

# Metodología para el análisis de problemas y limitaciones en emprendimientos universitarios

METHODOLOGY FOR THE ANALYSIS OF PROBLEMS AND LIMITATIONS IN UNIVERSITY ENTREPRENEURSHIPS

**ABSTRACT:** University entrepreneurship are typically a high risk activity due to several factors that influence their development, whether these are social, economic or technological. The lack of expertise by university entrepreneurs regarding methods, techniques and tools to achieve success is added to those factors. Therefore, the adequate definition of a complete strategy is important for increasing the chances for success and mitigate risk. However, university entrepreneurs do not always count on the necessary abilities and knowledge for a proper analysis, leading to bigger difficulties in the process for obtaining important information, as well as in the process of planning activities and the resources available. Regarding this issue, the training process of entrepreneurs requires of new tools, techniques and methods that enable them to foresee and assess problems, with the aim of diminishing risks in their future business projects. In this sense, this paper introduces a structured methodology for contextualizing and analyzing a university entrepreneurship, bearing in mind the real available resources of the entrepreneur. The prioritization of solutions that entrepreneurs may apply are taken into account as well based on the Theory of Inventive Problem-solving (TRIZ).

**KEYWORDS:** Entrepreneurship, universities, methodology, problems and conflicts.

METODOLOGIA PARA A ANÁLISE DE PROBLEMAS E LIMITAÇÕES EM EMPREENDIMENTOS UNIVERSITÁRIOS

**RESUMO:** Os empreendimentos universitários caracterizam-se por serem uma atividade de alto risco, devido ao elevado número de fatores que influem em seu desenvolvimento, sociais, econômicos ou tecnológicos. A esses fatores, soma-se a inexperiência dos empreendedores universitários na utilização de métodos, técnicas e ferramentas, que lhes permitam atingir o sucesso. Por isso, a definição adequada de uma estratégia é relevante, tendo em vista aumentar as possibilidades de sucesso de um empreendimento, além de ajudar a atenuar e diminuir o risco deste. No entanto, os empreendedores universitários nem sempre contam com as capacidades e o conhecimento necessários que lhes permita criar uma análise apropriada, o que traz como consequência uma maior dificuldade no processo de obtenção de informação relevante, bem como no planejamento de suas atividades e dos recursos que possui. Diante dessa problemática, o processo de ensino dos empreendedores requer novas ferramentas, técnicas e métodos que lhes permitam avaliar e antecipar problemas, com o fim de diminuir o risco futuro de seu empreendimento. Considerando essa premissa, este artigo apresenta uma metodologia estruturada, que tem como objetivo contextualizar e analisar um empreendimento universitário, mas levando em conta para isso os recursos reais que este possui, junto à priorização de soluções que os empreendedores possam aplicar, com base na Teoria de Resolução de Problemas Inventivos TRIZ.

**PALAVRAS-CHAVE:** empreendimento, universidades, metodologia, problemas e conflitos.

MÉTHODOLOGIE POUR L'ANALYSE DES PROBLÈMES ET DES LIMITATIONS DANS LES INITIATIVES UNIVERSITAIRES

**RÉSUMÉ:** Les initiatives universitaires sont en général des activités à haut risque, en raison du nombre élevé de facteurs qui déterminent leur développement, que ce soit social, économique ou technologique. À ces facteurs il faut ajouter le manque d'expérience des entrepreneurs universitaires en ce qui concerne l'utilisation des méthodes, des techniques et des outils qui leur permettent de réussir. Voilà pourquoi, la bonne définition d'une stratégie est pertinente afin d'augmenter les chances de succès d'une initiative, en outre d'aider à atténuer et réduire le risque qu'elle comporte. Cependant, les entrepreneurs universitaires ne disposent pas toujours des compétences et des connaissances nécessaires qui leur permettent de créer une analyse appropriée, ce qui se traduit par une plus grande difficulté dans le processus d'obtention des informations pertinentes, ainsi que dans la planification de leurs activités et des ressources dont ils disposent. Face à ce problème, le processus d'enseignement pour les entrepreneurs exige de nouveaux outils, techniques et méthodes, pour évaluer et anticiper les obstacles, afin de réduire le risque futur de leur initiative. En partant de cette prémisses, cet article présente une méthodologie structurée qui vise à replacer dans son contexte et à analyser une initiative universitaire, mais en tenant compte, pour ce faire, des ressources réelles qu'elle possède, ainsi que la priorité des solutions que les entrepreneurs peuvent mettre en œuvre, sur la base de la théorie de la résolution des problèmes inventifs (TRIZ).

**MOTS-CLÉ:** Initiative, universités, méthodologie, problèmes et conflits.

**CORRESPONDENCIA:** Christopher Nikulin Chandia. Avenida España 1680, Departamento de Industrias, Carrera en Ingeniería en Diseño de Productos, Edificio Matta N.º 220. Valparaíso, Chile.

**CITACIÓN:** Nikulin Chandia, C., Viveros, P., Dorochesi, M., Crespo Márquez, A., & Lay Bobadilla, P. F. (2017). Metodología para el análisis de problemas y limitaciones en emprendimientos universitarios. *Innovar*, 27(63), 91-106. doi: 10.15446/innovar.v27n63.60669.

**ENLACE DOI:** <https://doi.org/10.15446/innovar.v27n63.60669>.

**CLASIFICACIÓN JEL:** J62, M12, I23.

**RECIBIDO:** Agosto 2014, **APROBADO:** Agosto 2015.

*Christopher Nikulin Chandia*

Ph. D. en Ingeniería Mecánica  
Universidad Técnica Federico Santa María  
Valparaíso, Chile  
Correo electrónico: christopher.nikulin@usm.cl  
Enlace ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4422-7680>

*Pablo Viveros Gunckel*

Magíster en Gestión de Activos y Mantenimiento  
Universidad Técnica Federico Santa María  
Valparaíso, Chile  
Universidad de Sevilla  
Sevilla, España  
Sistemas Inteligentes de Mantenimiento  
Correo electrónico: pablo.viveros@usm.cl  
Enlace ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8898-5278>

*Mario Dorochesi Fernandois*

Magíster en Innovación Tecnológica y Emprendimiento  
Universidad Técnica Federico Santa María  
Valparaíso, Chile  
Grupo de Investigación en Diseño  
Correo electrónico: mario.dorochesi@usm.cl  
Enlace ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4737-9279>

*Adolfo Crespo Márquez*

Ph. D. en Ingeniería Industrial  
Universidad de Sevilla  
Sevilla, España  
Sistemas Inteligentes de Mantenimiento  
Correo electrónico: adolfo@etsi.us.es  
Enlace ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2027-7096>

*Patrick Lay Bobadilla*

Ingeniero Civil  
Universidad Técnica Federico Santa María  
Valparaíso, Chile  
Correo electrónico: patrick.lay@alumnos.usm.cl  
Enlace ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5156-5819>

**RESUMEN:** Los emprendimientos universitarios se caracterizan por ser una actividad de alto riesgo, debido al elevado número de factores que influyen en su desarrollo, ya sean sociales, económicos o tecnológicos. A estos factores, se suma la inexperiencia de los emprendedores universitarios en la utilización de métodos, técnicas y herramientas, que les permitan alcanzar el éxito. Por ello, la definición adecuada de una estrategia es relevante, con miras a aumentar las posibilidades de éxito de un emprendimiento, además de ayudar a atenuar y disminuir el riesgo de este. Sin embargo, los emprendedores universitarios no siempre cuentan con las capacidades y el conocimiento necesario que les permita crear un análisis apropiado, lo que trae como consecuencia una mayor dificultad en el proceso de obtención de información relevante, así como en la planificación

de sus actividades y de los recursos que posee. Frente a esta problemática, el proceso de enseñanza de los emprendedores requiere de nuevas herramientas, técnicas y métodos que les permitan evaluar y anticipar problemas, con el fin de disminuir el riesgo futuro de su emprendimiento. Teniendo en cuenta esta premisa, este artículo presenta una metodología estructurada, que tiene como objetivo contextualizar y analizar un emprendimiento universitario, pero teniendo en cuenta para ello los recursos reales que este posee, junto a la priorización de soluciones que los emprendedores puedan aplicar, con base en la teoría de resolución de problemas de inventiva.

**PALABRAS CLAVE:** emprendimiento, universidades, metodología, problemas y conflictos.

### Introducción

Las instituciones universitarias se han visto en la necesidad de potenciar el emprendimiento de sus alumnos, con el fin de validar la investigación y fomentar las posibilidades de negocios, asociados a estas actividades (Stuart y Ding, 2006). Los emprendimientos universitarios son iniciativas emprendedoras que surgen del ámbito universitario (Ortín, Salas, Trujillo y Vendrell, 2008). Diversos factores influyen en la generación de un emprendimiento; Rothaermel, Agung y Jiang (2007), por ejemplo, realizan un análisis taxonómico para entender el marco teórico de un emprendimiento universitario, teniendo como punto de partida la universidad y la transferencia tecnológica dentro de la misma, los financiamientos internos que promueve la institución para la ejecución del emprendimiento y su conexión con el entorno a través de la creación de redes de contacto. En una descomposición más detallada, los factores asociados a un entorno factible para un emprendimiento exitoso se basan en varios factores: incentivos del sistema o entorno, estatus del emprendimiento, tecnología, roles y actividades a realizar, cultura del emprendimiento, políticas de protección de propiedad intelectual o patentes, políticas gubernamentales, motivación del emprendedor, ubicación, industria, redes de contactos y experiencia (Rothaermel *et al.*, 2007). En un análisis más detallado, Di Gregorio y Shane (2003) examinan el número de licencias asociadas a emprendimientos universitarios, en donde obtienen que los inversionistas están más interesados en seleccionar universidades con un alto nivel de investigación para la creación de emprendimientos, pero estos son más exitosos donde el emprendedor-universitario tiene poca o escasa participación en la gestión del emprendimiento; como resultado de la investigación, los emprendimientos-universitarios más efectivos son aquellos gestionados por personas externas. Por su parte, Kacperczyk (2013) señala cómo el entorno social fomenta el emprendimiento universitario; no obstante, a causa de la poca experiencia de los emprendedores universitarios, el riesgo sigue siendo una variable que limita la inversión (por ejemplo, el 63% de los emprendimientos

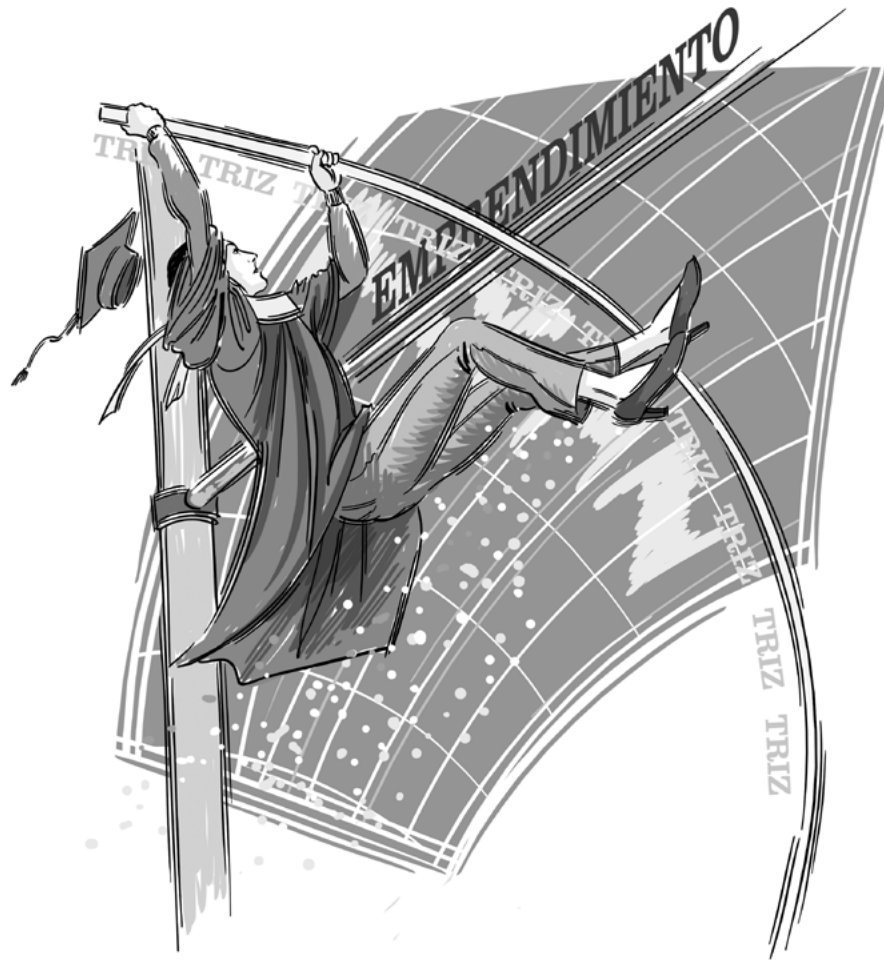
latinoamericanos es motivado por la oportunidad que ofrece el entorno, que es menor si se compara con países desarrollados, en los que alcanza alrededor de un 80% (Larroulet y Couyoumdjian, 2009).

Según Solesvik, Westhead, Matlay y Parsyck (2013), los estudiantes con mayor entendimiento del riesgo tienen una mayor oportunidad de ser emprendedores y, a la vez, este entendimiento fortalece el desarrollo de emprendimientos universitarios entre los estudiantes. En general, todos los emprendedores inician sus empresas con la intención de ser exitosos, pero pocos emprendimientos superan los primeros años en el mercado. Esto se debe principalmente al poco conocimiento de métodos que permitan evaluar distintos escenarios, así como al respectivo riesgo asociado a cada una de sus decisiones.

Blenker, Dreisler, Færgemann y Kjeldsen (2013) presentan un número considerable de debilidades para los emprendedores en el sistema de enseñanza universitaria, que requiere de nuevos métodos, así como de modelos pedagógicos y didácticos que sean adecuados para la innovación y el emprendimiento. Rideout y Gray (2013) realizan un análisis para entender si las universidades son capaces de producir emprendedores, cuyos resultados son parcialmente positivos, advirtiendo, sin embargo, que la etapa educacional del emprendedor universitario aún sigue en un estado inicial de desarrollo. En efecto, uno de los grandes problemas que deben enfrentar los emprendimientos universitarios está asociado a la limitación de recursos, ya sean financieros, de mano de obra o de redes de contacto, entre otros. Para afrontar estas limitaciones, usualmente los emprendedores hacen uso de métodos de análisis basados en estrategias de negocios (Blackburn y Ram, 2006). Con este tipo de análisis, los emprendedores universitarios logran definir sus objetivos y una dirección a seguir, pero la ejecución y realización de estos puede verse afectado en la práctica, por la no anticipación de conflictos o problemas que pueden poner en riesgo el emprendimiento.

Ordenar y analizar los recursos disponibles en un emprendimiento puede fomentar y mejorar la ejecución de una estrategia. Para ello, existen diversos tipos de métodos y herramientas que permiten estructurar el conocimiento, la información y los recursos para alcanzar los objetivos del emprendimiento. Pero la complejidad del proceso de aprendizaje para emprendedores requiere de nuevos métodos capaces de guiar a los emprendedores en la correcta toma de decisiones y que les entregue la oportunidad de aumentar las posibilidades de éxito, así como anticipar y controlar el riesgo en sus actividades planificadas.

En un contexto donde los métodos basados en prueba y error pueden causar pérdidas monetarias considerables, o



en el peor de los casos el cierre de los emprendimientos, se hace evidente la necesidad de métodos que soporten la ejecución de estrategias y la distribución de recursos disponibles, además de apoyar el proceso de identificación de potenciales problemas y limitaciones que puedan poner en riesgo el emprendimiento universitario. Bajo esta perspectiva, los métodos de resolución de problemas tienen un papel fundamental para mejorar las capacidades de análisis de un emprendedor, considerando distintos aspectos, tanto técnicos como organizacionales, que deben aumentar las probabilidades de éxito del emprendimiento y disminuir el riesgo latente. Esta última condición ha aumentado el interés por métodos tales como la teoría de resolución de problemas (TRIZ), más específicamente por su reciente evolución —i. e., combinación de la teoría del pensamiento poderoso y la teoría de resolución de problemas de inventiva (OTSM-TRIZ)—, cuyas herramientas proveen un análisis del contexto de una situación conflictiva, además de considerar los recursos disponibles para enfrentarlos, disminuyendo y controlando así el riesgo en la ejecución y

puesta en práctica de una solución (Khomenko, De Guio y Cavallucci, 2009).

Con esta premisa, este artículo presenta una metodología estructurada que permite declarar el contexto de un emprendimiento según los recursos reales que este posee, así como la priorización de soluciones a los posibles problemas que puedan ser implementadas a corto y mediano plazo. Para lograr este objetivo, en la sección 2, se presenta el estado del arte respectivo, para entender las herramientas sobre las que se sustenta la metodología. En la sección 3, se encuentra una descripción detallada de la metodología y actividades que deben ser desarrolladas en cada uno de los pasos propuestos. En la sección 4, se presenta un caso de estudio, con el objetivo de validar la funcionalidad de la metodología propuesta en un emprendimiento real. Finalmente, se discute sobre algunos factores relevantes de la propuesta, para luego terminar con las conclusiones y recomendaciones de la metodología y el caso de estudio desarrollado.

## Marco teórico y descripción de herramientas para una metodología que apoye a los emprendedores

En esta sección, se describen las herramientas teóricas esenciales para el desarrollo de la metodología propuesta por los autores. Dado que esta metodología se basa principalmente en el análisis del contexto del emprendimiento, así como en posibles soluciones que pueden aparecer durante el proceso de análisis, la descripción de las herramientas está especialmente focalizada en la resolución y jerarquización de problemas. Con esta lógica, primero se describe la TRIZ y, luego, su posterior evolución en OTSM-TRIZ. Finalmente, se presentan las herramientas de jerarquización para la selección y priorización de soluciones u oportunidades para apoyar el proceso de decisión de los emprendedores.

### Métodos de resolución de problemas

Altshuller (1984) diseñó la TRIZ, basándose en la observación de patentes y su evolución a través del tiempo. La base fundamental de este método radica en la formulación de contradicciones [una contradicción (Altshuller, 1999) es un enfrentamiento entre dos aspectos conflictivos en un mismo sistema, que debe vencerse para lograr un mejoramiento sustancial de este (Arzate y Maldonado, 2004)]. En tal sentido, la formulación de contradicciones es el inicio de su proceso resolutivo. Actualmente, la TRIZ ha evolucionado y no solo es efectivo en problemas técnicos, sino que también presenta la posibilidad de ser usado para resolver problemas de carácter multidisciplinario y organizacional. La evolución de la TRIZ ha dado origen a la teoría de pensamiento poderoso y también a una posterior conocida como OTSM-TRIZ (Khomenko y Ashtiani, 2007). Esta evolución hace que la TRIZ sea integrable a nuevas áreas del conocimiento, como, por ejemplo, en el análisis de la cadena de suministros (Nikulin, Graziosi, Cascini, Araneda y Minutolo, 2013) y con herramientas de análisis causa raíz (Nikulin, Cascini, Viveros, Stegmaier, y Barbera, 2013).

OTSM-TRIZ permite hacer análisis de problemas más profundos y detallados. Las herramientas más relevantes para la metodología propuesta corresponden a la red de problemas (RDP) y la red de contradicciones (RDC); la primera corresponde al *input* de la segunda, dado que desde la RDP deben obtenerse las contradicciones que conformarán la RDC. En la siguiente sección se detalla cada una de ellas, así como la forma en que se relacionan.

### Red de problemas y red de contradicciones

La RDP es un diagrama que muestra la situación actual del sistema o empresa analizada, con el propósito de solucionar o mejorar algún aspecto de este. También es utilizada para entender el riesgo durante el proceso de generación de soluciones, anticipando potenciales problemas y ayudando a mitigarlos (Nikulin *et al.*, 2013). Así, la RDP se representa a través de nodos, donde cada uno de ellos puede representar un problema (PB) o una solución parcial (PS). Desde esta perspectiva, es posible establecer que dicha solución parcial puede obtenerse a través de TRIZ clásico o alguna otra herramienta para la resolución de problemas (Khomenko y Kucharavy, 2002). La línea que une cada PB con una PS representa un nexo causal (figura 1). La ventaja de la RDP es que permite generar y visualizar varios escenarios al mismo tiempo, entregando una visión más amplia a los emprendedores. Por otro lado, una vez determinado el contexto con sus respectivos PB y PS, la RDP utiliza la red de contradicciones (RC), en la que se representan los conflictos específicos entre aquellos parámetros que afectan la situación actual. Para la aplicación de la RDC se deben distinguir dos tipos de parámetros: los parámetros de control (PC), que son aquellos que pueden ser modificados en la práctica de forma directa, y los parámetros de evaluación (PE), que son aquellos afectados según las modificaciones realizadas a los PC (Khomenko, De Guio, Lelait, y Kaikov, 2007). La figura 2 muestra la estructura de una contradicción, basado en OTSM-TRIZ, en la que el aumento del valor del PC genera un efecto positivo sobre el PE del elemento Y, pero a la vez genera un efecto negativo sobre el PE del elemento X y viceversa. A su vez, los PE permiten medir y evaluar el impacto de las decisiones que pudieran tomarse en los distintos escenarios. En la figura 1 se observa el esquema básico de la RDP, mientras que en la figura 2 se muestra el modelo de contradicción donde se identifica el elemento del problema y sus respectivos PC y PE.

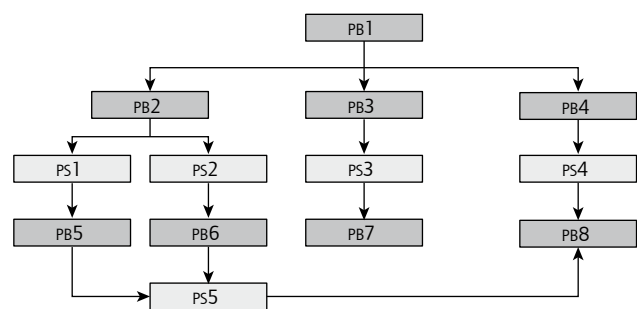


Figura 1. Esquema de la red de problemas, en el cual PB son los problemas o subproblemas, y ps, las soluciones parciales. Fuente: Nikulin *et al.* (2013).

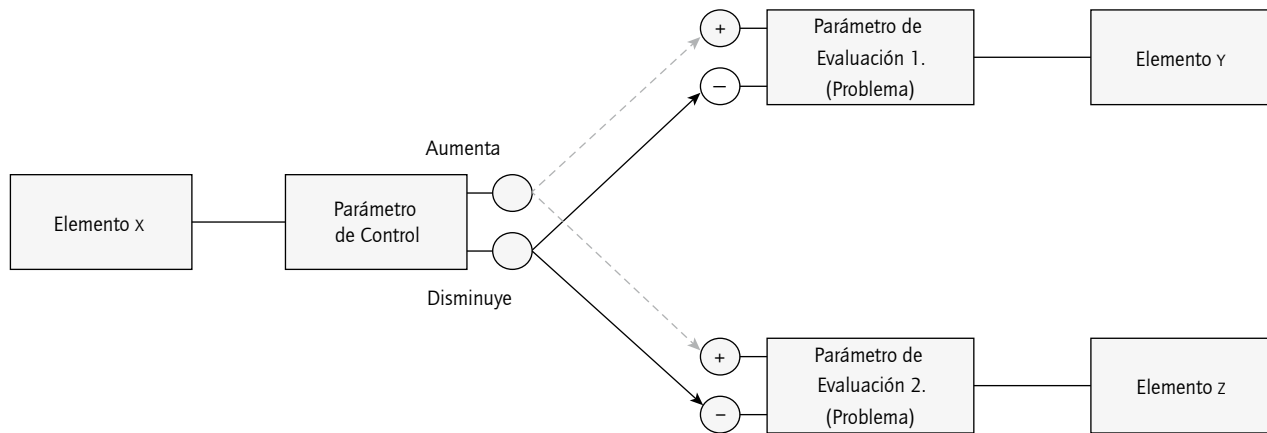


Figura 2. Esquema básico de contradicción para la red de contradicción en OTSM-TRIZ. Fuente: Baldussu, Becattini y Cascini (2011).

### **Resolución de contradicciones mediante la aplicación de la teoría de resolución de problemas de inventiva**

La TRIZ posee distintas herramientas para solucionar un problema cuando este es descrito en términos de contradicciones (Altshuller, 1984). No obstante, en el contexto del artículo, el foco se encuentra en utilizar herramientas específicas, tales como los principios de separación, que ayudan en el proceso de síntesis para resolver problemas técnicos y administrativos (Ruchti y Livotov, 2001; Stratton y Warburton, 2003). Los cuatro principios de separación esenciales para este artículo se describen a continuación:

- **Separación en espacio:** si algo es conflictivo en términos de espacio, se deben separar los parámetros en conflicto, con el objetivo de que ambos puedan cumplir sus funciones sin los efectos negativos que esto implicaría.
- **Separación en tiempo:** los parámetros que están en conflicto pueden ser separados por un intervalo de tiempo; así, ambos pueden operar en tiempos diferentes, sin sus consecuentes efectos negativos.
- **Separación entre el todo y sus partes:** los parámetros en conflicto pueden ser separados a través de la distinción o diferenciación de las propiedades del todo y de sus partes.
- **Separación bajo condición:** los parámetros en conflicto pueden separarse cambiando las condiciones predeterminadas de trabajo. Por ejemplo, una solución puede tener un efecto positivo en una condición específica, pero negativo en otra.

### **Proceso de análisis jerárquico**

Dado que en la aplicación de la RDP se puede desplegar un gran número de contradicciones, esta situación puede

causar que el número de variables sea difícil de gestionar en la práctica del proceso emprendedor y, como consecuencia de ello, el proceso de toma de decisiones podría verse perjudicado, por lo que es recomendable y necesario integrar la TRIZ con métodos de jerarquización, entendiendo que se deben focalizar los esfuerzos en los problemas más críticos que los emprendedores deban enfrentar. El análisis jerárquico (más conocido como AHP, por su sigla en inglés) soporta la toma de decisiones a través de la cuantificación de parámetros bajo análisis (Saaty, 1980). Este procedimiento ha sido ampliamente utilizado para asistir a numerosos agentes corporativos y gubernamentales en la toma de decisiones (Díaz, Fernández y Márquez, 2011). El proceso de análisis jerárquico presenta varias ventajas en su aplicación, dado que considera tanto evaluaciones cuantitativas de la situación problemática, como juicios subjetivos de los expertos o de quienes están tomando la decisión (Saaty y Vargas, 1982). El AHP ayuda a organizar la información de una gráfica con ponderaciones, así como prioriza, descompone, analiza y sintetiza los datos disponibles, permitiendo obtener un entendimiento profundo del problema (Saaty, 2008). Para la aplicación de AHP, lo primero que se debe hacer es definir los criterios con los que se medirá cada alternativa en consideración. Estos criterios deben ser transversales para todas las alternativas y pueden escogerse un número indeterminado de estos. En la matriz de decisiones, se sintetizan los juicios, preferencias y ponderaciones de un criterio por sobre otro, con base en el juicio de los tomadores de la decisión. En el primer caso, en el cual se define la relevancia de cada criterio por sobre el otro, básicamente se debe responder cuán preferible es un criterio por sobre el otro; una vez hecho esto con los criterios, debe hacerse el mismo ejercicio entre cada alternativa en consideración, pero bajo la perspectiva de un solo criterio a la vez. En otras palabras, si se ha escogido  $n$  criterios, la cantidad de matrices pareadas debe ser  $n+1$ ;



para ello, se puede utilizar la escala de evaluación establecida por Saaty (2008), que se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1.**  
*Escala de comparaciones pareadas.*

Escala de Saaty		Escala recíproca de Saaty	
1	Igual importancia entre ambos elementos	1	Igual importancia entre ambos elementos
3	Débil importancia de un elemento sobre otro	1/3	Débilmente menos importante un elemento sobre otro
5	Moderada importancia de un elemento sobre otro	1/5	Menos importancia de un elemento sobre otro
7	Fuerte importancia de un elemento sobre otro	1/7	Mucho menos importancia de un elemento sobre otro
9	Importancia absoluta de un elemento sobre otro	1/9	Absolutamente menos importante un elemento sobre otro
2, 4, 6, 8	Valores intermedios	1/2, 1/4, 1/6, 1/8	Valores intermedios

Fuente: Saaty (2008).

Los resultados de las comparaciones entre criterios son analizados a través de la matriz de comparaciones pareadas, como se representa en la tabla 2. Esta matriz plantea que si la evaluación para la alternativa "i" con respecto a la alternativa "j" bajo el criterio "k" es "a", entonces debe cumplirse necesariamente que la evaluación de la alternativa "j", con respecto a la alternativa "i", bajo el criterio "k" sea "1/a", como resultado se obtiene la matriz de comparaciones pareadas (tabla 2).

**Tabla 2.**  
*Matriz de comparaciones pareadas\*.*

Criterios (K)	Alternativa <sub>1</sub>	Alternativa <sub>2</sub>	...	Alternativa <sub>i</sub>
Alternativa <sub>1</sub>	1	a <sub>12</sub>	...	a <sub>1i</sub>
Alternativa <sub>2</sub>	1/a <sub>12</sub>	1	...	a <sub>2i</sub>
...	...	...	1	...
Alternativa <sub>j</sub>	a <sub>21</sub>	...	1/a <sub>2i</sub>	1

Nota. \* Debe cumplirse que a<sub>ij</sub> \* a<sub>ji</sub> = 1

Fuente: Saaty (2008).

Una vez obtenida la matriz pareada, se procede a realizar su normalización para obtener los resultados ponderados globales de cada alternativa según los criterios escogidos.

Los resultados obtenidos a través de la aplicación de esta herramienta están directamente ligados a la consistencia

de las priorizaciones establecidas en la formulación de la matriz de comparaciones pareadas. Es importante entender que existen juicios subjetivos y valoraciones relativas entre las diferentes alternativas, siendo muy probable la existencia de algún grado de inconsistencia o resultados no confiables. La forma de medir este grado de inconsistencia es a través del índice de consistencia (IC), expresado en la ecuación 1 (Saaty, 1987).

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{(n - 1)} < 0,1 \tag{1}$$

En la ecuación 1, λ<sub>max</sub> corresponde al mayor eigen-valor positivo que da solución a la matriz presentada en la tabla 1. Posteriormente, el valor del IC debe ser corroborado con los valores del índice de consistencia aleatorio (IA), propuesto por Saaty (1987). Finalmente, el ratio o razón de consistencia (RC) es calculado de la división entre IC e IA (RC = IC / IA). El valor final de RC, debe ser examinado de acuerdo a los siguientes criterios:

- i) RC = 0: la matriz es consistente, por lo tanto, el juicio de priorización es válido.
- ii) RC < 0,1: la matriz tiene algunas inconsistencias admisibles por el equipo evaluador.
- iii) RC > 0,1: la matriz no es consistente, por lo que los juicios de priorización no son válidos y deben ser reformulados.

Finalmente, con la evaluación del indicador RC, se corrobora la consistencia del proceso de priorización, y este índice debe analizarse para cada matriz pareada del proceso.

### Metodología propuesta

La metodología propuesta en este artículo tiene como finalidad proveer un análisis estructurado paso a paso, para enfrentar las limitaciones que pueden afectar a los emprendedores al momento de ejecutar sus estrategias, permitiéndoles analizar el contexto inicial, así como los recursos y conflictos asociados a la ejecución de estas, además de generar potenciales soluciones u oportunidades para el logro de sus objetivos. Como consecuencia, el riesgo asociado al emprendimiento debiera disminuir. Para esto, el modelo se sustenta en métodos de resolución de problemas (OTSM-TRIZ), así como en herramientas de priorización como es el método AHP, aplicable en la jerarquización de los problemas. A continuación, se presenta la metodología que consta de seis pasos estructurados (figura 3).

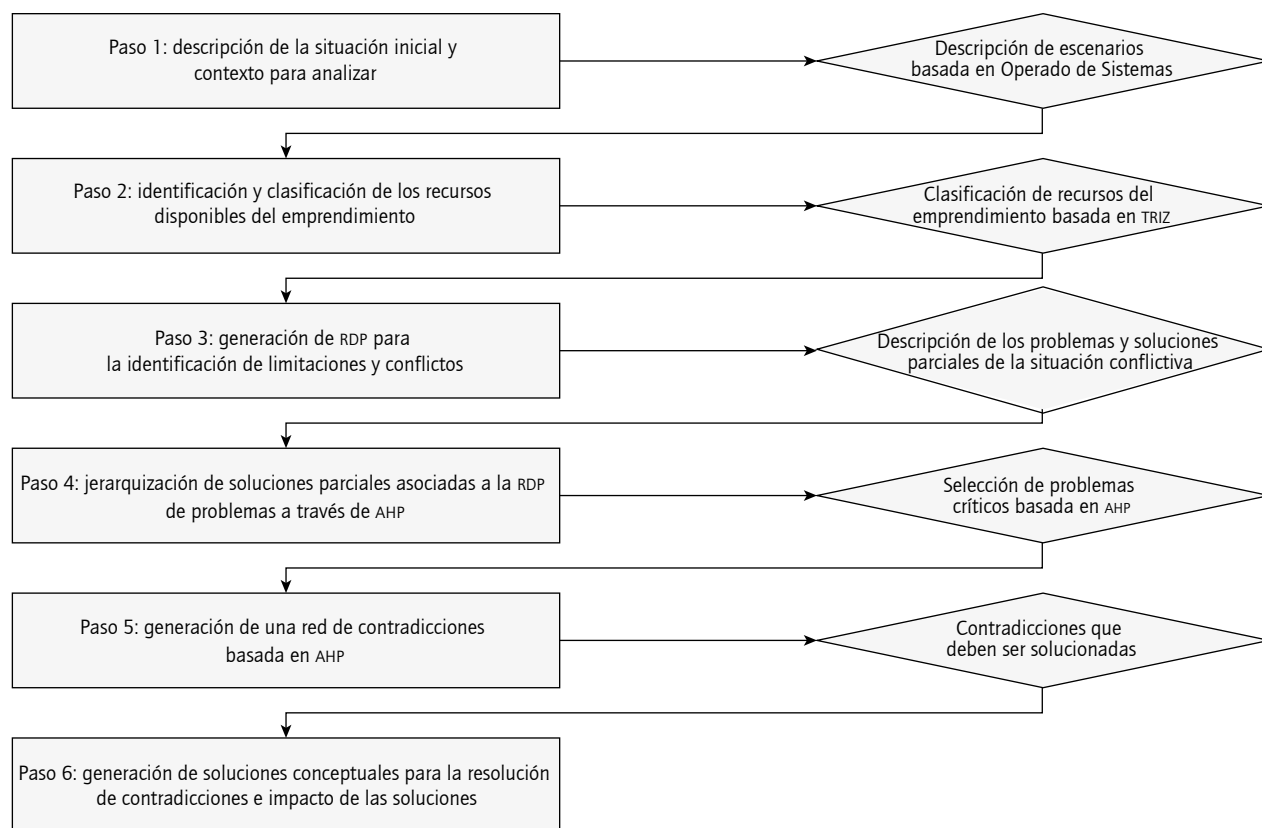


Figura 3. Paso a paso de la metodología para el análisis de problemas y limitaciones en emprendimientos universitarios. Fuente: elaboración propia.

### Paso 1: descripción de la situación inicial y contexto para analizar

Los emprendedores deben describir la situación actual, que corresponde al escenario en el cual se encuentran y sobre el cual van a tomar decisiones. En este paso, deben definirse las limitaciones o problemas a los que se han enfrentado durante el desarrollo del emprendimiento. Para esto, se utiliza el modelo operador de sistema (os), como herramienta de análisis del contexto, que pertenece a la metodología TRIZ y que permite obtener un análisis completo de la situación en distintos niveles, tales como sistema, supersistema y subsistema (Altshuller, 1984; Nikulin *et al.*, 2013). A continuación, se establecen las etapas para desarrollar este análisis.

1. Establecer la limitación o limitaciones del emprendimiento relacionado a diferentes contextos, ya sea técnico, económico, social o medio ambiental (Kucharavy y De Guio, 2008).
2. Identificar el subsistema y supersistema al que afecta la limitación o conflicto (Kucharavy y De Guio, 2008).
3. Identificar las etapas futuras y pasadas asociadas a la limitación o conflicto.

4. Proponer una síntesis general de cada una de las ventanas del modelo os.

### Paso 2: identificación y clasificación de los recursos disponibles del emprendimiento

En este paso, se requiere que los emprendedores establezcan los recursos disponibles para afrontar la situación anteriormente descrita. Esta clasificación provee la base para la búsqueda de soluciones parciales y para la resolución de contradicciones. Los recursos, según la metodología TRIZ, deben clasificarse de la siguiente manera:

- **Material:** hace referencia a todo tipo de materia prima, productos semiterminados, materiales manufacturados (por ejemplo: equipos tecnológicos pertenecientes a la planta de producción), material de descarte, etc. De manera más general, considera cualquier tipo de producto manufacturado que pueda ser catalogado como recurso.
- **Energía:** se refiere a cualquier tipo de energía que provenga tanto en forma interna como externa a la compañía. Se puede considerar en este apartado la energía humana, en caso de que se esté utilizando solo el uso de fuerza física.

- **Información:** es acerca de cualquier tipo de información perceptible del sistema (por ejemplo, propiedades del sistema y sus cambios, información temporal, etc.). También puede clasificarse la información proveniente del recurso humano, cuando este aporta con su conocimiento y creatividad.
- **Tiempo:** se refiere a cualquier intervalo de tiempo relevante para la situación actual (trabajos preliminares, trabajo programado, procesos paralelos, pausas, etc.).
- **Espacio:** hace referencia a cualquier espacio o recinto no utilizado y disponible para la empresa o su entorno.

### Paso 3: generación de red de problemas para la identificación de limitaciones y conflictos

El tercer paso corresponde a la generación de la RDP, en la que se visualiza de manera integral la(s) situación(es) descrita(s) en el paso 1, además de establecer los distintos escenarios de la situación. A continuación, se mencionan las etapas que integran dicho paso:

1. Identificar un problema específico o la situación de mejora que se desea respecto al paso 1.
2. Generar una lista de problemas y soluciones parciales, graficándolas en orden lógico o jerárquico. No se pueden repetir problemas ni soluciones parciales en el diagrama; en caso de ocurrir esto, solo se debe vincular con una flecha. Si se reconoce algún nuevo problema, los emprendedores deberán buscar la solución parcial para superarlo. A su vez, se deberá evaluar la generación de nuevos problemas, a raíz de la solución parcial encontrada.
3. Para cada solución encontrada, deben identificarse los PC y los PE, que ayudarán a la creación de la RDC (Cavallucci y Khomenko, 2007).

### Paso 4: jerarquización de soluciones parciales asociadas la RDP a través de AHP

El objetivo de la jerarquización es enfocar los esfuerzos de solución de contradicciones en aquellas que sean relevantes para los emprendedores, según sus criterios. De este modo, se establecen las siguientes etapas:

1. Definir los criterios o subcriterios bajo los que serán medidas y jerarquizadas las soluciones. Pueden definirse  $n$  criterios, que pueden ser cualitativos o cuantitativos.
2. Identificar y entender las alternativas de evaluación.
3. Definir escalas estandarizadas, para cada uno de los criterios a aplicar sobre las soluciones bajo análisis.

4. Evaluación de cada una de las posibles soluciones, para cada criterio definido en el paso 1.
5. Cuantificar el peso de cada uno de los criterios. Para esto, se deben realizar comparaciones de pares, para cada criterio y subcriterio, construyendo la matriz de correlaciones entre cada criterio, según su importancia, con el objetivo de generar parámetros que entreguen información acerca del grado de importancia de cada criterio.
6. Determinar la consistencia respecto al grado de importancia asignado a cada criterio.
7. Analizar los juicios utilizados durante la comparación, realizada a través de una normalización, y así obtener las prioridades (eigen-valores).
8. Obtener el *ranking* global de soluciones parciales, multiplicando la matriz de prioridades (matriz con los juicios normalizados de cada solución para cada criterio) y la matriz de comparaciones pareada de dichos criterios.

### Paso 5: generación de una red de contradicciones basada en AHP

Una vez obtenida la jerarquización de las soluciones, es posible identificar cuáles de ellas son las más relevantes, de acuerdo con el contexto del emprendedor. A partir de ello, se confecciona la RDC, teniendo en cuenta los PC y PE. Cada PE se puede vincular a un subproblema de la red, lo que permite visualizar dos hechos relevantes: el impacto cuando varían los PC y el modo como se relacionan con los otros subproblemas de la red. El resultado de este paso debe ser una RDC debidamente construida, de acuerdo al *ranking* entregado por el AHP. Las etapas para ello son las siguientes:

1. Agrupar las soluciones de acuerdo al *ranking* (más relevantes, menos relevantes).
2. Crear la RDC a partir de los grupos de solución.
3. Asociar cada parámetro de evaluación, con el subproblema que le corresponda.

### Paso 6: generación de soluciones conceptuales para la resolución de contradicciones e impacto de las soluciones

El propósito de este paso es superar las contradicciones planteadas en la RDC del paso 5, a través del uso de los principios de separación previamente descritos. El resultado de este paso debe ser la obtención de soluciones conceptuales, según el contexto del emprendimiento. Dado que TRIZ proporciona soluciones genéricas, es importante que la solución se adecúe al contexto del emprendimiento.



Además, es importante usar de la mejor forma posible los recursos disponibles (Altshuller, 1984). Existen varios índices para evaluar las soluciones; no obstante, es recomendable utilizar los PE como índices de impacto, como es el caso propuesto en Nikulin *et al.* (2013), ya que estos indicadores están mayormente relacionados al problema en estudio.

### Caso de estudio: aplicación para un emprendimiento universitario

En esta sección, se presenta un caso de estudio real para validar la funcionalidad de la metodología propuesta. Este caso consiste en un emprendimiento universitario desarrollado en la región de Valparaíso, en Chile. La propuesta de los emprendedores está relacionada a la industria del *software*, específicamente al desarrollo de plataformas para la creación de prototipos virtuales. La empresa fue

financiada inicialmente por el Gobierno de Chile, con un monto aproximado de 25.000 USD para el inicio de sus actividades. Actualmente, la empresa se encuentra activa, pero con dificultades a causa del poco crecimiento de mercado que han experimentado. El objetivo de aplicar la metodología descrita apunta, entonces, a encontrar nuevas oportunidades de desarrollo que permitan a la empresa seguir vigente en el mercado.

#### Paso 1: descripción de la situación inicial y el contexto que se analiza.

Actualmente, la empresa se encuentra en la etapa cúlmine de elaboración de su primer simulador virtual, que corresponde a un sistema de puente grúa, y que tiene como objetivo facilitar el entrenamiento y aprendizaje sobre este tipo de máquinas a operadores de faenas mineras. Las

Tabla 3.  
*Esquema básico del sistema operador (os).*

Nivel del os	Pasado (2011)	Presente (2014)	Futuro esperado (2017)
Industria nacional de Chile y su relación con el desarrollo de prototipo virtual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Las empresas nacionales no usan simuladores virtuales.</li> <li>b) Los simuladores sofisticados solo son adquiridos por las grandes compañías.</li> <li>c) La oferta de simuladores de realidad virtual nacional es baja.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Las empresas nacionales no utilizan actualmente simuladores virtuales.</li> <li>b) Los simuladores sofisticados solo son adquiridos por las grandes compañías.</li> <li>c) Existe una baja oferta de simuladores de realidad virtual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Las empresas comienzan a utilizar simuladores de realidad virtual</li> <li>b) Los simuladores empiezan a ser adquiridos por compañías de distinto tamaño.</li> <li>c) Mayor flexibilidad en la oferta de simuladores.</li> </ul>
Emprendimiento universitario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>d) Participantes de la empresa adquirían experiencia sobre simuladores.</li> <li>e) Participación en programas de publicidad interactiva.</li> <li>f) Existía un modelo de negocios simple y claro ligado a la publicidad interactiva.</li> <li>g) La toma de decisiones solo dependía del grupo emprendedor.</li> <li>h) El grupo emprendedor solo tuvo un cliente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>d) Pequeña empresa dependiente de fondos gubernamentales.</li> <li>e) Rubro principal asociado a <i>software</i> de simulación, principalmente de realidad virtual.</li> <li>f) Empresa de <i>software</i> sin un modelo de negocios definido.</li> <li>g) La toma de decisiones de la empresa no es independiente, depende de la incubadora.</li> <li>h) La compañía no tiene clientes actualmente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>d) Empresa autosuficiente para la gestión de sus propios costos empresariales.</li> <li>e) Diversificación del <i>software</i> asociado a simulación.</li> <li>f) El modelo de negocios será estable y totalmente definido.</li> <li>g) La toma de decisiones dependerá solo de la propia compañía.</li> <li>h) La compañía tendrá una cartera de clientes definida</li> </ul>
Grupos de trabajo dentro del emprendimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) El grupo emprendedor está compuesto por dos estudiantes de ingeniería en informática y uno de ingeniería industrial.</li> <li>j) No existe fuerza de venta.</li> <li>k) Los integrantes del equipo hacían todo tipo de tareas.</li> <li>l) No existe unidad comercial dentro del grupo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) La empresa está constituida por cinco ingenieros informáticos y un ingeniero industrial a medio tiempo.</li> <li>j) Fuerza de venta no establecida actualmente.</li> <li>k) Las unidades de trabajo deben realizar más de un tipo de tareas a la vez.</li> <li>l) La unidad de desarrollo comercial es débil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) La empresa estará constituida por más empleados que aporten al proceso productivo.</li> <li>j) Existirá una fuerza de venta establecida.</li> <li>k) Las unidades de trabajo deberán atender solo un tipo de tarea.</li> <li>l) Equipo comercial estará fortalecido.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

expectativas de la empresa se orientan al desarrollo de nuevos simuladores para diversos tipos de maquinaria pesada, que operan en dicha industria. En la tabla 3, se muestra el esquema os para la representación del contexto actual y el esperado, según su visión empresarial.

A través de la generación del diagrama os, es posible desplegar las situaciones pasadas, presentes y futuras de las principales características de los sistemas que componen el entorno del emprendimiento. En este sentido, se ha identificado que los hechos o las condiciones más relevantes están asociadas a la generación de beneficios monetarios para el emprendimiento, por cuanto los recursos de financiamiento iniciales son escasos. Con esta premisa, se procede a focalizar los esfuerzos en la búsqueda de soluciones y oportunidades.

### Paso 2: identificación y clasificación de los recursos disponibles del emprendimiento

De acuerdo con el contexto del emprendimiento, se han identificado y clasificado los distintos recursos con los que se dispone hoy en día (tabla 4).

Tabla 4. Clasificación de recursos según metodología TRIZ.

Tipo de recurso que posee la empresa emprendedora actualmente	Descripción
Material	Impresoras 3D para desarrollo de partes y piezas, polímeros de impresoras 3D, computadores de simulación, cascos de realidad virtual, cámaras Kinect (detección movimiento) y joystick de maquinaria pesada. Mobiliario general de oficina.
Energía	Energía eléctrica para el funcionamiento de dispositivos. Sistemas de aire acondicionado y enfriamiento de computadoras.
Información	Requerimientos de clientes, worklogs (knowledge management). Bases de datos sobre el mercado de capacitación en Chile. Información de proveedores y competencia nacional.
Información de recurso humano	Conocimientos de desarrollo de hardware. Nivel avanzado de programación y diseño gráfico. Programación a nivel de aplicaciones móviles. Conocimientos de gestión empresarial a nivel administrativo.
Tiempo	Tiempo de programación, de control de calidad, de evaluación de factibilidad del proyecto (incubadora) y relacionado a contratos con proveedores y distribuidores.
Espacio	Oficina en edificio comercial.

Fuente: elaboración propia.

### Paso 3: generación de red de problemas para la identificación de limitaciones y problemas específicos

A través de los antecedentes recogidos durante el periodo de investigación, se genera la RDP. Las limitaciones y problemas surgen de una serie de entrevistas interactivas, llevadas a cabo con los emprendedores. A continuación, se muestra la RDP y soluciones parciales identificadas en esta actividad.

Por cada PS propuesta por el grupo de emprendedores y analistas, se han identificado los PC que permiten evaluar las actividades, para posteriormente medir el impacto de la solución propuesta (tabla 5).

Tabla 5. Parámetros de control y evaluación de las soluciones parciales.

	PS	PC	Unidad de medida
PS1	Contactar nuevos clientes	N.º de clientes contactados	[N.º de licencias]
PS2	Aumentar el gasto en publicidad	N.º de avisos publicitarios	[USD]
PS3	Aumentar los canales de distribución	N.º de canales de distribución	[N.º de contactos]
PS4	Contratar nuevos empleados	N.º de empleados contratados	[Número], [USD]
PS5	Reasignar horas de trabajo	N.º de horas reasignadas para contactar clientes	[Días]
PS6	Financiar costos con venta de productos complementarios	N.º de productos complementarios vendidos	[Número]; [USD]
PS7	Establecer alianza con distribuidores locales	N.º de distribuidores en alianza	[Número]
PS8	Destinar horas para capacitar personal	N.º de horas destinadas al autoaprendizaje	[Horas]

Fuente: elaboración propia

### Paso 4: jerarquización de soluciones parciales asociadas la RDP a través del método AHP

Luego de generar la RDP, se procede con la jerarquización de las PS. Para esto, se aplica el método AHP, con el objetivo de focalizar los esfuerzos de resolución en las contradicciones, de acuerdo a cada PS. Para lograr esto, en primera instancia, se definen los criterios con los que deben medirse las ocho soluciones parciales que se consideran para el análisis (figura 4).

- Criterio 1: costo monetario.
- Criterio 2: impacto en el mediano plazo.
- Criterio 3: viabilidad técnica.

La elección de estos tres criterios está dada por la simplicidad de evaluación por parte de los emprendedores,

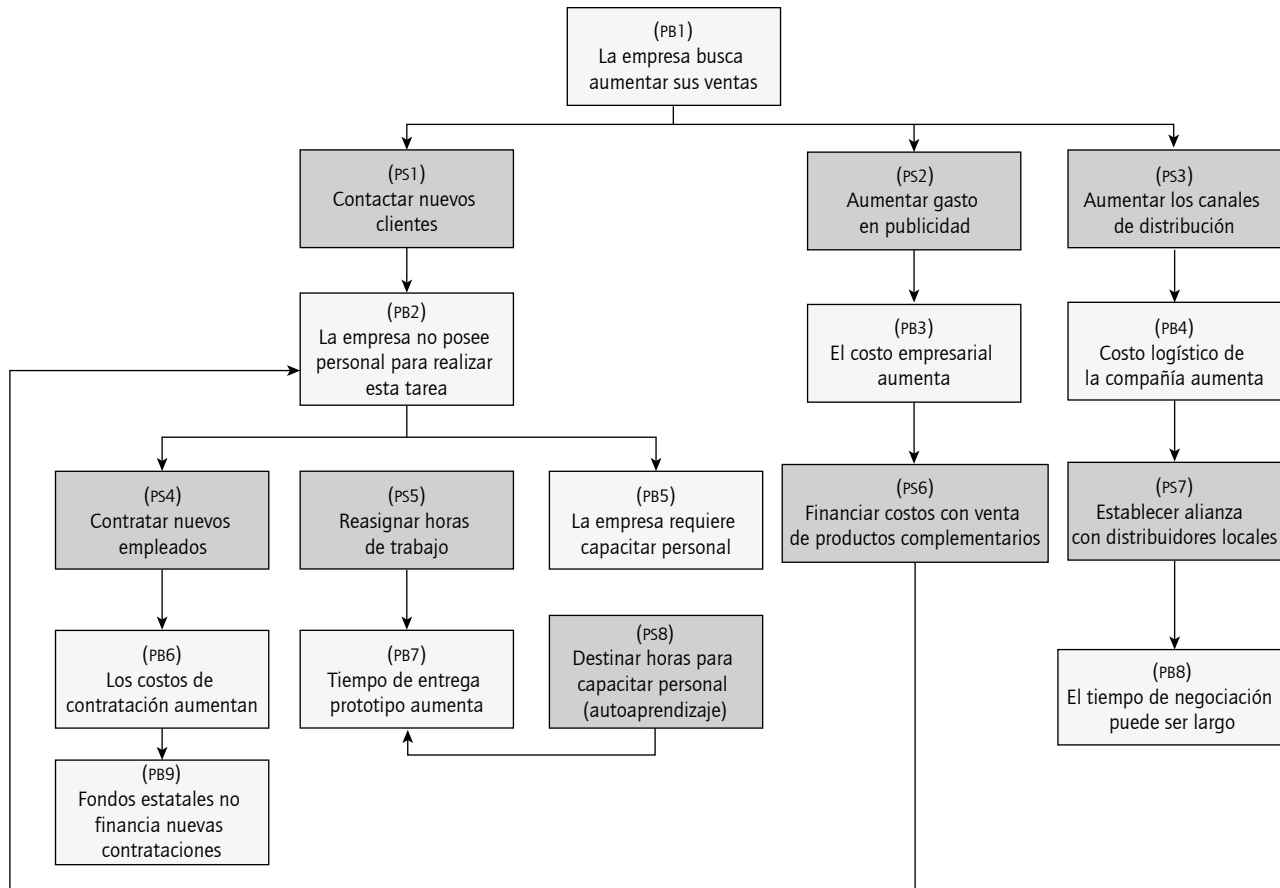


Figura 4. Red de problemas asociada al caso de estudio. Fuente: elaboración propia.

independientemente del perfil profesional que estos tengan. Una vez establecidos los criterios, se procede con la evaluación de estos en la matriz de comparaciones pareadas de criterios y, luego, por cada criterio se analiza cada PS, obteniéndose así tres nuevas matrices de orden 8x8, determinando la preferencia de una PS respecto al criterio de evaluación. La pregunta que debe responderse es ¿cuán preferible es la PS "i" por sobre la PS "j", con respecto al criterio "k"(k)? (tabla 6).

Tabla 6.  
Matriz de comparaciones pareadas para los criterios y sus eigen-valores.

Criterios	Costo	Impacto	Viabilidad	Wt (peso normalizado)
Costo	1,00	3,00	1,00	0,40548341
Impacto	0,33	1,00	0,20	0,11495911
Viabilidad	1,00	5,00	1,00	0,47955748

Fuente: elaboración propia.

Para cada caso, se calculó la consistencia de los juicios, en la cual se obtuvo un  $ic = 0,0220$  para la matriz de comparaciones pareadas de criterios. Además, para los otros criterios, se tienen los siguientes índices:  $ic_{costo} = 0,0662$ ,

$ic_{Impacto} = 0,0654$  y  $ic_{Viabilidad} = 0,069$ . Luego, todos los valores de RC son menores a 0,1, por lo que el juicio de priorización se puede considerar apropiado para el caso de estudio. Finalmente, el ranking final de las soluciones se presenta en las tablas 7 y 8.

Tabla 7.  
Matriz de prioridades y eigen-valores.

N.º	Soluciones Parciales	Costo	Impacto	Viabilidad
PS1	Contactar nuevos clientes	0,1136	0,1608	0,1789
PS2	Aumentar el gasto en publicidad	0,1015	0,1250	0,0771
PS3	Aumentar los canales de distribución	0,0295	0,1064	0,0401
PS4	Contratar nuevos empleados	0,0519	0,0682	0,0681
PS5	Reasignar horas de trabajo	0,1591	0,0365	0,2377
PS6	Financiar costos con venta de productos complementarios	0,2941	0,3050	0,0664
PS7	Establecer alianza con distribuidores locales.	0,1382	0,1624	0,1587
PS8	Destinar horas para capacitar personal	0,1122	0,0358	0,1730

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 8.**  
**Ponderación final de las soluciones parciales obtenidas por AHP.**

N.º	Soluciones Parciales	Ranking	Ponderación final (normalizada)
PS1	Contactar nuevos clientes	4	0,1503
PS2	Aumentar el gasto en publicidad	8	0,0925
PS3	Aumentar los canales de distribución	7	0,0434
PS4	Contratar nuevos empleados	6	0,0615
PS5	Reasignar horas de trabajo	2	0,1827
PS6	Financiar costos con venta de productos complementarios	1	0,1862
PS7	Establecer alianza con distribuidores locales.	3	0,1508
PS8	Destinar horas para capacitar personal	5	0,1326

Fuente: elaboración propia.

A partir de la información obtenida, se desprende que las PS más críticas o de mayor importancia corresponden a la PS5, PS6 y PS7, según los pesos ponderados.

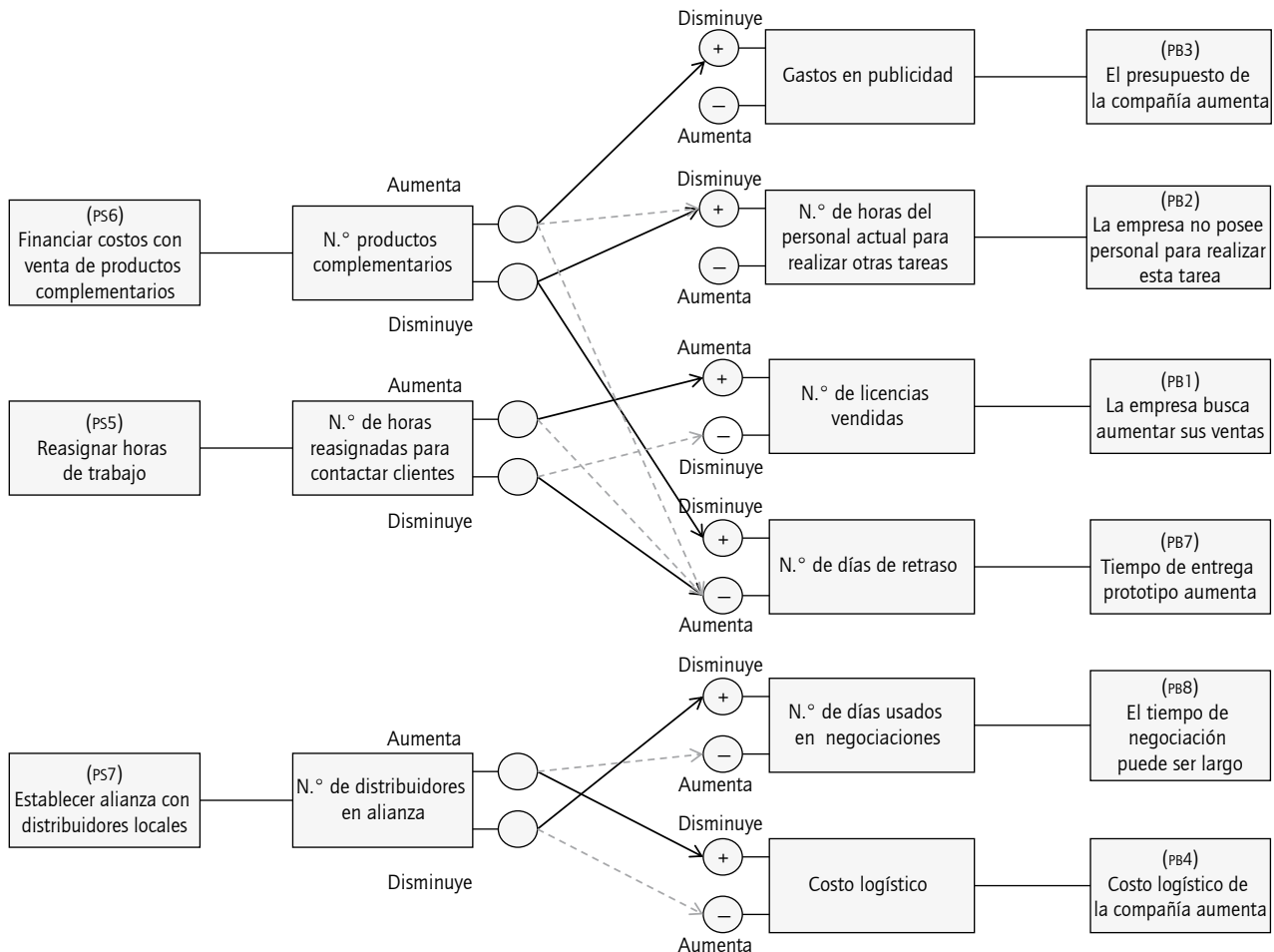
**Paso 5: generación de la RDC basada en AHP**

En este paso, se procede a realizar la RDC, que permite utilizar herramientas de TRIZ para enfrentar los problemas anteriormente mencionados. Para focalizar los esfuerzos, se seleccionan las tres PS más relevantes, de acuerdo con el análisis jerárquico. A continuación, se busca resolver las contradicciones asociadas a dichas soluciones parciales (figura 5).

**Paso 6: generación de soluciones conceptuales para la resolución de contradicciones e impacto de las soluciones**

Para la resolución de contradicciones, se han utilizado los cuatro principios de separación de TRIZ que provienen de los principios inventivos y soluciones estándar de esta teoría (Altshuller, 1999) (tabla 9).

Como se mencionó, para medir el impacto de las soluciones encontradas a partir de la RDC, es posible utilizar los PE. Luego de 6 meses, ha sido posible medir el impacto de las soluciones dentro del emprendimiento. Dado que cierta



**Figura 5.** Red de contradicciones realizada según ponderación AHP. Fuente: elaboración propia.

**Tabla 9.**  
**Resolución de contradicciones a través de principios de separación.**

Contradicción entre CP y EP	Principio	Solución generada
CP(1): N.º de productos complementarios	Separación bajo condición	Dado que los prototipos virtuales son muy atractivos para las empresas chilenas, actualmente se ha decidido invertir en líneas complementarias con productos informáticos, mientras se generan los incentivos necesarios para la utilización de prototipos virtuales en esta industria. El proceso es separar en dos líneas de trabajo: i) Desarrollo de prototipos virtuales. ii) Venta de componentes informáticos para el monitoreo y seguimiento de procesos. Estas dos líneas son viables, debido al conocimiento de los emprendedores y su experiencia en el área.
EP1: Gasto en publicidad		
EP2: N.º de horas del personal actual para realizar otras tareas		
EP4: N.º de días de retraso		
CP(2): N.º de horas reasignadas para contactar clientes	Separación entre el todo y sus partes	Debido a las limitaciones de recursos monetarios actuales de la empresa, se ha decidido generar autocapacitaciones para incrementar las capacidades de los emprendedores en el área de ventas, considerando las dos líneas de trabajo predefinidas.
EP3: N.º de licencias vendidas		
EP4: N.º de días de retraso		
CP(3): N.º de distribuidores en alianza	Separación en espacio	Se han generado alianzas estratégicas con empresas de ventas, que solo funcionan a comisión, según el número de productos vendidos. Esta solución no exige un gasto monetario extra al emprendimiento.
EP5: N.º de días usados en negociaciones		
EP6: Costo en logística		

Fuente: elaboración propia.

información es de carácter privado, el impacto se ha evaluado de forma cualitativa (tabla 10).

## Discusión

La metodología desarrollada ha ayudado a los emprendedores a generar soluciones específicas a sus actuales problemas, junto con la focalización de los esfuerzos del equipo emprendedor hacia el aumento de ventas en productos complementarios, que contribuyan a proporcionar valor de acuerdo a sus competencias profesionales, sin

perder de vista lo que ha permitido dar inicio al emprendimiento, que se resume en la capacidad técnica para la generación de prototipos virtuales. Un punto positivo es que las soluciones generadas en el caso de estudio, a través de la utilización de la metodología, fueron de fácil integración y aplicación. Adicionalmente, estas soluciones fueron recibidas positivamente por los emprendedores, dado que se enfocaban en soluciones que estaban dentro de su contexto de trabajo y por el hecho de utilizar recursos disponibles. Algunos beneficios complementarios que ofrece la aplicación de esta metodología son el ordenamiento

**Tabla 10.**  
**Parámetros de evaluación como medio de medición de impacto de las soluciones.**

N.º	Parámetro de evaluación	PB	Unidades	Efectos e impacto
EP1	Gasto en publicidad	PB3	USD	Impacto positivo: el gasto de publicidad se ha mantenido constante. No obstante, con la incorporación de los productos informáticos tradicionales, la difusión del <i>software</i> de prototipos virtuales ha aumentado.
EP2	N.º de horas del personal actual para realizar otras tareas	PB2	Número	Impacto positivo: se han contratado alumnos en práctica (no reciben remuneración directa) para ayudar en esta dirección. Además, se han dejado horas específicas para la autocapacitación del personal.
EP3	N.º de licencias vendidas	PB1	Número	Impacto neutral: al llegar a un acuerdo comercial, las ventas de licencia se estiman en 50 unidades/año*.
EP4	N.º de días de retraso	PB7	Días	Impacto positivo: el programa de cambios se ha desarrollado a la medida, por lo que no han existido horas de retraso.
EP5	N.º de días usados en negociaciones	PB8	Días	Impacto positivo: los días de negociación han aumentado. No obstante, no existen retrasos relacionados a la puesta en marcha de los prototipos.
EP6	Costo en logística	PB4	USD	Impacto positivo: no se han detectado costos adicionales relacionados a la logística, ya que el sistema de ventas para los productos tradicionales está asociado a la dinámica pago-venta. Además, este proceso es apoyado por empresas externas por comisión.

Nota. \*Basado en un precontrato anterior entre el distribuidor y el emprendedor.

Fuente: elaboración propia.



e identificación de prioridades, tanto para un negocio a mediano plazo (productos tradicionales), como para uno a largo plazo (prototipos virtuales), principalmente porque Chile corresponde a un mercado emergente que no está bien desarrollado en las empresas.

### Conclusiones

La metodología propuesta permite desarrollar un análisis detallado de las limitaciones, problemas y conflictos que pueden surgir durante la ejecución de emprendimientos universitarios, sobre todo considerando los recursos disponibles que estos poseen. La metodología parte con un análisis del contexto o escenario en el que se encuentra el emprendimiento, teniendo en cuenta distintos aspectos relevantes y esenciales, como factores económicos, tecnológicos y sociales; además, apoya la visión futura del emprendimiento, dentro del contexto definido por la utilización de los. Posteriormente, se ha presentado un análisis de recursos basado en la clasificación de TRIZ, que apoya el proceso resolutivo de conflictos que emergen en las etapas posteriores de análisis. De esta manera, las soluciones apuntan a utilizar los recursos disponibles del modo más eficiente posible.

A través de la creación de la RDP, el emprendedor puede comprender cuáles son sus limitaciones, dado el estado actual de su empresa, además de proponer soluciones parciales que tengan un impacto positivo. La RDP además funciona como un árbol causa-efecto, que permite anticipar potenciales problemas antes de que sucedan en la realidad; así, el emprendedor puede contar con soluciones y estrategias de mitigación ante distintos tipos de situaciones. Ahora bien, debido a que el número de problemas que pueden emerger durante el análisis puede ser elevado, se ha utilizado la técnica AHP, que permite identificar los conflictos más relevantes que los emprendedores deben enfrentar y adoptar. Finalmente, la generación de contradicciones múltiples ayuda a entender y facilitar el proceso resolutivo, mediante la aplicación de los principios de separación propuestos por Altshuller (1999). Para la validación de soluciones, se han monitoreado distintos parámetros de evaluación que han emergido durante la definición de las contradicciones (tabla 9).

La metodología ha ayudado a disminuir el riesgo futuro del caso en estudio, además de establecer un claro escenario basado en potenciales conflictos, que pueden surgir durante la ejecución del emprendimiento desarrollado por los (estudiantes) universitarios. La aplicación de TRIZ ayuda a resolver los conflictos bajo el concepto de contradicción. Las limitaciones de la metodología pueden surgir a partir

del tiempo que se requiere para realizar el análisis, que puede ser considerado un poco excesivo si los analistas no poseen conocimientos previos de TRIZ; no obstante, cuando el conocimiento es adquirido, la metodología se vuelve fácil y de rápida implementación, además de flexible, por el hecho de ser utilizada en diferentes tipos de problemas, sean de carácter social o técnico.

### Recomendaciones e investigaciones futuras

El grupo de trabajo que realiza la aplicación de la metodología tiene que considerar aspectos técnicos y organizacionales. Se recomienda, además, tener un grupo multidisciplinario con el objetivo de identificar, analizar y evaluar distintos enfoques y perspectivas. Futuras investigaciones apuntan a la creación de plataformas informáticas que permitan realizar análisis con las herramientas propuestas de forma más simple y rápida. Estas plataformas tendrán como objetivo apoyar a los emprendedores universitarios en la evaluación de distintos escenarios y conflictos que pueden surgir durante la ejecución de sus emprendimientos, además de reunir conocimiento, recomendaciones y casos de estudios que hayan logrado el éxito en diferentes industrias. Respecto a la metodología específica propuesta en este artículo, se pretende complementar el análisis con métodos estratégicos que ayuden a anticipar las potenciales necesidades de los emprendedores, por cada uno de los factores definidos por Rothaermel *et al.* (2007), lo que —se cree— entregaría un análisis más completo y coherente con los factores taxonómicos requeridos para un emprendimiento exitoso.

### Referencias bibliográficas

- Altshuller, G. S. (1984). *Creativity as an exact science: The Theory of the Solution of Inventive Problems*. Nueva York: Gordon and Breach Science Publishing.
- Altshuller, G. S. (1999). *The innovation algorithm: TRIZ, systematic innovation and technical creativity*. Worcester: Technical Innovation Center, Inc.
- Arzate, E. R., & Maldonado, M. C. (2004). *TRIZ. The Most Modern Methodology to Technologically Invent or Innovate in a Systematic Way*. Ciudad de México: Panorama Editorial.
- Balduss, A., Becattini, N., & Cascini, G. (2011). Network of contradictions analysis and structured identification of critical control parameters. *Procedia Engineering*, 9, 3-17.
- Blackburn, R., & Ram, M. (2006). Fix or fixation? The contributions and limitations of entrepreneurship and small firms to combating social exclusion. *Entrepreneurship and Regional Development*, 18(1), 73-89.
- Blenker, P., Dreisler, P., Færgemann, H. M., & Kjeldsen, J. (2013). A framework for developing entrepreneurship education in a university context. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, 5(1), 45-63.

- Cavallucci, D., & Khomenko, N. (2007). From TRIZ to OTSM-TRIZ: addressing complexity challenges in inventive design. *International Journal of Product Development*, 4(1), 4-21. doi: 10.1504/IJPD.2007.011530
- Di Gregorio, D., & Shane, S. (2003). Why do some universities generate more start-ups than others? *Elsevier*, 32(2), 209-227.
- Díaz, V. G., Fernández, J. G., & Márquez, A. C. (2011). Practical application of an Analytic Hierarchy Process for the improvement of the warranty management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 17(2), 163-182.
- Kacperczyk, A. J. (2013). Social influence and entrepreneurship: The effect of university peers on entrepreneurial entry. *Organization Science*, 24(3), 664-683.
- Khomenko, N., & Ashtiani, M. (2007). *Classical TRIZ and OTSM as scientific theoretical background for non-typical problem solving instruments*. Frankfurt: ETRIA Future.
- Khomenko, N., De Guio, R., & Cavallucci, D. (2009). Enhancing ECN's abilities to address inventive strategies using OTSM-TRIZ. *International Journal of Collaborative Engineering*, 1(1), 98-113.
- Khomenko, N., De Guio, R., Lelait, L., & Kaikov, I. (2007). A framework for OTSM-TRIZ-based computer support to be used in complex problem management. *International Journal of Computer Applications in Technology*, 30(1), 88-104.
- Khomenko, N., & Kucharavy, D. (2002, noviembre). OTSM-TRIZ problem solving process: solutions and their classification. *Proceedings of TRIZ Future Conference* (pp. 6-8).
- Kucharavy, D., & De Guio, R. (abril, 2008). *Technological forecasting and assessment of barriers for emerging technologies*. Trabajo presentado en el 17<sup>th</sup> International Conference on Management of Technology. Dubai, Emiratos Árabes Unidos.
- Larroulet, C., & Couyoumdjian, J. (2009). Entrepreneurship and Growth. *Independent Review*, 14(1), 81-100.
- Nikulin, C., Graziosi, S., Cascini, G., Araneda, A., & Minutolo, M. (2013). An algorithm for supply chain integration based on OTSM-TRIZ. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 75, 383-396.
- Nikulin, C., Cascini, G., Viveros, P., Stegmaier, R., & Barbera, L. (2013). An Algorithm for Root Cause Analysis integration based on OTSM-TRIZ: Complex Problem Analysis. En S. Martorell, C. Guedes & J. Barnett (Eds.), *Safety, Reliability and Risk Analysis: Theory, Methods and Applications* (pp. 643 -650). Londres: Taylor & Francis Group.
- Ortín, P., Salas, V., Trujillo, M. V., & Vendrell, F. (2008). La creación de spin-off universitarios en España: Características, determinantes y resultados. *Economía industrial*, 368, 79-95.
- Rideout, E. C., & Gray, D. O. (2013). Does entrepreneurship education really work? A review and methodological critique of the empirical literature on the effects of university-based entrepreneurship education. *Journal of Small Business Management*, 51(3), 329-351.
- Rothaermel, F. T., Agung, S. D., & Jiang, L. (2007). University entrepreneurship: a taxonomy of the literature. *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 691-791
- Ruchti, B., & Livotov, P. (2001). TRIZ-based innovation principles and a process for problem solving in business and management. *The TRIZ Journal*, 1, 677-687.
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3), 161-176.
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. New York: McGraw-Hill.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (1982). *The logic of priorities: applications in business, energy, health, and transportation*. Boston: Kluwer-Nijhoff.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98.
- Stratton, R., & Warburton, R. D. (2003). The strategic integration of agile and lean supply. *International Journal of Production Economics*, 85(2), 183-198.
- Stuart, T. E., & Ding, W. W. (2006). When do scientists become entrepreneurs? The social structural antecedents of commercial activity in the academic life sciences. *American Journal of Sociology*, 112(1), 97-144.
- Solesvik, M. Z., Westhead, P., Matlay, H., & Parsyak, V. N. (2013). Entrepreneurial assets and mindsets: Benefit from university entrepreneurship education investment. *Education + Training*, 55(8), 748-762.