

Transferencia de Tecnología Universidad-Industria en las Universidades Públicas Estatales de México: Un Análisis Configuracional

Elisa Calderón-Altamirano¹, José Carlos Rodríguez^{2,3*}

Resumen

Este trabajo analiza los procesos de transferencia de tecnología universidad-industria (TTUI) en las universidades públicas estatales (UPEs) de México. El trabajo busca conocer cómo los procesos TTUI pueden alcanzar un alto nivel de desempeño a partir de la presencia de ciertas condiciones necesarias y/o suficientes que intervienen en el desarrollo de estos procesos. El Análisis Cualitativo Comparado (*Qualitative Comparative Analysis*, QCA) se utiliza como un enfoque metodológico adecuado que permite determinar las configuraciones (*i.e.*, conjuntos de condiciones) que explican de forma adecuada los procesos TTUI. En particular, el enfoque *fsQCA* (*fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis*) contribuye a explicar la complejidad causal que caracteriza a los procesos TTUI. Un hallazgo importante en esta investigación es que las UPEs no necesitan tener un alto grado de desarrollo innovador para alcanzar un alto nivel de desempeño en los procesos TTUI. Los resultados también muestran que la capacidad institucional, la capacidad de emprendimiento, la capacidad académica y la competitividad académica son condiciones necesarias, pero no suficientes para alcanzar un alto nivel de desempeño en los procesos TTUI en las UPEs de México. Finalmente, el análisis de los resultados muestra que, a medida que el conocimiento científico y tecnológico se constituye en una actividad central para el desarrollo de los procesos de innovación, la intervención del Estado a través de la formulación e implementación de políticas públicas adecuadas permitirá una mayor vinculación entre las universidades y la industria.

Palabras Clave: transferencia de tecnología universidad-industria; universidades públicas estatales; análisis cualitativo comparado; *fsQCA*; México.

Abstract

Title: University-Industry Technology Transfer at National Universities in Mexico: A Configurational Approach

This paper analyzes the process of university-industry technology transfer (UITT) at national universities in Mexico. It aims to get insight into how the UITT process may achieve a high-performance level resulting from some necessary and/or sufficient conditions present in this process. This research applies the fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis (*fsQCA*) approach to determine the configurations (*i.e.*, sets of conditions) that best explain a high-performance level in the process of UITT. In this regard, this methodological approach allows explaining the causal complexity characterizing this phenomenon. Results suggest that national universities in Mexico do not need a high capacity for innovation developments to get a high-performance level in the process of UITT. In addition, institutional capacity, entrepreneurial capacity, academic capacity, and academic competitiveness are necessary but not sufficient conditions to achieve a high-performance level in the presence of technology transfer at national universities in Mexico. Finally, scientific and technological knowledge are key conditions to be successful in the process of UITT at national universities in Mexico.

Keywords: university-industry technology transfer; national universities; qualitative comparative analysis; *fsQCA*; Mexico.

Submitted: April 21, 2023 / Approved: October 25, 2023

I. Introducción

Las políticas públicas constituyen un conjunto de iniciativas y respuestas, manifiestas o explícitas, que permiten inferir la posición predominante del Estado frente a cuestiones que atañen a sectores significativos de la sociedad (Oszlak y O'Donnell, 1995). En el caso de las políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación, se enfatiza la cooperación entre los sectores gobierno, industria y universidades para llevar a cabo procesos que involucran la generación de nuevos conocimientos y la resolución de problemáticas concretas entorno a los procesos de transferencia de tecnología universidad-industria (TTUI) (Bozeman, 2000; Loray, 2017).

Las universidades como proveedoras de tecnología y nuevos conocimientos que se derivan de la investigación que realizan han cobrado una gran importancia en los ámbitos nacional e internacional, surgiendo de esta forma en la literatura académica la denominada colaboración de las universidades con la industria (*i.e.*, transferencia de tecnología universidad-industria, TTUI). Los procesos TTUI pueden entenderse como aquellos procesos que permiten la transmisión de conocimientos técnicos, económicos y comerciales, así como de aprendizajes, y que estimulan la apropiación del conocimiento generado en las universidades y centros de educación superior por parte del sector productivo con fines económicos (Bozeman, Rimes y Youtie, 2015). En México, las universidades son uno de los actores

(1) Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Veracruzana, Xalapa, México

(2) Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales (ININEE), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México

(3) Gordon Institute of Business Science (GIBS), University of Pretoria, Johannesburgo, Sudáfrica.

*Corresponding author: jcrodriguez@umich.mx

más importantes en su Sistema Nacional de Innovación (SNI), ya que cuentan con la capacidad para crear nuevos conocimientos y tecnologías con la posibilidad de desplegarlos de forma económicamente útil (Herrera y Suárez, 2021).

En este sentido, existen en la literatura varios modelos que buscan explicar los procesos TTUI, identificando los principales actores y las condiciones que deben existir para que estos procesos de transferencia sean exitosos (Bercovitz y Feldman, 2006; Rodríguez, 2010). Desde la perspectiva del Análisis Cualitativo Comparado (*Qualitative Comparative Analysis, QCA*), es posible identificar a través de la teoría de conjuntos (*set-theoretic relations*) las configuraciones que mejor explican los procesos TTUI. En el caso de México, las configuraciones o conjuntos de condiciones que mejor explican los procesos TTUI están conformadas por la presencia o ausencia de ciertas condiciones que deben ser necesarias y/o suficientes (e.g., capacidad institucional, capacidad para el desarrollo innovador, capacidad de emprendimiento, capacidad académica y competitividad académica) y que dan cuenta del éxito o fracaso de los procesos de transferencia de tecnología.

Las Universidades Públicas Estatales (UPEs) de México son instituciones dotadas de autonomía para la elección y diseño de sus propias trayectorias académicas y políticas acordes con las necesidades de las comunidades en donde operan y alineadas con sus funciones sustantivas (SEP, 2019). Estas características permiten a las UPEs establecer los mecanismos y acciones orientados a desarrollar sus propias capacidades que detonen los procesos de innovación y transferencia tecnológica (Arechavala, 2011), lo cual es visible desde la perspectiva de la planeación institucional (i.e., planeación estratégica a largo plazo y planeación táctica a corto y de mediano plazo), en congruencia con la misión y visión institucional (Flores, 2016).

Adicionalmente, es importante destacar que las UPEs en el marco de la política pública de ciencia, tecnología e innovación en México juegan un papel de gestoras del financiamiento que les asignan los diferentes órdenes de gobierno a través de programas específicos para promover y fortalecer la investigación de la ciencia básica y de frontera, la generación de desarrollos tecnológicos e innovaciones, el apoyo a las actividades vinculadas al desarrollo científico y tecnológico, el otorgamiento de becas y la formación de recursos humanos, la realización de proyectos específicos de investigación científica y desarrollos tecnológicos, la divulgación de la ciencia y la tecnología, la creación, desarrollo o consolidación de grupos de investigación, así como el otorgamiento de estímulos y reconocimientos a investigadores y tecnólogos (CONACYT, 2022).

El objetivo de esta investigación es identificar cuáles son las condiciones necesarias y/o suficientes que permiten alcanzar un alto nivel de desempeño en los procesos TTUI en las UPEs de México. Para ello, esta investigación utiliza el Análisis Cualitativo Comparado (QCA) como un enfoque metodológico adecuado que permite conocer las condiciones necesarias y/o suficientes que permiten que estos procesos de transferencia sean exitosos. Es importante mencionar que en el Análisis Cualitativo Comparado (QCA) existen distintas variantes

que permiten entender los fenómenos sociales de forma diversa y más precisa, dependiendo de la temporalidad o el grado de pertenencia de cada una de las condiciones en cada caso (e.g., *csQCA*, *fsQCA* y *mvQCA*) (Ragin, 2009; Medina *et al.*, 2017).

Los resultados de esta investigación demuestran que la capacidad institucional (CI), la capacidad para el desarrollo innovador (CDI), la capacidad de emprendimiento (CE), la capacidad académica (CA) y la competitividad académica (ComA) son condiciones que en conjunto explican el resultado deseado (i.e., procesos exitosos TTUI) en los procesos TTUI. Sin embargo, los resultados también muestran que la CDI no cumple con el criterio de consistencia para ser una condición necesaria.

Además de esta Introducción, este trabajo se organiza en seis secciones. La segunda sección hace referencia a los principales modelos teóricos que explican los procesos TTUI y los enfoques teóricos en relación a las políticas públicas para el desarrollo científico, tecnológico e innovador. La tercera sección presenta los principales rasgos del enfoque metodológico del Análisis Cualitativo Comparado (QCA). La cuarta sección discute las condiciones explicativas de los procesos TTUI en las UPEs de México, así como la hipótesis de esta investigación. La quinta sección presenta los resultados que se obtienen en esta investigación. La sexta sección discute estos resultados y hallazgos. Finalmente, la séptima sección contiene las principales conclusiones que se derivan de este análisis.

2. Revisión de literatura

En el análisis de las políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación es posible encontrar tres enfoques principales (Bozeman, 2000): el Enfoque de las Fallas de Mercado, el Enfoque Misión y el Enfoque Cooperativista. Por otro lado, también existen en la literatura varios modelos teóricos que buscan explicar los procesos TTUI (Rodríguez, 2010): el Modelo Evolucionista (Bercovitz y Feldman, 2006), el Modelo de Oportunidades y Capacidades Empresariales (Hindle y Yencen, 2004), el Modelo de las Oficinas de Transferencia de Tecnología (Siegel, Waldmann y Link, 2003; Siegel *et al.*, 2004), el Modelo de la Creación de Spin-Offs (Nlemvo, Pimay y Surlemont, 2002) y el Modelo de las Coyunturas Críticas (Vohora, Wright y Lockett, 2004). Adicionalmente, para el caso de México y otras economías emergentes, Feria e Hidalgo (2011) ha propuesto el Modelo de Transferencia de Conocimiento Científico-Tecnológico que contribuye a explicar los procesos de transferencia de tecnología.

2.1. Enfoques alternativos de política pública de ciencia, tecnología e innovación

2.1.1. El Enfoque de las Fallas de Mercado

El Enfoque de las Fallas de Mercado se desprende de la teoría neoclásica y sugiere que los mecanismos de mercado son suficientes para alcanzar tasas óptimas en la producción científica y tecnológica. Este enfoque sugiere además que los gobiernos sólo deben participar en proyectos desarrolladores de ciencia y tecnología en donde existen visiblemente fallas de mercado (e.g., proyectos a gran escala en donde se espera un alto índice de retorno) y donde la transferencia de tec-

nológica debe limitarse a eliminar cierto tipo de barreras al libre mercado (Bozeman, 2000). De esta forma, los gobiernos sólo deberán intervenir en los procesos de generación y desarrollo científico y tecnológico cuando existan ciertas externalidades en el desarrollo de estos procesos (Bozeman, 2000).

2.1.2. El Enfoque Misión

El Enfoque Misión describe el vínculo entre los gobiernos y los objetivos específicos que persiguen las políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación. En este enfoque, los gobiernos juegan un papel preponderante en la creación de agencias gubernamentales encargadas de llevar a cabo actividades específicas de desarrollo científico y tecnológico con alcances nacionales en cuanto a sus objetivos y que no son atendidos por el sector privado (Bozeman, 2000). Las políticas públicas que se derivan de este enfoque buscan proporcionar soluciones adecuadas a algunos desafíos específicos que se encuentran en la agenda pública (Cabello y Ortiz, 2013). En este sentido, este enfoque enfatiza la idea de que los gobiernos no deben competir con el sector privado en los desarrollos científicos, tecnológicos y de las innovaciones, ya que se considera que los gobiernos y las universidades son actores complementarios en los procesos de desarrollo científico y tecnológico (Rodríguez *et al.*, 2015).

2.1.2. El Enfoque Cooperativista

El Enfoque Cooperativista enfatiza la cooperación que debe existir entre los gobiernos, la industria y las universidades con la finalidad de desarrollar nuevas tecnologías y apoyar los procesos de desarrollo innovador y la transferencia de tecnología (Bozeman, 2000). Supone que los mercados no siempre son la ruta más eficiente hacia la innovación dejando espacio para que el sector gubernamental (*e.g.*, laboratorios públicos) y las universidades desempeñen un papel activo en los procesos de transferencia y desarrollo tecnológico (Rodríguez, 2010).

2.2. Modelos teóricos que explican los procesos de TTUI

2.2.1. El Modelo Evolucionista

El Modelo Evolucionista ha sido un marco teórico de referencia ampliamente utilizado para entender la colaboración que existe entre las universidades y otros actores públicos y privados (*e.g.*, empresas y agencias gubernamentales) en los procesos de transferencia de tecnología. Bajo este enfoque, los procesos TTUI se generan a partir de cuatro momentos diferentes que se interrelacionan mutuamente (Bercovitz y Feldman 2006):

- El primer momento da cuando de la posibilidad de desarrollar plataformas tecnológicas con un alto grado de oportunidad.
- El segundo momento aparece cuando surge la posibilidad de contar con contenidos científicos y tecnológicos cada vez más importantes para el desarrollo de las capacidades innovadoras de las empresas en un gran número de industrias.
- El tercer momento se caracteriza porque existe la necesidad de contar con fuentes de financiamiento necesarias y suficientes para impulsar la investigación y que se da frecuentemente en un contexto de restricciones presupuestarias en las universidades.

- Finalmente, el cuarto momento considera el diseño de políticas públicas adecuadas y dirigidas a incrementar los rendimientos económicos derivados de la investigación científica en las universidades públicas que es financiada con recursos públicos.

De acuerdo a este enfoque, las relaciones que se establecen entre las universidades y la industria al momento de llevarse a cabo los procesos de transferencia de tecnología se caracterizan por ciertos mecanismos de apoyo a la investigación que son muchas veces patrocinados por las propias empresas (*e.g.*, acuerdos para el otorgamiento de licencias por parte de las universidades, la colaboración entre académicos e industria para el desarrollo de proyectos conjuntos, entre otros) (Bercovitz y Feldman, 2006). Se considera que los proyectos de investigación desarrollados para una industria y que son patrocinados por las empresas se realizan a través de subvenciones o contratos financiados conjuntamente por agencias gubernamentales y el sector empresarial (Bercovitz y Feldman, 2006).

Es importante mencionar que en el Modelo Evolucionista, la decisión de los académicos de participar en los procesos TTUI se realiza a través de la divulgación de sus propios resultados de investigación (*i.e.*, invenciones) que se encuentran influenciados de manera importante por la cultura emprendedora que poseen y un entorno universitario propicio en donde estos investigadores se desempeñan (Bercovitz y Feldman, 2006). De esta forma, es posible encontrar algunas explicaciones por las cuales muchos académicos eligen no participar en actividades de transferencia de tecnología retrasando la divulgación de sus resultados de investigación, ya que consideran que éstos no son apropiables para su comercialización.

En síntesis, Bercovitz y Feldman (2006) señalan que los factores que determinan los procesos TTUI influyen de forma desigual en la eficiencia y en la evolución de las relaciones que se establecen entre las universidades y la industria. Esto debido a que las universidades se encuentran involucradas en un proceso de transferencia tecnológica que se realiza en dos etapas (Bercovitz y Feldman, 2006): producción de conocimiento, por un lado, y aplicación y difusión de este conocimiento, por el otro.

2.2.2. El Modelo de Oportunidades y Capacidades Empresariales

El Modelo de Oportunidades y Capacidades Empresariales explora las interacciones que se establecen entre las instituciones (*i.e.*, conjunto de reglas), la cultura organizacional y el entorno empresarial al momento en que se realizan las actividades de comercialización provenientes de los resultados de investigación que se realiza en las universidades (Hindle y Yencken, 2004). En este caso, las innovaciones son el resultado de la explotación comercial de nuevos conocimientos dado que el objetivo final de las empresas universitarias (*e.g.*, *spin-offs*) es la creación de riqueza (Hindle y Yencken, 2004).

El Modelo de Oportunidades y Capacidades Empresariales identifica los canales más frecuentes que se utilizan en la difusión del conocimiento y en los procesos de innovación (Hindle y Yencken, 2004): publicaciones, educación/capacitación, investigación colaborativa, proyectos de investigación por contrato, consultoría para la industria, otorgamiento de licencias, creación de *spin-offs*, elaboración de

proyectos conjuntos de investigación con un alto grado de riesgo (*i.e.*, *joint ventures*), entre otros. Así mismo, el Modelo de Oportunidades y Capacidades Empresariales señala que los procesos de innovación exitosos se dan a partir de una serie de etapas bien definidas (Hindle y Yencken 2004):

- La primera fase es en donde se generan la investigación y los descubrimientos.
- La segunda es donde se definen y detectan las oportunidades tecnológicas.
- La tercera fase se caracteriza por el desarrollo de nuevos productos (*i.e.*, innovaciones).
- La cuarta y última fase corresponde a la comercialización.

2.2.3. El Modelo de las Oficinas de Transferencia

El propósito del Modelo de las Oficinas de Transferencia es explicar cómo superar las barreras culturales, de información y de otro tipo que se producen entre las universidades y las empresas al momento de transferir el conocimiento o las nuevas tecnologías (Siegel *et al.*, 2003, 2004). En este sentido, este enfoque identifica quiénes son los principales actores interesados en llevar a cabo los proceso TTUI (Siegel *et al.*, 2003):

- Los científicos que desarrollan nuevas tecnologías.
- Los profesionales que laboran en las OTTs facilitando y sirviendo de enlace entre los científicos y las empresas.
- Los administradores universitarios que gestionan la propiedad intelectual.
- Las empresas que comercializan las tecnologías desarrolladas en las universidades.

El Modelo de las Oficinas de Transferencia de Tecnología considera que los procesos TTUI comienzan con los descubrimientos o desarrollos por parte de los científicos en las universidades y que se transforman en invenciones (Siegel *et al.*, 2003, 2004). En este sentido, es importante mencionar que estas invenciones pueden ser patentadas para transformarse en innovaciones (Siegel *et al.*, 2003, 2004). El objetivo de las OTTs es entonces entender cómo comercializar los avances tecnológicos que se desarrollan en las universidades, salvaguardando y comercializando la propiedad intelectual y asegurando los fondos necesarios para la investigación científica a través de regalías (*royalties*), licenciamientos y el desarrollo de ciertos proyectos de investigación patrocinados y promovidos para la difusión científica y tecnológica (Siegel *et al.*, 2004) there has been little systematic analysis of the role of organizational practices in this process. Thus, we rely on an inductive, qualitative approach to identify the key organizational issues in promoting successful knowledge transfers. Based on 55 structured interviews of 98 UITT stakeholders associated with five

US research universities, we conclude that there are numerous impediments to effectiveness in UITT: cultural and informational barriers among the three key stakeholder types (university administrators, academics, and firms/entrepreneurs.

2.2.4. El Modelo para la Creación de Spin-Offs

El Modelo para la Creación de Spin-Offs enfatiza la necesidad de comercializar el conocimiento científico y tecnológico producido por las universidades, ya que es fundamental para el crecimiento económico regional y local (Nlemvo *et al.*, 2002). Este modelo identifica cuatro etapas para entender la transformación de los resultados de investigación en innovaciones (Nlemvo *et al.*, 2002):

- La primera etapa consiste en la generación de ideas con potencial de aplicación comercial que se generan a partir de los resultados de investigación.
- La segunda etapa explica cómo estas ideas se pueden transformar en proyectos empresariales.
- La tercera etapa analiza la formación y el desarrollo de *spin-offs* a partir de estos proyectos empresariales.
- La cuarta etapa consiste en la consolidación, fortalecimiento y maduración de *spin-offs* para la creación de valor económico.

De acuerdo con el Modelo para la Creación de Spin-Offs, la idea central en el proceso de transferencia de tecnología es buscar la transformación de una nueva idea en un proyecto de creación de una empresa universitaria (*i.e.*, *spin-off*) que deberá abordar tres cuestiones fundamentales (Nlemvo *et al.*, 2002):

- La protección de la propiedad intelectual.
- El desarrollo mismo de los *spin-offs*.
- La búsqueda de financiamiento para el desarrollo y consolidación de este tipo de empresas.

2.2.5. El Modelo de las Coyunturas Críticas

El Modelo de las Coyunturas Críticas ha pasado a ser una de las explicaciones más aceptadas para explicar los procesos TTUI (Rodríguez, 2010). Este modelo asume que los nuevos desafíos empresariales derivan de la naturaleza misma de los procesos de transferencia de tecnología (Vohora *et al.*, 2004). El Modelo de las Coyunturas Críticas indica que las empresas que se originan en las universidades (*i.e.*, *spin-offs*) necesitan acumular recursos y capacidades internas a lo largo del tiempo para avanzar a través de las diferentes etapas que caracterizan los procesos TTUI (Vohora *et al.*, 2004). En este sentido, existen tres rasgos principales que caracterizan los procesos de transferencia de tecnología y que determinan su velocidad de transferencia, así como también el grado de consolidación de estas empresas originadas en las universidades (Vohora *et al.*, 2004):

- Primero, la transferencia de tecnológica y el desarrollo de las empresas de origen universitario (*i.e.*, *spin-offs*) se da a través de un proceso no lineal en cinco etapas: i) investigación, ii) identificación de nuevas oportunidades tecnológicas, iii) planeación previa y organización de empresas universitarias, iv) reorientación de los objetivos que guían el desarrollo de las empresas universitarias y v) búsqueda y obtención de una rentabilidad sostenible.
- Segundo, el proceso de transferencia de tecnología se caracteriza por ciertas coyunturas críticas que deben ser superadas al momento de pasar de una fase de desarrollo a otra.
- Tercero, las empresas universitarias se caracterizan por ser altamente heterogéneas en cuanto a los recursos que controlan, las capacidades de que disponen y el capital social con el que cuentan.

De esta forma, el Modelo de las Coyunturas Críticas explica cómo las cuatro coyunturas críticas se enlazan entre las etapas mencionadas determinando de esta forma la dinámica de los procesos de TTUI (Vohora *et al.*, 2004):

- El reconocimiento de oportunidades tecnológicas.
- La presencia de un compromiso empresarial.
- La credibilidad de la empresa.
- La sostenibilidad de la empresa.

Es importante mencionar que las coyunturas críticas se producen debido a los conflictos que aparecen entre el nivel y el tipo de recursos disponibles por parte de las empresas universitarias, por una parte, y las capacidades y el capital social existente, por la otra, y que se requiere para superar las tres fases sucesivas de desarrollo (Vohora *et al.*, 2004). De esta forma, es importante mencionar que las coyunturas críticas surgen debido a tres características que son clave en los procesos TTUI (Vohora *et al.*, 2004):

- Por la escasez de recursos físicos, financieros, humanos y/o tecnológicos.
- Por el nivel insuficiente de capital social.
- Por la falta de eficiencia en las capacidades internas requeridas por estas empresas de origen universitario para utilizar recursos y conocimiento productivos mejorando el desempeño en la generación de valor.

2.2.6. El Modelo de Transferencia de Conocimiento Científico-Tecnológico

El Modelo de Transferencia de Conocimiento Científico-Tecnológico se desarrolló a partir del análisis de cuatro centros de investigación y

cuatro empresas en México (Feria e Hidalgo, 2011). Este modelo destaca el uso sinérgico de las capacidades organizativas y tecnológicas de cada organización como un medio para identificar los mecanismos de transferencia tecnológica y de conocimiento que sean adecuados para el establecimiento de procesos cooperativos, alcanzando de esta forma resultados exitosos en las actividades de I+D e innovación (Feria e Hidalgo, 2011).

Una contribución importante que hace este modelo, consiste en cómo se explica la existencia de algunas brechas entre la generación, transformación y aplicación del conocimiento. Los autores de este modelo de transferencia concluyen que los resultados de la realización de estos procesos revelarían la importancia de la cooperación en relación con las actividades científicas y tecnológicas desarrolladas en las universidades (Feria e Hidalgo, 2011). Así mismo, se observa que la cooperación universidades-industria es un esfuerzo para que la mayoría de las universidades y empresas puedan hacer un uso más adecuado de los mecanismos de transferencia tecnológica disponibles (Feria e Hidalgo, 2011).

3. El Enfoque Metodológico QCA: Diseño de Muestra e Instrumentos de Recolección

3.1. El Enfoque QCA

El Análisis Cualitativo Comparado (QCA) es un enfoque metodológico que busca identificar las condiciones suficientes y/o necesarias que conforman ciertas configuraciones que explican un resultado deseado o de interés (*i.e.*, *outcome*). Este enfoque metodológico incorpora la lógica booleana para entender estas relaciones causales en los siguientes términos (Parente y Federo, 2019; Schneider y Wagemann, 2010):

- La complejidad causal es un rasgo que caracteriza a la mayor parte de los fenómenos sociales y que se puede entender de una mejor manera a partir de relaciones de necesidad y suficiencia.
- Existen tres principios básicos que guían el entendimiento de la complejidad causal: i) conjunción (*i.e.*, un resultado deseado ocurre a partir de la interdependencia de múltiples condiciones), ii) equifinalidad (*i.e.*, existe la posibilidad de encontrar múltiples caminos que lleven a un mismo resultado) y iii) asimetría (*i.e.*, la ausencia de ciertas condiciones que llevan a un resultado deseado no son necesariamente las mismas condiciones que llevan al resultado opuesto).
- Para alcanzar un resultado deseado, existe la posibilidad de que una condición sea necesaria (pero no suficiente) o suficiente (pero no necesaria), sin que se descarte la posibilidad de que una misma condición sea al mismo tiempo suficiente y necesaria.

El Análisis Cualitativo Comparado (QCA) es una metodología orientada al análisis de casos que relaciona las condiciones que los delimitan a partir de la teoría de conjuntos. De esta manera, el Análisis Cualitativo Comparado (QCA) permite teorizar y examinar la

complejidad causal de los fenómenos sociales que se caracterizan por ser no lineales y asimétricos, mediante la presencia de múltiples atributos causales independientes y asociados a un resultado deseado (*i.e.*, conjunción), examinando diferentes combinaciones de condiciones asociadas con un mismo resultado deseado (*i.e.*, equifinalidad) y evaluando la posibilidad de que la presencia y la ausencia de algunas condiciones esté asociada a un resultado deseado (asimetría) (Parente y Federo, 2019).

Es importante mencionar que este enfoque ha contribuido de manera significativa a la investigación científica en las ciencias sociales a través de probar diferentes teorías en áreas como la mercadotecnia, la innovación, los recursos humanos, el análisis estratégico, los estudios organizacionales, la gestión pública, los sistemas de información, las finanzas y la investigación de operaciones, la ciencia política, entre otros (Anderson *et al.*, 2015; Ragin, 1987). En este sentido, la adopción del Análisis Cualitativo Comparado (QCA) en las ciencias sociales en años recientes ha ido en aumento, pasando a ser una herramienta alterna a los métodos de correlación tradicionales para establecer condiciones causales relacionadas con un resultado esperado o deseado (*i.e.*, *outcome*) (Woodside, 2016). Además de su aplicación en los estudios de casos, este enfoque metodológico se centra en el análisis de datos empíricos teniendo en cuenta la posible replicación en estudios posteriores y construyendo proposiciones lógicas después del análisis cualitativo de los fenómenos en cuestión (Woodside y Zhang, 2012).

El núcleo del Análisis Cualitativo Comparado (QCA) se centra en la relación que existe entre las condiciones de suficiencia y/o necesidad y la posibilidad de alcanzar un resultado deseado (*i.e.*, *outcome*). Cabe mencionar que, en su versión original, este enfoque se centraba en el análisis *crisp-set* QCA (*csQCA*) introducido por Charles C. Ragin (1987) como una técnica para la comparación de casos en las ciencias sociales. Bajo este enfoque *csQCA*, todas las condiciones y el resultado deseado deben ser dicótomas (Ragin, 1987). En años posteriores, Charles C. Ragin (2000) amplió este análisis a *fuzzy-set* QCA (*fsQCA*) que admite una graduación en las condiciones explicativas sobre la pertenencia o la exclusión en cada caso. Finalmente, se introdujo la versión *multi-value* QCA (*mvQCA*) la cual considera conceptos multinomiales (Cronqvist y Berg-Schlosser, 2008).

El proceso de investigación bajo el Análisis Cualitativo Comparado (QCA) se desarrolla básicamente en tres etapas (Schneider y Wage-mann, 2010; Woodside, 2016). Primero, se debe realizar la calibración de las condiciones y del resultado deseado (*i.e.*, *outcome*) de acuerdo a la modalidad que se haya seleccionado (*i.e.*, *fsQCA*, *csQCA* o *mvQCA*). Segundo, se lleva a cabo el análisis de necesidad, que consiste en determinar si las distintas condiciones están presentes en todos los casos que presentan un resultado deseado (*i.e.*, *outcome*). Tercero, se realiza el análisis de suficiencia que consiste en observar qué condiciones o combinación de condiciones (*i.e.*, configuraciones causales) son suficientes para explicar el resultado deseado (*i.e.*, *outcome*).

En este sentido, esta investigación hace uso del enfoque *fsQCA* para analizar las condiciones que se traducirán mediante el proceso de calibración en valores dentro del intervalo 0 y 1 (Ragin, 2008a). De igual

forma, el enfoque *fsQCA* es adecuado para estudiar la combinación de condiciones que pueden llevar varias rutas causales para alcanzar el resultado deseado (*i.e.*, *outcome*). Por tanto, debe hacerse una selección de casos dentro del universo de estudio, los cuales deben ser suficientemente semejantes o paralelos para poder ser comparados a lo largo de ciertas dimensiones específicas (Ragin, 2008a).

3.2. Diseño de Muestra e Instrumentos de Recolección

A fin de contar con unidades de estudio que presenten características comunes, el universo seleccionado en esta investigación fueron las 35 UPEs de México, dado que son Instituciones de Educación Superior (IES) con presencia en los 32 estados de la República Mexicana, y que han sido creadas por decreto de los congresos locales bajo la figura jurídica de organismos públicos descentralizados, atribución que fomenta la elección y diseño de sus trayectorias, acordes con las necesidades de las comunidades en las que operan y alineadas con sus funciones sustantivas de docencia, generación y aplicación innovadora del conocimiento, así como de extensión y difusión de la cultura. En este sentido, el Análisis Cualitativo Comparado (QCA) busca estandarizar algunos aspectos presentes en el uso del análisis comparativo a partir de la sistematización y el ordenamiento de los casos y con el propósito de identificar diferencias y semejanzas en los procesos de TTUI en estas universidades. Por tal motivo, los casos seleccionados dentro del universo deben ser suficientemente semejantes o paralelos para poder ser comparados a lo largo de ciertas dimensiones específicas (Ragin, 2008). De esta forma, se eligieron como casos de estudio (*i.e.*, muestra) para esta investigación las UPEs que cuentan con un área responsable de transferencia de tecnología, aunque no necesariamente una OTT de manera formal.

Para llevar a cabo la medición de las condiciones (relación de suficiencia entre una condición y el resultado), se dispuso de dos instrumentos. Primero, una encuesta con escala de medición tipo Likert a cuatro puntos. Esta encuesta permitió conocer la percepción de los funcionarios universitarios responsables de los procesos de transferencia de tecnología sobre su nivel de acuerdo o desacuerdo con declaraciones alineadas a las condiciones de estudio. Segundo, de forma complementaria se realizó una entrevista de carácter abierto y semiestructurada. La encuesta fue enviada mediante formulario electrónico a las 17 UPEs de la muestra, de las cuales se obtuvo respuesta de sólo siete de ellas. Posteriormente se concretó una entrevista en línea con los funcionarios o responsables de los procesos de transferencia de tecnología.

4. Hipótesis y condiciones explicativas en los procesos de TTUI

Con excepción del Modelo de Transferencia de Conocimiento Científico-Tecnológico (Feria e Hidalgo, 2011), los modelos teóricos que se revisaron en este trabajo se han basado en resultados de éxito en los procesos de TTUI en las universidades de países industrializados. En este sentido, es importante desarrollar modelos teóricos alternativos que contribuyan a entender las particularidades de los procesos TTUI en economías emergentes y con un menor grado de desarrollo de sus mercados, sistemas de educación superior, etc., destacando de esta

forma las posibles sinergias que puedan surgir a partir de las capacidades organizativas y normativas, las actividades de investigación y desarrollo tecnología, los mecanismos de transferencia y los sistemas de incentivos en las universidades públicas en este tipo de economías. En este sentido, las UPEs en México son instituciones que tienen presencia en las 32 entidades federativas que conforman este país. Estas instituciones han sido creadas por decreto de los congresos estatales bajo la figura jurídica de organismos públicos descentralizados,

atribución que fomenta la elección y diseño de sus trayectorias, estando alineadas con sus funciones sustantivas de docencia, generación y aplicación innovadora del conocimiento, así como de extensión y difusión de la cultura. De esta forma, los procesos de generación y transferencia de tecnología y nuevos conocimientos pasan a ser una tarea sustantiva en el quehacer de las UPEs de este país. El Cuadro 1 muestra la conceptualización de las condiciones y del resultado deseado.

Cuadro 1. Conceptualización de las Condiciones y del Resultado Deseado

| Condición | Descripción | Outcome |
|--|---|---|
| Capacidad Institucional (CI) | Funcionamiento interno de la universidad (e.g., nivel organizacional, normatividad, recursos humanos especializados, recursos financieros) | |
| Capacidad para el Desarrollo Innovador (CDI) | Generación de conocimiento científico y su posterior publicación o aplicación (e.g., recursos financieros para I+D, proyectos de investigación con financiamiento externo, publicaciones indexadas, patentes) | |
| Capacidad de Emprendimiento (CE) | Desarrollo de una filosofía emprendedora y de trayectorias empresariales (e.g., apropiación de filosofía, experiencias educativas, acuerdos de colaboración) | Alto desempeño en los procesos de transferencia de tecnología (ADTT) (i.e., procesos de transferencia concluidos) |
| Capacidad Académica (CA) | Habilitación de la planta académica y el grado de consolidación de los cuerpos académicos con sus respectivas Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) (e.g., profesores de tiempo completo, cuerpos académicos, LAGC, reconocimiento de investigadores y creadores) | |
| Competitividad Académica (ComA) | Desempeño de los programas educativos (e.g., programas educativos de calidad reconocida) | |

La definición de las condiciones y el resultado deseado (*i.e.*, *outcome*) permiten establecer la siguiente hipótesis en esta investigación:

H1: La capacidad institucional, la capacidad para el desarrollo innovador, la capacidad de emprendimiento, la capacidad académica y la competitividad académica son condiciones suficientes y necesarias para alcanzar un alto desempeño en los procesos de transferencia de tecnología universidad-industria en las universidades públicas estatales de México.

Los casos de estudio que se analizan y a partir de los cuales se recopiló la información necesaria para esta investigación son solamente las UPEs que cuentan con un área responsable para la transferencia de tecnología, aunque no necesariamente una oficina de transferencia de

tecnología (OTT). De esta forma, se obtuvo la información necesaria para desarrollar este estudio mediante una encuesta y una entrevista uno a uno a los funcionarios o responsables de llevar a cabo los procesos de transferencia de tecnología. La muestra quedó conformada por siete UPEs que operan en los diferentes estados o provincias de México: Universidad Veracruzana (UV), Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Universidad Autónoma de Campeche (UAC), Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) y Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). El Cuadro 2 resume las condiciones suficientes y/o necesarias, así como el resultado deseado (*i.e.*, *outcome*) que explican los procesos TTUI en las UPEs de México.

Cuadro 2. Procesos de Transferencia de Tecnología en las UPEs de México: Condiciones y Resultado Deseado

| Resultado Deseado | Definición |
|---|---|
| Procesos exitosos de transferencia de tecnología (ADTT) | Se refiere al alto desempeño en los procesos de transferencia de tecnología |
| Condición | Definición |
| Capacidad Institucional (CI) | Se refiere al funcionamiento interno de las UPEs (i.e., nivel organizacional, normatividad, recursos humanos especializados y recursos financieros) |
| Capacidad para el Desarrollo Innovador (CDI) | Se refiere a la generación de conocimiento científico y posterior publicación o aplicación (i.e., recursos financieros para I+D, proyectos de investigación con financiamiento externo, publicaciones indexadas y generación de patentes) |
| Capacidad de Emprendimiento (CE) | Se refiere al desarrollo de una filosofía emprendedora entre las UPEs, así como a las trayectorias emprendedoras ya establecidas en estas universidades (i.e., apropiación de una filosofía emprendedora, aprovechamiento de experiencias educativas y establecimiento de acuerdos de colaboración) |
| Capacidad Académica (CA) | Se refiere a la fortaleza de la planta académica y al grado de consolidación de los cuerpos académicos en las UPEs (i.e., número de profesores de tiempo completo, número de cuerpos académicos y reconocimiento de investigadores y creadores) |
| Competitividad Académica (ComA) | Se refiere al desempeño de los programas educativos en las UPEs (i.e., número de programas educativos de calidad reconocida) |

5. Análisis de resultados y aplicación del modelo fsQCA

Una vez documentados los casos, se calibraron cada una de las condiciones que los caracterizan a fin de obtener las posibles configuraciones que pueden generar el resultado deseado (i.e., *outcome*). El proceso de calibración implica asignar valores de pertenencia a cada una de las condiciones que conforman las configuraciones con valores entre 0 a 1 (Ragin, 2008a). Es importante recordar que el proceso de calibración puede llevarse a cabo de dos formas (Pappas y Woodsite, 2021). La primera forma es de manera directa, debiendo elegirse tres puntos de corte cualitativo que definen el nivel de pertenencia para todas las condiciones en cada uno de los casos (i.e., completamente dentro, intermedio, completamente fuera) (Pappas y Woodsite, 2021). La segunda forma es a través del método indirecto en donde las mediciones deben escalarse en función de evaluaciones cualitativas (Pappas y Woodsite, 2021). El Cuadro 3 muestra la frecuencia con que se presentan las condiciones en cada una de las UPEs estudiadas en esta investigación.

Cuadro 3. Condiciones por UEPs

| | UANL BUAP | UAEH UAA | UV | UAY | UAC |
|------|--------------|-------------|----|-----|-----|
| CI | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| CDI | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| CE | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| CA | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| ComA | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Por su parte, el Cuadro 4 muestra los valores de pertenencia de las condiciones analizadas en este estudio.

Cuadro 4. UPEs de México: Casos de Estudio y Valores de Pertenencia

| Casos | CI | CDI | CE | CA | ComA | ADTT |
|-------|------|------|------|------|------|------|
| UV | 0.63 | 0.70 | 0.83 | 0.60 | 0.75 | 0.75 |
| UADY | 0.56 | 0.45 | 0.75 | 0.85 | 0.88 | 0.75 |
| UAC | 0.38 | 0.45 | 0.42 | 0.70 | 0.50 | 0.50 |
| UANL | 0.94 | 0.95 | 1.00 | 0.70 | 0.88 | 1.00 |
| UAEH | 0.75 | 0.55 | 0.58 | 0.65 | 0.75 | 0.75 |
| BUAP | 0.88 | 0.90 | 0.83 | 0.80 | 0.75 | 1.00 |
| UAA | 0.69 | 0.55 | 0.66 | 0.65 | 0.88 | 0.75 |

El Cuadro 5 muestra los criterios de calibración adoptados en esta investigación, estableciéndose los puntos de corte para todas las condiciones en 1 (pertenencia total), 0.67 (punto de indiferencia) y 0.33 (exclusión total). Por su parte, para el resultado deseado, los umbrales se establecieron en 0.95 (pertenencia total), 0.75 (punto de indiferencia) y 0.50 (exclusión total). Una vez establecidos los puntos de corte, se procedió con el proceso de calibración de los datos haciendo uso del software *fsQCA 3.0* (Ragin y Davey, 2016). La función *Calibrate* toma como entrada cada una de las condiciones que deben ser calibradas, así como los puntos de pertenencia total, de indiferencia y de exclusión total, transformando los datos en valores en un rango entre 0 y 1.

Cuadro 5. Criterios de Calibración

| Condición | Rango | Exclusión Total | Punto de Indiferencia | Pertenencia Total |
|-----------|-------|-----------------|-----------------------|-------------------|
| CI | 0-1 | 0.33 | 0.67 | 1 |
| CDI | 0-1 | 0.33 | 0.67 | 1 |
| CE | 0-1 | 0.33 | 0.67 | 1 |
| CA | 0-1 | 0.33 | 0.67 | 1 |
| ComA | 0-1 | 0.33 | 0.67 | 1 |
| ADTT | 0-1 | 0.50 | 0.75 | >0.95 |

El siguiente paso consistió ejecutar *Truth-Table Algorithm* para generar la tabla de verdad (Cuadro 6), la cual calcula todas las posibles configuraciones (i.e., combinaciones de condiciones) que pueden ocurrir, proporcionando 2k filas, donde “k” representa el número de condiciones y 2 representa la ausencia o presencia de condiciones (Ragin *et al.*, 2017).

Cuadro 6. Valores de Pertenencia Calibrados

| Casos | CI | CDI | CE | CA | ComA | ADTT |
|-------|------|------|------|------|------|------|
| UV | 0.41 | 0.57 | 0.81 | 0.35 | 0.67 | 0.50 |
| UADY | 0.27 | 0.13 | 0.67 | 0.84 | 0.87 | 0.50 |
| UAC | 0.07 | 0.13 | 0.10 | 0.57 | 0.18 | 0.05 |
| UANL | 0.92 | 0.93 | 0.95 | 0.57 | 0.87 | 0.95 |
| UAEH | 0.67 | 0.26 | 0.31 | 0.46 | 0.67 | 0.50 |
| BUAP | 0.87 | 0.89 | 0.81 | 0.77 | 0.67 | 0.95 |
| UAA | 0.55 | 0.26 | 0.48 | 0.48 | 0.46 | 0.50 |

Para llevar a cabo el análisis de las condiciones o combinaciones de condiciones que son necesarias y/o suficientes para producir el resultado esperado o deseado (i.e., *outcome*), se realizó el refinamiento de la tabla de verdad basado en el criterio de consistencia (Ragin, 2008b). Este proceso reveló las configuraciones que potencialmente pueden explicar un alto nivel de desempeño en los procesos TTUI en las UPEs de México. Para realizar este análisis, se fijó un umbral de consistencia de 0.80 en la tabla de verdad, lo cual indica que los valores por debajo de 0.80 muestran inconsistencias sustanciales. El Cuadro 7 muestra cómo las primeras cuatro configuraciones son las únicas consideradas suficientes para alcanzar al resultado esperado o deseado (i.e., *outcome*).

Cuadro 7. Tabla de Verdad

| CI | CDI | CE | CA | ComA | Number | ADTT | Raw Consist. | Pri Consist. | Sym Consist. |
|----|-----|----|----|------|--------|------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0.991342 | 0.982759 | 0.982759 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0.95122 | 0.428578 | 0.428578 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0.921569 | 0.478261 | 0.478261 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.893204 | 0.266667 | 0.266667 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0.655629 | 0.103448 | 0.103448 |

De acuerdo con el enfoque *fsQCA*, si una configuración es suficiente para explicar un alto desempeño, todos los casos en este grupo deben presentar el resultado deseado (Y=1). El Cuadro 8 muestra los casos correspondientes a cada configuración causal con base a los valores en la tabla de verdad. La combinación uno, por ejemplo, muestra que CI, CDI, CE, CA y ComA en conjunto explican el resultado ADTT en las UPEs del estado de Nuevo León y Puebla. En cambio, sólo tres configuraciones llevan al resultado deseado en las UPEs de los estados de Hidalgo, Aguascalientes, Veracruz y Yucatán.

Cuadro 8. Tabla de Verdad Modificada

| Conf. | CI | CDI | CE | CA | ComA | Y=0 | Y=1 | N | NY | Consis | X→Y |
|-------|----|-----|----|----|------|-----|--------------|---|----|--------|-----|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -- | UANL BUAP | 2 | 2 | 1 | V |
| 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | -- | UAEH UAA | 2 | 2 | 1 | V |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | -- | UV | 1 | 1 | 1 | V |
| 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | -- | UAY | 1 | 1 | 1 | V |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | UAC | -- | 1 | 0 | -- | F |

El Cuadro 9 muestra la solución intermedia que incluye cuatro combinaciones posibles donde la primera combinación alcanza un valor de consistencia de 0.95 y un valor de cobertura del 39% de los casos que muestran el resultado deseado (i.e., ADTT). La segunda combinación alcanzó un valor de consistencia de 0.92 y un valor de cobertura de 35% de los casos que alcanzan el resultado deseado (i.e., ADTT). La tercera combinación alcanzó un valor de consistencia de 0.89 y un valor de cobertura de del 46% de los casos que conforman el resultado deseado (i.e., ADTT). La cuarta combinación alcanzó un valor de consistencia de 0.99 y un valor de cobertura de 57% de los casos que conforman el resultado deseado (i.e., ADTT).

Cuadro 9. Solución Intermedia y Parsimoniosa (umbral de consistencia: 0.80)

| Configuración Causal | Row Coverage | Unique Coverage | Consistency |
|-----------------------|--------------|-----------------|-------------|
| Solución Intermedia | | | |
| CI*~CDI*~CE*~CA*ComA | 0.394937 | 0.0607595 | 0.95122 |
| ~CI*CDI*CE*~CA*ComA | 0.356962 | 0.0379747 | 0.921569 |
| ~CI*~CDI*CE*CA*ComA | 0.465823 | 0.0860759 | 0.893204 |
| CI*CDI*CE*CA*ComA | 0.579747 | 0.26076 | 0.991342 |
| Solución Parsimoniosa | | | |
| ComA | 0.908861 | 0.908861 | 0.747917 |

En cuanto a la solución parsimoniosa en el mismo Cuadro 9, sólo se tiene una configuración con presencia de ComA con un valor de consistencia de 0.74 y un valor de cobertura de 90% de los casos. Sin embargo, esta solución no satisface el umbral de 0.80. Los resultados sugieren, que en la solución debería estar presente la ComAcad. De acuerdo a Ragin (2008a), para determinar si una condición debe estar “casi siempre presente” para alcanzar el resultado deseado (i.e., ADTT), se deben evaluar cada una de las condiciones que conforman las configuraciones en términos de necesidad, fijándose un umbral de 0.80. En el caso de las UPEs de México, el Cuadro 10 muestra los resultados de este análisis, dando como resultado que la CI, CE, CA y ComA son condiciones necesarias. Sin embargo, este mismo análisis muestra que la condición CDI no cumple con el valor de consistencia igual o superior a 0.80, siendo entonces una condición no necesaria.

Cuadro 10. Condiciones de Necesidad (umbral de consistencia: 0.80)

| Condición | Consistencia | Cobertura |
|-----------|--------------|-----------|
| CI | 0.891139 | 0.936170 |
| CDI | 0.764557 | 0.952681 |
| CE | 0.911392 | 0.871671 |
| CA | 0.800000 | 0.786070 |
| ComA | 0.908861 | 0.650000 |

6. Discusión

Esta investigación discute las posibles configuraciones que explican los procesos TTUI en las UPEs de México. En este sentido, la Competitividad Académica (ComA), definida como el desempeño de los programas educativos en las UPEs, aparece en las cuatro configuraciones causales de la solución intermedia. Este hecho puede traducirse en los esfuerzos que hacen las UPEs por contar con programas educativos de alto nivel y reconocidos por organismos acreditadores, que se traduce en pertinencia de los programas educativos, disponibilidad de personal académico calificado e infraestructura física suficiente que apoye el desarrollo de estos programas educativos. Estos rasgos que caracterizan a ComA, se traducen en la generación de capacidades por parte de alumnos para la generación de proyectos de investigación que facilitan los procesos TTUI.

Por otro lado, la Capacidad Institucional (CI), entendida como el funcionamiento interno de las UPEs en cuanto a su nivel organizacional, normatividad, recursos humanos especializados y recursos financieros, es una condición que participa en dos configuraciones de la solución intermedia. De esta forma, destaca que las universidades BUAP, UAA, UAEH y UANL que cuentan con una Capacidad Institucional (CI) adecuada y que les permite un desempeño eficiente en las áreas responsables de los procesos de transferencia de tecnología y conocimientos. Además de contar con personal especializado para la transferencia de tecnología y conocimientos, este hecho les permite a estas universidades posicionarse de manera eficiente a las áreas encargadas de los procesos TTUI (e.g., OTTs) en mercados específicos. En este mismo sentido, la Capacidad Institucional (CI) de estas universidades les ha permitido desarrollar una estructura organizacional para alcanzar una autonomía de gestión en las áreas responsables de transferencia de tecnología y conocimientos que, junto con una normativa universitaria adecuada en torno a la propiedad intelectual y la distribución de regalías, han dado una mayor certeza a la comunidad universitaria en los procesos TTUI. También en este mismo sentido, la posibilidad de contar con una solida Capacidad Institucional (CI) permite que los procesos de transferencia de tecnología se fortalezcan.

La Capacidad Académica (CA) y la Capacidad para el Desarrollo Innovador (CDI) son dos condiciones claves en los procesos TTUI al estar asociadas a la investigación y al fortalecimiento de la planta académica. Sin embargo, el porcentaje de investigadores que participa en el desarrollo de proyectos de investigación y los productos/resultados

que generan no son suficientes para garantizar un alto desempeño en los procesos TTUI. Finalmente, la Capacidad de Emprendimiento (CE) es una condición que esta presente en tres de las cuatro posibles configuraciones. Esto se traduce en cómo las universidades visualizan la importancia de incorporar una filosofía emprendedora a los valores institucionales y de formación de sus estudiantes con el fin de crear proyectos de innovación, mostrando sus capacidades de inventiva, liderazgo y capacidad de adaptación a los cambios sociales y económicos.

7. Conclusiones

Las UPEs en México han buscado impulsar los procesos TTUI a través de las áreas encargadas de este tipo de procesos que protegen y gestionan la propiedad intelectual en las universidades. El objetivo de esta investigación ha sido identificar qué condiciones son necesarias y/o suficientes para lograr un alto desempeño en los procesos TTUI en las UPEs en México. Los resultados muestran evidencia de que la Capacidad Institucional (CI), la Capacidad para el Desarrollo Innovador (CDI), la Capacidad de Emprendimiento (CE), la Capacidad Académica (CA) y la Competitividad Académica (ComA) son condiciones suficientes para garantizar que los procesos de transferencia de tecnología sean exitosos y así poder explicar el resultado deseado (i.e., ADTT) en las UPEs.

Por su parte, la Capacidad para el Desarrollo Innovador (CDI) no cumple con el criterio de consistencia para ser considerada una condición necesaria. Esto puede deberse a que la mayoría de los proyectos de investigación que se realizan en las UPEs corresponden a investigación básica, ya que aún falta una mayor cultura emprendedora entre los investigadores que permita la generación de productos o resultados de investigación que se traduzcan en innovaciones susceptibles de ser transferidas y protegidas a través de la propiedad industrial.

Finalmente, y con base en los resultados obtenidos, se observa que las UPEs en México han generado políticas y programas institucionales que han favorecido los procesos TTUI. Sin embargo, y aun cuando estos resultados son significativos, el grado de especialización y los esfuerzos de transferencia tecnológica todavía son insuficientes, por lo que su impacto en el desarrollo local aún no se considera de gran importancia en términos generales. Futuras líneas de investigación podrían incluir el desarrollo y el fomento de una cultura emprendedora para la innovación y la transferencia de tecnología, el diseño e implementación de algunos modelos para impulsar el desarrollo de transferencia de tecnología y conocimientos, el análisis de la normativa universitaria y la regulación de los procesos de transferencia de tecnología, así como el análisis de patentes en relación con el desarrollo de los ecosistemas de innovación.

Referencias

Anderson, S. K., Adegbite, E., Omari, S. y Abdellatif, M. (2015). On the use of qualitative comparative analysis in management. *Journal of Business Research*, 69(4), 1458- 1463. DOI: 10.1016/j.jbusres.2015.10.125

- Arechavala, R. (2011). Sistemas regionales de innovación en México y Canadá: una comparación de retos en el desarrollo de la innovación tecnológica. *Revista de la Educación Superior*, 42, 41-57.
- Bercovitz, J. y Feldman, M. (2006). Entrepreneurial universities and technology transfer: a conceptual framework for understanding knowledge-based economic development. *Journal of Technology Transfer*, 31(1), 175-188. DOI: 10.1007/s10961-005-5029-z
- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29(4-5), 627-655. DOI: 10.1016/S0048-7333(99)00093-1
- Bozeman, B., Rimes, H. y Youtie, J. (2015). The evolving state-of-the-art in technology transfer research: revisiting the contingent effectiveness model. *Research Policy*, 44(1), 34-49. DOI: 10.1016/j.respol.2014.06.008
- Cabello, A., y Ortiz, E. (2013). Políticas públicas de innovación tecnológica y desarrollo: teoría y propuesta de educación superior. *Convergencia*, 20(61), 135-172.
- CONACYT. (2022). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2024*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. <https://www.siicyt.gob.mx/index.php/normatividad/nacional/programa-especial-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-peciti/>
- Cronqvist, L. y Berg-Schlosser, D. (2008). Multi-value QCA (mvQCA). En: Rihoux, B. y Ragin, C. C., *Configurational Comparative Methods: Qualitative Comparative Analysis (QCA) and Related Techniques*. Sage, Thousand Oaks.
- EXECUM (2020). Estudio Comparativo de las Universidades Mexicanas. <http://www.execum.unam.mx/>
- Feria, V. e Hidalgo, A. (2011). Towards a Transfer Model of Scientific and Technological Knowledge: The Case of Mexico. 20th International Conference for the International Association for Management of Technology, Miami, 120-139.
- Flores, M. (2016). Modalidades de planeación institucional que practican las universidades públicas estatales. *Revista Universitaria Digital de Ciencias Sociales*, 7(13), 53-70.
- Herrera, T. F. y Suárez, R. J. (2021). Rol de las universidades en el Sistema Nacional de Innovación mexicano. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(93), 139-157. DOI: 10.52080/rvg93.11
- Hindle, K. y Yencken, J. (2004). Public research commercialisation, entrepreneurship and new technology-based firms: an integrated model. *Technovation*, 24, 793-803. DOI:10.1016/S0166-4972(03)00023-3
- Loray, R. (2017). Políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación: tendencias regionales y espacios de convergencia. *Revista de Estudios Sociales*, 62, 68-80. DOI: 10.7440/res62.2017.07
- Medina, I., Castillo Ortiz, P., Álamos-Concha, P. y Rihoux, B. (2017). Análisis Cualitativo Comparado (QCA). Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid.
- Nlemvo, F., Pimay, F. y Surlemont, B. (2002). A stage model of academic spin-off creation. *Technovation*, 22(5), 281-289. DOI: 10.1016/S0166-4972(01)00019-0
- Oszlak, O. y O'Donnell, G. (1995). Estado y políticas estatales en América Latina: hacia una estrategia de investigación. *Redes*, 2(4), 99-128.
- Pappas, I. y Woodside, A. (2021). Fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA): guidelines for research practice in information systems and marketing. *International Journal of Information Management*, 58(3), 102310. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2021.102310
- Parente, T. y Federo, R. (2019). Qualitative comparative analysis: justifying a neo-configurational approach in management research. *RAUSP Management Journal*, 54(4), 399-412. DOI:10.1108/RAUSP-05-2019-0089
- Ragin, C. C., Patros, T., Strand, S. y Rubinson, C. (2017). User's Guide to Fuzzy-Set/ Qualitative Comparative Analysis.
- Ragin, C. C. (2009). *Reflectionson casing and case-oriented research*. Sage, California.
- Ragin, C. C. (2008a). Measurement versus Calibration: A Set-Theoretic Approach. In *The Oxford Handbook of Political Methodology*.
- Ragin, C. C. (2008b). *Redesigning Social Inquiry*. University of Chicago Press, Chicago.
- Ragin, C. C. (2000). *Fuzzy-set social science*. University of Chicago Press, Chicago.
- Ragin, C. C. (1987). *The Comparative Method*. University of California Press, California.
- Ragin, C. C. y Davey, S. (2016). *Fs/QCA [Computer Programme]*. English. University of California, Irvine.
- Rodríguez, J. C., Navarro-Chávez, C. L., Gómez, M. y Mier, M. (2015). Science, technology and innovation policy to sustain agricultural biotechnology in emerging economies: Evidence from Mexico. *International Journal of Biotechnology*, 13(4), 198-229. doi: 10.1504/IJBT.2014.068934
- Rodríguez, J. C. (2010). University-industry technology transfer in Canada: an analysis of stakeholders' performance using system dynamics. Université du Québec à Montréal.
- SEP (2019). Secretaría de Educación Pública. Instituciones de Educación Superior. <https://www.educacionsuperior.sep.gob.mx/instituciones.html>

- Siegel, D. S., Waldmann, D. y Link, A.N. (2003). A financial sustainability review: change and adaption in the voluntary sector as the economy recovers. *Research Policy*, 32(1), 27–48.
- Siegel, D. S., Waldman, D. A., Atwater, L. E. y Link, A. N. (2004). Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners: Qualitative evidence from the commercialization of university technologies. *Journal of Engineering and Technology Management*, 21(1–2), 115–142. doi.org/10.1016/j.jengtecman.2003.12.006
- Schneider, C. y Wagemann, C. (2010). Standards of good practice in Qualitative Comparative Analysis (QCA) and fuzzy-sets. *Comparative Sociology*, 9(3), 397-418.
- Vohora, A., Wright, M. y Lockett, A. (2004). Critical junctures in the development of university high-tech spinout companies. *Research Policy*, 33(1), 147–175. doi.org/10.1016/S0048-7333(03)00107-0
- Woodside, A. (2016). *Bad to Good: Achieving High Quality and Impact in Your Research*. Emerald, Bingley.
- Woodside, A. y Zhang, M. (2012). Identifying X-Consumers Using Causal Recipes: “Whales” and “Jumbo Shrimps”. *Journal of Gambling Studies*, 28, 13-26. doi:10.1007/s10899-011-9241-5.

