

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades



Transferencia tecnológica de biotecnología en Guatemala: Un estudio exploratorio

Trabajo de graduación en modalidad de Tesis presentado por
Francisco Javier Santos Ruiz
para optar al grado académico de Licenciado en Biotecnología Molecular

Guatemala,
2020

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades



Transferencia tecnológica de biotecnología en Guatemala: Un estudio exploratorio

Trabajo de graduación en modalidad de Tesis presentado por
Francisco Javier Santos Ruiz
para optar al grado académico de Licenciado en Biotecnología Molecular

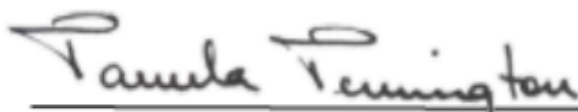
Guatemala,
2020

Vo. Bo.



Asesor: Dr. Álvaro Figueredo

Tribunal examinador:



Dra. Pamela Pennington



Dr. Álvaro Figueredo



Dra. Krisztina Rios-Gonzalez

Fecha de aprobación: Guatemala, 25 de junio de 2021.

Lista de figuras	v
Lista de cuadros	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
1. Introducción	1
2. Objetivos	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	2
2.3. Preguntas de investigación	2
3. Justificación	3
4. Marco teórico	4
4.1. La transferencia de tecnología	4
4.2. Actores principales	4
4.2.1. Sector Industrial	4
4.2.2. Sector académico	5
4.2.3. Sector público	5
4.3. Entidades dedicadas a la transferencia de tecnología	6
4.3.1. Oficinas de transferencia de tecnología	6
4.3.2. Oficinas de transferencia de tecnología	7
4.3.3. Incubadoras de negocios	7
4.4. Mecanismos de transferencia	7
4.4.1. <i>Spin-offs</i>	7
4.4.2. <i>Startup</i>	8
4.4.3. Joint Ventures	8
4.4.4. Asesorías y conversaciones informales	8
4.4.5. Patentes	8
4.4.6. Modelos de transferencia de tecnología	9

5. Marco legal	12
5.1. Decreto ley 63-91: Ley de promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico Nacional	12
5.2. Política Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico 2018-2025 (PLANDECYT)	12
5.2.1. Plan K'atun: Nuestra Guatemala 2032	13
5.3. Decreto de ley 73-92: Ley de creación del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACYT)	13
6. Metodología	14
6.1. Diseño de la investigación	14
6.2. Recolección de datos	14
6.2.1. Acceso a los datos	14
6.2.2. Manejo del consentimiento informado	15
6.2.3. Manejo de información	15
6.3. Fuentes de datos	16
6.3.1. Entrevistas semi-estructuradas	16
6.4. Análisis de datos	16
6.4.1. Codificación RITA de entrevistas semi-estructuradas	16
6.5. Mapeo de actores	17
6.6. Análisis FODA	18
7. Resultados	19
7.1. Mapeo de actores	19
7.2. Análisis temático: RITA	20
7.3. Matriz FODA	21
8. Discusión	26
9. Conclusiones	28
10.Recomendaciones	29
11.Bibliografía	31
Referencias	31
12.Anexos	34
12.1. Anexo 1: Formato de la entrevista semi estructurada	34
12.2. Anexo 2: Correo de reclutamiento	35
12.3. Anexo 3: Temas y subtemas iniciales	36
12.4. Anexo 4: Ejemplo de análisis RITA	37
12.5. Anexo 5: Matriz FODA para la formulación de estrategias	38

Lista de figuras

1.	Codificación de las entrevistas	16
2.	Resultado del mapeo de actores	20
3.	Resultado del análisis RITA	21
4.	Resultado de análisis FODA	22
5.	Plantilla de correo de reclutamiento	35
6.	Temas y subtemas iniciales	36
7.	Ejemplo de análisis RITA	37
8.	Matriz FODA para la generación de estrategias	38

Lista de cuadros

1. Criterios de clasificación de opiniones 17

Guatemala está en la posición 106 de 131 en el índice de innovación 2020 (WIPO, 2020). Esto significa que en general hay pocas soluciones a las problemáticas nacionales las que se llega por medio de innovación incluyendo la biotecnología. Ejemplos de estos problemas son la dependencia de otros países para pruebas de diagnóstico o los efectos del cambio climático sobre la agricultura. La transferencia tecnológica (TT) es el conjunto de acciones que llevan a algún beneficio social o económico derivado de algún descubrimiento científico (Mendoza & Sanchez, 2018). En otras palabras, conecta los problemas con las soluciones. El objetivo de este trabajo busca realizar un análisis situacional del ecosistema de TT de biotecnología en el país. Como metodología, realizamos un mapeo de actores, identificamos las principales formas de transferencia de tecnología e identificamos los principales obstáculos que enfrenta el sistema. Esto se hizo mediante entrevistas semi estructuradas a expertos por sector en los sectores académico (n=4), industrial (n=4) y público (n=4). Estas entrevistas fueron analizadas de forma sistemática por medio de un análisis Rapid Interval Analysis of Audio recordings (RITA) . Entre los resultados destaca que existe un impacto severo de la burocracia, que existe poca comunicación entre los sectores y que la TT depende fuertemente de instituciones extranjeras.

Guatemala occupies the 106th position out of 131 countries according to the Global Innovation Index 2020 (WIPO, 2020). This means that, in general, few problems are being solved using technological developments, this includes biotechnological developments. Two examples of problems that can be solved through biotechnological developments are the strong dependence on other countries for doses of COVID-19's vaccine or the vulnerability of crops due to climate change. The latter is especially critical since Guatemala's economy strongly depends on agriculture and most of its citizens' food supply relies on sustenance agriculture. Any action that leads to a benefit (be it / either social or economic) derived from sharing scientific knowledge is included within the term technology transfer (TT) in this report (quotation). The main goal of this study was to describe how biotechnological TT happens in Guatemala. This included the construction of a stakeholder map, identifying the most frequent TT activities and the most critical obstacles that the TT ecosystem faces as a whole. To achieve this, qualitative research was conducted by interviewing 12 experts in three sectors (academic, private, and public) relying on semi-structured interviews. The data collected was analyzed systematically with RITA methodology (Rapid Interval Analysis of Audio Recordings quotation). Among the most significant insights found are that bureaucracy has a severe impact in almost every TT activity, that inter institutional collaboration is weak and happens infrequently, and that biotechnological TT depends strongly on international collaboration.

CAPÍTULO 1

Introducción

La transferencia tecnologica busca resolver problemas usando el conocimiento generado por las investigaciones científicas. Esto significa que conecta los descubrimientos científicos con el público general. Es un importante paso que usualmente es omitido cuando se habla acerca del desarrollo tecnologico. En el siguiente trabajo se discute el estado actual de la transferencia tecnologica del país en el campo de la biotecnología en el país.

Se discuten los obstáculos a los que se enfrenta, qué se ha logrado hasta el momento y se mencionan diversos ejemplos. La información fue obtenida a través de entrevistas a expertos en el tema de todos los campos con el fin de englobar con la menor cantidad de sesgo posible.

2.1. Objetivo general

Realizar un análisis situacional de la transferencia tecnológica de biotecnología en Guatemala a través de un estudio exploratorio de entrevistas semiestructuradas.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar a los actores clave y sus roles en la dinámica de la transferencia tecnológica de biotecnología en Guatemala.
- Describir el tipo y la frecuencia preferidas de interacciones academia-industria que existen en el país en el ámbito de la biotecnología.
- Realizar un análisis FODA de las interacciones de la academia, la industria y los organismos estatales del sector biotecnológico de Guatemala.

2.3. Preguntas de investigación

- ¿Cuál es el estado de la transferencia tecnológica de biotecnología en Guatemala?
- ¿Quiénes son los actores clave en la transferencia tecnológica de transferencia tecnológica de biotecnología?
- ¿Cuáles son los tipos de transferencia de tecnología de biotecnología más frecuentes en el país?
- ¿Qué oportunidades y amenazas enfrenta la transferencia de tecnología en el país?

Hacer ciencia en el país es algo complicado porque usualmente las personas no perciben el beneficio directo. Sin embargo, muchos de los problemas locales podrían ser solucionados utilizando innovación y transferencia tecnológica, específicamente biotecnología. Pero para que esto pase, el conocimiento científico tiene que ser transformado y llegar a las personas para generar algún beneficio. Este proceso se denomina transferencia de tecnología (TT) y el objetivo de esta tesis es determinar cómo funciona esto en Guatemala en el sector biotecnología. La tesis planea revelar detalles acerca del tipo, cantidad, obstáculos, actores involucrados, así como áreas de enfoque.

En otros países usualmente el estado funciona como agente coordinador de la transferencia de tecnología y en algunos casos la estimula por medio de recompensas y procesos de asignación de recursos para promover transferencia tecnológica. En estos países suele haber un reconocimiento general de los beneficios de la transferencia de tecnología (Hamermesh *et al.*, 2011). La información generada por esta tesis brindará información importante a cualquier institución pública que quiera estimular la transferencia de tecnología.

Además del estado, las universidades y la industria son – entre otros - actores importantes en la transferencia de tecnología. Las universidades funcionan como proveedores tanto de conocimiento científico como tecnológico y la industria como consumidor de ellos. Aunque algunos actores del mismo sector industrial usualmente también tienen departamentos de RD (Research and Development) que también empujan la frontera del conocimiento científico. (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). La industria se beneficia de esta relación porque el conocimiento científico ayuda a mejorar la competitividad de las empresas al reducir costos o aumentar la eficiencia de cualquier proceso. Además, el conocimiento científico con frecuencia es la base de la creación de nuevos productos o la creación de nuevos procesos que permiten a las empresas entrar en nuevos mercados y diversificar la economía. La información generada por esta tesis también beneficiaría a cualquier empresa guatemalteca que quiera innovar al proveer información importante acerca de cómo ocurre esto en Guatemala.

4.1. La transferencia de tecnología

Los desarrollos científicos ocurren frecuentemente en laboratorios, lejos de la vida diaria de las personas. Estos desarrollos pueden ser soluciones a problemas que antes se creían imposibles de resolver. Sin embargo, para que esto ocurra primero los desarrollos tienen que transformarse en productos, servicios o procesos a los que las personas pueden acceder. En otras palabras, la transferencia de tecnología son todos los procesos que ocurren desde un descubrimiento científico hasta el uso público, o, como popularmente se le conoce a la introducción comercial de nuevos procesos, servicios, productos y modelos de negocio; innovación (De Meyer and Garg:2005). Este proceso por el cual las personas acceden a nuevos desarrollos se le conoce como transferencia de tecnología. (Cunningham & O'Reilly, 2018; Mendoza & Sanchez, 2018)

Para que el proceso de transferencia de tecnología ocurra, se necesita la cooperación de distintos actores. Los actores principales en la TT y sus roles están descritos en la siguiente sección.

4.2. Actores principales

De acuerdo con los modelos de TT se reconocen tres principales sectores con diferentes roles dentro de la dinámica de transferencia tecnológica. Estos sectores son: sector industrial o privado, el sector académico y el sector público. (Cunningham & O'Reilly, 2018). Los tres sectores serán descritos a continuación en esta sección.

4.2.1. Sector Industrial

Desde el punto de vista de una empresa, invertir en investigación solo tiene sentido si va a brindar algún tipo de beneficio económico. Esta inversión tiene que retornar en forma de innovación que va a significar algún tipo de ventaja competitiva. Algunos ejemplos de innovaciones a través de la investigación son la implementación de procesos más eficientes, desarrollo de nuevos productos o la implementación de tecnología para reducir el impacto sobre el medio ambiente. (Mascarenhas Mascarenhas, 2019; Wang, 2010).

Esto convierte al sector industrial en el consumidor de tecnología por excelencia. Las empresas reconocen que necesitan de nueva tecnología para mantener su posición en el mercado. Antiguamente, se prefería invertir en sus propios centros de investigación. Sin embargo, esta tendencia está cambiando rápidamente y existen (y se prefieren) otras estrategias por medio de las cuales la industria puede suplir su necesidad de tecnología. Estas estrategias están detalladas más adelante, pero el concepto principal es que la industria necesita de innovación para mantener sus operaciones rentables a largo plazo. (Markman *et al.*, 2008).

El sector privado se beneficia de la innovación que brindan las nuevas tecnologías. Esto lo convierte en un consumidor de tecnología. Esta necesidad es satisfecha frecuentemente por el sector académico que se describe a continuación. Aunque hay necesidades del sector industrial que no son o no pueden ser satisfechas por alianzas con el sector académico. En estos casos la necesidad la satisfacen los departamentos de R&D.

4.2.2. Sector académico

La necesidad de tecnología del sector industrial es cumplida, frecuentemente, por el sector académico. Las universidades por su naturaleza de docencia e investigación histórica se han vuelto fuentes de nuevos descubrimientos que son utilizados por la industria para innovar. Esto es posible porque las universidades cuentan con el recurso humano, las instalaciones y el equipo necesario para el desarrollo de nueva tecnología. (Markman *et al.*, 2008).

A veces una idea de investigación nace con una necesidad específica de la industria. Cuando el proyecto no es lo suficientemente atractivo como para justificar la construcción de un laboratorio propio o el tema está fuera del dominio de la empresa, las empresas acuden a universidades con propuestas de investigación o desarrollo de productos. Desde el punto de vista de la empresa, se obtienen soluciones tecnológicas específicas para aumentar la competitividad. En cambio, las universidades obtienen recursos monetarios, equipo y experiencia lo que incrementa las capacidades técnicas del laboratorio y del personal involucrado en TT.

Este fenómeno les ha dado a las universidades un rol de agente económico activo. Esto significa que las universidades buscan e incentivan actividades de transferencia de tecnología porque estas representan una fuente importante de ingresos. Esta faceta económica de las universidades es el resultado de políticas como la Bayh-Dole Act de los Estados Unidos de América, que promueven con incentivos económicos la TT.

El tamaño y naturaleza de los contratos suele ir desde investigaciones pequeñas como un estudio acerca de la diversidad genética y vulnerabilidad a ciertas enfermedades hasta contratos de desarrollo de nuevos productos en grandes empresas o entidades de gobierno como DARPA y el desarrollo del Internet, el radar y los drones.

El caso de las universidades es complicado porque dependen muchas veces de fondos públicos para sus operaciones, como es el caso de la USAC en Guatemala. Esto significa que sus operaciones dependen de políticas públicas. El estado cumple este y otros roles detallados en la siguiente sección.

4.2.3. Sector público

El sector público puede cumplir con dos roles: el de facilitador de recursos y el de coordinador. (Etzkowitz Leydesdorff, 2000)

Cuando el estado funciona como facilitador de recursos lo hace a través de financiamiento a investigación o transferencia tecnológica. Usualmente los países tienen un presupuesto para ciencia y tecnología y este presupuesto puede ser accedido por institutos de investigación a través de conce-

siones (grants en inglés). Para recibir estas concesiones, los proyectos de investigación o desarrollo de innovaciones deben presentar un protocolo detallado a través de instituciones como el NIH en Estados Unidos o el CONCYT en el caso de Guatemala. Estos institutos tienen lineamientos que seleccionan a los proyectos que van alineados con los intereses del estado. El propósito de esto es que el nuevo conocimiento que se genere a través de la investigación sea de beneficio para la población en general.

Además del rol de facilitador de recursos, el estado puede aplicar políticas que faciliten o dificulten la transferencia de tecnología. Un ejemplo clásico de políticas que promueven la TT es el Bayh-Dole Act. También existen casos en lo que las políticas estatales frenan la transferencia de tecnología, como la guerra comercial entre China y Estados Unidos que evita que empresas de ambos países desarrollen tecnología con componentes fabricados en el otro. (Mascitelli & Chung, 2019)

Existen tres modelos de políticas principales acerca del rol que debe tener el estado en la transferencia de tecnología (Bozeman, 2000):

Modelo de falla de mercado: Asume que la innovación ocurre de forma más eficiente en el sector industrial siendo la competitividad el mayor incentivo. Según esta corriente, la participación gubernamental y universitaria debe reducirse al mínimo. Ejemplos de políticas: reducción de impuestos por inversión en laboratorios de investigación y desarrollo, agilizar o eliminar cualquier proceso burocrático relacionado la protección de propiedad intelectual.(Bozeman, 2000)

Modelo de misión: El gobierno debe tener sus propios programas de investigación y desarrollo que velen por los intereses del gobierno. Poca o nula colaboración con el sector industrial. El desarrollo por parte del sector industrial y del gobierno debería complementarse y no competir. Ejemplos de políticas: creación de laboratorios de desarrollo en instituciones públicas o creación de laboratorios públicos (ej. ICTA).(Bozeman, 2000)

Modelo de tecnología cooperativa: El sector industrial no es el mejor desarrollador de nueva tecnología. Entonces los gobiernos y las universidades deben promover la investigación en fases tempranas para que el sector industrial pueda aumentar su competitividad. Ejemplos de políticas: Bayh-Dole Act of Cooperative Research Act de 1984. (Bozeman, 2000).

Estos mecanismos a pesar de que no benefician a los individuos directamente, se ha demostrado que eleva la competitividad de las empresas resultando en un crecimiento general de la economía. (Bozeman, 2000)

Dentro de cada uno de los actores principales de la TT, existen organizaciones dedicadas específicamente a actividades de TT. Estas entidades se detallan a continuación.

4.3. Entidades dedicadas a la transferencia de tecnología

4.3.1. Oficinas de transferencia de tecnología

Las oficinas de transferencia de tecnología (OTTs) son oficinas internas (más frecuentemente aunque existen OTTs que representan a grupos académicos o privados) de instituciones (principalmente universitarias) que tienen la función de promover la transferencia de la tecnología creada en esa institución. Una OTT funcional debería ser capaz de:

- Poder dar asesoría en temas legales, de marketing y de administración a cualquier grupo de investigación interesado en comercializar sus descubrimientos.
- Servir como mediador para las negociaciones entre los inventores y cualquier industria interesada en adquirir la tecnología.

- Promover la cultura de la comercialización de la ciencia.
- Entender las necesidades de la región y apoyar proyectos que vayan alineados con estos.

(Varma, 2014)

Las OTTs sirven como incubadoras para las actividades de TT dentro de las universidades. Sin embargo, los emprendimientos necesitan un espacio físico en el cual desarrollarse. De esta necesidad nacen los parques de tecnología, detallados en la siguiente sección.

4.3.2. Oficinas de transferencia de tecnología

Los parques de tecnología son lugares con un ambiente diseñado para la colaboración interdisciplinaria. Estos parques son el lugar ideal para el nacimiento de nuevas compañías basadas en la nueva tecnología. Cuentan con toda la infraestructura para generar estos nuevos negocios, además de equipos financieros especializados en asesorar a estas empresas nacientes. (Mendoza Sanchez, 2018; Vaidyanathan, 2008)

El modelo nació en los países occidentales, principalmente en Estados Unidos y el Reino Unido. Sin embargo, este modelo ha probado ser exitoso en la generación de empresas de tecnología en países en vías de desarrollo como India o Malasia. La generación de parques de tecnología en el área de desarrollo de software ha sido un elemento clave para el incremento de la competitividad de las empresas de software en India. (Vaidyanathan, 2008)

Los parques de tecnología ofrecen espacio físico y laboratorios para que ocurran proyectos de innovación. Sin embargo, los proyectos de emprendimiento tecnológico además del conocimiento técnico necesitan de conocimiento financiero y de inversiones. Para satisfacer esta necesidad existen las incubadoras de negocios. El funcionamiento de las incubadoras está detallado en la siguiente sección.

4.3.3. Incubadoras de negocios

Las incubadoras de negocios proveen de espacio de operaciones, equipo, asesoría de cualquier tipo para fomentar la creación de nuevas compañías basadas en tecnología. El objetivo de las incubadoras de negocios es reducir el porcentaje de fallo de nuevas compañías y apoyar el desarrollo de compañías basadas en tecnología nueva. las incubadoras de negocios suelen ser parte de parques de ciencia y tecnología. También las OTT universitarias suelen tener incubadoras de negocios incluidas en su estructura. (Wonglimpiyarat, 2016)

Estas entidades son las encargadas de que la transferencia de tecnología ocurra. En la siguiente sección se profundiza acerca de los mecanismos con los cuales operan las entidades de TT:

4.4. Mecanismos de transferencia

4.4.1. *Spin-offs*

Un *spin-off* es una división de alguna organización que se vuelve una organización independiente. Estos *spin-offs* nacen y se desarrollan relacionados estrechamente con la organización madre. Usualmente las organizaciones madre suelen brindar capital, experiencia, espacio y clientes para sus *spin-offs*. También suelen tener participación en forma de acciones en la nueva compañía. Un

ejemplo de una *spin-off* es Agilent technologies como *spin-off* de Hewlett-Packard. Los *spin-offs* son mucho más frecuentes en instituciones de tecnología, especialmente en las áreas de ciencias de la computación y biotecnología. (Zomer *et al.*, 2010)

Hay dos tipos principales de *spin-offs*: las que nacen a partir de empresas y las que nacen a partir de universidades. En los *spin-offs* industriales la función es incursionar en mercados en los que la empresa madre no está operando actualmente y en los que puede incursionar con nueva tecnología. En las universidades, los *spin-offs* suelen ser vehículos para comercializar los descubrimientos hechos en los laboratorios de la universidad. (Zomer *et al.*, 2010)

4.4.2. *Startup*

El término en español para los startups es empresas emergentes. Son empresas de alto crecimiento, usualmente basadas en la nueva tecnología. Estas empresas logran su alto crecimiento al utilizar una nueva tecnología para alcanzar nuevos nichos del mercado y nuevos mercados. Estas ventajas competitivas vienen de la posesión de tecnología nueva. Una de las ventajas que hacen a los startups de los mejores vehículos para la transferencia de tecnología es su supuesto rápido crecimiento. (Valdivia, 2013)

4.4.3. *Joint Ventures*

Las *joint Ventures* se definen como proyectos donde colaboran dos o más instituciones. Pueden ser colaboraciones universidad-empresa, gobierno-empresa, pero las más frecuentes suelen ser empresa-empresa. Las grandes multinacionales son fuentes de tecnología que pueden ayudar a las empresas locales a aumentar su competitividad. Un ejemplo de esto es China. Desde su apertura a la WTO, la inversión extranjera ha aumentado multiplicando por 10. La mayoría de esta inversión entra al país por medio de *joint Ventures* entre empresas locales y empresas que quieren acceder al mercado en China. (Jiang *et al.*, 2018)

4.4.4. *Asesorías y conversaciones informales*

Cuando el personal de alguna empresa está altamente capacitado, algunas veces solo se necesita el consejo de algún experto para que el mismo equipo de la empresa implemente alguna tecnología que permita aumentar la competitividad. Dependiendo de qué tanta ayuda se necesite del experto, el consejo puede venir en forma de conversaciones informales o por medio de asesorías formales.

4.4.5. *Patentes*

Las patentes son derechos que los gobiernos le conceden al inventor sobre cierta idea durante un tiempo definido (típicamente 15 a 20 años). Su objetivo principal es la protección en contra de cualquier tipo de clonación de la tecnología. Esta protección funciona como incentivo para que una persona pueda desarrollar una nueva tecnología con la garantía de que podrá lucrar sin que ningún competidor pueda poseer esta ventaja competitiva, o que, si lo hace, se le retribuya por ello. (Varma, 2014).

Las patentes son la forma en la que se formalizan y se comercian los avances científicos. Con una patente, los avances se convierten en objetos de comercio y esta es una de las formas principales en la que se transfiere la tecnología. Algunos de los modelos que se presentan a continuación se basan en el comercio de patentes. Otros utilizan otras formas de transferir tecnología.

4.4.6. Modelos de transferencia de tecnología

El modelo triple hélice

Es un modelo teórico que establece relaciones entre gobierno, industria y academia. Según el modelo, un incremento en general en el nivel tecnológico de las empresas se va a dar según estos tres sectores vayan co-evolucionando. También plantea la necesidad de instituciones híbridas entre los sectores para facilitar la transferencia de conocimiento. Según el modelo, para una transferencia de tecnología eficiente los tres sectores tienen que ir respondiendo con la mayor agilidad posible a las necesidades de los otros. (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000)

Aunque es el modelo teórico más aceptado actualmente, no siempre fue así. Antes de la publicación del modelo de la triple hélice en 1985, se consideraba como mejor modelo teórico el enfoque de los sistemas nacionales de innovación (NSI). El modelo NSI ubicaba a la industria como el eje central del desarrollo tecnológico y esta era guiada rigurosamente por un estado paternalista. Además de esto, la academia jugaba un rol relativamente poco relevante en la transferencia de tecnología. (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000)

El cambio de perspectiva que se dio después fue paulatino. Con la implementación de políticas con el *Bayh-Dole Act* daban más protagonismo al sector académico. Esta tendencia fue respuesta a que las universidades por su rol educativo y de investigación ya contaban con la infraestructura para el desarrollo de nuevas tecnologías. Esto significaba que para algunas empresas era más fácil adquirir nueva tecnología formando alianzas con universidades que invirtiendo en sus propios laboratorios de investigación y desarrollo. (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000)

El modelo nórdico

El modelo nórdico lo representan Finlandia y Suecia. Ambos países lideran los índices de innovación a nivel Unión Europea. Su sistema se basa en la inversión concentrada en laboratorios de I+D de grandes compañías. En Suecia, no existía una política pública específica de innovación hasta 1990. Después el sector público se fue involucrando lentamente pero actualmente juega un rol relativamente importante, sobre todo como agente facilitador. (Aceytuno Cáceres, 2012)

El modelo centroeuropeo

El representante por excelencia de este modelo es Alemania. Se caracteriza por una fuerte influencia del estado. Las políticas de innovación las manejan en conjunto el gobierno federal y los gobiernos locales. Otra cosa que caracteriza al sistema alemán es su flexibilidad. Las personas que crean las políticas de innovación están aprendiendo constantemente de otros países. Actualmente usan como referencia los modelos americanos y japoneses. El Ministerio Federal de Educación e Investigación lanzó un programa llamado EXIST que favorece de forma la creación de *spin-offs* y empresas universitarias (German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, 2020). El programa probó ser muy eficiente en la creación de estos mecanismos de TT en comparación con otros modelos europeos y del mundo. De hecho, Alemania está en primer lugar a nivel mundial en el índice de innovación. Los criterios de este índice incluyen concentración de empresas de alta tecnología, inversión en investigación y desarrollo y actividad de patentes. (Jamrisko, Michelle & Lu, Wei, 2020)

El modelo Mediterráneo

Este modelo describe la transferencia de tecnología en España, Francia e Italia. El modelo mediterráneo se caracteriza por no depender tanto de las patentes y tener institutos centralizados de

investigación (CNRS en Francia, CNR en Italia y CSIC en España). La transferencia de tecnología se basa principalmente en publicaciones y otros medios informales. Aunque hay una reciente tendencia hacia los spin-offs y los startups. (Aceytuno & Cáceres, 2012)

El modelo anglosajón

Este modelo es el que se utiliza principalmente en el Reino Unido. Está caracterizado por un tejido empresarial altamente desarrollado, centralizado alrededor del DTI (Department of Trade and Industry) y enfocado en la protección de la propiedad intelectual. Tiene políticas muy parecidas al *Bayh-Dole* act que permite que la universidad lucre con los resultados de sus investigaciones. (Aceytuno & Cáceres, 2012)

El modelo estadounidense

El modelo estadounidense se basa principalmente en la inversión pública en investigación universitaria que puede llevar a material patentable. En este caso el material pertenece a la universidad y esta puede ser transferida en forma de *spin-offs* o *joint* entre la universidad y alguna empresa. Últimamente hay una tendencia muy fuerte a crear *startups* en biotecnología. De hecho, en Estados Unidos existen estructuras legales, como la Delaware C Corp que son los estándares mundiales para la creación de empresas startups. (Rubiralta Alcañiz, 2004; Valdivia, 2013)

El modelo latino

El modelo latino, al igual que el mediterráneo, se ha enfocado en que la actividad científica se dirija principalmente a producir conocimiento publicable en revistas. En países como México, la cantidad de publicaciones que un investigador público hace es uno de los factores que determina su salario. En comparación con el modelo mediterráneo, el modelo latino tiene una tendencia mucho más fuerte a realizar publicaciones frente a patentar o a cualquier otro mecanismo de transferencia de tecnología. Esto se debe principalmente a la falta de comunicación entre sectores, ya que el sector industrial y el sector académico suelen tener agendas muy distintas. (Necoechea *et al.*, 2013).

En comparación a otras regiones, no hay tantas empresas en Latinoamérica basadas en tecnología. Hay muchas posibles causas de la baja densidad de empresas de tecnología.

La primera causa es la baja participación del estado. El modelo de la triple hélice, que se ha tomado como un estándar para definir políticas estatales de TT, indica que el rol del estado es de promotor y coordinador. Un ejemplo de esto es el programa EXIST, en Alemania. Provee servicios como asesorías, capital semilla, exenciones de impuestos a las empresas al aliarse con universidades, etc. Este tipo de actividades ha llevado a Alemania a ocupar puestos importantes en el ranking mundial de innovación (Jamrisko, Michelle & Lu, Wei, 2020)

Históricamente, los países latinoamericanos dependen fuertemente de la explotación de materias primas. Entonces las estrategias gubernamentales generalmente giran alrededor del sector primario y no se priorizan las políticas de desarrollo tecnológico o no se priorizan el desarrollo de ecosistemas. Esto se puede ver en un porcentaje bajo del PIB invertido en actividades de investigación y desarrollo. Guatemala es el ejemplo perfecto de esto, invierte 0.029 % del PIB en actividades de investigación y desarrollo. Esto es 14 veces menos que el promedio de África subsahariana y 25 veces menos que el promedio de Latinoamérica. (Lemarchand, 2017)

Otro factor importante en la escasez de empresas de alta tecnología es la falta de educación. Este obstáculo tiene un alto impacto. Solo 1.6 % de los jóvenes de sexto año alcanzaron el nivel IV de las pruebas de matemática TERCE de la UNESCO. Guatemala también tiene un porcentaje bajo de

graduados de alto nivel; 6.5 % de los adultos mayores de 25 años cuenta con un título universitario y solo el 0.3 % cuenta con un título de maestría o superior. Esto contribuye a que exista una baja sofisticación de negocios ya que hay poca gente capacitada. (Lemarchand, 2017)

La universidad latinoamericana ha quedado históricamente ligada al rol de consultoría para innovaciones incrementales (Jurado *et al.*, 2007). Esto está cambiando, sin embargo, el cambiar los objetivos de las universidades y por ende su infraestructura legal se ha convertido en un obstáculo para el crecimiento tecnológico de Latinoamérica. La ausencia de protocolos definidos complica la creación de nuevos acuerdos con las empresas al tratar de crear un nuevo protocolo o ajustar el acuerdo a la reglamentación existente. Para sortear estos obstáculos, se necesitan de recursos que complican la creación del acuerdo. Esto es más complicado cuando las universidades y el sector privado carecen de los incentivos apropiados para sortear estos obstáculos.(Jurado *et al.*, 2007).

Los problemas por falta de reglamentación que definan los acuerdos van más allá de las relaciones industria-universidad. Las leyes también juegan un papel fundamental en la transferencia tecnológica de un país. La siguiente sección profundiza en las leyes guatemaltecas que rigen cómo se transfiere la tecnología en el país.

El gobierno de Guatemala dictó las siguientes leyes, acciones y prioridades que definen la dinámica de transferencia tecnológica en el país. Estas son importantes porque definen cuál debería de ser el rol del estado y su desempeño en la dinámica de la TT.

5.1. Decreto ley 63-91: Ley de promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico Nacional

Esta ley establece el rol del estado en el desarrollo científico en el país. Explícitamente dicta que: “el objetivo de esta ley es crear un marco general para el fomento, organización y orientación de las actividades científicas y tecnológicas, a efecto de estimular su generación, difusión, transferencia y utilización.”.

En este decreto también se establece: “Que el estado reconoce a la ciencia y a la tecnología como bases fundamentales para el desarrollo nacional.”.

Bajo esta ley también se establece el CONCYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) como máximo órgano nacional de dirección y coordinación del desarrollo científico y tecnológico. Se establecen también detalles acerca de su funcionamiento, así como las personas que lo integran y sus roles. (Congreso de la República de Guatemala, 1991)

Esta ley es importante porque define al SINCYT (Sistema Nacional de CyT) que incluye al FONACYT (Fondo Nacional para la CyT), al CONACYT y al SENACYT (Secretaría Nacional de CyT) y sus roles como principales promotores públicos de la ciencia y la tecnología en el país.

5.2. Política Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico 2018-2025 (PLANDECYT)

Este documento detalla el plan de desarrollo tecnológico por parte del sistema nacional del sistema de ciencia y tecnología. Este documento incluye objetivos, antecedentes, un análisis situacional y ejes de desarrollo con los cuales se pretende cumplir los objetivos. Los ejes de este plan son:

- Desarrollo de capital humano de alto nivel.
- Investigación basada en demandas sociales y productivas.
- Fomento de la transferencia tecnológica del sector académico a la industria
- Divulgación científica.

En este plan también se estipula un incremento gradual del presupuesto para la operación del SINCYT (Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología). Según este plan, el presupuesto del 2020 para el SINCYT iba a ser de 32 millones de quetzales, el doble de lo que se le asignó para el 2016. (SENACYT, 2017)

Un detalle importante acerca del plan es que establece que el rol que el estado planea tomar en la TT es el promotor, coordinador y de agente financiero. Las políticas que se trazan en el plan giran alrededor del SINCYT y de sus comisiones técnicas para fomentar la colaboración intersectorial.

Otro punto interesante del PLANDECYT son los indicadores. Se planea utilizar como forma de medición del progreso en CyT los siguientes indicadores. Como línea base se usaron los datos recabados en (Lemarchand, 2017).

- Inversión en Investigación y desarrollo como porcentaje del PIB
- Promedio de personal trabajando en ciencia y tecnología.
- Número de solicitud de patentes

5.2.1. Plan K’atun: Nuestra Guatemala 2032

Según el calendario maya, El k’atun es un período de 20 años. Tradicionalmente es al final de cada k’atun que los gobernantes rendían cuentas al pueblo. El plan K’atun: nuestra Guatemala 2032, es un plan que describe las estrategias para el desarrollo a largo plazo del país. El objetivo es mantener una continuidad de los proyectos a lo largo de los periodos gubernamentales del 2014 al 2032.

Aunque no es el objetivo principal del plan, este reconoce la importancia de la investigación científica, así como de la TT. A pesar de no ahondar en el tema, los objetivos de este documento sirvieron como referencia para la elaboración de la política de Desarrollo Científico y Tecnológico 2015-2032.

5.3. Decreto de ley 73-92: Ley de creación del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACYT)

Con esta ley se crea el FONACYT. Este pasa a formar parte del SINCYT como fuente de financiación para el cumplimiento de los objetivos del Plan de Desarrollo de Ciencia y Tecnología. Los recursos del fondo se asignan por medio de una solicitud del ejecutivo al congreso basada en las necesidades tecnológicas del país. Estos recursos los administra el CONCYT.

Esto es importante porque establece que una forma de usar fondos públicos para labores relacionadas con la ciencia y tecnología con fondos públicos. Estas labores incluyen financiación de investigaciones y actividades de coordinación intersectorial. Esta ley también indica que los fondos destinados al SINCYT los dicta el presupuesto general de la nación. Esto significa que los fondos destinados FONACYT deben ser aprobados por el congreso, junto con el resto de los montos presupuestados para el resto de las secretarías y ministerios.

6.1. Diseño de la investigación

Ya que este trabajo intenta obtener conocimiento en un campo del que previamente se conoce muy poco localmente, se optó por un estudio cualitativo, exploratorio basado en entrevistas semi-estructuradas. Se eligió utilizar entrevistas semi-estructuradas por dos razones: son eficientes para conocer profundamente un tema desde la perspectiva del sujeto de estudio y se necesita poco conocimiento previo para poder realizarse. Lo cual es ideal por la naturaleza exploratoria del estudio. (Smith (ed.) *et al.*, 1995)

Este tipo de entrevistas busca explorar y profundizar acerca de un tema y no confirmar o rechazar hipótesis. En otras palabras, se busca profundidad y no alcance o predicción con las entrevistas. Esto significa que la muestra no debe ser tan grande como para representar a toda la población con poder estadístico para aceptar o rechazar hipótesis. Ya que el objetivo de las entrevistas es encontrar y profundizar acerca de algún tema, una muestra de entre 15 y 20 personas debería ser suficiente para lograr identificar patrones y redactar proposiciones. En este estudio se dejó de realizar entrevistas cuando se alcanzó la saturación de información. Esto significa que las últimas entrevistas brindaban poca información nueva. (Crouch & McKenzie, 2006)

6.2. Recolección de datos

6.2.1. Acceso a los datos

Para garantizar el consentimiento informado durante las entrevistas se leen y se explican las cláusulas en la sección “Políticas de privacidad y consentimiento verbal informado” (ver en Anexo 1: Formato de la entrevista semi estructurada). Consentimiento informado es un procedimiento con el que se garantiza que el participante entiende los riesgos y beneficios de participar en la investigación. La grabación de las entrevistas se comenzó una vez el participante lo autoriza explícitamente. Antes de comenzar la grabación existe un espacio donde el participante puede dar a conocer sus dudas

acerca de la investigación.

Para contactar a los primeros sujetos se utilizó la red de contactos de los investigadores. Al utilizar este acercamiento oportunista, existe un riesgo de introducir sesgo a los resultados. A pesar de esto, es justificable optar por esta metodología debido a la conveniencia y a que las entrevistas son una etapa exploratoria de la investigación en la que se busca profundidad (DeWalt, 2011). Además, no todos los sujetos fueron alcanzados por la red de contactos. La mayoría se alcanzarán por medio de la metodología bola de nieve descrita en (Noy, 2008) que consiste en preguntar al final por contactos que puedan ser expertos en el tema

Una vez identificados los participantes, se contactaron por medio del correo de reclutamiento (ver Anexo 2: Correo de reclutamiento). Una vez obtenida la respuesta se coordina fecha y hora para realizar la entrevista.

Para ejecutar la metodología de bola de nieve, en el esquema de las entrevistas (ver en Anexo 1: Formato de la entrevista semi estructurada) incluye una pregunta (Pregunta 6) en la que se le pregunta al sujeto al final de la entrevista por contactos de personas relacionadas con la transferencia tecnológica. Los sujetos referidos por otros entrevistados se contactan por medio del correo de reclutamiento (ver en Anexo 2: Correo de reclutamiento).

Al inicio del estudio se asumió que algunas entrevistas podrían contener información sensible por lo que se redactó una política de consentimiento informado para indicar a los participantes cómo se manejó la información. Esta política se describe más a detalle en la siguiente sección.

6.2.2. Manejo del consentimiento informado

Para garantizar el consentimiento informado durante las entrevistas se leen y se explican las cláusulas en la sección “Políticas de privacidad y consentimiento verbal informado” (ver en Anexo 1: Formato de la entrevista semi estructurada). Consentimiento informado es un procedimiento con el que se garantiza que el participante entiende los riesgos y beneficios de participar en la investigación. La grabación de las entrevistas se comenzó una vez el participante lo autoriza explícitamente. Antes de comenzar la grabación existe un espacio donde el participante puede dar a conocer sus dudas acerca de la investigación.

6.2.3. Manejo de información

Inmediatamente después de terminadas las entrevistas, estas se codificaron dependiendo del sector de experiencia del entrevistado (academia, industria o pública) y un número identificar. Una vez hecho esto no habrá forma de identificar a los entrevistados con el archivo de las entrevistas. Esto está diseñado para cumplir con la sección 46.104 sección D.2.i del Código electrónico de regulaciones federales (eCFR) de la oficina de protección de sujetos humanos en investigación (OHRP).

Las entrevistas fueron grabadas y transcritas, sin embargo, estas nunca serán publicadas y serán eliminadas al concluir el estudio. Tampoco se publicarán de manera directa o indirecta el nombre de las personas entrevistadas.

Figura 1: Codificación de las entrevistas



Descripción: Ejemplo de codificación. El primer carácter indica el área de experiencia del entrevistado, siendo (A) para sector académico, (I) para el sector industrial y (P) para el sector público. El número sirve para diferenciar a los entrevistados. Este es asignado sistemáticamente dependiendo del orden en que los expertos fueron entrevistados. En el caso del ejemplo (A3) corresponde a la tercera persona entrevistada en el sector académico.

6.3. Fuentes de datos

6.3.1. Entrevistas semi-estructuradas

Las entrevistas semi-estructuradas son un tipo de estudio exploratorio que busca detalles importantes a través preguntas guiadas para la discusión del tema y descubrir detalles nuevos (Neal *et al.*, 2015). Se hicieron entrevistas a 12 expertos en el tema. Las preguntas de la encuesta van adjuntas en la sección “Anexo 1: Formato de la entrevista semi estructurada”. De estos expertos, 6 pertenecen al área de innovación en la industria, 6 pertenecen a institutos de investigación académicos y 6 pertenecen a institutos de investigación públicos.

Estas entrevistas se realizaron a través de la plataforma Zoom y fueron almacenadas en el disco duro. Después fueron transcritas por medio de un software de transcripción automática (AWS transcribe) y se analizaron los transcritos en busca de revelaciones importantes. Antes de comenzar las entrevistas se leyeron las políticas de privacidad para garantizar el consentimiento informado (ver Anexo 1: Formato de la entrevista semi estructurada)

6.4. Análisis de datos

6.4.1. Codificación RITA de entrevistas semi-estructuradas

Se eligió las entrevistas semi-estructuradas como método para la recolecta de la información porque brinda mucha más profundidad en la información que una encuesta común. Este último instrumento complementa las entrevistas, al proveer de la amplitud necesaria para hacer inferencias más amplias. Sin embargo, al tener preguntas elegidas previamente se guía a los entrevistados a hablar sobre los mismos temas. Esto es importante porque brinda homogeneidad en los temas sobre los cuales se tienen opiniones. (Neal *et al.*, 2015)

Las entrevistas semi estructuradas se analizaron usando la metodología RITA (Rapid analysis of

Themes from Audio Recordings). El análisis RITA consiste en separar la entrevista en secciones de tiempo y en identificar si el entrevistado está de acuerdo, en desacuerdo o tiene una opinión neutra acerca de los códigos. (Neal *et al.*, 2015) En el caso de este estudio cada unidad de tiempo tuvo una duración de 6 minutos. Esta duración es para tener una cantidad manejable de datos, pero no perder información en el proceso.

Cabe mencionar que en todo estudio siempre existe cierto grado de sesgo. Sin embargo, esta estrategia, RITA, arroja resultados cuantitativos por lo que existe un menor riesgo de sesgo. Se seleccionó este método porque brinda objetividad de forma eficiente en términos de tiempo y recursos. (Neal *et al.*, 2015)

Los códigos son conceptos definidos por el investigador sobre los cuales el entrevistado tiene alguna opinión. Los temas son opiniones e ideas más complejas formadas por códigos juntos. (Vaughn Turner, 2016) Algunos códigos se definen previamente junto con la redacción de las preguntas, sin embargo, estos se refinan al concluir las entrevistas. La definición de los códigos suele ser flexible, lo cual introduce sesgo a los resultados. Sin embargo, es importante mantener cierta flexibilidad en las definiciones para que el investigador logre detectar patrones en los temas y las conclusiones sean más sólidas. Los códigos iniciales para esta investigación están incluidos en el Anexo 3: Temas y subtemas iniciales.

Cada tema y código se clasificaron dependiendo de la opinión del entrevistado durante la unidad de tiempo. Los temas se clasificaron según los criterios mostrados en el Cuadro 1. El instrumento utilizado para el análisis junto con un ejemplo de su utilización está en la sección Anexo 4: Ejemplo de análisis RITA.

Cuadro 1: Criterios de clasificación de opiniones

Criterio	Clasificación	Símbolo
El entrevistado se expresa a favor de un tema	Positivo	“+ +” o “+”
El entrevistado menciona el tema, pero su opinión es neutra.	Neutro	0
El entrevistado se expresa en contra de un tema.	Negativo	“- -“ o “-“

Criterios de clasificación de las opiniones de los entrevistados acerca de los temas. Elaboración propia.

6.5. Mapeo de actores

Usando los datos generados a través del RITA se determinaron patrones generales de pensamiento y se construyó un mapa temático. Este mapa estableció las relaciones entre temas importantes y representó de una forma gráfica el pensar general de la población muestreada. El ver de forma gráfica el análisis de temas y actores es un paso importante para la construcción del mapa de actores.

Usando el análisis RITA de las entrevistas se determinaron los actores principales dentro del ecosistema de transferencia de tecnología en el país. Se usaron dos criterios para construir el mapa. El primero fue el número de menciones. Este criterio se refiere a la cantidad de veces que se mencionó un tema en la entrevista. El segundo criterio fueron las revelaciones particulares. Estas son piezas de información críticas mencionadas en alguna entrevista que indica con precisión algún detalle importante para la construcción del mapa. El procedimiento está detallado en (Desai *et al.*, 2017). El resultado del mapeo está plasmado en la sección de Resultados (Mapa de actores).

6.6. Análisis FODA

Los resultados del análisis RITA se utilizaron para realizar el FODA. Se utilizó como marco la matriz ampliada de formulación estratégica, descrita en el Anexo 5: Matriz FODA para la formulación de estrategias. Esta metodología permitió la formulación de posibles estrategias de una forma sistematizada. (Paschalidou et al., 2018). Los resultados del análisis de la matriz se pueden observar en la sección Matriz FODA, en la sección de Resultados.

En esta sección se encuentran descritos los hallazgos de la investigación en forma de: mapa de actores, análisis de frecuencia RITA y la matriz FODA. El objetivo de esta sección es plasmar la información recabada por esta investigación de una forma estructurada.

7.1. Mapeo de actores

El mapeo de actores muestra las relaciones que existen entre diferentes actores en la biotecnología a nivel nacional. Se pudo observar una colaboración bastante cercana con instituciones de investigación extranjeras. Las universidades o Instituciones (como el NIH National Institute of Health) colaboran principalmente en forma de proyectos colaborativos y otorgando becas de maestrías o doctorados.

Aparte de esto, las universidades también mantienen una relación con el estado a través de la SINCYT (Concyt/Senacyt). La relación con el estado es mucho más estrecha en la universidad pública que en las universidades privadas.

La investigación en Guatemala gira alrededor de las universidades sin embargo las actividades de TT giran principalmente alrededor de los departamentos de R&D (Research and Development) de empresas grandes o empresas basadas en tecnología. Grupos corporativos como Cementos Progreso, CMI o la cervecera centroamericana. Las universidades mantienen una relación con las empresas de diversas formas como pasantías o asesorías. Una excepción destacable es una estrecha relación que está creciendo entre Cementos Progreso y la Universidad del Valle de Guatemala.

Otra forma en la que la academia está conectada con el estado es transfiriendo tecnología a institutos de investigación pública como ICTA (Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología Agrícola) o el INCAN (Instituto de Cancerología). Esta transferencia se da principalmente a través de pasantías y en menor medida de proyectos colaborativos.

Figura 2: Resultado del mapeo de actores

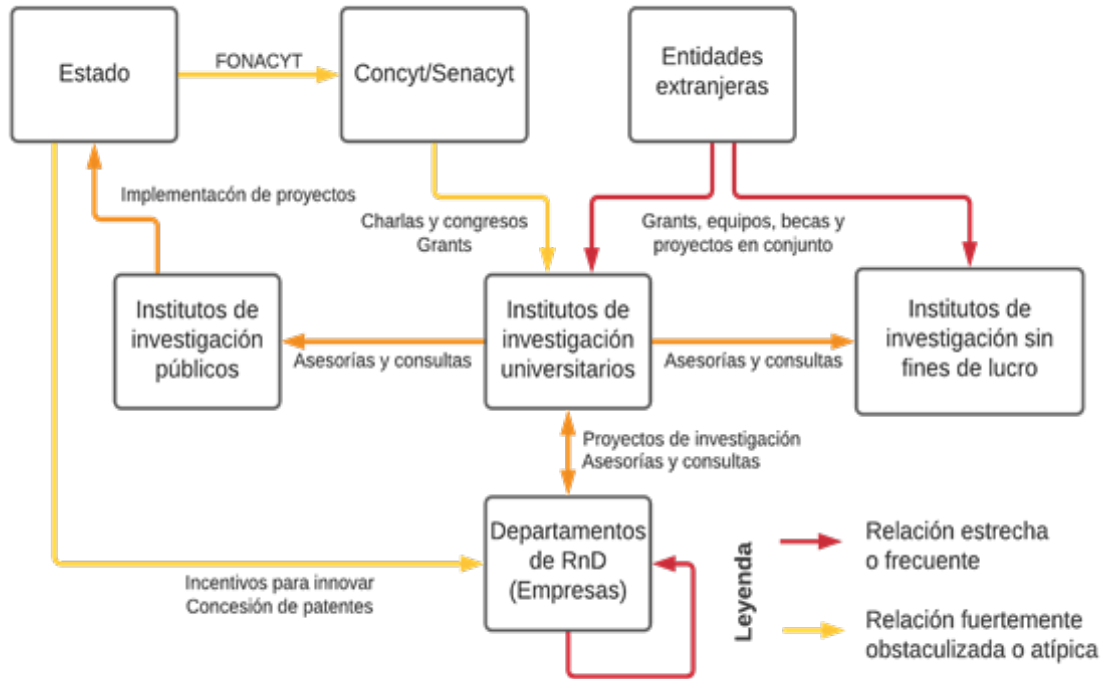


Figura 2: Resumen del mapeo de actores. El diagrama muestra los actores principales en el ecosistema de TT biotecnológica en Guatemala, lo estrecho de la relación entre ellos y el tipo de interacción/es que caracteriza a la relación. Las flechas en rojo indican una relación estrecha, las flechas en naranja una relación de nivel medio y las amarillas una relación débil o poco frecuente.

7.2. Análisis temático: RITA

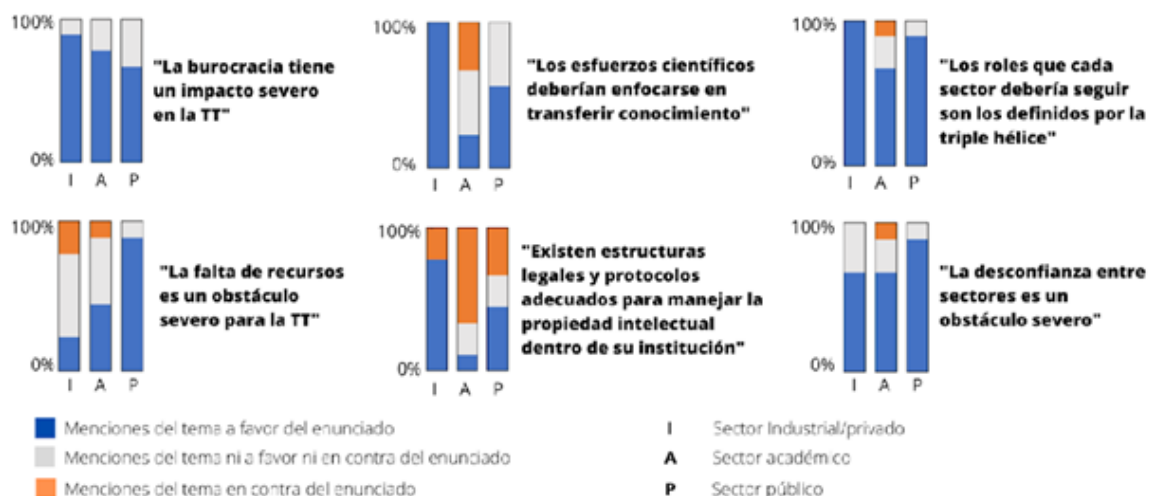
Para facilitar el análisis de los resultados, se dividen las menciones en seis temas principales: la burocracia, el propósito de hacer investigaciones, los roles de cada sectores, la falta de recursos, la falta de protocolos de TT y la desconfianza intersectorial.

Uno de los temas con mayores repeticiones en el análisis RITA (figura 3) fue la burocracia. Cuando los entrevistados se referían a la burocracia se hablaba de dos tipos principales: la burocracia necesaria para llevar a cabo de proyectos de colaboración con otras instituciones y la burocracia necesaria para llevar a cabo proyectos dentro de la misma institución. Los entrevistados de los sectores industrial y académico mencionan repetidas veces que la burocracia para trabajar con instituciones públicas era demasiada y usualmente ineficaz. Aunque es importante hacer mención que se hizo referencia a la burocracia intersectorial en estos sectores. Burocracia intersectorial se refiere a la excesiva cantidad de procedimientos necesarios para llegar a un acuerdo entre ambas instituciones.

En el sector público las menciones de la burocracia giraban alrededor de problemas internos. También dentro del sector público la falta de recursos se mencionaba como un problema mucho más serio que en los otros dos sectores. Indicaban que a pesar de que el gobierno central tuviera planes en papel prometedores acerca del desarrollo tecnológico del país, esto nunca se vio como un aumento en la inversión pública en este sector.

Otro tema que fue recurrente fue el rol que debía tomar cada institución. Hubo una sola mención

Figura 3: Resultado del análisis RITA



Descripción: Frecuencias de temas recurrente y postura acerca del tema, dividido por sector. El porcentaje se calculó en base al número total de menciones acerca del tema por sector. Elaboración propia en base al RITA

del sujeto A3 que mencionó que el estado debería financiar toda la investigación del país y que la investigación científica debería girar alrededor del beneficio directo de la gente y no de las empresas. A parte de esta excepción, todos los entrevistados mencionaron que el rol que su institución debería tomar es aquel definido por el modelo de la triple hélice.

La desconfianza intersectorial fue otro tema recurrente durante las entrevistas. Todos los entrevistados hablaron sobre eso en algún punto de la entrevista. El entrevistado A3 mencionó que sentía desconfianza al trabajar con el sector industrial debido a la poca libertad que daban al hacer investigación. Los demás entrevistados del sector académico, aunque reconocían esta falta de libertad, también reconocían los beneficios de trabajar con el sector industrial superan esta falta de libertad.

El sector académico mencionó que era muy complicado obtener fondos para investigación de esta fuente por la burocracia. Incluso se mencionó un ejemplo en el que uno de los investigadores tuvo que usar sus propios fondos para financiar una investigación de hace más de siete años que sigue sin ser cubierta.

De parte del sector industrial no se mencionó ningún ejemplo de colaboración en R&D con el gobierno. Al indagar acerca de esto la explicación recurrente fue que no se compartían intereses y que es muy complicado. La única colaboración entre el sector público y el SINCYT en actividades de TT fue que varios entrevistados del sector industrial pertenecían a algunas de las comisiones intersectoriales del CONCYT.

7.3. Matriz FODA

El análisis de FODA enmarca las características del ecosistema actual de TT biotecnológica en cuatro pilares principales: Fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades. Los resultados se analizan bajo el marco de estos cuatro pilares

Empezando con las debilidades y amenazas, los hallazgos de las entrevistas indican que el ecosistema de TT biotecnológica en Guatemala está obstaculizado por corrupción, falta de protocolos

Figura 4: Resultado de análisis FODA



Descripción: Matriz FODA para la formulación de estrategias. Elaboración propia en base al RITA.

para oficializar la transferencia y desconfianza intersectorial. A continuación, se explica cómo se identificaron estas debilidades y lo que estas implican.

Los entrevistados en general mostraban una actitud negativa frente a la situación actual de la investigación e innovación en biotecnología a nivel nacional. Ejemplo de esto es el siguiente extracto de una entrevista:

“Hacer ciencia en Guatemala es muy difícil. No hay plata. No hay apoyo. Demasiadas trabas y además la gente es muy celosa con sus resultados. Esto es más obvio cuando uno sabe cómo se trabaja en otros países. A pesar de eso uno lo sigue haciendo, ¿verdad? Creo que es porque uno ve cree en lo que está haciendo. Además, veo que las cosas están cambiando, incluyendo la mentalidad de la gente [...]” Entrevistado A3.

Esta actitud negativa, al ser recurrente dentro de los entrevistados, facilitó el identificar las debilidades del sistema de la TT de biotecnología en el país. Como se muestra en la Figura 4, las debilidades giran alrededor del individualismo interinstitucional a nivel nacional, de la falta de recursos y de la burocracia.

Las entrevistas a los expertos del sector industrial giraban acerca de la necesidad de seguir innovando. En especial a los expertos entrevistados provenientes de empresas grandes. Indicaban que hubo intentos de acercamiento por parte de ellos hacia el sector académico, sin embargo, estos proyectos no daban los resultados esperados. La insatisfacción en la colaboración de proyectos era principalmente por el tiempo en que las universidades se tardaban en brindar resultados y la cantidad de recursos que solicitaban. Al indagar acerca de esto dos explicaciones surgían: que el sector académico era incapaz de entregar resultados o que las expectativas del sector industrial eran demasiado altas

En ambos casos el resultado es frustración del sector industrial dirigida hacia la colaboración con el sector académico. Esta frustración genera desconfianza lo que reduce la probabilidad de trabajos

de colaboración industria-academia. La siguiente cita refleja esta problemática. Lo interesante de la cita (A2) es que es un extracto proveniente de un experto del sector académico. Lo que indica que existen esfuerzos por mitigar esta situación por parte del sector académico.

“Yo creo que aquí el tema principal es que en general la industria no tiene confianza con la Academia. y por eso es que hay que pedirle a los departamentos [de investigación universitaria] que tengan esa credibilidad, por que eso es lo que está buscando el sector industrial.” Experto A2

Las entrevistas al sector académico también mencionaron esta problemática al aludir a la burocracia como principal obstáculo para la TT. La burocracia fue mencionada en todas las entrevistas. El sector industrial hablaba de forma negativa acerca de la burocracia de las instituciones académicas. Los expertos del sector académico también reconocieron la burocracia como un problema mayor en sus instituciones, sin embargo, las menciones más frecuentes eran acerca de la burocracia en las instituciones públicas.

En el sector público se aludía con menor frecuencia a la burocracia, sin embargo, se reconocía que era de los obstáculos más fuertes de sus propias instituciones. Cuando se mencionaba esto último por parte del sector público, usualmente también se mencionaba la corrupción como origen de la complejidad burocrática que enfrentaban sus instituciones.

El tema de la burocracia iba acompañado de otro tema: la inexistencia de infraestructura para llevar a cabo proyectos en conjunto con el sector académico. El siguiente extracto de la entrevista al experto I2 resume un tema recurrente en el sector industrial. Alude a la inexistencia de procedimientos e infraestructura para llevar a cabo proyectos de transferencia tecnológica.

“[...] es difícil trabajar con las universidades porque las ideas ahí están, pero lo que falta es el cómo. Nosotros tenemos la plata y las ganas y ustedes [las universidades] tienen el equipo y a la gente, pero cómo cuesta ponerse de acuerdo.” Extracto de la entrevista del experto I2

Otro tema recurrente dentro de la desconfianza intersectorial. En las entrevistas a cada sector hubo alguna mención en la que se expresaba desconfianza hacia los otros dos sectores. Contradictoriamente, también hubo menciones de que establecen que la desconfianza intersectorial era un obstáculo. Como puede verse en la Figura 3, este tema surgía con una frecuencia similar en los tres sectores.

Otra fuente de desconfianza fue el miedo a la malversación de fondos. Entrevistados de los tres sectores sentían que dentro del sector público hay personas utilizando recursos públicos para fines personales. Este sentimiento está dirigido al estado como tal, mucho más allá del SINCYT. Esto es una amenaza crítica porque según el modelo de la triple hélice, el estado juega un rol fundamental como facilitador de TT. Para poder desempeñar este rol necesita de reputación y de la confianza de los otros sectores.

La desconfianza en el estado crea un problema de colaboración interinstitucional. Según el modelo de la triple hélice, uno de los roles de esta institución es precisamente el de llevar a cabo acciones de coordinación intersectorial. Es complicado que esta función se lleve a cabo sin que el sector académico y el sector industrial confíen en la capacidad del estado para llevar a cabo proyectos. Esto se puede ver ejemplificado en las citas de los entrevistados I1 y A3.

“En el sector gobierno. Obviamente nadie le tiene confianza, ¿verdad vos? Y por diversas razones y el sector académico que anda tratando hacer lo que puede con los recursos que tiene. Pero ninguno de los tres [sectores] en realidad establece un diálogo profundo para resolver los problemas del país. Entonces cuando se venzan esas desconfianzas entre sectores, cuando se venzan, cuando se vea lo relevante que es que mediante la confianza nos comuniquemos y después nos pongamos de acuerdo en resolver los problemas.” Entrevistado I1

“[...] Es que es super complicado, Javi. Además de las montañas de papeleo que uno tiene que hacer para conseguir fondos es muy difícil que a uno le paguen. Yo he escuchado de casos en que el

proyecto se concluyó hace 6 años y todavía no han soltado la plata.” Entrevistado A3

Para contrarrestar la corrupción dentro del SINCYT se implementaron medidas de transferencia. Un ejemplo de estas medidas es la implementación de Guatecompras para gestionar gastos públicos. Según los entrevistados del sector público, estas medidas fueron efectivas contra la corrupción dentro del SINCYT, sin embargo, obstaculiza severamente la eficiencia por el alto nivel de burocratización.

La desconfianza en el sector público genera varias amenazas. Una de ellas es la creencia de que el estado es incapaz de proteger la propiedad intelectual. Al hablar del tema con los entrevistados del sector privado, usualmente cuestionaban el sentido de tener una patente en el país. Indicaron que esto era porque no había ningún beneficio real de tramitar la patente ya que, dado el caso, el estado sería incapaz de ejercer las leyes de propiedad intelectual. Otra amenaza es que el SINCYT pierde reputación frente al gobierno central, lo que lleva a recortes de presupuesto para las actividades de TT.

Constantemente se mencionó la falta de recursos, especialmente en el sector público. La falta de recursos obliga a los institutos de investigación a buscar otras fuentes de recursos. Se puede ver en la (Figura 2) que se encontró una fuerte dependencia de la TT biotecnológica nacional sobre la colaboración con instituciones extranjeras. Este tema fue mencionado frecuentemente durante las entrevistas. Todos los entrevistados, sin excepción, mencionaron algún tipo de experiencia de TT relacionada con alguna institución extranjera. Un detalle importante es la forma con la que se expresaban acerca de las colaboraciones con el extranjero denotaba una experiencia positiva y menos obstaculizada que al hablar de proyectos llevados a cabo con otros actores nacionales.

A pesar de los obstáculos, los actores del sistema necesitan satisfacer las necesidades de TT. Por esto no es sorprendente que la fragilidad e informalidad de las alianzas interinstitucionales haya sido un tema recurrente a lo largo de las entrevistas. Esto se ve reflejado en los tipos de TT más frecuentes (ver Figura 2). Las asesorías, consultorías y congresos fueron los tipos de TT que se mencionan con mayor frecuencia. Estos tipos de TT se caracterizan por su sencillez. Se especula que este tipo de TT ocurre con mayor frecuencia porque requiere menos procedimientos y burocracia para llevarse a cabo. En otras palabras, acá se refleja otra debilidad: la informalidad de la transferencia. La amenaza que genera esta debilidad es que relaciones informales es que tienen impactos limitados.

A pesar de las debilidades y amenazas previamente mencionadas, el ecosistema también tiene fortalezas. La primera fortaleza del ecosistema está en que existe un consenso claro y general en los tres sectores estudiados acerca de los roles que cada sector debería tener. Un ejemplo de esto es la cita del entrevistado I1 (en la sección de resultados). Aunque no se mencionó explícitamente, estos roles coinciden con el modelo de la triple hélice.

A pesar de que en general hubo un consenso acerca de los roles, sí hubo ejemplos de excepciones de esta generalización. Las excepciones giraban en que toda la actividad científica debería ser financiada por el estado. Estas excepciones se encontraron en las entrevistas de personas del sector académico. Es importante mencionarlas porque reflejan una diferencia entre las expectativas que se tienen sobre el rol del estado y los objetivos de este sector. Al incumplir con dichas expectativas, se crea un sentimiento de frustración y decepción en el sector académico.

Otra fortaleza son los nuevos esfuerzos que existen para fomentar la TT. Entre estos esfuerzos se encuentran la creación de nuevos parques de tecnología y la creación y fortalecimiento de oficinas de transferencia tecnológica en las universidades. En las entrevistas del sector académico se mencionan frecuentemente que ellos estaban haciendo esfuerzo por crear espacios para la creación de lugares donde se fomente el emprendimiento tecnológico. También manifestaron interés en incrementar la cantidad y el tamaño de los proyectos de investigación que tienen con el sector industrial. Además, también compartieron los avances que habían tenido, por ejemplo, la construcción de laboratorios de prototipado biotecnológico (i.e. Makerspaces) en la Universidad del Valle de Guatemala y del Campus Tec de zona 4. Estos esfuerzos crean oportunidades para empresarios y empresas que quieran hacer proyectos de innovación en biotecnología.

Las menciones de fortalezas y oportunidades iban acompañadas siempre con un sentimiento de esperanza en que las cosas iban a cambiar para bien en el futuro. Un ejemplo de este sentimiento de esperanza es el extracto anterior de el entrevistado I1 donde termina diciendo:

“Fíjate que yo sueño con que un día las universidades se pongan de acuerdo y digan ‘Miren muchá, resolvamos un problema este país, que ya no más niños se mueran de hambre. Gobierno dame los recursos. Sector privado apoye con lo que usted pueda. Sector académico de me las soluciones. Pongámonos todos de acuerdo en resolver un problema’” Entrevistado I1

Se considera que la existencia de instituciones públicas y privadas dedicadas a actividades de CTI como una ventaja. Hubo muchas menciones acerca de la ineficiencia de estas instituciones. Sin embargo, su existencia indica que hay una estructura sobre la cual mejorar. El problema no son las instituciones ni sus objetivos, si no la eficiencia con la que operan. Esta ineficiencia fue remarcada repetidas veces por entrevistados de todas las áreas se ve reflejada en proyectos pequeños, falta de colaboración interinstitucional y procesos altamente burocratizados.

Los resultados de esta investigación van acordes con uno de los principales indicadores de los sistemas de ciencia y tecnología: la cantidad de investigadores de tiempo completo (EJC). En Guatemala el sector académico está sumamente despoblado en comparación a otros países. En 2012 habían aproximadamente 26.7 EJC por millón de habitantes. Esto es 16 veces menos que el promedio de América Latina. (Lemarchand, 2017)

El análisis FODA mostró que la transferencia de tecnología está obstaculizada por la desconfianza en que otros actores sean capaces de entregar resultados, y la escasa población de personas competentes para realizar tareas de TT es parte del problema: La desconfianza hacia el sector académico por incapacidad de ejecutar tareas de TT: Este tipo de conflictos también están documentados en otros países, como se refleja en (Prigge G., 2005). Según el mismo artículo, la medida de mitigación más efectiva contra este obstáculo fue la redacción de contratos claros que describen a plenitud el convenio y las consecuencias de no cumplimiento.

Otra forma en la que se pueden negociar los convenios industria-academia son las patentes. Estas protegen la inversión en R&D que se hizo para desarrollar la patente. En países como Inglaterra, las leyes de protección de propiedad intelectual son una de las bases sobre la cual funciona su ecosistema de TT.(Aceytuno & Cáceres, 2012) Las patentes son una forma de fomentar la inversión en ciencia y tecnología por parte de las empresas. Las entrevistas revelaron que en Guatemala existe la idea de que el estado carece de la capacidad de proteger la propiedad intelectual. Esto elimina el incentivo que tienen las empresas de registrar patentes. Esto se ve reflejado en el bajo número de patentes concedidas a inventores guatemaltecos. En 2014, se registraron nueve patentes en Guatemala. (Lemarchand, 2017)

El bajo número de patentes se considera una amenaza porque las patentes son una de las formas de TT mejor definidas, lo que facilita su comercialización. La carencia del hábito de patentar por parte de las empresas reduce la agilidad del ecosistema entero, al impedir que se hagan tratados con institutos de investigación basados en patentes. (Lemarchand, 2017)

Otra amenaza del sistema, los fondos con los que cuenta el FONACYT son parte del presupuesto general de la nación. Esto significa que los recursos dependen de las decisiones que tomen los organismos legislativo y ejecutivo. Mientras las personas encargadas de tomar estas decisiones no prioricen el fomentar las actividades de R&D, la carencia de recursos va a ser un problema crónico en el SINCYT. La cita A3 refleja este problema de forma clara.

El último dato disponible indica que en Guatemala solo se invierte el 0.029% del PIB en actividades de investigación y desarrollo. (Lemarchand, 2017). Este problema también se deriva de un manejo deficiente de los recursos del estado. Esto deja un SINCYT sumamente debilitado y limitado básicamente a actividades de divulgación y explica por qué ocurren casos como el extracto de la entrevista A3.

La falta de recursos, como se observó en el análisis FODA, crea dependencia de instituciones extranjeras. El problema con depender de la colaboración extranjera es que es impredecible. Problemas diplomáticos o crisis globales tienen un impacto muy severo en el ecosistema cuando las prioridades de las instituciones cambian. Un ejemplo claro de esto es la crisis económica causada por la pandemia del COVID-19. Otro ejemplo importante fue el cambio de política de colaboración internacional de los Estados Unidos de América bajo la administración del presidente Donald Trump. Este tipo de eventos impactan de manera severa al ecosistema de TT en el país por la dependencia de recursos extranjeros.

La utilización de recursos extranjeros no es algo malo. Estos recursos hacen posible que se realicen proyectos de R&D que no serían posibles de otra manera. En los países nórdicos se realizan proyectos con recursos extranjeros con el fin de acelerar la importación de tecnología al país. (Aceytuno & Cáceres, 2012) Esto ocurre en Guatemala en menor medida. A diferencia de los países nórdicos, la importación de tecnología es causada más por la dependencia que por una política de desarrollo tecnológico. Esto no se contempla en ninguna sección de Decreto de ley 63-91.

En ese decreto lo que se define el rol que va a tener el estado como actor en el ecosistema. En el decreto se menciona explícitamente que el rol que debe cumplir el estado es “el fomento, organización y orientación de las actividades científicas y tecnológicas”. Las entrevistas a los expertos del sector público dejaron claro que ese es el objetivo por el que se está trabajando en las instituciones públicas. El análisis FODA muestra esto como una fortaleza que genera la oportunidad de formalizar las relaciones del sector privado y académico con el estado.

Acerca de la metodología con la que se realizó la investigación: La codificación y la interpretación es un proceso que lleva poca sistematización en comparación a investigaciones cuantitativas. A pesar de que el RITA brindaba un acercamiento más sistematizado que una simple codificación (Neal *et al.*, 2015), nunca se puede eliminar completamente el sesgo del investigador. (Crouch y McKenzie 2006)

Este es un estudio exploratorio cuyo objetivo era buscar profundidad en la información. Los resultados y su interpretación son útiles para indagar acerca de un tema poco conocido y no pretenden aceptar ni rechazar ninguna hipótesis. (Crouch y McKenzie 2006)

Las entrevistas se dejaron de realizar cuando se alcanzó la saturación de la información. Este punto se alcanza cuando ya no surgen nuevos temas y se repiten las mismas ideas. (Guest *et al.*, 2006) Esto se alcanzó a las 12 entrevistas. La mitad (6) de las personas entrevistadas fueron mujeres, lo que elimina un sesgo por género.

Por la naturaleza cualitativa de las entrevistas, cualquier resultado cuantitativo del análisis RITA no es válido para poder aceptar o rechazar hipótesis de forma estadística. Sin embargo, la frecuencia de aparición de los temas y códigos es un factor que ayudó a esclarecer los temas principales dentro de las entrevistas y entre grupos de entrevistas.

A pesar de que por la naturaleza del estudio los resultados no tengan poder estadístico, sí se logró obtener información que responde a las preguntas de investigación. Un estudio exploratorio se caracteriza por su utilidad para esclarecer los puntos importantes acerca de un tema desconocido y cimentar las bases para futuras investigaciones acerca del tema.

Se identificaron que los actores principales de la TT de biotecnología son los institutos de investigación universitario, el CONCYT y las empresas del sector industrial. A diferencia de otros modelos convencionales de TT, se encontraron ejemplos donde algunas ONGs e instituciones gubernamentales extranjeras tenían participación importante en la TT.

Las formas de transferencia tecnológica más frecuente entre instituciones son las informales. Estas incluyen consultorías, pasantías, participaciones en congresos, etc. Este tipo de transferencia es más frecuente porque es mucho menos susceptible a los obstáculos que se identificaron. También existen ejemplos importantes de tipos de TT más formales, especialmente de proyectos de investigación universitaria financiados por la industria.

En general, en el mapa de actores se ven relaciones interinstitucionales frágiles y caracterizadas por la informalidad. al indagar acerca de la razón de esto, las menciones más frecuentes culpaban a la burocracia, a la inexistencia de infraestructura legal y procedimientos para llevar a cabo TT. Esto podría explicar por qué los mecanismos de TT informales se dan con más frecuencia.

Debilidades y amenazas

En este estudio exploratorio se encontró evidencia que sugiere que el ecosistema de TT en biotecnología en el país está fuertemente obstaculizado. Entre las debilidades, se mencionan varios temas y ejemplos, pero en general se mostraba una tendencia que giraba alrededor de tres debilidades principales: la burocracia, la falta de protocolos para transferir tecnología entre sectores y la desconfianza intersectorial (principalmente hacia el sector público). Esto lleva a un ecosistema obstaculizado en el que los proyectos de TT, que por definición involucran la colaboración intersectorial.

Fortalezas y oportunidades

También se encontró que el sistema tenía dos fortalezas principales. La primera que existe un sistema de ciencia y tecnología centralizado con el objetivo de alinear el ecosistema con el modelo de la triple hélice (K'atun 2032 y PLANDECYT). La segunda fortaleza es un incremento exponencial de ejemplos de proyectos de CyT que giran alrededor del bio emprendimiento. Paralelamente se observa el crecimiento de las OTTs universitarias y de los parques de tecnología.

Seguimiento de la investigación:

Se recomienda seguir investigando acerca del surgimiento de la tendencia encontrada del aumento del bioemprendimiento nacional. Otro punto importante para futuras investigaciones es sobre la línea de los impactos de las OTTs y de los parques de tecnología sobre el ecosistema.

Al sector industrial:

Se recomienda aumentar la frecuencia de los acercamientos a los institutos de investigación universitarios. Parte vital para elevar la competitividad es la tecnología. Los institutos de investigación universitarios usualmente cuentan con el equipo y el recurso humano para desarrollar e implementar esta tecnología.

Al sector académico:

Se recomienda explorar la oportunidad de crear o fortalecer las oficinas de transferencia de tecnología creando políticas que esclarezcan el procedimiento para transferir tecnología. Uno de los obstáculos frecuentemente mencionado por el sector industrial fue la burocracia a la que se enfrentaban al negociar con las universidades. Desarrollar procesos claros, sencillos y eficientes que permitan una justa distribución de los costos y beneficios de un proyecto de investigación en conjunto debería ser prioridad para cualquier universidad con deseos de llevar a cabo investigación. Estos proyectos en conjunto tienen el potencial de financiar y mejorar la capacidad tecnológica de la universidad.

Al sector público:

Se recomienda fortalecer los mecanismos de comunicación y de implementación ya existentes detallados en el PLANDECYT. La divulgación de los beneficios de la TT en las comisiones y en las cámaras pertenecientes al CONCYT puede acercar al sector industrial con el académico. La información recabada en esta investigación sugiere que las metas de estos dos sectores están alineadas.

De acuerdo con las necesidades de ambos sectores: Incentivos, espacios para la interacción y apoyo con reglamentación que facilite la colaboración interinstitucional pueden facilitar la TT. Esto es clave para elevar la competitividad del país en general.

Referencias

- Aceytuno, M.-T., y Cáceres, F. R. (s.f.). UNIVERSITY-INDUSTRY TECHNOLOGY TRANSFER MODELS IN EUROPE. , 25.
- Bozeman, B. (s.f.). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. , 29(4), 627–655. Descargado 2020-08-09, de <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048733399000931> doi: 10.1016/S0048-7333(99)00093-1
- Crouch, M., y McKenzie, H. (s.f.). The logic of small samples in interview-based qualitative research. , 45(4), 483–499. Descargado 2020-10-09, de <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0539018406069584> doi: 10.1177/0539018406069584
- Cunningham, J. A., y O'Reilly, P. (s.f.). Macro, meso and micro perspectives of technology transfer. , 43(3), 545–557. Descargado 2020-09-01, de <https://doi.org/10.1007/s10961-018-9658-4> doi: 10.1007/s10961-018-9658-4
- de la República de Guatemala, C. (s.f.). *Decreto de ley 63-91: Ley de promoción del desarrollo científico y tecnológico nacional.*
- Desai, A., Lindahl, M., y Widgren, M. (s.f.). Actors and system maps: A methodology for developing product/service systems. En M. Matsumoto, K. Masui, S. Fukushige, y S. Kondoh (Eds.), *Sustainability through innovation in product life cycle design* (pp. 217–232). Springer Singapore. Descargado 2020-08-17, de http://link.springer.com/10.1007/978-981-10-0471-1_15 (Series Title: EcoProduction) doi: 10.1007/978-981-10-0471-1_15
- DeWalt, K. M. D. a. B. R. (s.f.). *Participant observation: A guide for fieldworkers* (2nd ed.). Altamira Press. Descargado 2020-10-05, de <http://gen.lib.rus.ec/book/index.php?md5=c693a67a385324bebfe00217a3927693>
- Etzkowitz, H., y Leydesdorff, L. (s.f.). The dynamics of innovation: from national systems and “mode 2” to a triple helix of university–industry–government relations. , 29(2), 109–123. Descargado 2020-08-11, de <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048733399000554> doi: 10.1016/S0048-7333(99)00055-4
- for Economic Affairs {and} Energy, G. F. M. (s.f.). *About EXIST.* Descargado 2021-02-22, de <https://www.exist.de/EN/Programme/About-EXIST/content.html>
- Guest, G., Bunce, A., y Johnson, L. (s.f.). How many interviews are enough?: An experiment with data saturation and variability. , 18(1), 59–82. Descargado 2020-12-09, de <https://doi.org/10.1177/1525822X05279903> (Publisher: SAGE Publications Inc) doi: 10.1177/1525822X05279903

- Hamermesh, R. G., Lerner, J., y Andrews, P. (s.f.). U.s. universities and technology transfer. Descargado 2020-07-07, de <https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=40803>
- Jamrisko, M., y Lu, W. (s.f.). Germany breaks korea's six-year streak as most innovative nation. Descargado 2021-02-22, de <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-01-18/germany-breaks-korea-s-six-year-streak-as-most-innovative-nation>
- Jiang, K., Keller, W., Qiu, L. D., y Ridley, W. (s.f.). *International joint ventures and internal vs. external technology transfer: Evidence from china* (Working Paper n.º 24455). Descargado 2020-08-10, de <http://www.nber.org/papers/w24455> (Series: Working Paper Series) doi: 10.3386/w24455
- Jurado, J. M. V., Lucio, I. F. d., y López, R. H. (s.f.). La relación universidad-empresa en américa latina: ¿apropiación incorrecta de modelos foráneos? , 2(3), 97–107. Descargado 2020-08-17, de <https://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/art60> (Number: 3)
- Lemarchand, G. A. (s.f.). Relevamiento de la investigación e innovación en la república de guatemala – perfil nacional de las políticas en ciencia, tecnología e innovación (in spanish). mapping research and innovation in the republic of guatemala. GO-SPIN validation workshop, guatemala city, february 23, 2107. organized by SENACYT guatemala. Descargado 2020-07-28, de <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.28927.82080> (Publisher: Unpublished) doi: 10.13140/RG.2.2.28927.82080
- Markman, G. D., Siegel, D. S., y Wright, M. (s.f.). Research and technology commercialization. , 45(8), 1401–1423. Descargado 2020-08-07, de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-6486.2008.00803.x> (_eprint: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1467-6486.2008.00803.x>) doi: 10.1111/j.1467-6486.2008.00803.x
- Mascarenhas, R. C., y Mascarenhas, R. C. (s.f.). *Technology transfer and development: India's hindustan machine tools company*. Routledge. (Google-Books-ID: UKKqDwAAQBAJ)
- Mascitelli, B., y Chung, M. (s.f.). Hue and cry over huawei: Cold war tensions, security threats or anti-competitive behaviour? , 1, 100002. Descargado 2021-01-11, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590051X19300024> doi: 10.1016/j.resglo.2019.100002
- Mendoza, M. L., Ortega Santos, J. P., y Llerena Gaviláñez, C. A. (s.f.). Strategic alliances in higher education in ecuador: the challenge of knowledge transfer and its effect on the learning curve. , 5(12), 96–104. Descargado 2020-08-17, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215910X1470031X> doi: 10.1016/S2215-910X(14)70031-X
- Neal, J. W., Neal, Z. P., VanDyke, E., y Kornbluh, M. (s.f.). Expediting the analysis of qualitative data in evaluation: A procedure for the rapid identification of themes from audio recordings (RITA). , 36(1), 118–132. Descargado 2020-07-30, de <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1098214014536601> doi: 10.1177/1098214014536601
- Necoechea, H., Pineda-Domínguez, D., y Soto-Flores, R. (s.f.). A conceptual model of technology transfer for public universities in mexico. , 8(4), 24–35. Descargado 2020-08-17, de <https://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/1388> (Number: 4) doi: 10.4067/S0718-27242013000500003
- Noy, C. (s.f.). Sampling knowledge: The hermeneutics of snowball sampling in qualitative research. , 11(4), 327–344. Descargado 2021-12-17, de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13645570701401305> doi: 10.1080/13645570701401305
- Paschalidou, A., Tsatiris, M., Kitikidou, K., y Papadopoulou, C. (s.f.). Methods (SWOT analysis). En *Using energy crops for biofuels or food: The choice* (pp. 39–44). Springer International Publishing. Descargado 2020-08-17, de http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-63943-7_6 (Series Title: Green Energy and Technology) doi: 10.1007/978-3-319-63943-7_6
- Prigge, G. W. (s.f.). University—industry partnerships: What do they mean to universities?: A review of the literature. , 19(3), 221–229. Descargado 2021-06-01, de <https://doi.org/10.5367/0000000054300486> (Publisher: SAGE Publications Ltd) doi: 10.5367/0000000054300486
- Rubiralta Alcañiz, M. (s.f.). *Transferencia a las empresas de la investigación universitaria: descripción de modelos europeos*. Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica. (OCLC: 1025540012)

- SENACYT. (s.f.). *Política nacional de desarrollo científico y tecnológico 2015-2032*. Descargado de <https://www.senacyt.gob.gt/portal/images/yootheme/senacyt/Documentos/politicayplan/PoliticaNacionaldeDesarrolloCyT21062017.pdf>
- Smith (ed.), J. A., Harré (ed.), R., y Langenhove (ed.), L. V. (s.f.). *Rethinking methods in psychology* (1st ed.). SAGE. Descargado 2020-10-09, de <http://gen.lib.rus.ec/book/index.php?md5=55ad1c556ae91bc11bdf290f98503366>
- Vaidyanathan, G. (s.f.). Technology parks in a developing country: the case of india. , *33*(3), 285–299. Descargado 2020-08-10, de <http://link.springer.com/10.1007/s10961-007-9041-3> doi: 10.1007/s10961-007-9041-3
- Valdivia, W. D. (s.f.). Critical for improving technology transfer. , 22.
- Varma, B. K. (s.f.). Intellectual property rights and the technology transfer process. En *Treatise on process metallurgy* (pp. 1249–1289). Elsevier. Descargado 2020-08-09, de <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780080969886000390> doi: 10.1016/B978-0-08-096988-6.00039-0
- Vaughn, P., y Turner, C. (s.f.). Decoding via coding: Analyzing qualitative text data through thematic coding and survey methodologies. , *56*(1), 41–51. Descargado 2020-07-27, de <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01930826.2015.1105035> doi: 10.1080/01930826.2015.1105035
- Wang, J.-f. (s.f.). Framework for university-industry technology transfer: View of a technology receiver. En *2010 second international conference on communication systems, networks and applications* (pp. 383–386). IEEE. Descargado 2020-08-07, de <http://ieeexplore.ieee.org/document/5588819/> doi: 10.1109/ICCSNA.2010.5588819
- Wonglimpiyarat, J. (s.f.). The innovation incubator, university business incubator and technology transfer strategy: The case of thailand. , *46*, 18–27. Descargado 2020-08-10, de <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0160791X16300501> doi: 10.1016/j.techsoc.2016.04.002
- Zomer, A. H., Jongbloed, B. W. A., y Enders, J. (s.f.). Do spin-offs make the academics' heads spin?: The impacts of spin-off companies on their parent research organisation. , *48*(3), 331–353. Descargado 2020-08-10, de <http://link.springer.com/10.1007/s11024-010-9154-y> doi: 10.1007/s11024-010-9154-y

12.1. Anexo 1: Formato de la entrevista semi estructurada

Políticas de privacidad y consentimiento informado: Se leen las siguientes indicaciones para el obtener el consentimiento informado de forma verbal:

“El audio de esta entrevista será grabado. ¿Usted está de acuerdo con eso?”

“Ni la grabación, ni la transcripción de esta se publicará. Estas solo sirven para que el investigador pueda analizar detenidamente la entrevista en busca de revelaciones. Una vez terminada la investigación cualquier copia de la entrevista será eliminada de forma permanente.”

“Usted puede solicitar en cualquier momento que se detenga la grabación.”

“Si usted lo desea, puede solicitar una copia del manuscrito final de la investigación. También habrá una copia en la biblioteca de la universidad.”

“Antes de comenzar la entrevista, ¿Alguna duda acerca de la investigación?” *“Esta investigación es mi trabajo de graduación con el cual obtendré el título de licenciado en biotecnología molecular. Me está asesorando el Dr. Álvaro Figueredo, director de la OTT de la UVG.”*

“El audio de esta entrevista será grabado. ¿Usted está de acuerdo con eso?”

“Ni la grabación, ni la transcripción de esta se publicará. Estas solo sirven para que el investigador pueda analizar detenidamente la entrevista en busca de revelaciones. Una vez terminada la investigación cualquier copia de la entrevista será eliminada de forma permanente.”

“Usted puede solicitar en cualquier momento que se detenga la grabación.”

“Si usted lo desea, puede solicitar una copia del manuscrito final de la investigación. También habrá una copia en la biblioteca de la universidad.”

“Antes de comenzar la entrevista, ¿Alguna duda acerca de la investigación?”

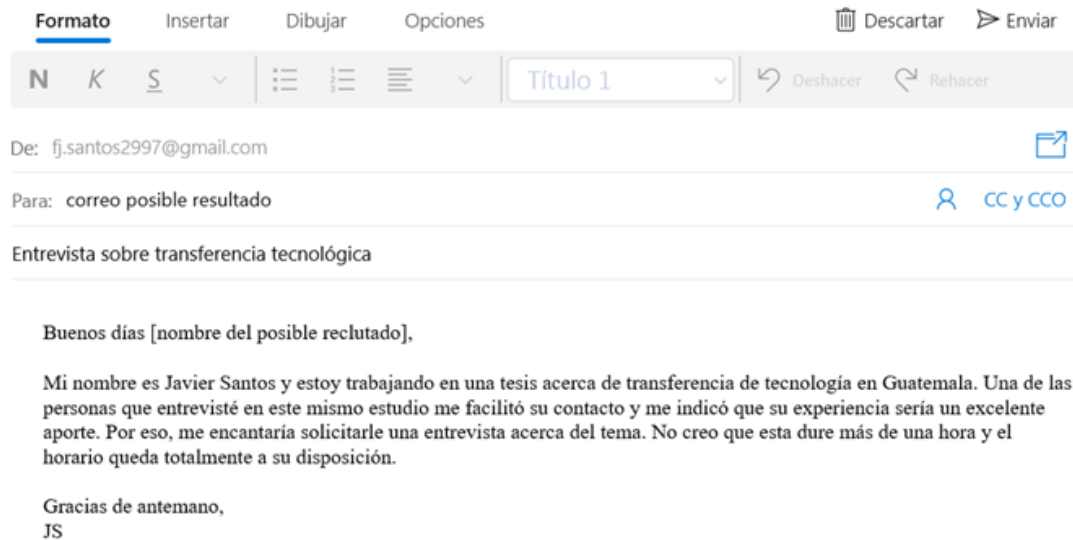
Preguntas guía:

Al comenzar la grabación se declara que el entrevistado aceptó la grabación de la entrevista.

1. Cuénteme sobre su trayectoria profesional (¿Dónde y qué estudió? ¿Dónde ha trabajado? ¿Cuáles considera que fueron las experiencias más enriquecedoras?, etc.)
2. Cuénteme sobre sus intereses de investigación actuales (Campo, preguntas que está tratando de contestar en su investigación, cuántas publicaciones tiene, etc.)
3. Además de publicaciones, ¿Realiza actividades de transferencia tecnológica? si la respuesta es sí cuénteme, si no cuénteme a qué se debe.
4. ¿Cuáles son las formas en las que realiza transferencia tecnológica? sub-preguntas: ¿Principales ramas? ¿barreras? ¿fortalezas?
5. ¿Con quiénes (actores) realiza esos proyectos?
6. ¿Podría por favor facilitarme el contacto de alguna persona cuya experiencia considere pertinente para esta investigación? (Parte de la metodología *bola de nieve*)

12.2. Anexo 2: Correo de reclutamiento

Figura 5: Plantilla de correo de reclutamiento



Descripción: Plantilla utilizada para reclutar a los expertos para las entrevistas.

12.3. Anexo 3: Temas y subtemas iniciales

Figura 6: Temas y subtemas iniciales

Temas	Definición	Subtemas
1. Colaboración interinstitucional	Acción de formar lazos con otras instituciones con el fin de lograr un objetivo en común bajo el marco de la transferencia de tecnología.	1.1 interuniversitaria 1.2 academia-industria 1.3 academia-sector público 1.4 Industria-sector público
2. Actividad científica	El ejecutar alguna acción con el fin de obtener algún tipo de información.	2.1 Desarrollo de nuevos productos. 2.2 Investigación en salud 2.3 Investigación en agricultura
3. Agilidad institucional	Serie de procedimientos y requisitos institucionales necesarios para llevar a cabo alguna acción. Opuesto de burocracia.	3.1 En la academia 3.2 en sector público 3.3 en la industria
4. Ciencia impulsada por la industrial	Actividad científica llevada a cabo por.	
5. Actividad académica	Institución o conjunto de instituciones universitarias.	
6. Financiamiento	Recursos monetarios utilizados para cualquier tipo de actividad de investigación o desarrollo.	6.1 Privados 6.2 Públicos 6.3 Extranjeros
7. Transferencia de tecnología	Cualquier acción que lleve a la obtención de un beneficio a partir del conocimiento científico.	7.1 Colaboración con universidades 7.2 Patentes 7.3 Desarrollo de nuevos productos 7.4 Formación de recurso humano
8. Actividad del sector público	Actividades científicas que operan con fondos provenientes de los impuestos.	8.1 Senacyt/Fonacyt
9. Inversión extranjera	Cualquier institución o persona originada o formada fuera del país que fortalezca la actividad científica en el país.	9.1 Instituciones 9.2 Capital humano 9.3 Ejemplos
10. Infraestructura legal	Toda la infraestructura que permita las actividades de transferencia de tecnología bajo un marco legal.	
11. Visión	La creencia de que el beneficio de cualquier actividad científica es superior al costo de oportunidad de llevarla a cabo.	
12. Retención del talento	Personas capacitadas para llevar a cabo actividades científicas que planean residir y laborar en el país. Opuesto a la fuga de talento.	

Descripción: Estos son los temas sobre los que se estructura de forma pre eliminada la entrevista semi-estructurada. Según la metodología de las entrevistas, estos temas suelen cambiar mientras se avanza sobre la entrevista.

12.4. Anexo 4: Ejemplo de análisis RITA

Figura 7: Ejemplo de análisis RITA

Tema	[0:00 - 6:00]	[6:00 - 12:00]	[12:00 - 18:00]	[18:00 - 24:00]	[24:00 - 30:00]	[30:00 - 36:00]	[36:00 - 42:00]	[42:00 - 48:00]	[48:00 - 54:00]	[54:00 - 60:00]
1 Colaboración interinstitucional										
1.1 Interuniversitaria										
1.2 Academia-Industria		+						+		
1.3 Academia-Sector público			--							
1.4 Industria-Sector público										
2 Actividad científica			--			-- Alimentos				
2.1 Desarrollo de nuevos productos										
2.2 Investigación en salud		0								
2.3 Investigación en agricultura			++							
3 Agilidad insitucional										
3.1 En la academia				0						
3.2 en sector público				--						
3.3 En la industria		0								
4 Actividad Industrial			+							
5 Actividad académica					+					
6 Financiamiento							--			
6.1 Privado							+			
6.2 Público								--		
6.3 Extranjero										
7 Transferencia de tecnología		0			+					
7.1 Convenios con universidades										
7.2 Patentes			--							
7.3 Desarrollo de nuevos productos										
7.4 Formación de recurso humano										
8 Actividad del sector público										
8.1 Senacyt/Fonacyt			--							
9 Inversión extranjera										
9.1 Instituciones										
9.2 Capital humano				0						
9.3 Ejemplos					+					
10 Infraestructura legal						+ Anécdota doctorado				
10 Infraestructura legal						+ Iglesias				
11 Visión										
12 Retención del talento								-- Chile		
Tema nuevo 1										
Tema nuevo 2	--								--	
Tema nuevo 3				++						+

Descripción: Ejemplo del análisis RITA de una entrevista semi-estructurada

12.5. Anexo 5: Matriz FODA para la formulación de estrategias

Figura 8: Matriz FODA para la generación de estrategias

Internal Factors External Factors	Strengths (S) List of 5-10 internal strengths here	Weaknesses (W) List of 5-10 internal weaknesses here	
	Opportunities (O) List of 5-10 external opportunities here	SO Strategies Generate strategies here that use strengths to take advantage of opportunities	WO Strategies Generate strategies here that take advantage of opportunities by overcoming weaknesses
Threats (T) List of 5-10 external threats here	ST Strategies Generate strategies here that use strengths to avoid threats	WT Strategies Generate strategies here that minimize weaknesses and avoid threats	OT Strategies Generate strategies that use opportunities to combat threats
	SW Strategies Generate strategies that use strengths to mitigate weaknesses		Synthesis

Descripción: Matriz FODA expandida para la generación sistemática de estrategias. Obtenida de: (Paschalidou et al., 2018)

