÉCIMA ENCUESTA DE INNOVACIÓN DE CHILE
UTILIZANDO EL MÉTODO DE ANÁLISIS FACTORIAL

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN GESTIÓN TECNOLÓGICA

ALUMNO : FRANCISCO JOSÉ MATEO ELGUEDA
PROFESOR GUÍA : MIGUEL ALEJANDRO BUSTAMANTE UBILLA

TALCA – CHILE
2020

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2020

INDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	6
2.	OBJETIVOS	9
2.1.	Objetivo general	9
2.2.	Objetivos específicos	9
3.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	10
3.1.	Estado del arte sobre medición e índices de innovación	10
3.2.	Medición de la innovación	11
3.3.	Rankings e índices de innovación	14
3.4.	Análisis del estado del arte	18
3.5.	Tipos de innovación	19
4.	METODOLOGÍA	21
5.	DESARROLLO	23
5.1.	Contextualización y depuración de la encuesta de innovación	23
5.2.	Análisis factorial en encuesta de innovación.....	33
5.3.	Propuesta de modelo de medición de innovación en empresas chilenas.....	44
6.	CONCLUSIONES	48
7.	BIBLIOGRAFÍA	50

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultados de búsquedas realizadas	10
Tabla 2: Empresas cuestionadas por región y tamaño.....	23
Tabla 3: Cantidad de empresas cuestionadas por región y forma de propiedad.....	24
Tabla 4: Porcentaje de empresas cuestionadas por región y forma de propiedad	24
Tabla 5: Preguntas por módulo según naturaleza de respuesta	25
Tabla 6: Preguntas por módulo según su dependencia.....	26
Tabla 7: Preguntas por módulo según naturaleza – 2ª depuración	27
Tabla 8: Preguntas por módulo según dependencia – 2ª depuración	27
Tabla 9: Preguntas por módulo según naturaleza de respuesta – 3ª depuración	29
Tabla 10: Preguntas de módulo 11 unificadas.....	31
Tabla 11: Preguntas de módulo 12 unificadas.....	31
Tabla 12: Preguntas seleccionadas para análisis factorial	31
Tabla 13: Estadísticas de fiabilidad	33
Tabla 14: Matriz de correlaciones tetracóricas.....	34
Tabla 15: Prueba KMO y Bartlett's	34
Tabla 16: Varianza total explicada	35
Tabla 17: Comunalidades	36
Tabla 18: Matriz de componentes	37
Tabla 19: Matriz de componentes rotados.....	37

Tabla 20: Matriz de componentes rotados con carga factorial más relevante.....	38
Tabla 21: Correlaciones reproducidas	39
Tabla 22: Clasificación y nombres de factores.....	42
Tabla 23: Fase 1 de ecuaciones factoriales (Carga factorial)	43
Tabla 24: Fase 2 de ecuaciones factoriales (Proporciones %)......	44
Tabla 25: Ecuaciones "Descriptores de innovación" según naturaleza de producto	44
Tabla 26: Ranking de resultados de innovación.....	45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico de componentes rotados.....	38
Figura 2: Percepción de innovación según implementación	40
Figura 3: Percepciones de innovación según beneficios sensoriales.....	41
Figura 4: Ejemplo de gráfica de ranking de innovación en manufactura (RIEM)	46
Figura 5: Ejemplo de gráfica de ranking de innovación en servicios (RIES)	46
Figura 6: Ejemplo de gráfica de barras para RIEM.....	47
Figura 7: Ejemplo de gráfica de barras ranking para RIES	47

RESUMEN

El objetivo de este estudio es desarrollar un índice que permita la medición de resultados de innovación de manera transversal en las empresas. En este documento se presentan los resultados de la investigación sobre la elaboración del ranking de resultados de innovación en empresas chilenas.

La base de datos ocupadas para realizar el estudio son los resultados de la 10ª encuesta de innovación realizada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) de Chile, esta encuesta cuenta con 321 preguntas y fue respondida por 5.876 empresas. El número de preguntas de la encuesta fue reducido mediante distintos criterios de selección hasta obtener 15 preguntas representativas para el análisis.

El estudio se realizó utilizando la metodología de análisis factorial lo que permite obtener como resultado que las 15 preguntas seleccionadas se agrupan en 3 dimensiones que explica el 72,7% de la varianza de los datos.

Las dimensiones descubiertas se consideran representativas para la innovación y se denominan innovación en marketing, innovación interna y “Descriptor de innovación” siendo este último el seleccionado para generar el ranking de innovación. Los descriptores de innovación representan los resultados más relevantes de innovación para la comunidad.

Finalmente, el ranking propone puntuar de 1 a 99 las distintas características y entrega un puntaje general de la innovación, lo que puede servir para medir el impacto de las dimensiones sobre la política de innovación de las organizaciones.

ABSTRACT

The objective of this investigation is to develop a ranking to calculate the innovation's measurement results in companies. This document presents the results of the study to develop a ranking of innovation results in Chilean companies.

The selected database used in this study is the 10th innovation survey conducted by the National Institute of Statistics (INE) of Chile. This survey has 321 questions and was answered by 5.876 companies. The number of questions in the survey was reduced through different selection criteria. After this, 15 representative questions were selected for the analysis.

The study is developed using the factor analysis methodology, which allows to obtain 3 dimensions that group the 15 selected questions. These 3 dimensions explain 72,7% of the variance of the data.

The discovered dimensions are considered representative for innovation and are called marketing innovation, internal innovation and innovation descriptors. This last dimension has been selected to generate the innovation ranking. Innovation descriptors represent the most relevant results of innovation for the community.

Finally, the ranking proposes to score the different characteristics from 1 to 99. It provides a general score for innovation that can be used to measure the impact of the dimensions of the organization's innovation policies.

1. INTRODUCCIÓN

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) la medición de la innovación es un insumo útil para generar nuevas políticas públicas de innovación en base a evidencia real. La misma entidad afirma que existen distintos indicadores tradicionales que permiten la medición de la innovación, pero admite que aún existe un gran campo de investigación en este ámbito (OECD, 2013).

Debido a este desafío, formular maneras de medir la innovación ha sido materia de estudio en las últimas décadas. Medir estas capacidades es importante, debido a que se debe medir la eficacia de los esfuerzos y métodos realizados y lo que la innovación aporta a la empresa. Si no se miden estas capacidades el objetivo de la innovación es incompleto, ya que se convierte en la espera de un beneficio útil sin buscarlo realmente (Quinn, 2015).

Sin embargo, se ha demostrado que hay problemas de medición con la innovación, especialmente con los indicadores de insumos. Entre estos problemas se incluyen: mediciones de *inputs* de innovación que no captan la eficiencia del proceso, mediciones únicas que no reflejan el valor económico o cualitativo de la innovación, y la falta de indicación de la complejidad tecnológica de los insumos (Coombs, Narandren, & Richards, 1997)

Junto a lo anterior muchas de las mediciones de innovación consideran las patentes como un resultado clave, pero se ha demostrado que los indicadores de producción basados en las patentes pueden ser problemáticos, debido a que el nivel tecnológico y el valor económico de las patentes son muy dispares. Además, dado que la naturaleza del contenido de las patentes varía mucho de un país a otro, no todas las innovaciones se patentan, no todas las patentes se convierten en innovaciones y la propensión a patentar varía mucho según el tamaño y tipo de empresa (Santarelli & Piergiovanni, 1996).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el enfoque de la mayoría de los estudios se encuentra en la medición de las capacidades y condiciones que motivan y conducen al proceso de innovación y no en los resultados de la innovación, los que se cuantifican como

un solo componente de toda la medición. Es por este motivo que nace la motivación de generar un modelo matemático que permita medir los resultados de innovación de manera transversal para las empresas de Chile en donde el tamaño y presupuestos de las empresas, las redes tecnológicas con las que cuenta y otros factores asociados a términos monetarios y localización, no sean influyentes en la medición.

El presente Proyecto Final de Graduación, busca generar un ranking de medición cuantitativo de los resultados de innovación de las empresas de Chile en base a los resultados de la 10ª encuesta de innovación realizada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) utilizando la metodología de análisis factoriales para reducir las variables que contiene la encuesta y permitir la obtención de dimensiones representativas en términos de percepción y resultados de innovación. El alcance de este proyecto comprende la búsqueda y selección de indicadores para elaborar un ranking de innovación, pero no comprende la manera y metodología en que puntuará cada indicador.

Para llevar a cabo este proyecto se plantean cinco hipótesis de investigación, en consecuencia:

- Es posible construir una métrica de innovación cuantitativa desde la información levantada directamente de las empresas.
- El trabajo de estudio y propuesta de ranking de innovación en base a resultados y perceptores de innovación es un trabajo exploratorio novedoso y poco analizado en la literatura acorde.
- La encuesta de innovación realizada por el INE consulta distintos tipos de resultados de innovación los cuáles pueden ser agrupados según las categorías que indica el Manual de Oslo de la OECD.
- La metodología de análisis factorial, de reducción de dimensiones, es válida para desarrollar índices de medición.
- Las variables medidas en la encuesta de innovación poseen la correlación necesaria que permita realizar un análisis factorial de carácter exploratorio.

Las cinco afirmaciones presentadas son resueltas y justificadas en el desarrollo de la revisión bibliográfica y en la validación estadística de las preguntas seleccionadas para desarrollar un ranking de medición.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Desarrollar un índice que permita la medición de resultados de innovación de manera transversal en las empresas operativas chilenas, basado en el análisis factorial de los resultados y perceptores desprendidos de la encuesta de innovación del Instituto Nacional de Estadística (INE).

2.2. Objetivos específicos

Para cumplir el objetivo propuesto anteriormente se necesita analizar el formulario de la encuesta de innovación y extraer información relevante de éste de manera clara y concisa. Para efectuar lo anterior son necesarios los siguientes objetivos específicos.

- Analizar el estado del arte a fin de fundamentar la novedad del estudio propuesto y los indicadores a escoger.
- Analizar el formulario de la encuesta de innovación y seleccionar las preguntas a las que se les realizará el análisis numérico.
- Realizar un análisis factorial para las respuestas del set de preguntas escogidas y encontrar una relación entre las variables.
- Definir y proponer las bases de un modelo matemático que permita definir un ranking de innovación de las empresas basado en resultados y perceptores innovativos.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Estado del arte sobre medición e índices de innovación

Con el objetivo de guiar el trabajo a una investigación que aún no ha sido explorada, se realiza una búsqueda bibliográfica con la metodología presentada en el artículo Revisión bibliográfica del tema de estudio de un proyecto de investigación (Vilanova, 2012) sobre el estado del arte actual respecto a índices y rankings de innovación. La búsqueda se realiza en la base de datos de artículos científicos ScienceDirect, obteniendo los siguientes resultados presentados en la Tabla 1.

Tabla 1: Resultados de búsquedas realizadas

Búsqueda	Resultados
Innovation index	143.847
Innovation ranking	34.047
Innovavtion Measurement	188.912
“Innovation index”	45
“Innovation ranking”	813
“Innovation measurement”	25
Innovation index analysis factorial	2.799
Innovation ranking analysis factorial	771
Innovavtion Measurement analysis factorial	3.780
“Innovation index” “analysis factorial”	1
“Innovation ranking” “analysis factorial”	0
“Innovation measurement” “analysis factorial”	0

De la búsqueda realizada se puede extraer que la medición de innovación ha sido ampliamente explorada, pero la medición de un ranking realizado por el método de análisis factorial es un concepto poco investigado.

3.2. Medición de la innovación

Los siguientes artículos fueron analizados para comprobar las formas, variables y relaciones utilizadas para medir la indicación.

Relationship between innovation capability, innovation type, and firm performance (Rajapathirana & Hui, 2017): En este artículo se plantea la innovación como un factor de éxito de primer orden en una economía altamente competitiva y global. El primer objetivo de este artículo es explorar la relación entre la capacidad de innovación, el tipo de innovación y el rendimiento de las empresas, incluida la innovación, el mercado y los resultados financieros, en el sector de los seguros en Sri Lanka. Como resultado se verifica empíricamente el modelo planteado mediante análisis factorial aportando pruebas para confirmar la relación entre la capacidad de innovación, los esfuerzos de innovación y el rendimiento de las empresas.

Measuring innovation best practices: Improvement of an innovation index integrating threshold and synergy effects (Rejeb, Morel-Guimaraes, Boly, & Guillaume A., 2008): En este estudio se plantea que las empresas necesitan medir su capacidad de innovación dado que esta última es un factor económico competitivo que requiere una gestión continua. Los autores catalogan como uno de los mayores problemas de la teoría de la innovación elaborar modelos matemáticos que consideran las sinergias entre las prácticas de innovación y que verifiquen su validez. En este artículo se proponen distintos métodos para medir las capacidades de innovación de las empresas entre los que se encuentra el análisis factorial.

Effects of innovation types on firm performance (Gunday, Ulusoy, Kilic, & Alpan, 2011): Este artículo tiene como objetivo explorar los efectos de la innovación en el rendimiento de la organización, procesos, productos y comercialización de las empresas. El estudio se realiza en 184 empresas manufactureras de Turquía, de donde se obtuvo la información para probar empíricamente las relaciones positivas que existen entre la innovación y los distintos rendimientos de las empresas. El análisis realizado en este trabajo fue mediante el método de análisis factorial.

Can innovation be measured? A framework of how measurement of innovation engages attention in firms (Brattstrom, Frishammar, Richtner, & Pflueger, 2018): En este artículo se presenta evidencia de cómo la atención de las empresas es atraída por la medición de la innovación. En el trabajo se identifican dos tipos ideales de prácticas de medición: una basada en métricas unidireccionales y que fomenta la innovación de explotadores (medición direccional), y otra que se basa en métricas múltiples y fomenta la exploración (medición conversacional). Como conclusión los autores indican que la mayoría de las empresas mide la innovación, pero en varios casos los miembros de la organización se enfocan más en la explotación que la exploración. Es por eso que en su documento desarrollan un marco teórico de cómo las distintas prácticas de medición influyen en el enfoque de las empresas.

The determinants of regional innovation in Europe: A combined factorial and regression knowledge production function approach (Buesa, Heijjs, & Baumert, 2010): En este artículo los autores estudian cuáles son los factores determinantes de la innovación regional en Europa por medio de un enfoque de función de producción de conocimientos que combina la regresión lineal y el análisis factorial. En el trabajo inicialmente se utilizaron 21 variables para explicar la innovación que se representan finalmente en 5 dimensiones. Las variables utilizadas corresponden a capacidades innovativas para producir conocimiento medido en patentes.

Relationship between Innovation, Quality Practices and Firm Performance: A Study of Service Sector Firms in Pakistan (Raja & Wei, 2014): Este estudio explora la relación que existe entre la innovación, las prácticas de calidad y el rendimiento de las empresas del sector de los servicios de Pakistán. El estudio analiza distintas prácticas de innovación de servicios basadas en el manual de Oslo. Este estudio utiliza un cuestionario elaborado por los autores para medir la relación entre innovación, calidad y rendimiento, el cual fue analizado utilizando diferentes técnicas de estadística descriptiva e inferencial, pruebas de fiabilidad, análisis factorial, análisis de correlación y análisis de regresión. Los resultados obtenidos indican que existe una relación positiva entre la innovación en las empresas de servicio, gestión de calidad y rendimiento de las empresas.

A Study of Metrics and Measures to Measure Innovation at Firm Level & at National Level (Gupta, 2009): Este artículo explora distintos métodos y métricas para medir la innovación y analiza sus ventajas y desventajas. El trabajo expone métodos de medición cuantitativos y cualitativos. El autor concluye que la innovación se puede medir de manera efectiva con distintos métodos, pero que estos deben ser flexibles y deben ser utilizados por las empresas dependiendo del enfoque que ésta tenga.

The Oxford Handbook of Innovation, Capítulo 6: Measuring Innovation (Smith, 2005): En este capítulo el autor indica lo difícil que es medir la innovación debido a la naturaleza de ésta, donde su carácter principal es la novedad. Menciona que las mediciones tradicionales son de carácter económico, en donde, en la mayoría de los casos, miden las cuentas asociadas a I+D. El autor identifica tres familias de indicadores presentes en la mayoría de las mediciones analizadas, los cuales son: información de I+D, la que siempre se comporta como un *input* a la innovación; la generación de patentes, en donde comenta que este indicador es más utilizado para países que firmas; y finalmente un concepto al que nombra “nuevos indicadores de innovación”, los que divide en dos familias: uno en el nivel de innovación de las empresas, en donde se consulta por sus *inputs* y salidas de I+D, y las que miden innovación como nuevos productos. Por último, menciona cómo la encuesta comunitaria de innovación (CIS) de la OECD intenta sintetizar los resultados de otras mediciones de innovación midiendo los gastos en I+D, las salidas y ventas de I+D, las fuentes de información de innovación, la colaboración tecnológica y la percepción y facilitadores de innovación, de esta encuesta concluye que, a pesar de mostrar un avance en la medición de innovación, aún se encuentra limitada en la medición de entradas y salidas del proceso.

Caracterización de la dinámica innovadora y productiva de las Pymes manufactureras colombianas: un análisis descriptivo (Mora, Lucio, Albis, & Villareal, 2018): Corresponde a un análisis y caracterización descriptiva de cuántas empresas cumplen con distintos indicadores utilizados para medir la innovación de las pequeñas y medianas empresas de Colombia. En el estudio se reconocen cinco dimensiones con distintos indicadores. La primera dimensión estudiada corresponde a los insumos para innovar y contiene indicadores como la probabilidad e intensidad de inversión en I+D y la

cantidad de personal calificado. La segunda dimensión refiere a las relaciones en el proceso de innovación y se compone por indicadores que miden la cooperación de la empresa con distintos actores del ecosistema de la innovación. La tercera dimensión es la financiación de la innovación y contiene como indicadores los porcentajes de financiación desde recursos propios, comerciales y públicos. La cuarta dimensión son los resultados del proceso innovador y contiene indicadores como la innovación en proceso, productos, marketing, organizacionales, las ventas por innovar y en qué sentido la empresa es innovadora. Por último, la quinta dimensión es la productividad total de los factores (PFT) y contiene como indicador el mismo PFT y su relación con la innovación.

3.3. Rankings e índices de innovación

Los siguientes artículos y rankings fueron analizados con el fin de obtener una base conceptual de la manera en que se desarrolla y construye un ranking de innovación, además de utilizarlos de manera comparativa para la selección de indicadores.

Ranking National Innovation Systems according to their technical efficiency (Matei & Aldea, 2012): Este artículo busca medir y comparar el rendimiento de los Sistemas Nacionales de Innovación utilizando la información de la base de datos del tablero de innovación de la Unión (IUS) del año 2011. El rendimiento se estima mediante un modelo de envoltimiento de datos (DEA). Los resultados de este trabajo indican que usando técnicas de envoltura y *bootstrap* se pueden formular nuevos métodos de evaluación del rendimiento en el campo de la innovación, que, debido a la complejidad de su proceso necesita tener en consideración tanto medidas cuantitativas como cualitativas para su correcto desarrollo.

Innovation index and the innovative capacity of nations (Wonglimpiyarat, 2010): En este estudio se elabora un índice de la capacidad de innovación para evaluar la innovación de un sistema industrial. La investigación se realiza en empresas tailandesas y busca analizar las estrategias para optimizar la capacidad de innovación nacional. Este estudio analiza los factores de innovación del Instituto Internacional de Desarrollo de la Gestión (IMD) y el Foro Económico Mundial (WEF). El estudio analiza cinco niveles de capacidad

de innovación que poseen los países, finalmente el estudio propone un tipo de puntuación gráfica de rápida comprensión.

An innovation index based on factor analysis (Blackman Jr., Seligman, & Sogliero, 1973): En este artículo se utilizan técnicas de análisis factorial para elaborar un índice de innovación en base a distintas variables que miden las capacidades de diversos sectores industriales para lograr la innovación y el grado en que la logran. El índice construido se utiliza para clasificar los sectores industriales y los cambios en las características de innovación a lo largo del tiempo. Por último, los autores relaciones entre los valores del índice generado y la diferencia interindustrial utilizando estos resultados para proyectar el ritmo al que se desarrollan las nuevas innovaciones tecnológicas.

Global innovation index: Moving beyond the absolute value of ranking with a fuzzy-set análisis (Fernandes Crespo & Fernandes Crespo, 2016): Este estudio postula que un país puede alcanzar un alto rendimiento en innovación en el Sistema Nacional de Innovación. En este estudio se seleccionan cinco factores desde los que se extraen datos mediante un análisis cualitativo-comparativa mediante un método *fuzzy* desde el Índice de Innovación Global. En el análisis los países son divididos en dos conjuntos, países de alto y bajo ingreso, gracias a esta división el estudio concluye que existen distintas combinaciones causales que conducen a un alto rendimiento de innovación para los dos grupos.

Global Innovation Index (INSEAD & WIPO, 2019): El Índice de Innovación Global (GII) es un ranking anual que califica las capacidades y éxito de innovación de los países. La medición de este índice utiliza datos cuantitativos y cualitativos que son obtenidos desde distintas fuentes. El cálculo del GII se realiza mediante el promedio simple de dos componentes, el índice de entradas de innovación que se encuentra compuesto por cinco características de innovación y el índice de resultados de innovación que se encuentra compuesto por dos características innovativas. Cada índice es cálculo mediante el promedio ponderado de hasta cinco indicadores. El GII es utilizado para comparar las capacidades innovativas de distintos países y adoptar políticas públicas de innovación.

Ranking C³ de Creatividad e Innovación (Brinca, 2019): Es un ranking desarrollado el año 2013 por la empresa Brinca y la Universidad del Desarrollo que distingue a las

empresas que han desarrollado capacidades y resultados de innovación. La medición se realiza mediante el método que los autores denominan El Modelo C³® el que permite maximizar el retorno de la inversión en innovación en base al desarrollo de capacidades innovadoras.

El ranking puntúa a las empresas de 0 a 100 puntos midiendo 10 dimensiones distintas las cuáles son: apertura externa, apertura interna, compromiso estratégico, autonomía, diversidad, trabajo desafiante, confianza y colaboración, recursos e incentivos, liderazgo y tiempo.

Measuring firm innovativeness: towards a composite innovation index built on firm innovative posture, propensity and performance attributes (Carayannis & Provan, 2008): En este artículo los autores proponen un índice compuesto de innovación (CII) de 3 componentes:

- Postura: en donde se identifican las condiciones que influyen en una empresa concreta dentro de un régimen tecnológico específico que sirve a un mercado concreto.
- Propensión: es la capacidad de una empresa para capitalizar su postura basada en la aceptación cultural de la innovación.
- Desempeño: es el resultado duradero de la innovación. Este componente comprende tres niveles: producto, resultado e impacto. Los productos se producen como resultados inmediatos de la innovación. La introducción de nuevos productos, las patentes y las licencias de transferencia de tecnología son algunos de los productos que se generan. Los resultados incluyen resultados de rango medio, como los ingresos aportados por los nuevos productos. Por último, los impactos representan beneficios más duraderos y de largo alcance que se derivan para la empresa de su competencia innovadora y que se transforman también en resultados para el entorno de la empresa.

El estudio resalta que la literatura existente respecto a la temática presenta un mayor interés a nivel de proyecto de análisis que a nivel rendimiento innovador a nivel de

empresa. Debido a que los estudios a nivel de proyecto entregan más matices a la comprensión de los mecanismos de la innovación y sus impactos en la organización.

Los autores también resaltan los indicadores comúnmente utilizados en la literatura que son capital tecnológico, humano e intelectual, indicadores de procesos, indicadores de rendimiento e indicadores de resultados. Luego de este análisis desarrollan una encuesta que cuenta con preguntas de métricas que van de 0 a 100 o de escala de Likert que van de 1 a 5. Dividen sus preguntas en 3 dimensiones *inputs* (ventas totales y ventas de I+D, días de entrenamiento del personal, cantidad de personal calificado, tiempo de gerencia dedicado a I+D), proceso (gestión de la innovación, gestión y control de proyectos, participación de marketing en innovación) y salidas (novedad de la innovación, previsión de ventas de la innovación más importante, ventas y beneficios de la innovación, número de patentes).

Finalmente realizan un análisis factorial que arroja como resultado 8 factores (3 con sólo 2 componentes) donde la dimensión *input* está compuesta por 2 factores, la dimensión proceso por 2 factores y la dimensión output por 4 factores. Los componentes de todos los factores poseen una carga factorial de al menos 0,49. Con este resultado finalmente crean el CII, al que no proponen como un método universal sino para demostrar la importancia de la medición compuesta.

Ranking de Innovación Empresarial (Dinero, 2019): Este ranking es propuesto por Asociación Nacional de Empresarios (ANDI) y la revista Dinero de Colombia, y es utilizado para calificar a las empresas de 1 a 100 según su estado de innovación. Se mide a través de una encuesta, la cuál mide el estado de innovación en tres componentes: condiciones para que la innovación se adopte como cultura organizacional, capacidades para que la innovación ocurra de manera recurrente y resultados en termino de producción de conocimiento y ventas de la innovación.

Cada componente medido posee un peso de ponderación distinto, condiciones representa un 10% de la calificación obtenida y las variables que considera son: cultura de la innovación, estrategia de la innovación, titularidad organizativa de la innovación. A capacidades le corresponde un 40% de la ponderación y las variables que considera son la implementación de un sistema de innovación, la relación sistema de ciencia, tecnología e

innovación, el presupuesto designado para actividades de ciencia y tecnología e innovación y gestión de la propiedad intelectual. Finalmente, el componente resultados posee un 50% de la ponderación y se compone por las variables: innovación en producto, servicio, proceso y comercialización, mercado destino de las innovaciones, generación de emprendimiento corporativo, apropiación de tecnologías de la cuarta revolución industrial.

La finalidad del ranking busca reconocer el esfuerzo que realizan las empresas para innovar y que éstas obtengan una valoración objetiva y técnica de sus procesos de innovación.

Best place to Innovate (Diario Financiero, 2019): Muestra un ranking creado por el Centro de Innovación, Emprendimiento y Tecnología (CIET) de la Universidad Adolfo Ibáñez, que evalúa las etapas en las que se encuentran las empresas en la innovación. La medición se realiza mediante una plataforma llamada InnovAcción@Meter en donde las empresas ingresan su información en cuanto a resultado de innovación, propósitos, objetivos y estrategias de innovación, estructuras habilitadas para la innovación, sistemas consistentes de innovación, cultura conectada y liderazgo innovador. Con los resultados de esta plataforma se realiza una evaluación comparativa y se escogen a las empresas más innovadoras del país

3.4. Análisis del estado del arte

En la revisión bibliográfica realizada se encontró evidencia de que la medición de la innovación es posible mediante distintos métodos, siendo la fuente de información más utilizada las encuestas masivas realizadas a distintas empresas u organizaciones.

De la revisión del estado del arte realizada también se puede concluir que la puntuación de la innovación es factible mediante el método de análisis factorial, por lo que la utilización de este método para realizar esta tesis se encuentra validado.

A pesar de que en la búsqueda realizada y analizada se lograron encontrar índices que midieran los resultados de innovación, estos siempre representaban una parte del índice y no un resultado independiente. También estos índices no realizaban una distinción en el tamaño de la empresa por lo que las grandes empresas poseen una gran ventaja en el ítem

de ventas e innovación en marketing lo que se traduce en mayor puntaje en la variable de resultados.

Los ranking de innovación analizados consideran las capacidades y condiciones de innovación en su puntuación por lo que no se enfocan directamente en los resultados y fallan en la comparativa realizada. También se debe agregar que los rankings para las empresas son rankings de privados, en donde las empresas deben pagar una inscripción para participar.

Finalmente, debido a la revisión y análisis bibliográfico realizado, se confirma la primera y segunda hipótesis que focaliza el presente trabajo y que son respectivamente las que, dentro de la innovación pueden ser medidas de manera cuantitativa con información extraída a las empresas. El estudio busca generar un ranking de innovación en base a resultados y que, sobre la base de un trabajo exploratorio y poco analizado en la literatura, incorpora diversos índices que se concentran en las capacidades de innovación dejando a los resultados y perceptores como componentes del ranking.

3.5. Tipos de innovación

En el Manual de Oslo se distinguen cuatro tipos de innovación: innovaciones de producto, innovaciones de proceso, innovaciones comerciales e innovaciones organizativas. A continuación, se definen estos tipos de innovación según lo indica el manual:

“Una innovación de producto es la introducción de un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado en sus características o en sus usos posibles. Este tipo de innovación incluye mejoras significativas en las especificaciones técnicas, los componentes o materiales, el software incorporado, la ergonomía u otras características funcionales” (OECD, 2005).

“Una innovación de proceso es la introducción de un método de producción o de distribución nuevo o significativamente mejorado. Incluye mejoras significativas en técnicas, equipo o software” (OECD, 2005).

“Una innovación comercial es la introducción de un nuevo método de comercialización que entrañe importantes mejoras en el diseño o presentación del producto, en su posicionamiento, en su promoción o en su precio.” (OECD, 2005).

“Una innovación organizativa es la introducción de un nuevo método de organización aplicado a las prácticas de negocio, a la organización del trabajo o a las relaciones externas de la empresa.” (OECD, 2005).

La 10ª encuesta de innovación realizada por el INE se encuentra compuesta por 16 módulos los que son:

- Módulo 1: Identificación de la empresa
- Módulo 2: Ventas, exportaciones y empleo total
- Módulo 3: Innovación de producto (bienes y servicios)
- Módulo 4: Innovación de proceso
- Módulo 5: Efectos de la innovación (de productos y servicios)
- Módulo 6: Innovación organizacional
- Módulo 7: Innovación en marketing
- Módulo 8: Innovación social
- Módulo 9: Actividades innovativas y gasto
- Módulo 10: Fuentes de información y cooperación en actividades innovativas
- Módulo 11: Recursos humanos y unidad formal
- Módulo 12: Financiamiento público para la innovación
- Módulo 13: Obstáculos a la innovación
- Módulo 14: Derechos de propiedad intelectual
- Módulo 15: Perspectivas de innovaciones futuras
- Módulo 16: Observaciones y datos del informante

Al comparar los resultados de innovación identificados por la OECD con los resultados de los módulos de la 10ª encuesta de innovación realizada por el INE, se confirma la tercera hipótesis de la investigación, que concretamente se define como: la encuesta de innovación aplicada por el INE considera los tipos de innovación planteados por la OECD en el Manual de Oslo.

4. METODOLOGÍA

La metodología adoptada para realizar el proyecto es una aproximación a la que se presenta en el libro *Research Methodology: Methods & Techniques* (Kothari, 1985) la cuál define 3 etapas dentro de la investigación, la primera etapa es la definición del problema y es donde se explica y justifica el motivo de la investigación. La segunda etapa es la del diseño de la investigación, y es donde se debe identificar la información que será necesaria para realizar el estudio. La tercera etapa es el diseño de prueba, que como su nombre lo indica es una primera aproximación a un diseño final. La última etapa de la investigación es el diseño final y la interpretación de los resultados obtenidos.

La primera etapa de la investigación se realizó junto a la revisión bibliográfica que entregó como resultado la validación del componente de novedad en generar un ranking de innovación en base a los resultados de innovación obtenidos por una encuesta pública y de libre acceso.

La segunda etapa fue donde se identificó la información necesaria para realizar el análisis propuesto. La fuente de información seleccionada corresponde la publicada en los resultados de la Décima Encuesta de Innovación en Empresas (10EIE) realizada por el INE levantada durante el año 2017 tomando como años de referencia a 2015 y 2016, la 10EIE cuenta con la información más actualizada al realizar este proyecto. Los resultados de esta encuesta son de carácter público y de libre acceso para quien los desee utilizar.

Desde el cuestionario 10EIE se seleccionaron distintos sets de preguntas de la encuesta de innovación con el fin de realizar análisis y encontrar relaciones entre ellas. En esta etapa se realizaron distintos análisis de manera iterativa, escogiendo distintas variables y de distinto tipos (métricas, Likert, dicotómicas) buscando una mejor relación y resultados. Luego se depuró la base de datos en base a resultados y perceptores de innovación y se establecieron criterios de selección para alcanzar los objetivos propuestos, lo que permitió un criterio de selección de preguntas de distinta naturaleza. Las preguntas fueron seleccionadas según la naturaleza de sus respuestas, su nivel de dependencia, según a la

temática que trataban y que estuvieran alineadas con el enfoque del estudio respecto a la innovación.

La cuarta etapa utilizó como entrada el resultado encontrado en la tercera etapa. En esta etapa el conjunto de preguntas seleccionado fue acomodado para que todas las variables fueran de la misma naturaleza y luego analizado en pro de encontrar una relación satisfactoria entre las variables con el fin de completar los objetivos planteados en este proyecto.

Por último, en la quinta etapa se interpretaron los resultados obtenidos, proponiéndose un modelo de medición de ranking de innovación basado en resultados para las empresas chilenas.

Para el estudio se aplicó el análisis factorial por ser un método estadístico multivariante para la reducción de un gran número de variables en una serie de dimensiones comunes, denominadas factores. La reducción de datos se realiza mediante el cálculo de puntuaciones de las variables para cada factor, en donde en cada factor se eliminan aquellas puntuaciones más bajas. (Mejía Trejo, 2017)

Básicamente existen dos tipos de análisis factorial que son: El análisis factorial exploratorio (AFE) intenta descubrir si la naturaleza de un conjunto de variables influye en un conjunto de respuestas, mientras que el análisis factorial de confirmación (AFC) busca probar si un conjunto específico de variables influye en las respuestas de manera predecible. (DeCoster, 1998). En este proyecto se utilizó el enfoque exploratorio.

Con estas definiciones junto a la revisión bibliográfica se confirma la cuarta hipótesis de investigación que es la validez de utilizar la metodología de análisis factorial para la construcción de índices de medición.

5. DESARROLLO

5.1. Contextualización y depuración de la encuesta de innovación

La 10EIE se encuentra compuesta por 321 preguntas y fue respondida por 5.876 empresas de distintas regiones de Chile. Para contextualizar el análisis y conocer el universo en donde la información fue recabada, se realiza un estudio para conocer el porcentaje de empresas que participaron en la encuesta clasificadas por región, tamaño y forma de propiedad. En la Tabla 2 se puede observar la cantidad de empresas cuestionadas por región y tamaño, mientras que en la Tabla 3 se observa la cantidad de empresas cuestionadas por región y forma de propiedad.

Tabla 2: Empresas cuestionadas por región y tamaño

Región	Grande	Mediana	Pequeña	Total	Grande	Mediana	Pequeña	Total
R. de Tarapacá	56	69	77	202	0,95%	1,17%	1,31%	3,44%
R. de Antofagasta	89	64	91	244	1,51%	1,09%	1,55%	4,15%
R. de Atacama	44	53	79	176	0,75%	0,90%	1,34%	3,00%
R. de Coquimbo	71	80	122	273	1,21%	1,36%	2,08%	4,65%
R. de Valparaíso	209	100	179	488	3,56%	1,70%	3,05%	8,30%
R. del Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	105	74	105	284	1,79%	1,26%	1,79%	4,83%
R. del Maule	110	79	136	325	1,87%	1,34%	2,31%	5,53%
R. del Biobío	152	123	192	467	2,59%	2,09%	3,27%	7,95%
R. de La Araucanía	107	93	115	315	1,82%	1,58%	1,96%	5,36%
R. de Los Lagos	173	100	163	436	2,94%	1,70%	2,77%	7,42%
R. de Aisén	18	30	75	123	0,31%	0,51%	1,28%	2,09%
R. de Magallanes y de La Antártica Chilena	54	56	98	208	0,92%	0,95%	1,67%	3,54%
R. Metropolitana de Santiago	1.148	352	512	2.012	19,54%	5,99%	8,71%	34,24%
R. de Los Ríos	49	58	83	190	0,83%	0,99%	1,41%	3,23%
R. de Arica y Parinacota	21	38	74	133	0,36%	0,65%	1,26%	2,26%
Total	2.406	1.369	2.101	5.876	40,95%	23,30%	35,76%	

Los resultados obtenidos en la Tabla 2 y Tabla 4 indican que la mayoría de las empresas cuestionadas se encuentran en la Región Metropolitana y son de propiedad de privados nacionales. En cuanto al tamaño no existe un claro dominador de las empresas encuestadas, aunque las de gran tamaño son levemente mayores a las pequeñas empresas.

Tabla 3: Cantidad de empresas cuestionadas por región y forma de propiedad

Región	Estat. Ext.	Priv. Ext.	Estat. - Priv. Ext.	Priv. Nac.	Estat. - Priv. Nac.	Priv. Nac. - Priv. Ext.
R. de Tarapacá	2	2	0	193	2	3
R. de Antofagasta	1	7	0	230	0	6
R. de Atacama	1	1	0	172	0	2
R. de Coquimbo	1	3	0	266	1	2
R. de Valparaíso	9	9	0	462	0	8
R. del Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	1	5	0	275	0	3
R. del Maule	1	4	0	313	0	7
R. del Biobío	2	8	0	448	0	9
R. de La Araucanía	3	2	0	309	0	1
R. de Los Lagos	2	20	0	402	2	10
R. de Aisén	2	3	0	118	0	0
R. de Magallanes y de La Antártica Chilena	3	2	0	199	0	4
R. Metropolitana de Santiago	12	171	1	1.722	1	105
R. de Los Ríos	2	4	0	183	0	1
R. de Arica y Parinacota	3	1	0	125	1	3
Total	45	242	1	5.417	7	164

Tabla 4: Porcentaje de empresas cuestionadas por región y forma de propiedad

Región	Estat. Ext.	Priv. Ext.	Estat. - Priv. Ext.	Priv. Nac.	Estat. - Priv. Nac.	Priv. Nac. - Priv. Ext.
R. de Tarapacá	0,03%	0,03%	0,00%	3,28%	0,03%	0,05%
R. de Antofagasta	0,02%	0,12%	0,00%	3,91%	0,00%	0,10%
R. de Atacama	0,02%	0,02%	0,00%	2,93%	0,00%	0,03%
R. de Coquimbo	0,02%	0,05%	0,00%	4,53%	0,02%	0,03%
R. de Valparaíso	0,15%	0,15%	0,00%	7,86%	0,00%	0,14%
R. del Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	0,02%	0,09%	0,00%	4,68%	0,00%	0,05%
R. del Maule	0,02%	0,07%	0,00%	5,33%	0,00%	0,12%
R. del Biobío	0,03%	0,14%	0,00%	7,62%	0,00%	0,15%
R. de La Araucanía	0,05%	0,03%	0,00%	5,26%	0,00%	0,02%
R. de Los Lagos	0,03%	0,34%	0,00%	6,84%	0,03%	0,17%
R. de Aisén	0,03%	0,05%	0,00%	2,01%	0,00%	0,00%
R. de Magallanes y de La Antártica Chilena	0,05%	0,03%	0,00%	3,39%	0,00%	0,07%
R. Metropolitana de Santiago	0,20%	2,91%	0,02%	29,31%	0,02%	1,79%
R. de Los Ríos	0,03%	0,07%	0,00%	3,11%	0,00%	0,02%
R. de Arica y Parinacota	0,05%	0,02%	0,00%	2,13%	0,02%	0,05%
Total	0,77%	4,12%	0,02%	92,19%	0,12%	2,79%

Las 321 preguntas de la 10EIE se agrupadas en 16 módulos distintos los cuáles dividen las preguntas por la materia a las que se encuentran relacionadas. En la Tabla 5 se puede observar la cantidad y naturaleza de preguntas por módulo.

Tabla 5: Preguntas por módulo según naturaleza de respuesta

Módulos	Abierta - Texto	Abierta - Numérica	Opción múltiple	Dicotómica	Likert	Total
Módulo 1: Identificación de la empresa	18	3	6	1	5	33
Módulo 2: Ventas, exportaciones y empleo total	0	22	0	0	0	22
Módulo 3: Innovación de producto (bienes y servicios)	0	6	0	8	0	14
Módulo 4: Innovación de proceso	0	0	0	9	0	9
Módulo 5: Efectos de la innovación (de productos y servicios)	0	0	0	0	6	6
Módulo 6: Innovación organizacional	0	0	0	3	5	8
Módulo 7: Innovación en marketing	0	0	0	4	3	7
Módulo 8: Innovación social	0	2	0	1	0	3
Módulo 9: Actividades innovativas y gasto	1	52		13	0	66
Módulo 10: Fuentes de información y cooperación en actividades innovativas	3	0	1	26	11	41
Módulo 11: Recursos humanos y unidad formal	0	4	0	3	0	7
Módulo 12: Financiamiento público para la innovación	3	7	2	39	0	51
Módulo 13: Obstáculos a la innovación	0	0	0	0	12	12
Módulo 14: Derechos de propiedad intelectual	0	15	0	9	6	30
Módulo 15: Perspectivas de innovaciones futuras	0	0	1	5	0	6
Módulo 16: Observaciones y datos del informante	6	0	0	0	0	6

De la Tabla 5 se puede extraer que el 9,7% de las preguntas es del tipo abierta-texto, 34,6% es de tipo abierta – numérica, 3,1% es de opción múltiple, 37,7% es de respuesta dicotómica y un 15% de las respuestas son de escala de Likert. El tipo de pregunta predominante de la encuesta es dicotómica, donde la mayoría de las preguntas presenta una situación y se le consulta al encuestado si la empresa ha realizado dicha acción.

Además de clasificar las preguntas por su naturaleza, se realiza una clasificación por la dependencia de estas, separándolas en dos grupos dependientes e independientes. Las preguntas independientes son aquellas que no necesitan responder otra pregunta para ser

contestada dentro del cuestionario, mientras que las preguntas dependientes son aquellas que su respuesta se ve condicionada por la respuesta de una pregunta anterior. En la Tabla 6 se puede observar la cantidad y tipo de dependencia de preguntas por módulo.

Tabla 6: Preguntas por módulo según su dependencia

Módulos	Independientes	Dependientes	Total
Módulo 1: Identificación de la empresa	29	4	33
Módulo 2: Ventas, exportaciones y empleo total	18	4	22
Módulo 3: Innovación de producto (bienes y servicios)	2	12	14
Módulo 4: Innovación de proceso	3	6	9
Módulo 5: Efectos de la innovación (de productos y servicios)	6	0	6
Módulo 6: Innovación organizacional	5	3	8
Módulo 7: Innovación en marketing	3	4	7
Módulo 8: Innovación social	1	2	3
Módulo 9: Actividades innovativas y gasto	12	54	66
Módulo 10: Fuentes de información y cooperación en actividades innovativas	23	18	41
Módulo 11: Recursos humanos y unidad formal	6	1	7
Módulo 12: Financiamiento público para la innovación	4	47	51
Módulo 13: Obstáculos a la innovación	12	0	12
Módulo 14: Derechos de propiedad intelectual	24	6	30
Módulo 15: Perspectivas de innovaciones futuras	5	1	6
Módulo 16: Observaciones y datos del informante	6	0	6

De la Tabla 6 se puede extraer que el 49,5% de las preguntas son independientes, mientras el 50,5% restante son preguntas dependientes por lo que la diferencia que existe es mínima.

Para un mejor análisis se realiza una primera depuración de la base de datos estudiada, por lo que se retiran del set de respuestas todas aquellas que contengan información descriptiva (como nombre del encuestado, nombre de la empresa, etc.) y cuya respuesta sea dicotómica y se encuentre dividida en dos cuadros de respuesta distintos. Al eliminar dichas preguntas la cantidad de respuestas se reduce a 279. Las respuestas según naturaleza y dependencia se puede observar en la Tabla 7 y Tabla 8 respectivamente.

Tabla 7: Preguntas por módulo según naturaleza – 2ª depuración

Módulos	Abierta - Texto	Abierta - Numérica	Opción múltiple	Dicotómica	Likert	Total
Módulo 1: Identificación de la empresa	3	3	3	1	5	15
Módulo 2: Ventas, exportaciones y empleo total	0	18	0	0	0	18
Módulo 3: Innovación de producto (bienes y servicios)	0	6	0	8	0	14
Módulo 4: Innovación de proceso	0	0	0	9	0	9
Módulo 5: Efectos de la innovación (de productos y servicios)	0	0	0	0	6	6
Módulo 6: Innovación organizacional	0	0	0	3	5	8
Módulo 7: Innovación en marketing	0	0	0	4	3	7
Módulo 8: Innovación social	0	2	0	1	0	3
Módulo 9: Actividades innovativas y gasto	1	48	0	13	0	62
Módulo 10: Fuentes de información y cooperación en actividades innovativas	0	0	1	26	11	38
Módulo 11: Recursos humanos y unidad formal	0	4	0	3	0	7
Módulo 12: Financiamiento público para la innovación	3	7	2	32	0	44
Módulo 13: Obstáculos a la innovación	0	0	0	0	12	12
Módulo 14: Derechos de propiedad intelectual	0	15	0	9	6	30
Módulo 15: Perspectivas de innovaciones futuras	0	0	1	5	0	6
Módulo 16: Observaciones y datos del informante	0	0	0	0	0	0

Tabla 8: Preguntas por módulo según dependencia – 2ª depuración

Módulos	Independientes	Dependientes	Total
Módulo 1: Identificación de la empresa	11	4	15
Módulo 2: Ventas, exportaciones y empleo total	18	0	18
Módulo 3: Innovación de producto (bienes y servicios)	2	12	14
Módulo 4: Innovación de proceso	3	6	9
Módulo 5: Efectos de la innovación (de productos y servicios)	6	0	6
Módulo 6: Innovación organizacional	5	3	8
Módulo 7: Innovación en marketing	3	4	7
Módulo 8: Innovación social	1	2	3
Módulo 9: Actividades innovativas y gasto	12	50	62
Módulo 10: Fuentes de información y cooperación en actividades innovativas	20	18	38
Módulo 11: Recursos humanos y unidad formal	6	1	7
Módulo 12: Financiamiento público para la innovación	4	40	44
Módulo 13: Obstáculos a la innovación	12	0	12
Módulo 14: Derechos de propiedad intelectual	24	6	30

Módulos	Independientes	Dependientes	Total
Módulo 15: Perspectivas de innovaciones futuras	5	1	6
Módulo 16: Observaciones y datos del informante	0	0	0

Después de la primera depuración la cantidad de preguntas se redujo en un 13,1% por lo que se dispone a realizar una nueva depuración de los datos. Esta vez serán eliminados del set de respuestas a analizar aquellas que no aporten al cumplimiento de los objetivos planteados y aquellas que sean de categoría dependiente, ya que sólo detallan la información de las respuestas independientes. Los módulos eliminados del set de preguntas y las razones de esta supresión se explican a continuación.

Módulo 1: contiene información que permite caracterizar a la empresa según su rubro, tamaño, región, entre otras características. Cómo el objetivo de esta tesis es encontrar un índice de innovación en base a resultados de manera transversal la categorización de las empresas según su tamaño y región no será utilizada.

Módulo 2: contiene información de las ventas, exportaciones de las empresas encuestadas junto al grado de formación que poseen sus colaboradores. Como el objetivo de esta tesis es encontrar un índice de innovación en base a resultados, este módulo no se considerará para la evaluación, dado que las variables medidas se encuentran medidas en el marco total de la empresa.

Módulo 5: las respuestas de este módulo se encuentran asociadas a los efectos producidos por la innovación en términos de capacidades y ventas dentro de las empresas. Como el objetivo de esta tesis es encontrar un índice de innovación en base a resultados de innovación, los efectos realizados en capacidades no serán considerados por esta, mientras que las ventas no serán consideradas por la gran diferencia que existe entre los distintos tipos de industria respecto a los mercados que abarcan.

Módulo 9: las respuestas de este módulo se encuentran asociadas al gasto en capacidades innovativas que conduzcan a la introducción de innovación dentro de las empresas. Como el objetivo de esta tesis es encontrar un índice de innovación en base a resultados de innovación y no capacidades, las preguntas de este módulo no serán consideradas.

Módulo 10: las respuestas de este módulo se encuentran asociadas a las fuentes informativas y de cooperación que las empresas utilizan para sus actividades innovativas. Como el objetivo de esta tesis es encontrar un índice de innovación en base a resultados de innovación las fuentes de información y cooperación que apoyen el alcance de la innovación no serán utilizadas.

Módulo 13: las respuestas de este módulo se encuentran asociadas a los obstáculos que las empresas encuentran para realizar innovación. Como el objetivo de esta tesis es encontrar un índice de innovación en base a resultados de innovación los obstáculos para alcanzarla no serán considerados.

Módulo 14: las respuestas de este módulo se encuentran asociadas a la propiedad intelectual protegida, adquirida y/o transferida por las empresas. Como el objetivo de esta tesis es encontrar un índice de innovación en base a los resultados de innovación los procesos para la protección de esta no serán considerados.

Módulo 15: las respuestas de este módulo se encuentran asociadas a la perspectiva que posee la empresa para futuras innovaciones. Como el objetivo de esta tesis es encontrar un índice de innovación en base a resultados de innovación la perspectiva de innovación de la empresa no será considerada.

Al eliminar los módulos listados anteriormente junto a las respuestas dependientes la cantidad de preguntas se reduce a 21, las respuestas según naturaleza (todas son independientes) se puede observar en la Tabla 9.

Tabla 9: Preguntas por módulo según naturaleza de respuesta – 3ª depuración

Módulos	Abierta - Numérica	Dicotómica	Total
Módulo 3: Innovación de producto (bienes y servicios)	0	2	2
Módulo 4: Innovación de proceso	0	3	3
Módulo 6: Innovación organizacional	0	3	3
Módulo 7: Innovación en marketing	0	4	4
Módulo 8: Innovación social	0	1	1
Módulo 11: Recursos humanos y unidad formal	3	3	6
Módulo 12: Financiamiento público para la innovación	0	2	2

Los módulos 3, 4, 6, 7 son reconocidos como indicadores de resultado dentro de la literatura consultada, ya que son parte de los tipos de innovación que caracteriza la OECD en el manual de OSLO. El módulo 8 es escogido debido al reconocimiento que ha obtenido la innovación social introduciendo tecnologías dentro de las comunidades (OECD, 2012). Los módulos 11 y 12 son considerados por ser un punto importante de la percepción de la innovación y que tienen la capacidad de que una empresa sea reconocida como innovadora debido a generar acciones en aquellas actividades (Costa, y otros, 2016). Estos módulos son seleccionados en pro de los objetivos y enfoque de esta tesis que es diferir de los rankings que existen a nivel nacional.

De la Tabla 9 se puede extraer que el 14,3% de las preguntas es del tipo abierta – numérica y un 85,7% es de respuesta dicotómica. El número total de preguntas se ha reducido en un 93,4%.

Para realizar el análisis factorial es necesario que todas las variables estudiadas sean del mismo tipo. El enfoque de este trabajo es medir resultados de la innovación, por este motivo la cantidad de personas que trabajan de manera formal en I+D+i en las empresas encuestadas y al área al que pertenecen no será considerada. Sólo se considerará si la empresa cuenta con personal especializado en I+D+i de manera formal. En la Tabla 10 se indican las preguntas que fueron agrupadas en una nueva pregunta con el código PERID. La nueva pregunta es “Durante el año 2016, su empresa cuenta de manera formal con personal de las siguientes áreas funcionales: Informática y sistemas, Investigación y desarrollo, Ingeniería y diseño industrial”. Esta pregunta es de naturaleza dicotómica y toma el valor sólo si la pregunta 3321, 3324 o 3327 es contestada de manera positiva.

Las preguntas del módulo 12 se refieren a la solicitud de financiamiento por la empresa. Se considera importante la intención de solicitar financiamiento (intención de obtener resultados de innovación) y no la manera de postulación ni la obtención de estos. Por este motivo las dos preguntas que componían el módulo después de la depuración son unificadas en una nueva pregunta de naturaleza dicotómica con código SFID, la cuál plantea “¿La empresa ha solicitado durante los años 2015 y/o 2016 algún instrumento público para financiar actividades de innovación (incluyendo créditos o beneficios tributarios, por ejemplo, Ley I+D) ?, ¿independiente de que haya obtenido o no el apoyo?”,

esta pregunta se obtiene de unificar las preguntas 4008 y el inverso de la pregunta 4055, ambas preguntas se observan en la Tabla 11.

Tabla 10: Preguntas de módulo 11 unificadas

Código	Pregunta	Respuesta
P3320	¿Cuál fue el promedio de personal del área de informática y sistemas con la que contó su empresa el año 2016?	Número abierto
P3321	Durante los años 2015 y/o 2016, su empresa cuenta de manera formal con personal del área de informática y sistemas.	SI/NO
P3323	¿Cuál fue el promedio de personal del área de investigación y desarrollo con la que contó su empresa el año 2016?	Número abierto
P3324	Durante los años 2015 y/o 2016, su empresa cuenta de manera formal con personal del área de investigación y desarrollo.	SI/NO
P3326	¿Cuál fue el promedio de personal del área de ingeniería y diseño industrial con la que contó su empresa el año 2016?	Número abierto
P3327	Durante los años 2015 y/o 2016, su empresa cuenta de manera formal con personal del área de ingeniería y diseño industrial.	SI/NO

Tabla 11: Preguntas de módulo 12 unificadas

Código	Pregunta	Respuesta
P4008	La empresa ha solicitado durante los años 2015 y/o 2016 algún instrumento público para financiar actividades de innovación (exceptuando créditos o beneficios tributarios, por ejemplo, Ley I+D), ¿independiente de que haya obtenido o no el apoyo?	SI/NO
P4055	Durante los años 2015 y/o 2016, ¿Su empresa postuló a la Ley de Incentivo Tributario a la inversión privada en I+D, ¿Ley N°20.570 (Ex Ley N°20.241) conocida como “Ley I+D”?	SI/NO

Después de realizar esta última reducción, el número de preguntas se redujo a 15, lo que representa una reducción del 95,3% del total de preguntas, y el 100% de las preguntas seleccionadas son de naturaleza dicotómica. En la Tabla 12 se pueden observar las preguntas seleccionadas para realizar el estudio propuesto.

Tabla 12: Preguntas seleccionadas para análisis factorial

Código	Pregunta	Respuesta	Módulo
P3000	Durante los años 2015 y/o 2016, su empresa introdujo bienes nuevos o significativamente mejorados (excluye la simple reventa de productos nuevos comprados a otras empresas y los cambios de carácter exclusivamente estéticos)	SI/NO	Innovación de Producto
P3002	Durante los años 2015 y/o 2016, su empresa introdujo servicios nuevos o significativamente mejorados	SI/NO	Innovación de Producto
P3235	Durante los años 2015 y/o 2016, su empresa introdujo un nuevo o significativamente mejorado método de manufactura o producción de bienes o servicios	SI/NO	Innovación de Proceso

Código	Pregunta	Respuesta	Módulo
P3237	Durante los años 2015 y/o 2016, su empresa introdujo un nuevo o significativamente mejorado método de logística, entrega o distribución para sus insumos, bienes o servicios	SI/NO	Innovación de Proceso
P3239	Durante los años 2015 y/o 2016, su empresa introdujo una nueva o significativamente mejorada actividad de soporte para sus procesos, tales como sistema de mantención u operaciones de compras, contabilidad o informática	SI/NO	Innovación de Proceso
P3247	Durante los años 2015 y/o 2016, su empresa introdujo nuevas prácticas de negocios para la organización de procesos (p.e. administración de abastecimiento, reingeniería de procesos, gestión de calidad, etc.)	SI/NO	Innovación Organizacional
P3249	Durante los años 2015 y/o 2016, su empresa introdujo nuevos métodos de la organización de responsabilidades y toma de decisiones (p.e. nuevo sistema de gestión de responsabilidades, reestructuraciones, sistemas de capacitación, etc.)	SI/NO	Innovación Organizacional
P3251	Durante los años 2015 y/o 2016, su empresa introdujo nuevos métodos de organización de las relaciones externas con otras empresas o instituciones públicas (p.e. primer uso de alianzas, subcontratación, etc)	SI/NO	Innovación Organizacional
P3258	Durante los años 2015 y/o 2016, su empresa introdujo cambios significativos en el diseño, envase y embalaje de productos (bienes y servicios). Excluye cambios que alteran la funcionalidad o características de uso del producto (esto corresponde a una innovación de producto)	SI/NO	Innovación de Marketing
P3260	Durante los años 2015 y/o 2016, su empresa introdujo nuevos medios o técnicas para la promoción del producto (p.e. el primer uso de un nuevo medio de publicidad, nueva imagen de marca, etc.)	SI/NO	Innovación de Marketing
P3262	Durante los años 2015 y/o 2016, su empresa introdujo nuevos métodos para los canales de distribución del producto (p.e. el primer uso de franquicias o distribución de licencias, venta directa, nuevo concepto de presentación del producto, etc.)	SI/NO	Innovación de Marketing
P3264	Durante los años 2015 y/o 2016, su empresa introdujo nuevos métodos de tarificación de bienes y servicios (p.e. el primer uso de variables de precio por demanda, sistema de descuentos, etc.)	SI/NO	Innovación de Marketing
P4000	Se entiende como innovación social al desarrollo novedoso mediante el cual se construye un proceso, producto, servicio o modelo con impacto cuantificable, que es más sustentable o justo que lo existente o que soluciona una problemática de interés público, y donde el valor generado es distribuido en la sociedad sin desmedro de la generación de beneficio privado. De acuerdo con el concepto presentado, durante los años 2015 y/o 2016, ¿su empresa realizó alguna actividad relacionada con la innovación social?	SI/NO	Innovación Social
PERID	Durante el año 2016, su empresa cuenta de manera formal con personal de las siguientes áreas funcionales: Informática y sistemas, Investigación y desarrollo, Ingeniería y diseño industrial	SI/NO	Recursos humanos
SFID	¿La empresa ha solicitado durante los años 2015 y/o 2016 algún instrumento público para financiar actividades de innovación (incluyendo créditos o beneficios tributarios, por ejemplo, Ley I+D) ?, ¿independiente de que haya obtenido o no el apoyo?	SI/NO	Financiamiento

5.2. Análisis factorial en encuesta de innovación

A continuación, se realiza un análisis factorial a las preguntas seleccionadas realizadas en la 10EIE realizada por el INE.

Lo primero es verificar si la muestra seleccionada cumple con el ratio personas/ítems (n/p), en donde se utilizará su rango más exigente que es denominado razón 10:1 que exige 10 sujetos cuestionados por cada pregunta realizada (Nunnally, 1978). La encuesta fue realizada a 5.876 empresas y las preguntas seleccionadas fueron 15, por lo tanto, existen 391,7 sujetos por cada pregunta, el ratio exigido es cumplido con creces. Bajo el mismo criterio se valida la 10EIE de manera completa en donde el ratio personas/ítems obtiene un valor de 25,4 preguntas por ítem por lo que el ratio exigido también es superado.

Una vez validado el cuestionado se realiza una prueba de fiabilidad de la muestra para conocer si las variables seleccionadas se encuentran correlacionadas entre ellas. Para la prueba de fiabilidad se calculó mediante el alfa de Cronbach, que se realizó en el software IBM, SPSS, obteniendo el resultado indicado en la Tabla 13.

Tabla 13: Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
0.841	0.859	15

El resultado indica un Alfa de Cronbach igual a 0,841 lo que entra en el rango de una muestra fiable (Taber, 2018) y valida proseguir con el análisis factorial para las preguntas seleccionadas.

Complementariamente, para realizar el análisis factorial, fue necesario determinar las correlaciones que existan entre las variables. Como todas las variables que se analizan son de naturaleza dicotómica se debe realizar una correlación tetracórica para realizar el análisis factorial (Lorenzo-Seva & Ferrando, 2012). Para realizar este procedimiento fue utilizado un script para IBM SPSS llamado TETRA-COM propuesto en el artículo “TETRA-COM: A comprehensive SPSS program for estimating the tetrachoric correlation” (Lorenzo-Seva & Ferrando, 2012). Los resultados obtenidos se observan en la Tabla 14.

Tabla 14: Matriz de correlaciones tetracóricas

	P3000	P3002	P3235	P3237	P3239	P3247	P3249	P3251	P3258	P3260	P3262	P3264	P4000	PERID	SFID
P3000	0.07	0.07	0.08	0.05	0.1	0.1	0.1	0.05	0.04	0.08	0.04	0.04	0.02	0.47	0.04
P3002	0.25	0.26	0.26	0.22	0.29	0.29	0.3	0.22	0.19	0.27	0.19	0.2	0.15	0.5	0.2
P3235	1	0.8	0.78	0.64	0.59	0.68	0.64	0.63	0.68	0.58	0.61	0.61	0.62	0.46	0.54
P3237	0.8	1	0.74	0.69	0.69	0.7	0.69	0.66	0.61	0.66	0.65	0.69	0.64	0.47	0.48
P3239	0.78	0.74	1	0.74	0.63	0.7	0.64	0.66	0.68	0.61	0.66	0.63	0.63	0.47	0.51
P3247	0.64	0.69	0.74	1	0.77	0.73	0.73	0.68	0.68	0.67	0.69	0.72	0.63	0.39	0.36
P3249	0.59	0.69	0.63	0.77	1	0.77	0.74	0.68	0.61	0.67	0.61	0.66	0.63	0.47	0.37
P3251	0.68	0.7	0.7	0.73	0.77	1	0.89	0.85	0.71	0.74	0.76	0.75	0.69	0.54	0.43
P3258	0.64	0.69	0.64	0.73	0.74	0.89	1	0.86	0.69	0.72	0.72	0.77	0.64	0.49	0.44
P3260	0.63	0.66	0.66	0.68	0.68	0.85	0.86	1	0.66	0.7	0.74	0.73	0.69	0.42	0.51
P3262	0.68	0.61	0.68	0.68	0.61	0.71	0.69	0.66	1	0.81	0.81	0.8	0.64	0.46	0.48
P3264	0.58	0.66	0.61	0.67	0.67	0.74	0.72	0.7	0.81	1	0.85	0.83	0.66	0.38	0.35
P4000	0.61	0.65	0.66	0.69	0.61	0.76	0.72	0.74	0.81	0.85	1	0.85	0.7	0.38	0.39
PERID	0.61	0.69	0.63	0.72	0.66	0.75	0.77	0.73	0.8	0.83	0.85	1	0.62	0.38	0.33
SFID	0.62	0.64	0.63	0.63	0.63	0.69	0.64	0.69	0.64	0.66	0.7	0.62	1	0.5	0.6

De la tabla de matriz de correlaciones tetracóricas se deduce que existe una gran correlación (mayor a 0.5) entre distintos conjuntos de variables asociados a la innovación de distintos tipos lo que eventualmente podría transformarse en una relación dentro de un factor del análisis.

Una vez confirmada la fiabilidad de la muestra y con las correlaciones tetracóricas calculadas se realizó la prueba de esfericidad de Bartlett's y la prueba de adecuación del muestreo Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). Esta última está destinada a verificar si la muestra se encuentra en buenas condiciones para ser analizada a través de un análisis factorial, considerando que la prueba KMO debe ser mayor a 0.6 y la significancia de la prueba de Bartlett's debe ser menor a 0.5 (Pallant, 2005).

En la Tabla 15 se observan los resultados de la prueba, en donde como resultado KMO se obtiene 0.934 y resultado de Bartlett's una significancia igual a 0,000 lo que significa que la muestra seleccionada sí posee excelentes condiciones para realizar el análisis factorial.

Tabla 15: Prueba KMO y Bartlett's

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	0.934	
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	95678.158
	df	105
	Sig.	0.000

El resultado de esta primera etapa del análisis factorial permite afirmar que los indicadores demuestran satisfactoriamente la pertinencia y la validez de los datos para el análisis factorial.

Sobre la base de la matriz de las correlaciones tetracóricas se realizó el análisis factorial, cuyos resultados se muestran en la Tabla 16. El software IBM SPSS no se encuentra capacitado para realizar un análisis factorial de manera directa utilizando como entrada una matriz de correlaciones, por ese motivo se utilizó el siguiente script para obtener el análisis factorial requerido.

```

FACTOR MATRIX IN(COR=*)
/PRINT INITIAL KMO ROTATION FSCORE
/PLOT ROTATION
/CRITERIA FACTORS(3) ITERATE(100)
/EXTRACTION ULS
/CRITERIA ITERATE(25)
/ROTATION VARIMAX.

```

El resultado obtenido que indica que la solución sintetiza de buena manera la información de las 15 variables dicotómicas originales en tres factores. Cada uno de los factores explica un 48,849% y un 25,235% de la varianza total, respectivamente explicando un total de 74,084% de los datos. El resultado de varianza explicada se puede observar en la Tabla 16.

Tabla 16: Varianza total explicada

Componente	Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de Varianza	% Acumulado	Total	% de Varianza	% Acumulado
1	9.745	64.969	64.969	4.042	26.948	26.948
2	0.726	4.842	69.811	3.599	23.992	50.940
3	0.438	2.919	72.730	3.269	21.790	72.730

Luego de verificar que la varianza total explicada por los factores obtenidos es buena, se debe realizar un estudio de las comunalidades de cada una de las variables en los factores creados. En la Tabla 17 se observa la matriz de comunalidades la cual indica como resultado que las variables que mejor quedan representadas en el modelo son las asociadas a los distintos tipos de innovación.

Tabla 17: Comunalidades

Variable	Inicial	Extracción
P3000	0.766	0.744
P3002	0.774	0.705
P3235	0.745	0.719
P3237	0.753	0.684
P3239	0.722	0.681
P3247	0.871	0.895
P3249	0.861	0.886
P3251	0.817	0.764
P3258	0.805	0.786
P3260	0.816	0.842
P3262	0.836	0.865
P3264	0.820	0.848
P4000	0.680	0.649
PERID	0.421	0.363
SFID	0.525	0.480

En la Tabla 18 se puede observar la matriz de componentes y en la Tabla 19 se puede observar la matriz de componentes rotados por el método Varimax obtenida del análisis, se utiliza los componentes rotados debido a 2 razones. Primero a que la rotación mejora la interpretación de la estructura factorial, y segundo es que la solución factorial original es siempre ortogonal (factores independientes). Pero la posibilidad de que los factores obtenidos de este estudio estén relacionados entre sí es alta, lo que se puede verificar utilizando la rotación de componentes (Barajas, 2015).

Al comparar ambas matrices de componentes se puede observar que la alta saturación de las variables asociadas a la innovación de producto (P3000, P3002), la innovación de nuevos métodos de producción de manufactura o servicio e innovación social ha disminuido luego de la rotación lo que significa que ha perdido correlación con el primer factor en beneficio del segundo, incluso desplazando a las tres variables al segundo factor. Dentro del mismo factor se agrupa la variable de postulación a financiamiento para I+D y si la empresa cuenta con personal especializado en investigación y desarrollo.

La rotación también mejora la saturación de las variables de innovación en logística e innovación en actividades de soporte (P3237 y P3239 respectivamente) moviendo ambas al

tercer factor con una alta carga factorial. Lo mismo ocurre con las variables de innovación organizacional, ya que todas se trasladan de manera clara al tercer factor.

Por último, las variables de innovación en marketing (P3258, P3260, P3262 Y P3264) quedan aisladas en el primer factor sin tener una relevancia importante en los otros factores.

Tabla 18: Matriz de componentes

Variable	1	2	3
P3000	0.796	0.300	0.142
P3002	0.819	0.179	0.041
P3235	0.813	0.218	0.106
P3237	0.823	-0.031	-0.069
P3239	0.798	0.005	-0.209
P3247	0.906	-0.034	-0.271
P3249	0.884	-0.075	-0.315
P3251	0.854	-0.029	-0.182
P3258	0.842	-0.119	0.249
P3260	0.847	-0.318	0.149
P3262	0.863	-0.286	0.197
P3264	0.859	-0.321	0.080
P4000	0.789	0.145	0.068
PERID	0.546	0.252	-0.045
SFID	0.549	0.403	0.120

Tabla 19: Matriz de componentes rotados

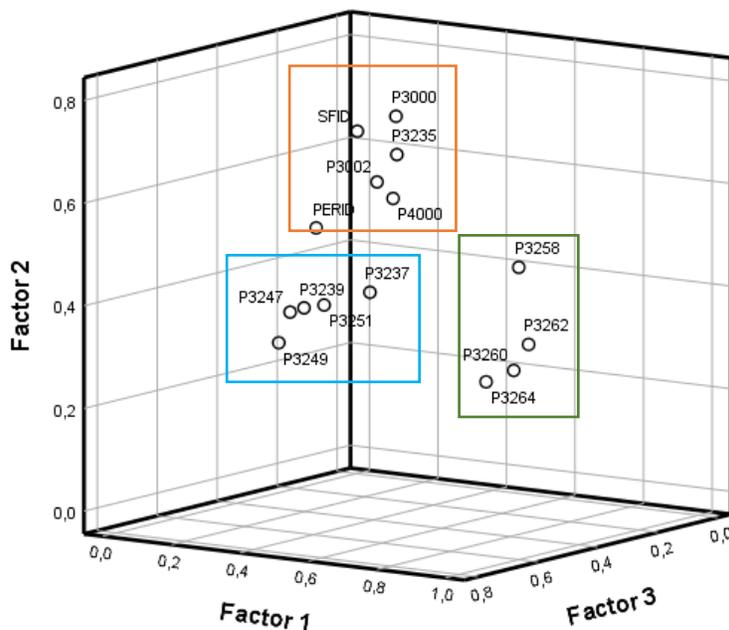
Variable	1	2	3
P3000	0.370	0.723	0.290
P3002	0.410	0.615	0.399
P3235	0.414	0.659	0.337
P3237	0.490	0.423	0.514
P3239	0.384	0.398	0.613
P3247	0.444	0.411	0.727
P3249	0.435	0.355	0.755
P3251	0.453	0.411	0.624
P3258	0.711	0.454	0.271
P3260	0.790	0.275	0.377
P3262	0.803	0.322	0.342
P3264	0.765	0.260	0.441
P4000	0.426	0.579	0.364
PERID	0.156	0.492	0.312
SFID	0.144	0.658	0.161

En la Figura 1 se detalla el gráfico de componentes rotados en el que se puede observar de manera gráfica la correlación que poseen las variables con cada uno de los factores. De este gráfico se desprende que las variables P3000, P3002 (innovación de producto), P3235 (innovación de procesos de producción de productos o servicios) y P4000 (innovación social) tienen una buena correlación con que la empresa haya solicitado financiamiento y posea personal especializado en I+D. A priori la relación que se encuentra entre estas variables es que son innovaciones que la comunidad puede percibir de fácil manera.

Las variables asociadas a innovación de proceso e innovación organizacional se encuentran mejor agrupadas entre sí y esto se interpreta que la innovación de estos tipos se encuentra relacionada de alguna manera entre sí, ya que corresponden a un tipo de innovación que ocurre al interior de las empresas.

Finalmente, las variables asociadas a la innovación en marketing quedan separadas en su propio factor, esto puede significar que el marketing es transversal a la imagen interna y externa que pretenden entregar las empresas.

Figura 1: Gráfico de componentes rotados



En la Tabla 20 se observa la matriz de componentes si se exigen cargas factoriales superiores (≥ 0.49) a fin de excluir reactivos escasamente correlacionados y asegurar una correcta interpretación.

Tabla 20: Matriz de componentes rotados con carga factorial más relevante

Variable	Factor 1	Variable	Factor 2	Variable	Factor 3
P3258	0.711	P3000	0.723	P3237	0.514
P3260	0.790	P3002	0.615	P3239	0.613
P3262	0.803	P3235	0.659	P3247	0.727
P3264	0.765	P4000	0.579	P3249	0.755
		PERID	0.492	P3251	0.624
		SFID	0.658		

Para validar los resultados se utilizan las correlaciones reproducidas que se observan en la Tabla 21: Como las correlaciones reproducidas que se observan son muy parecidas a las obtenidas en la Tabla 14 y los valores residuales son pequeños (89% menor a un 0,05 de

significancia) esto quiere decir la diferencia que existe entre la correlación observada entre cada par de variables y la correlación reproducida por la estructura factorial para cada par de variables es pequeña, lo que finalmente indica que el modelo factorial se ajusta a los datos.

Tabla 21: Correlaciones reproducidas

	P3000	P3002	P3235	P3237	P3239	P3247	P3249	P3251	P3258	P3260	P3262	P3264	P4000	PERID	SFID	
Correlación reproducida	P3000	,744a	0.712	0.728	0.636	0.607	0.672	0.637	0.646	0.670	0.600	0.629	0.599	0.682	0.504	0.576
	P3002	0.712	,705a	0.709	0.666	0.647	0.725	0.698	0.687	0.679	0.643	0.663	0.650	0.676	0.491	0.527
	P3235	0.728	0.709	,719a	0.655	0.628	0.700	0.669	0.669	0.685	0.635	0.660	0.637	0.680	0.494	0.547
	P3237	0.636	0.666	0.655	,684a	0.672	0.765	0.752	0.717	0.680	0.697	0.706	0.712	0.641	0.445	0.431
	P3239	0.607	0.647	0.628	0.672	,681a	0.780	0.771	0.720	0.620	0.644	0.646	0.668	0.617	0.447	0.416
	P3247	0.672	0.725	0.700	0.765	0.780	,895a	0.888	0.824	0.699	0.738	0.737	0.767	0.692	0.498	0.451
	P3249	0.637	0.698	0.669	0.752	0.771	0.888	,886a	0.815	0.675	0.726	0.722	0.759	0.666	0.478	0.418
	P3251	0.646	0.687	0.669	0.717	0.720	0.824	0.815	,764a	0.678	0.706	0.709	0.729	0.658	0.467	0.436
	P3258	0.670	0.679	0.685	0.680	0.620	0.699	0.675	0.678	,785a	0.789	0.810	0.782	0.664	0.419	0.445
	P3260	0.600	0.643	0.635	0.697	0.644	0.738	0.726	0.706	0.789	,842a	0.852	0.842	0.633	0.376	0.355
	P3262	0.629	0.663	0.660	0.706	0.646	0.737	0.722	0.709	0.810	0.852	,865a	0.849	0.653	0.390	0.382
	P3264	0.599	0.650	0.637	0.712	0.668	0.767	0.759	0.729	0.782	0.842	0.849	,848a	0.637	0.385	0.352
P4000	0.682	0.676	0.680	0.641	0.617	0.692	0.666	0.658	0.664	0.633	0.653	0.637	,649a	0.464	0.500	
PERID	0.504	0.491	0.494	0.445	0.447	0.498	0.478	0.467	0.419	0.376	0.390	0.385	0.464	,363a	0.396	
SFID	0.576	0.527	0.547	0.431	0.416	0.451	0.418	0.436	0.445	0.355	0.382	0.352	0.500	0.396	,479a	
Residual ^b	P3000		0.088	0.050	0.009	-0.017	0.011	0.006	-0.018	0.012	-0.016	-0.023	0.008	-0.060	-0.041	-0.036
	P3002	0.088		0.027	0.024	0.039	-0.029	-0.006	-0.032	-0.069	0.020	-0.017	0.039	-0.032	-0.020	-0.045
	P3235	0.050	0.027		0.089	0.004	0.001	-0.030	-0.009	-0.005	-0.025	0.005	-0.008	-0.054	-0.024	-0.038
	P3237	0.009	0.024	0.089		0.100	-0.033	-0.021	-0.037	-0.001	-0.026	-0.017	0.009	-0.006	-0.051	-0.067
	P3239	-0.017	0.039	0.004	0.100		-0.013	-0.029	-0.045	-0.014	0.024	-0.036	-0.007	0.012	0.026	-0.046
	P3247	0.011	-0.029	0.001	-0.033	-0.013		0.004	0.027	0.007	0.001	0.020	-0.016	-0.001	0.042	-0.017
	P3249	0.006	-0.006	-0.030	-0.021	-0.029	0.004		0.046	0.019	-0.003	-0.005	0.010	-0.021	0.016	0.023
	P3251	-0.018	-0.032	-0.009	-0.037	-0.045	0.027	0.046		-0.014	-0.007	0.027	0.004	0.034	-0.051	0.074
	P3258	0.012	-0.069	-0.005	-0.001	-0.014	0.007	0.019	-0.014		0.020	-0.003	0.014	-0.022	0.043	0.034
	P3260	-0.016	0.020	-0.025	-0.026	0.024	0.001	-0.003	-0.007	0.020		0.002	-0.016	0.028	0.005	-0.006
	P3262	-0.023	-0.017	0.005	-0.017	-0.036	0.020	-0.005	0.027	-0.003	0.002		-0.004	0.045	-0.006	0.009
	P3264	0.008	0.039	-0.008	0.009	-0.007	-0.016	0.010	0.004	0.014	-0.016	-0.004		-0.016	-0.005	-0.020
	P4000	-0.060	-0.032	-0.054	-0.006	0.012	-0.001	-0.021	0.034	-0.022	0.028	0.045	-0.016		0.031	0.102
	PERID	-0.041	-0.020	-0.024	-0.051	0.026	0.042	0.016	-0.051	0.043	0.005	-0.006	-0.005	0.031		0.048
SFID	-0.036	-0.045	-0.038	-0.067	-0.046	-0.017	0.023	0.074	0.034	-0.006	0.009	-0.020	0.102	0.048		

a. Comunidades reproducidas

b. Los residuos se calculan entre las correlaciones observadas y las reproducidas. Existen 12 (11,0%) residuos no redundantes con valores absolutos superiores a 0,05.

El análisis realizado permite confirmar la quinta hipótesis que es la existencia de relaciones entre las variables medidas en la encuesta de innovación que permiten realizar un análisis factorial de carácter exploratorio.

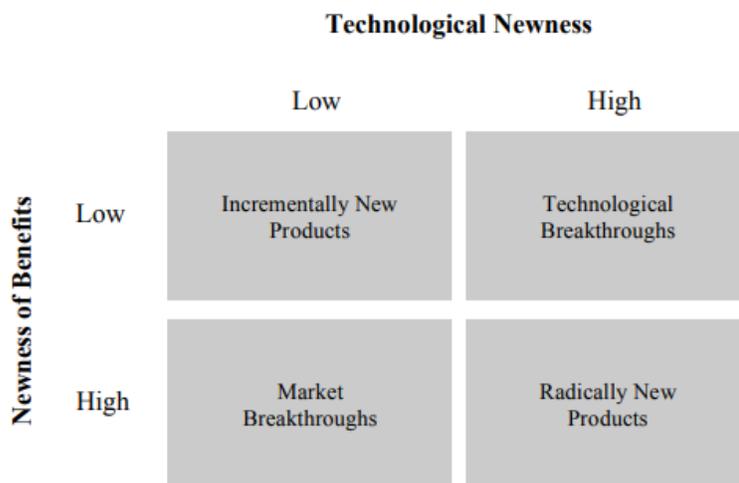
Cómo se menciona en el análisis de la Figura 1, las variables agrupadas en cada factor poseen una notable relación entre sí lo que se utiliza como punto de partida para el siguiente paso que es nombrar los factores encontrados.

Para nombrar los factores estos se calificarán por la percepción de innovación que crean en la comunidad dividiéndoles en tres distintos impactos de percepción de innovación

(bajo, medio y alto) para realizar esta calificación se utiliza la clasificación en base a la percepción del cliente de innovación que se analiza en el documento “Innovation Perception from a Customer Perspective Recognition, Assessment, and Comprehension of Innovations” (Vogt, 2013). En este análisis indica que a grandes beneficios o a un producto/servicio disruptivo para el cliente se percibe un alto nivel de novedad, mientras que incrementar el valor de los productos posee un bajo nivel de novedad. En la Figura 2. se observa el nivel de percepción según la implementación realizada.

En el mismo estudio se reconocen tres percepciones que tendrá el cliente frente a las innovaciones según los beneficios sensoriales donde las de mayor percepción de novedad son las funcionales (aquellas que le solucionan problemas) y las hedónicas (aquellas que le crean sentimientos y experiencias) mientras las que generan una menor percepción son las simbólicas. En la Figura 3 se pueden observar los atributos que crean distintas percepciones.

Figura 2: Percepción de innovación según implementación



Fuente: (Vogt, 2013)

Figura 3: Percepciones de innovación según beneficios sensoriales

Functional	Hedonic	Symbolic
Correct/accurate attributes	Sensory experience	Self-identity/self-worth
Appropriate performances	Emotional experience	Social Acceptance
Appropriate outcomes	Social/relational experience	Personal Associations
Appropriate consequences	Epistemic experience	Conditional Associations

Fuente: (Vogt, 2013)

Considerando lo expuesto anteriormente se nombran y clasifican los tres factores según la percepción de innovación que generan, esta clasificación se puede observar en la Tabla 22.

El primer factor se nombra Innovación en Marketing mantiene el nombre que posee en la encuesta de innovación de empresas realizada por el INE, ya que en el formulario original todas estas preguntas están agrupadas dentro del mismo módulo a diferencia de lo que ocurre en los otros factores. Este factor posee un bajo impacto en la percepción de innovación, ya que es difícil que las actividades de marketing se cataloguen como novedosas, disruptivas y presenten beneficios a la comunidad.

El segundo factor se nombra Descriptores de Innovación, ya que agrupa variables que son fáciles de percibir como innovativas y que además representan beneficios para la comunidad, como lo pueden ser introducir nuevos tipos de productos o servicios los cuáles resolverán necesidades de sus clientes, o nuevos métodos de fabricación y/o producción que mejoren la calidad de los productos ofertados. También agrupa la variable de innovación social la que rápidamente será percibida por la comunidad al tener un impacto directo en ésta. Por último, contiene las variables de personal capacitado en I+D y solicitud de financiamiento en I+D que son variables típicas medidas en la mayoría de los cuestionarios de innovación, además, poseer personal capacitado en I+D ofrece a los

clientes una mayor confianza en los nuevos productos que se oferten, mientras que solicitar financiamiento en I+D puede transformarse en un menor costo del producto final. Este factor posee un alto impacto en la percepción ya que contiene variables que la comunidad de manera natural asocia a innovación y que representan beneficios directos para ésta.

El tercer factor se nombra Innovación Interna debido a que las variables asociadas a este se encuentran relacionadas con la operación de las empresas, las variables incluidas en este factor son más fáciles asociarlas con actividades innovativas como puede ser implementar transporte eléctrico (innovación en logística) o implementar sistemas de gestión de calidad (innovación en nuevas prácticas de negocios), pero estas no representan un beneficio directo para la comunidad. Este factor posee un impacto medio en la percepción de innovación debido a que, a pesar de representar un importante cambio dentro de las empresas, este cambio no siempre es percibido por toda la comunidad ya que sólo quienes se encuentran interiorizados dentro de la organización que realiza la innovación se benefician en la mayor parte el impacto generado.

Tabla 22: Clasificación y nombres de factores

Factor 1: Innovación en marketing		
Bajo impacto en percepción de innovación	P3258	Introducción de cambios significativos en imagen de producto
	P3260	Introducción de nuevos medios o técnicas de promoción
	P3262	Introducción de nuevos métodos de canales de distribución
	P3264	Introducción de nuevos métodos de tarificación
Factor 2: Descriptores de innovación		
Alto impacto en percepción de innovación	P3000	Introducción de nuevos productos
	P3002	Introducción de nuevos servicios
	P3235	Introducción de nuevos métodos de manufactura o producción de servicios
	P4000	¿Empresa realizó alguna actividad relacionada con la innovación social?
	PERID	¿Cuenta con personal especializado en I+D?
	SFID	¿La empresa ha solicitado financiamiento en I+D?
Factor 3: Innovación interna		
Impacto medio en percepción de innovación	P3237	Innovación en logística
	P3239	Innovación en actividades de soporte
	P3247	Introducción de nuevas prácticas de negocios
	P3249	Innovación de nuevos métodos de organización de responsabilidades y toma de decisiones
	P3251	Introducción de nuevos métodos de organización de relaciones externas

De esta manera los tres factores encontrados quedan definidos por las ecuaciones presentadas en la Tabla 23. En esta tabla detallan la varianza explicada (VE) de cada factor y las ecuaciones que definen a cada uno de éstos, estas ecuaciones indican la combinación lineal de variables que componen cada factor.

Tabla 23: Fase 1 de ecuaciones factoriales (Carga factorial)

F1(VE=26,948) =	$0.711 \cdot P3258 + 0.790 \cdot P3260 + 0.803 \cdot P3262 + 0.765 \cdot P3264$
F2(VE=23,992) =	$0.723 \cdot P3000 + 0.615 \cdot P3002 + 0.659 \cdot P3235 + 0.579 \cdot P4000 + 0.492 \cdot PERID + 0.658 \cdot SFID$
F3(VE=21,720) =	$0.514 \cdot P3237 + 0.613 \cdot P3239 + 0.727 \cdot P3247 + 0.755 \cdot P3249 + 0.624 \cdot P3251$

En la Tabla 23 se observan los pesos específicos que poseen las variables en la construcción de cada factor. Como se observa, las variables que componen el primer factor, innovación en marketing, tienen un alto peso en la construcción de esto manteniendo valores similar entre 0,711 a 0,803 en donde el peso más importante lo posee la variable P3262 que corresponde a la utilización de nuevos canales de comunicación.

El factor 2, “Descriptores de innovación”, posee una variación más alta que el factor 1 y factor 3 en el índice que poseen las variables que lo componen en donde estas últimas se encuentran en un rango de proporcionalidad desde 0,492 a 0,723, donde el valor más bajo corresponde a la variable PERID que indica si la empresa cuenta con personal de I+D y el más alto corresponde a la variable P3000 que corresponde a la incorporación de nuevos productos. La proporcionalidad de los pesos de las variables que componen este factor tiene sentido al ser la variable PERID la más difícil de percibir como resultado de innovación según lo explicado en la definición de percepción de innovación, mientras que la incorporación de nuevos productos se ajusta a la definición de altos beneficios percibidos que se expresa en la Figura 2.

Por último, los pesos específicos de las variables que componen al tercer factor se encuentran en un rango desde 0,514 a 0,755 en donde el peso más bajo corresponde a la variable P3237 y el peso más alto a la variable P3249. Al igual que el factor anterior, los pesos se pueden explicar debido al beneficio que representan para las personas dentro de organización, el peso más bajo se encuentra asociado a la innovación en logística la cual afecta sólo a unos departamentos de las empresas, mientras el peso más alto se relaciona

con la innovación en organización de responsabilidades y toma de decisiones tienen un impacto directo a lo largo de todo el funcionamiento de las empresas.

Por último, en la Tabla 24 se observa la proporcionalidad que representa cada factor al modelo explicado en donde el F1 corresponde a un 37,09%, el factor 2 a un 33,02% y el factor 3 a un 29,89%. En la misma tabla se puede visualizar la proporción que posee cada variable analizada según al factor que ha sido agrupada, por ejemplo la variable P3258 representa un 23,17% del factor 1.

Tabla 24: Fase 2 de ecuaciones factoriales (Proporciones %)

							Suma (%)
F1(VE=37,09) =	23,17·P3258	25,74·P3260	26,16·P3262	24,93·P3264			100
F2(VE=33,02) =	19,40·P3000	16,51·P3002	17,69·P3235	15,54·P4000	13,20·PERID	17,66·SFID	100
F3(VE=29,89) =	15,90·P3237	18,96·P3239	22,49·P3247	23,35·P3249	19,30·P3251		100
MA= 100%							

5.3. Propuesta de modelo de medición de innovación en empresas chilenas

Utilizando los resultados obtenidos en el análisis factorial se pretende proponer un modelo que cuantifique los resultados de innovación de las empresas chilenas, para esto se utilizará el factor “Descriptor de innovación” definido en el estudio anterior.

El factor “Descriptor de innovación” cuenta con 6 variables las que son innovación en productos, servicios, procesos de producción, innovación social, personal especializado en I+D y financiamiento en I+D. Ya que el factor cuenta con componentes de innovación en procesos y servicios estos se separan en dos ecuaciones distintas, una para servicios y otra para manufactura. Las ecuaciones quedan expresadas de la siguiente manera.

Tabla 25: Ecuaciones "Descriptor de innovación" según naturaleza de producto

IEM=	$19,40 \cdot I_P + 17,69 \cdot I_{PP} + 15,54 \cdot I_{SO} + 13,2 \cdot P_{ID} + 17,66 \cdot F$
IES=	$16,51 I_S + 17,69 \cdot I_{PP} + 15,54 \cdot I_{SO} + 13,2 \cdot P_{ID} + 17,66 \cdot F$

Donde,

- IEM: Innovación en empresas de manufactura
- IES: Innovación en empresas de servicios
- I_p: Innovación en productos

I _S :	Innovación en servicios
I _{PP} :	Innovación en procesos de manufactura o servicios
I _{SO} :	Innovación social
P _{ID} :	Personal en I+D
F:	Financiamiento

Para valorizar cada variable se propone utilizar el puntaje percentil que ocupa la empresa en cada una. Este percentil puede ser obtenido de un análisis de la encuesta de innovación o de un nuevo instrumento diseñado para esto. La valorización de cada variable escapa del alcance de esta tesis magisterial.

Considerando la utilización de percentil la medición de resultados innovación se convertirá en ranking de las empresas más innovadoras en manufactura y servicios y considerando una escala percentil con 99 como el valor más alto, las ecuaciones de la Tabla 25 se ajustan para que entreguen como resultado valores entre 0 y 99. Las ecuaciones corregidas, son denominadas ranking de resultados de innovación y se presentan en la Tabla 26.

Tabla 26: Ranking de resultados de innovación

RIEM=	$0.232 \cdot I_P + 0.212 \cdot I_{PP} + 0.186 \cdot I_{SO} + 0.158 \cdot P_{ID} + 0.212 \cdot F$
RIES=	$0.205 \cdot I_S + 0.219 \cdot I_{PP} + 0.193 \cdot I_{SO} + 0.164 \cdot P_{ID} + 0.219 \cdot F$

Donde,

RIEM:	Ranking de empresa en innovación en manufactura
RIES:	Ranking de empresa en innovación en servicios

El puntaje de ranking obtenido se interpreta como la posición percentil que posee la empresa analizada dentro del universo encuestado. A un mayor puntaje RIEM o RIES, mejores resultados de innovación ha obtenido la empresa respecto a las demás encuestadas.

Con el fin de hacer más atractiva la presentación del ranking y basándose en lo planteado en “Innovation index and the innovative capacity of nations” (Wonglimpiyarat, 2010) se propone la utilización de un sistema de puntuación gráfico de 5 puntas en donde se

indiquen las puntuaciones (percentil) obtenidas en cada uno de los resultados de innovación medidos.

En la Figura 4 y Figura 5 se pueden observar un ejemplo de la gráfica propuesta, en donde entre más se acerque un vértice del polígono a la categoría correspondiente mejor puntuación posee la empresa evaluada en dicha categoría.

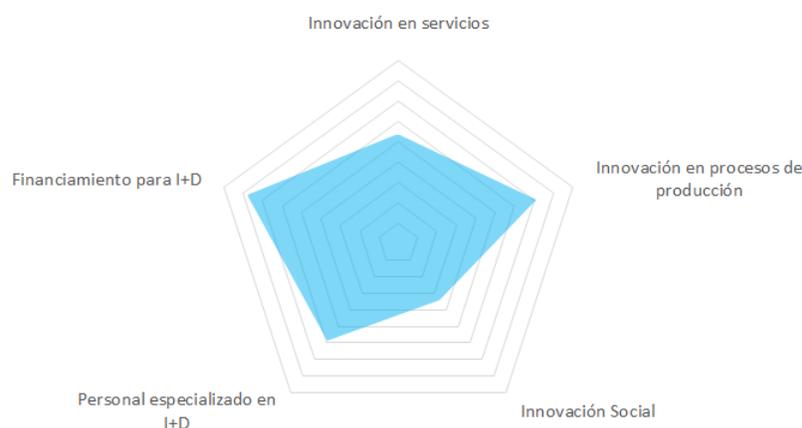
Figura 4: Ejemplo de gráfica de ranking de innovación en manufactura (RIEM)

Ítem	Puntaje
Innovación en productos	80
Innovación en procesos de producción	57
Innovación Social	51
Personal especializado en I+D	81
Financiamiento para I+D	43
Total	62



Figura 5: Ejemplo de gráfica de ranking de innovación en servicios (RIES)

Ítem	Puntaje
Innovación en servicios	55
Innovación en procesos de producción	72
Innovación Social	35
Personal especializado en I+D	60
Financiamiento para I+D	79
Total	61



Además de los gráficos pentagonales, se proponen unos gráficos de barra que contengan la misma información, pero expuesta de una manera más estética. Estas gráficas

fueron diseñadas con la ayuda de un diseñador gráfico y se pueden observar en las Figura 6 y Figura 7.

Figura 6: Ejemplo de gráfica de barras para RIEM

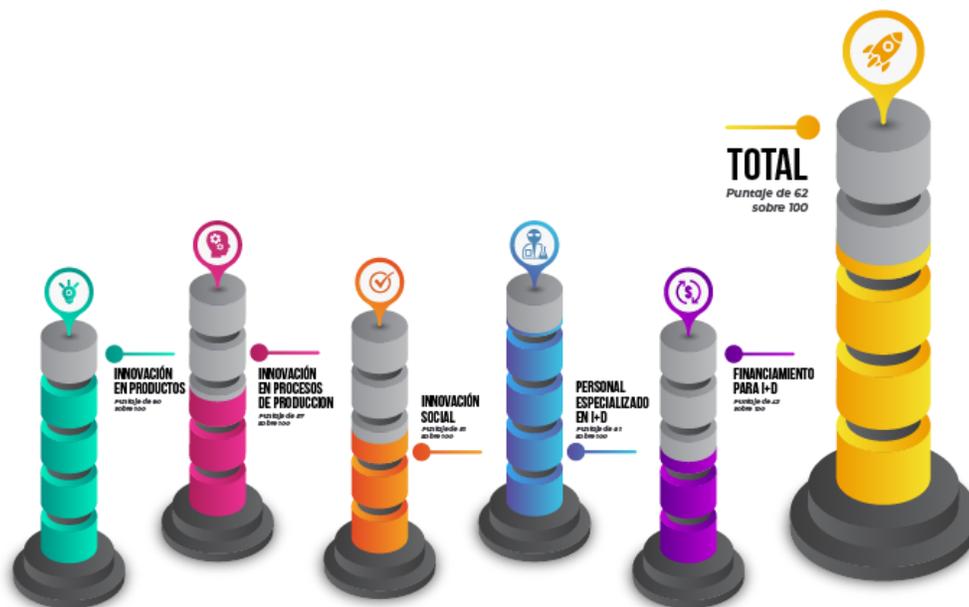
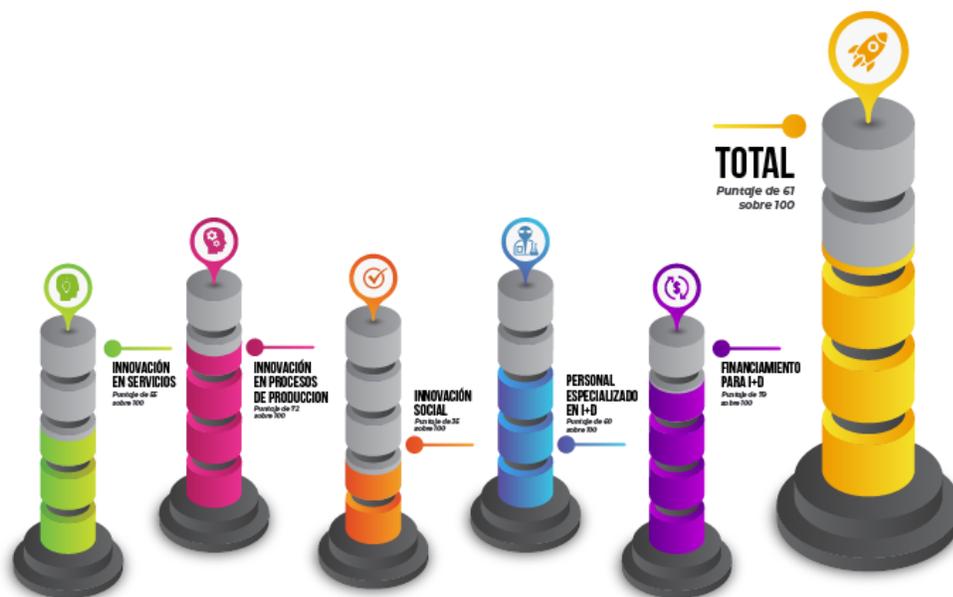


Figura 7: Ejemplo de gráfica de barras ranking para RIES



6. CONCLUSIONES

Según lo desarrollado en este proyecto final de graduación se puede concluir lo siguiente:

Existe evidencia sobre el interés de la comunidad científica en generar índices de innovación para países y empresas. La gran mayoría de estos estudios se enfocan en las capacidades innovativas que permiten alcanzar resultados de innovación. Esto implica que un índice que mida los resultados de innovación de las empresas no posea un gran desarrollo como materia de estudio por lo que se concluye que el estudio presentado en este informe es un aporte a búsqueda de nuevos métodos para obtener un índice cuantitativo de resultados de innovación.

La evidencia analizada permite afirmar que la técnica de análisis factorial se encuentra validada para generar modelos matemáticos que permitan la reducción de una gran cantidad de variables en distintos factores que permiten focalizar el interés analítico, en este caso de un ranking. El método de análisis factorial además nos permite correlacionar las variables y agruparlas en nuevas dimensiones, denominadas latentes, que permitan un estudio más rápido de las variables medidas.

Al realizar el análisis de la 10ª encuesta de innovación se obtuvo como resultado la validación del cuestionario ya que cumple con el ratio personas/ítem, esto implica que los resultados obtenidos en este informe fueron alcanzados mediante el uso de una base de datos confiable. Dentro de la misma temática también se concluye que es posible reducir los datos de un cuestionario mediante la naturaleza de las preguntas que lo componen y que un estudio cualitativo de las preguntas permiten acotar las dimensiones a estudiar.

Los resultados del análisis factorial realizados a las 15 preguntas agrupadas y seleccionadas permiten concluir que las respuestas de la 10ª encuesta de innovación se encuentran correlacionados entre sí y se logran agrupar en 3 factores que en un primer momento se pueden definir precisamente mediante la denominación asignada en este trabajo. Los nombres dados a los factores parten desde la definición de contenido de los

ítems y reactivos y son respaldados por la teoría estudiada, haciendo factible cualificarlos como factores de baja, media y alto impacto en el contexto de la innovación.

Como conclusión del proyecto se afirma que, mediante la identificación de los 3 factores y la categorización de uno de ellos como una dimensión de alta percepción de resultados de innovación, denominado ““Descriptores de innovación””, es posible construir un modelo que permite posicionar de acuerdo con el puntaje obtenido, a las empresas que participen de la encuesta.

Finalmente, este estudio consigue abrir una nueva área de investigación y plantea el desafío de un nuevo estudio con el fin de proponer la manera de puntuar cada una de las variables que conforman los factores determinados utilizando la metodología empleada en el presente trabajo.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Barajas, I. (2015). Análisis factorial con variables. Universidad de Valladolid.
- Blackman Jr., A., Seligman, E. J., & Sogliero, G. (1973). An innovation index based on factor analysis. *Technological Forecasting and Social Change* 4, 301-316.
- Brattstrom, A., Frishammar, J., Richtner, A., & Pflueger, D. (2018). Can innovation be measured? A framework of how measurement of innovation engages attention in firms. *Journal of Engineering and Technology Management* 48, 64-75.
- Brinca. (2019). *Ranking C3 de Creatividad e Innovación - Chile*. Brinca.
- Buesa, M., Heijs, J., & Baumert, T. (2010). The determinants of regional innovation in Europe: A combined factorial and regression knowledge production function approach. *Research Policy* 39, 722-735.
- Carayannis, E., & Provan, M. (2008). Measuring firm innovativeness: Towards a composite innovation index built on firm innovative posture. *Int. J. Innovation and Regional Development*, Vol. 1, No. 1, 90-107.
- Coombs, R., Narandren, P., & Richards, A. (1997). A literature-based innovation output. *Research Policy*, Vol. 25, No. 4, 403-413.
- Costa, S., Paéz, D., Gondim, S., Rodríguez, M., Mazzieri, S., Torres, A., . . . Jiménez, P. (2016). Percepción de innovación en las organizaciones. Percepción de innovación en organizaciones de España y Latinoamérica. *Universitas Psychologica*, 15(4).
- DeCoster, J. (1998). *Overview of Factor Analysis*. Obtenido de Stat-Help: <http://www.stat-help.com/notes.html>
- Diario Financiero. (12 de noviembre de 2019). Best Place To Innovate. *Diario Financiero*, págs. 25-27.
- Dinero. (8 de agosto de 2019). *Revista Dinero*. Obtenido de <https://www.dinero.com/empresas/articulo/cuales-son-las-30-empresas-mas-innovadoras-del-pais/275316>
- Fernandes Crespo, N., & Fernandes Crespo, C. (2016). Global innovation index: Moving beyond the absolute value of ranking with a fuzzy-set analysis. *Journal of Business Research* 69, 5265-5271.
- Gunday, G., Ulusoy, G., Kilic, K., & Alpkan, L. (2011). Effects of innovation types on firm performance. *Int. J. Production Economics* 113, 662-676.
- Gupta, A. (2009). *A Study of Metrics and Measures to Measure Innovation at Firm Level & at National Level*. Paris: Institut pour le Management de la Recherche et de l'Innovation.
- INSEAD, & WIPO. (2019). *The Global Innovation Index 2019: Creating Healthy Lives—The Future of Medical Innovation*. Ithaca, Fontainebleau, and Geneva.

- Kothari, C. (1985). *Research Methodology: Methods & Techniques*. New Delhi: New Age International (P) Limited, Publishers.
- Lorenzo-Seva, U., & Ferrando, P. (2012). TETRA-COM: A comprehensive SPSS program for estimating the tetrachoric correlation. *Behav Res* 44, 1191–1196.
- Matei, M., & Aldea, A. (2012). Ranking National Innovation Systems according to their technical efficiency. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 62, 968-974.
- Mejía Trejo, J. (2017). *Proyectos de investigación, análisis y discusión de los resultados, Tomo II: Las técnicas interdependientes*. Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas.
- Mora, H., Lucio, D., Albis, N., & Villareal, N. (2018). Caracterización de la dinámica innovadora y productiva de las Pymes manufactureras colombianas: un análisis descriptivo.
- Nunnally, J. (1978). *Psychometric Theory (2nd ed.)*. New York: McGraw-Hill.
- OECD. (2005). *Oslo Manual: Guidelines for collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition*. OECD Publishing.
- OECD. (2012). *Innovation for Development*. OECD.
- OECD. (2013). *La medición de la innovación: una nueva perspectiva*. Paris: OECD Publishing.
- Pallant, J. (2005). *SPSS survival manual : a step by step guide to data*. Allen & Unwin.
- Quinn, B. (5 de nov de 2015). Why Measuring Innovation Matters. Obtenido de <https://www.forbes.com/sites/brianquinn/2015/11/05/why-measuring-innovation-matters/#7f8f7ca56cd8>
- Raja, M. W., & Wei, S. (2014). Relationship between Innovation, Quality Practices and Firm Performance: A Study of Service Sector Firms in Pakistan. *Journal of Management Research* Vol 6. No 4., 124-140.
- Rajapathirana, R., & Hui, Y. (2017). Relationship between innovation capability, innovation type, and firm. *Journal of Innovation* 3, 44-55.
- Rejeb, H. B., Morel-Guimaraes, L., Boly, V., & Guillaume A., N. (2008). Measuring innovation best practices: Improvement of an innovation. *Technovation* 28, 838-854.
- Santarelli, E., & Piergiovanni, R. (1996). Analyzing literature-based innovation output indicators: the Italian experience. *Research Policy*, Vol. 25, No. 5., 698-712.
- Smith, K. (2005). Chapter 6: Measuring Innovation. En J. Fageberg, D. Mowery, & R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation* (págs. 148-177). Oxford.
- Taber, K. S. (diciembre de 2018). The Use of Cronbach's Alpha When Developing and Reporting Research Instruments in Science Education. *Research in Science Education*, 48, 1273 - 1296.

- Vilanova, J. (2012). Revisión bibliográfica del tema de estudio de un proyecto de investigación. *Radiología 54(2)*, 108-114.
- Vogt, D. (2013). *Innovation Perception from a Customer Perspective Recognition, Assessment, and Comprehension of Innovations*. St. Gallen: University of St. Gallen.
- Wonglimpiyarat, J. (2010). Innovation index and the innovative capacity of nations. *Futures 42*, 247-253.