



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
Centro Interdisciplinario de Posgrados
Investigación y Consultoría
Departamento de Ingeniería
Doctorado en Planeación Estratégica y Dirección
de Tecnología

Análisis estratégico del desarrollo tecnológico en México mediante un modelo
complejo

Tesis que para obtener el Grado de Doctor
En Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología

Presenta
Guillermo Leonel Sánchez Hernández

Puebla, México

2017



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyla**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

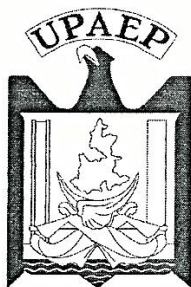
DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
Centro Interdisciplinario de Posgrados
Investigación y Consultoría
Departamento de Ingeniería
Doctorado en Planeación Estratégica
y Dirección de Tecnología

Se aprueba la Tesis:

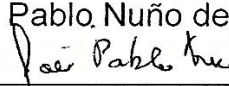
Análisis Estratégico del Desarrollo Tecnológico en México Mediante un
Modelo Complejo

Nombre del Alumno

Guillermo Leonel Sánchez Hernández

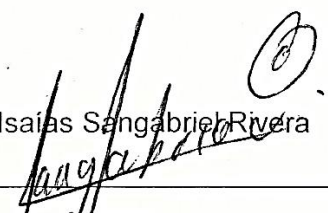
Comité Asesor

Dr. José Pablo Nuño de la Parra


Director de Tesis


Dra. Belinda Izquierdo García

Asesora


Dr. Isaías Sangabriel Rivera

Asesor

Puebla, México.

10 de enero de 2017

DEDICATORIA

A Dios; gracias Dios por permitirme la vida. Sin ti soy nada, contigo puedo todo.

A mis padres Elia[†] y Guillermo[†], por guiarme siempre por el camino del bien y la Fe, por enseñarme el amor a Dios y el trabajo, a ser paciente pero constante, ayudar al prójimo, el agradecimiento y a buscar la superación personal, cultural y profesional siempre con sentido humanístico.

A María Luisa, mi esposa, compañera, y amiga; por estar a mi lado en todo momento apoyándome y motivándome, sobre todo en los más difíciles de mi vida.

A mis hijos; Guillermo Alejandro, Luis Manuel, Eduardo Leonel, motivación importante en mi vida.

A mis hermanos José Ariel, Alonso Irán, Elia Amayeli por su apoyo incondicional y compañía en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco el apoyo del Dr. José Pablo Nuño de la Parra director de este trabajo de investigación, por sus consejos y recomendaciones metodológicas y en la fe y por ayudarme a lograr el enfoque de la investigación. a la Dra. Belinda Izquierdo García, estimada asesora, gracias por su apoyo para la realización de esta investigación, gracias por esas largas charlas metodológicas, por el intercambio de ideas en cursos y seminarios de investigación. Al Dr. Isaías Sangabriel Rivera, asesor, gracias por su apoyo, por sus aportaciones y críticas puntuales que permitieron lograr una mejor perspectiva contextual y metodológica en esta investigación.

Dra. Beatriz Pico González gracias por sus atenciones hacia mi persona desde el primer día que visité UPAEP. Así también al Dr. Bernardo Reyes Guerra [†], gracias por su amistad y consejos. Al personal académico con quienes compartí clases, seminarios y asesorías del programa de Doctorado en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología. A mis amigos, compañeros y todas las personas de hicieron posible que finalizara este proyecto.

Agradezco de manera muy especial a la Universidad Veracruzana, a la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla; UPAEP, y al PRODEP.

Índice

Introducción	i
Capítulo 1. Propósito y organización	1
1.1. Naturaleza del problema	1
1.1.1. Educación superior	8
1.1.2. Innovación e industria	17
1.1.3. Propiedad intelectual	21
1.2. Planteamiento del problema	32
1.3. Preguntas de investigación	35
1.4. Objetivos de investigación	36
1.4.1. Objetivo general	36
1.4.2. Objetivos específicos	36
1.5. Justificación de la investigación	37
1.6. Alcances y limitaciones del proyecto	39
Capítulo 2. Marco teórico y marco contextual	41
2.1 Marco teórico	41
2.1.1 Complejidad	41
2.1.2 La complejidad en el marco de las revoluciones científicas	55
2.1.3 La complejidad en el siglo XX	56
2.1.4 Sistemas y sistemas complejos	59

2.2	Marco referencial y contextual	74
2.2.1	Competitividad, productividad, conocimiento	74
2.3	Estado del arte	82
Capítulo 3. Metodología		96
3.1	Diseño de la investigación	96
3.1.1	Selección de la muestra	98
3.2	Pruebas estadísticas	102
Capítulo 4. Resultados		105
4.1	Prueba de hipótesis	143
4.2	Modelo basado en agentes del desarrollo tecnológico	152
Capítulo 5. Análisis y discusión		159
Conclusiones y recomendaciones		170
Referencias		174
Anexo 1. Instrumento de recolección de datos.		188
Anexo 2. Descripción de Variables de preguntas tipo Likert		196
Anexo 3 Estadísticas de total de elementos		197
Anexo 4 Correlación de variables para análisis de fiabilidad		198

Anexo 5. Regresión logística binaria	199
Anexo 6 Interface netlogo del modelo basado en agentes	209
Anexo 7 Código del modelo basado en agentes	210
Índice de figuras	218
Índice de tablas	219

RESUMEN

El desarrollo tecnológico es un indicador de desarrollo económico en un país, es visualizado como un sistema, sin embargo dado el número y tipo de variables involucradas su comportamiento no es lineal en el tiempo. Un elemento fundamental para el desarrollo tecnológico son las innovaciones o propiedades intelectuales resultantes de la investigación y desarrollo experimental o también conocido como I+D, la cual contempla el trabajo creativo del ser humano, y a su vez comprende los tres tipos de investigación, básica, aplicada y experimental. Analizar el comportamiento de los creadores de I+D en instituciones de educación superior es el fin de este trabajo de investigación, para lo que se realizó un análisis exploratorio y descriptivo; para posteriormente identificar relación entre variables; y efectuar un análisis explicativo y predictivo, estos últimos con el uso de estadística no paramétrica.

ABSTRACT

Technological development is an indicator of economic development in the countries, it is visualized as a system, however given the number and type of variables involved the behavior is not linear in time and one solution will be unique and can be origin of other states of the system. A fundamental element for technological development are the innovations or intellectual properties resulting from research and experimental development or also known as R & D, which contemplates the creative work of the human being, and in turn comprises the three types of research, basic, Applied and experimental. Analyzing the behavior of R & D creators in higher education institutions is the end of research work, for which an exploratory and descriptive analysis was carried out; To later identify relationship between variables; And perform an explanatory and predictive analysis, the latter using non-parametric statistics.

Introducción

Explicar el comportamiento del desarrollo tecnológico en el área de negocios, a través de la valoración de la interacción de sus elementos mediante un modelo complejo es el fin de este trabajo de investigación; identificando en primer término los elementos del sistema, así como sus interrelaciones; siendo el personal académico o investigadores, su producción intelectual, científica, su organización y las condiciones en las que desempeña su función sustantiva lo que se identifica primordialmente en el sistema.

El desarrollo tecnológico como resultado de actividades de innovación, específicamente la investigación y desarrollo experimental (I+D) es un sistema con un comportamiento complejo determinado por elementos endógenos y exógenos. Entre los cuales se encuentra el capital humano, los programas de apoyo en el marco de políticas públicas, las condiciones para la producción intelectual y la producción intelectual misma. Si bien la adquisición y comercialización de productos son también actividades de innovación, estas últimas pueden crear dependencia tecnológica. Es en este sentido que se hace necesario identificar el comportamiento del sistema, analizarlo desde el marco de la complejidad como un sistema abierto entrelazado y en constante interacción con el ambiente, haciendo uso de la simulación computacional como el modelado basado en agentes para crear diferentes escenarios de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación.

En el marco taxonómico de la investigación este trabajo aborda diferentes niveles; iniciando con el exploratorio y descriptivo, para lo cual se analizan resultados de programas federales como el PRODEP, CONACYT en el marco de políticas públicas que los originan, el gasto en I+D, la producción científica e intelectual, permitiendo esto la identificación de los elementos del sistema desarrollo tecnológico. Posteriormente, en los niveles relacional y explicativo y de acuerdo al tipo de variables identificadas se hace uso de estadística no paramétrica para determinar la relación entre variables. En lo que respecta al nivel predictivo, aquí se recurre al uso de regresión logística binaria para la determinación del modelo e identificar el nivel de sinergia.

El modelo identificado en el nivel predictivo de la taxonomía de la investigación se implementa mediante técnicas de simulación computacional. Específicamente, con modelado basado en agentes y en un entorno de programación específico (Netlogo) se adecua un modelo utilizado para el comportamiento de redes denominado percolación.

El contenido del presente escrito inicia con la descripción de la naturaleza del problema en el primer capítulo, específicamente se describe el concepto desarrollo tecnológico, su relación con el desarrollo económico, los factores y actividades de innovación que lo originan, se aborda la educación superior como sistema que busca solución a necesidades sociales, la organización de profesores e investigadores en atención a recomendaciones de programas en el marco de políticas de la SES (Sub-secretaría de Educación Superior) y el CONACYT, la producción de propiedad intelectual y científica. Para posteriormente realizar el planteamiento del problema, preguntas de investigación, objetivos y definición del alcance y limitaciones.

En el capítulo 2 se contempla el marco referencial, contextual y teórico; en donde se describe la complejidad y sistemas complejos, y su evolución en el tiempo. Para posteriormente, abordar el contexto de las actividades de innovación como resultado de la I+D, la relación de estas como elementos causales para la mejora de niveles de productividad y competitividad. Finalmente, se describen diferentes investigaciones en el marco de la complejidad, sus métodos y aportaciones relevantes en diversos casos de aplicación.

El capítulo 3 contempla el diseño de la investigación, específicamente se determina la hipótesis de investigación y la nula. Se identifican las variables dependientes e independientes, sus indicadores respectivos. Así como la identificación de la población, el cálculo de la muestra, las técnicas y pruebas estadísticas de acuerdo al tipo de variables e indicadores que permita abordar el nivel taxonómico de investigación relacional y explicativo.

El capítulo 4; muestra resultados del análisis no paramétrico utilizado para determinar las relaciones entre variables, prueba de hipótesis, modelo de regresión logística binaria y adecuación del modelo basado en agentes que representa el comportamiento del desarrollo tecnológico.

El capítulo 5 presenta el análisis de los resultados y la discusión, en donde se contextualizan y cuestiona de acuerdo a las teorías mencionadas en el capítulo 2, la naturaleza del problema, se responden las preguntas de investigación, el logro de objetivos y la prueba de hipótesis.

Finalmente realizan conclusiones y recomendaciones de acuerdo a los resultados obtenidos, al comportamiento del modelo de simulación del sistema desarrollo tecnológico, y a las condiciones del modelo y las posibles variaciones de escenarios. Logrando entonces realizar el modelado en el marco de la complejidad que permita ser una herramienta estratégica para el análisis del comportamiento del desarrollo tecnológico en el área de negocios.

Capítulo 1. Propósito y organización

1.1. Naturaleza del problema

El crecimiento económico tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo frecuentemente es asociado con el desarrollo tecnológico, y el que a su vez es consecuencia del desarrollo de actividades de innovación, las cuales pueden ser incrementales o radicales. Entre las actividades de innovación se destacan la generación y transferencia de conocimientos, la adquisición de tecnologías, la comercialización de productos, así como la investigación y el desarrollo experimental (I+D) (UNCTAD, 2007).

La competitividad económica y el desarrollo de un país se determinan en gran medida por la capacidad que este tenga para realizar, encargar, medir y gestionar iniciativas de I+D. Para la creación e impulso de políticas efectivas de innovación, los responsables requieren tener acceso a indicadores confiables que permitan determinar criterios y el monitoreo de dichas políticas. Razón por la cual, la investigación y el desarrollo experimental (I+D) es un importante componente de los sistemas nacionales de innovación en tanto las estadísticas de I+D se encuentran entre los indicadores más extensamente utilizados en el monitoreo de estos sistemas (UNESCO, 2010).

El Instituto de Estadística (UIS) de la constitución de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) es el organismo encargado de realizar la medición de investigación y desarrollo (I+D) en el mundo. Ahora bien, para lograr

establecer comparaciones transnacionales y monitorear la evolución en el tiempo de los sistemas de conocimiento es necesario el uso de indicadores de ciencia, tecnología e innovación (CTI), entre los cuales las estadísticas sobre investigación y desarrollo experimental (I+D) probablemente sean los más importantes. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) utiliza la metodología de producción de estadísticas sobre actividades de I+D con base en el Manual Frascati (MF) (OCDE, 2002), el cual se utiliza extensamente en los países en desarrollo, aunque originalmente fue creada para gestionar encuestas de I+D en los países miembros de la OCDE. Es el MF por lo tanto, una norma internacional en lo referente a este campo, por lo que la UNESCO y otras organizaciones internacionales recomiendan el uso de esta metodología.

Un indicador esencial que mide los esfuerzos gubernamentales y del sector privado para obtener una ventaja competitiva en la ciencia y la tecnología es el gasto en investigación y desarrollo experimental. Así también, es una variable de entrada aunada a la de personal dedicado a esta actividad y dan forma al indicador cambio tecnológico; que a su vez es un factor para el crecimiento económico y productividad de un país. Las estadísticas de I+D son consideradas tanto punto de partida para diversos programas gubernamentales como elementos de evaluación en los países (OCDE, 2002).

La investigación y desarrollo experimental (I+D) contempla el trabajo creativo que se lleva a cabo de manera sistemática para incrementar el conocimiento del ser humano, en ámbitos culturales y sociales. Siendo tres actividades las comprendidas en la I+D: investigación básica,

investigación aplicada y desarrollo experimental. La investigación básica se refiere a trabajos experimentales o teóricos con el objetivo primordial de adquirir nuevos conocimientos acerca de los fundamentos subyacentes de fenómenos y hechos, aunque a primera vista no se percibe alguna aplicación o uso concreto. La investigación aplicada es de igual forma investigación original realizada para la adquisición de nuevo conocimiento, dirigida principalmente hacia un fin práctico específico. El desarrollo experimental consiste en trabajos sistemáticos basados en conocimientos existentes obtenidos de la investigación o la experiencia práctica, que busca la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos, establecer nuevos procesos, sistemas y servicios (UNESCO, 2010).

La OCDE para la creación de estadísticas de I+D como se mencionó anteriormente, recomienda el uso del manual de Frascati. En este manual se identifican como entradas del sistema el gasto en I+D y el personal dedicado a I+D. Sin embargo, esta última se sujeta a los lineamientos del manual de Cambera (MC), así como la producción de artículos de investigación. Otra variable que MF denomina de salida son las patentes y la propiedad intelectual generadas a través de actividades de I+D en las empresas de diferentes sectores industriales en conjunto con centros de investigación o Instituciones de Educación Superior. Para lo cual el manual de Oslo dicta las directrices para la medición de innovación solo que comprende únicamente las empresas.

El gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE) en México se destina en su mayoría para el mejoramiento de la infraestructura científica y tecnológica, como son parques

industriales, proyectos de centros de investigación públicos y planes de investigación y desarrollo; un caso es el Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) del Conacyt. La mayoría de los proyectos del PEI pertenece al sector privado y están vinculados con universidades o centros públicos de investigación.

El PEI es un programa de apoyo dirigido a empresas que desean invertir en proyectos de investigación, desarrollo de tecnología e innovación que buscan el desarrollo de nuevos productos, procesos o servicios (Campos, 2015).

La Tabla 1 muestra la comparativa de gasto en I+D de varios países. En el caso de México específicamente se tienen datos del periodo 2005 a 2014, y estos se acercan en magnitud a los que presenta Finlandia; alejándose en gran medida a las cantidades de países como Japón y Estados Unidos.

Tabla 1
Gasto interno en I+D (Millones de Dólares (US)).

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Estados Unidos	361,066	377,207	395,493	415,342	411,369	410,093	420,072	419,529	432,583	
Japón	140,623	147,343	152,884	151,538	138,632	140,607	145,531	146,332	154,534	159,218
Canadá	25,461	25,747	25,737	25,338	25,409	25,048	25,277	25,657	24,697	24,159
Corea	32,316	36,635	40,952	43,839	46,549	52,173	58,427	64,268	68,149	72,834
Francia	45,920	47,029	47,545	48,524	50,565	50,765	52,191	53,203	53,894	54,297
Finlandia	6,571	6,854	7,227	7,717	7,481	7,658	7,671	7,106	6,780	6,497
Reino Unido	35,989	37,398	39,169	39,061	38,609	38,166	38,825	37,683	39,506	41,503
México	6,354	6,155	6,276	6,973	7,095	7,866	7,653	8,080	9,507	10,434

Fuente: Adaptada de Gross domestic spending on R&D (indicator) (OECD, 2016).

México en el año 2013 según el Informe General del Estado de la Ciencia, el gasto federal en ciencia y tecnología fue de 121, 307.9 millones de pesos, lo que representa el 0.75

por ciento del Producto Interno Bruto (PIB). Este gasto sin embargo, se dividió en tres rubros de la siguiente manera: 66 % a Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE), 20 % a posgrado y 14 % a Servicios de Ciencia y Tecnología.

En lo que respecta al gasto interno bruto en investigación y desarrollo experimental (GIDE) y tal como se muestra en la figura 1, en 2013 se ubicó en 80,297 millones de pesos, lo que representó un incremento del 14 por ciento respecto a lo registrado en el año 2012.

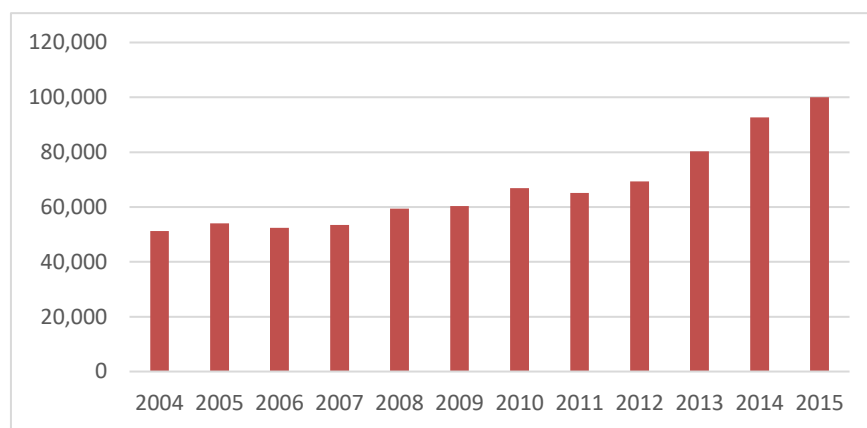


Figura 1. Evolución del Gasto en Investigación y Desarrollo Tecnológico 2004-2015 (Millones de pesos).

Fuente: Conacyt-INEGI, Encuestas sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (2016).

Así también el gasto en Investigación y Desarrollo Tecnológico con respecto al Producto Interno Bruto (PIB) en México mostró un comportamiento creciente; y se ubicó en el 0.5 %; dicha evolución se muestra en la figura 2. Así también, es conveniente mencionar que el Plan Nacional de Desarrollo en México 2013-2018 en su estrategia 3.5.1 establece que para el año 2018 el GIDE logre alcanzar el 1% del PIB.

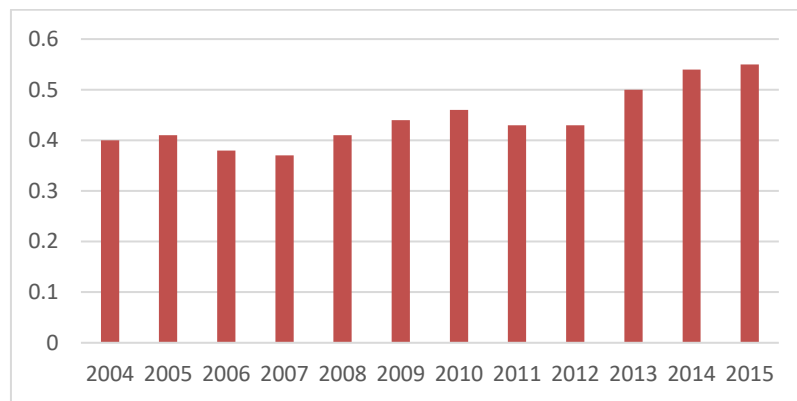


Figura 2. Evolución del Gasto en Investigación y Desarrollo Tecnológico 2004-2015 (Millones de pesos) con respecto al PIB.

Fuente: Conacyt-INEGI, Encuestas sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (INEGI, 2016).

En lo concerniente al personal dedicado a las actividades de I+D en Universidades y Centros de Investigación, y de acuerdo al manual de Camberra (OCDE, 1995) es necesario realizar una clasificación por cargo, genero, nivel de formación de los profesores e investigadores con la finalidad de realizar el recuento de los mismos y darle forma al indicador. Sin embargo, esta tarea al efectuarse y obtenerse un resultado resulta que en algunos países puede subestimarse mientras que otros sobreestimarse. Pues por las condiciones heterogéneas en ocasiones los investigadores asalariados no cuentan con presupuestos para la investigación, o bien, esta actividad es conducida por investigadores sin remuneración económica. Así también, puede haber universidades que en su mayoría el personal académico este contratado de tiempo parcial. Caso contrario, cuando el personal contratado es de tiempo completo y se estipula en el contrato que determinado tiempo para la actividad de investigación debe cumplirse, pero por no

existir recurso destinado específicamente para la actividad de investigación, difícilmente se realizará. El cálculo del tiempo destinado a la investigación presenta innumerables dificultades; al igual que la forma de estimar la equivalencia de jornada completa (EJC) específicamente en el nivel de educación superior. Lo que impacta directamente en el cálculo de gasto en I+D (UNESCO, 2010).

Tabla 2
Investigadores I+D por cada mil empleados, equivalente a tiempo completo.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Estados Unidos	7.80	7.64	7.70	7.64	8.06	8.80	8.47	8.80	8.72	8.94	-
Japón	10.04	10.37	10.39	10.35	10.00	10.14	10.17	10.20	10.03	10.18	10.47
Canadá	8.05	8.32	8.42	8.86	9.05	8.80	9.13	9.34	9.06	8.82	-
Corea	6.92	7.86	8.63	9.47	10.01	10.38	11.08	11.91	12.78	12.84	13.49
Francia	7.72	7.67	7.89	8.20	8.38	8.72	9.05	9.19	9.52	9.78	9.87
Finlandia	17.27	16.42	16.46	15.55	15.95	16.33	16.67	15.90	15.94	15.55	15.33
Reino Unido	8.02	8.61	8.71	8.60	8.50	8.78	8.77	8.55	8.62	8.91	8.90
México	0.98	1.08	0.86	0.89	0.86	0.99	0.79	0.82	-	-	-

Fuente: Adaptada de Researchers (indicator) (OECD, 2016).

En la Tabla 2 se muestran resultados de la OCDE referente a el número de investigadores dedicados a I+D por cada mil empleados de tiempo completo, el estudio data del año 2016, pero solo se muestran evidencias hasta el año 2012 en algunos casos. Nótese que México si acaso cuenta con alrededor de un investigador por cada mil trabajadores. Caso contrario el de Finlandia que tiene alrededor de 16, Japón 10 y Estados Unidos 9. Es interesante realizar la comparación de los datos de la Tabla 1 que se refiere a cantidad de gasto en I+D con los de la Tabla 2. Se observa que México y Finlandia tienen un gasto muy parecido, pero en el número de investigadores la brecha es considerablemente grande. En el entendido por supuesto de las diferentes características culturales, sociales y económicas de cada país

Los sistemas de indicadores sobre I+D en diversos países que se construyen mediante la metodología del Manual de Frascati se clasifican de acuerdo a tres parámetros que son: condición de desarrollo socio-económico, capacidad de los sistemas de I+D y capacidad de los sistemas estadísticos de I+D. En la Tabla 3 se muestran los tres grupos, las características que los diferencian y los países que agrupa cada uno.

Tabla 3
Clasificación de países en función del nivel del sistema de I+D

Grupo	Característica	Países
A	Países con sistemas consolidados de I+D y sistemas estadísticos de CyT Desarrollados.	Argentina, Brasil, México y Chile.
B	Países con sistemas consolidados de I+D y sistemas estadísticos de CyT Menos desarrollados.	Colombia, Costa Rica, Cuba, Panamá, Uruguay y Venezuela.
C	Países con sistemas incipientes	Nicaragua, Perú, El Salvador, Paraguay, Guatemala, Bolivia, Ecuador, República Dominicana y Honduras

Fuente: Elaboración propia (2015)

1.1.1. Educación superior

En México, las diferentes actividades enmarcadas en la I+D se llevan a cabo principalmente en Universidades y centros de investigación públicos o privados; en algunos casos y dependiendo del tipo de investigación en I+D (Básica, Aplicada o Experimental) esta se realiza a través de procesos formales de vinculación con empresas de las diferentes industrias como lo son las oficinas de transferencia de tecnología (OTT). Sin embargo, no siempre es así. Por lo que se desea una articulación adecuada y efectiva en el sistema educativo, específicamente en el nivel de educación superior.

El incrementar el capital humano, así como el fortalecimiento de la cohesión y la justicia social, el enriquecimiento de la cultura, del desarrollo social, tecnológico y económico se puede lograr mediante la educación. En México, La Ley General de Educación (1993) establece tres tipos de educación: básica, media superior y superior.

La educación básica comprende los niveles de preescolar, primaria y secundaria; la educación media superior contempla el profesional técnico y el bachillerato; mientras que la Educación Superior que se imparte después del bachillerato; se conforma por tres niveles: el técnico superior (también conocido como profesional asociado), la licenciatura y el posgrado.

A las instituciones públicas o privadas que imparten programas educativos de educación superior se les denomina Instituciones de Educación Superior (IES) las cuales encaminan sus políticas y acciones para impulsar su desarrollo integral en función de las recomendaciones de la Dirección General de Educación Superior Universitaria (DGESU) a su vez adscrita a la Subsecretaría de Educación Superior (SES).

En México, en la última década del siglo XX y como resultado de un análisis realizado por la Secretaría de Educación Pública (SEP) al interior de los elementos del Sistema Nacional de Educación Superior, mostró que gran parte de los profesores de carrera de las Universidades Públicas Estatales no contaba con el nivel académico adecuado, ni articulado en las tareas de investigación (SEP, 2013).

En el año de 1996 surge como resultado del análisis el Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP), y que a partir del año 2013 se denomina Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el Tipo Superior (PRODEP) el cual fue diseñado para mejorar el nivel de habilitación del personal académico de tiempo completo, fomentando el desarrollo y la consolidación de los Cuerpos Académicos (CA), reconociendo que la calidad de la educación superior depende de múltiples factores, entre los cuales se destaca el Profesorado de Carrera con formación completa capaz de realizar con calidad sus funciones, con actividades docentes y de generación o aplicación innovadora del conocimiento, distribución de tiempo balanceada entre las tareas académicas con base en la diversidad de requerimientos de los diferentes subsistemas y programas educativos que se ofrecen en las Instituciones Públicas de Educación Superior (IES), de manera que el perfil del profesorado es fundamental para la transformación de la educación superior que se requiere en el país.

En el esquema de PRODEP los Cuerpos Académicos (CA) son grupos de al menos tres profesores de tiempo completo que comparten una o varias áreas de estudio e investigación y que reciben el nombre de Líneas de Generación y Aplicación Innovadora del Conocimiento (LGAC) con temáticas disciplinares o multidisciplinarias.

Los Cuerpos Académicos se clasifican en a) Cuerpo Académico Consolidado (CAC), b) Cuerpo Académico en Consolidación (CAEC) y c) Cuerpo Académico en Formación (CAEF).

En los Cuerpos Académicos Consolidados (CAC) los integrantes tienen una amplia experiencia en docencia y en formación de recursos humanos; la mayoría cuenta con el Reconocimiento al Perfil Deseable (Reconocimiento a un profesor que tiene el grado preferente mínimo, efectúa tutorías y genera productos de investigación), sus integrantes colaboran entre sí y su producción es evidencia de ello. Los Cuerpos Académicos En Consolidación (CAEC) se caracterizan principalmente porque los integrantes participan conjuntamente en LGAC bien definidas, por lo menos la tercera parte de quienes lo integran cuenta con amplia experiencia en docencia y en formación de recursos humanos, la mayoría de los integrantes cuentan con Reconocimiento al Perfil Deseable; el CA cuenta con evidencias objetivas respecto a su vida colegiada y a las acciones académicas que llevan a cabo en colaboración entre sus integrantes, el CA colabora con otros CA. Finalmente en los Cuerpos Académicos En Formación (CAEF), estos tienen proyectos de investigación conjuntos para desarrollar las LGAC, han identificado también algunos CA afines, y de alto nivel, de otras instituciones del país o del extranjero con quienes desean establecer contactos.

En la Tabla 4 se muestra en lo referente a Cuerpos Académicos (CA) registrados en PRODEP el comportamiento en los últimos tres años. Puede observarse como se ha incrementado el número tanto de cuerpos académicos consolidados como en consolidación, no así los que están en formación. Lo anterior se debe a que se ha mejorado el grado de habilitación y se han creado otros grupos.

Tabla 4
Registro de Cuerpos Académicos.

Grado de habilitación del CA	2012	2013	2014
CAC	663	782	819
CAEC	1129	1205	1220
CAEF	2113	2076	2048
Total de CA	3905	4063	4087

Fuente: Adaptada de SEP (2015).

El PRODEP también cuenta con un programa de becas para estudios de posgrado de alta calidad en los niveles de Maestría y Especialidad Tecnológica, así como Doctorado. El propósito es que los profesores adquirieran la habilitación deseable y necesaria para el buen desempeño de sus funciones académicas y de investigación.

El financiamiento del PRODEP es proviene de los Fondos Extraordinarios para la Educación Superior y son parte de los apoyos aprobados en el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) por la Cámara de Diputados, el cual es administrado por el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Educación Pública (SEP), específicamente, la Subsecretaría de Educación Superior (SES). La finalidad es “impulsar aspectos particulares del desarrollo de las instituciones de educación superior” (DGESU, 2015).

Por su parte el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal, integrante del Sector Educativo, con personalidad jurídica y patrimonio propio. Fue creado por disposición del H. Congreso de la Unión el 29 de diciembre de 1970, es responsable de elaborar las políticas de ciencia y tecnología en México. Así como coordinar y promover el desarrollo científico y tecnológico.

El CONACYT formula y financia programas de becas para apoyar la formación de capital humano científico y tecnológico en diversas modalidades, así también integra información de programas de becas de otras instituciones del país, organismos internacionales, gobiernos extranjeros, con la finalidad de optimizar los recursos.

Otra función de este importante organismo es establecer las políticas para llevar a cabo programas que favorezcan el fomento, la formación, el desarrollo y la vinculación de recursos humanos de alto nivel en el país, en relación a las necesidades locales y regionales a través de los instrumentos establecidos en la Ley de Ciencia y Tecnología.

El CONACYT cuenta con el Programa de Becas para Estudios de Posgrado más importante de México, con casi 40 años de existencia; es conocido y reconocido a nivel nacional e internacional. El Programa brinda acceso a la población a realizar estudios de alto nivel en instituciones académicas de excelencia, tanto en el país y como en el extranjero. A través las distintas modalidades del Programa, se otorgan becas para realizar estudios de posgrado a nivel de maestría y doctorado, además de apoyarse las especialidades técnicas y académicas.

Además tiene como misión fomentar la mejora continua y el aseguramiento de la calidad del posgrado nacional, que dé sustento al incremento de las capacidades científicas, tecnológicas, sociales, humanísticas, y de innovación del país.

El CONACYT a través de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación fomenta la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica de las empresas que se integran en los sectores económicos del país. Así también, facilita su vinculación con el sector académico y de investigación y entre sí mismos, a través de los programas, apoyos y proyectos, nacionales e internacionales que resulten aplicables. En el entendido de que la innovación tecnológica es un apalancamiento para el desarrollo tecnológico y por consecuente el desarrollo económico en México.

El Sistema Nacional de Investigadores (SNI) lo crea el CONACYT en el año de 1984, con la finalidad de reconocer la labor de las personas dedicadas a producir conocimiento científico y tecnología. El reconocimiento se otorga a través de la evaluación por pares y consiste en otorgar el nombramiento de investigador nacional. Esta distinción simboliza la calidad y prestigio de las contribuciones científicas del investigador.

Al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del CONACYT pertenecen algunos de los integrantes de los Cuerpos Académicos reconocidos por PROMEP, así como también investigadores de Instituciones de Educación Superior del sector privado. Estos investigadores tanto del sistema público como del privado, en algunos casos llegan a conformar redes temáticas de investigación y que son reconocidas y apoyadas con recursos por el CONACYT. Específicamente en el año 2014 son 35 redes temáticas reconocidas (CONACYT, 2014).

Las redes temáticas de Investigación del CONACYT conjuntan en grupos de investiga-

ción a investigadores, tecnólogos y empresarios, con intereses en común y disposición para colaborar y aportar conocimientos, habilidades y capacidades para crear soluciones a problemas y temas estratégicos para el desarrollo del país en ámbitos científicos, tecnológicos o sociales, procurando la vinculación entre la academia, el gobierno y la sociedad con un enfoque multidisciplinario.

En el año 2014 y según el Programa Institucional 2014-2018 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2015) el SNI tiene registrados 21358 investigadores y en producción científica, el número de artículos publicados fue de 9488.

En el año 2002 a partir de la publicación de La Ley de Ciencia y Tecnología se crea el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT) como una instancia autónoma e imparcial que se encarga de analizar el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) en el país. Su finalidad es coadyuvar en las actividades del Estado siendo un organismo asesor autónomo y permanente del Poder Ejecutivo, del CONACYT y del Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación. Así también atiende al Poder Legislativo federal y estatal. Las actividades de asesoría incluyen el diseñar políticas, construcción del presupuesto y la evaluación de políticas. Forma parte del Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación (CGICDTI) que está encargado de regular los apoyos que el Gobierno Federal con obligación para impulsar, fortalecer y desarrollar la investigación científica, tecnológica así como las actividades de innovación (FCCyT, 2014).

En síntesis, se observan programas estratégicos tanto de la Subsecretaría de Educación Pública (SEP) como del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), y que son PRODEP y Redes Temáticas respectivamente; ambos son apoyados mediante un gasto proveniente de recursos públicos y privados para el mejoramiento y crecimiento de la investigación y producción científica en México, sobre todo que favorezca la innovación tecnológica en la sociedad a través de la educación superior.

1.1.2. Innovación e industria

La innovación está presente en todos los sectores de la economía, incluyendo también los servicios públicos como salud o educación. La OCDE para realizar la medición de las actividades de innovación en las empresas, incluyendo la industria manufacturera, el sector primario y los servicios, ha diseñado y utiliza el manual de Oslo (MO) en el cual se tratan de cuatro tipos de innovaciones que son: de producto, de proceso, de organización y de mercadotecnia (OECD/Eurostat, 2005), por lo que innovaciones emanadas en IES y centros de investigación no se contemplan en las estadísticas a menos que se desarrollen de manera conjunta con alguna empresa.

Respecto a la capacidad para generar innovación en una localidad o región esta se potencia a través de las Instituciones de Educación superior en colaboración con las empresas de algún determinado ramo industrial y es vital para promover el crecimiento económico (Porter, 1999). A estas localidades que a manera de atractores o aglomerados de compañías con actividad común o relacionada, en donde se crean conexiones entre empresas, instituciones de educación y otras organizaciones de soporte, para desarrollar nichos de innovación de manera que se favorezca la competencia, colaboración y compartición de información se les denomina Clusters.

Cluster es una palabra del idioma inglés que se refiere a una agrupación de objetos similares o personas ubicadas de manera cercana; en economía geográfica este concepto ha sido ampliamente utilizado, refiriéndose a la agrupación de empresas alojadas en alguna determinada

localidad o región. Alfred Marshall en su libro *Principios de economía* (publicado originalmente en 1890) dedica un capítulo a lo concerniente a localidades industriales especializadas. Actualmente, lo referente a economía geográfica ha tenido un papel muy importante con respecto a nuevas teorías de crecimiento económico y comercio internacional (Porter, 2008).

Los clusters son concentraciones geográficas de compañías interconectadas de alguna o varias industrias, tanto para competir como para cooperar. El alcance geográfico de un cluster puede ser desde una ciudad, región, estado o país; es más puede favorecer la formación de redes entre países vecinos. Un cluster puede caracterizarse de diversas formas, dependiendo de lo sofisticado y madurez del mismo. Muchos incluyen compañías de servicios, proveedores de insumos especializados, de componentes, maquinaria; instituciones financieras; empresas de industrias relacionadas. Así mismo se integran a menudo empresas especializadas para la creación de canales de distribución de los productos hacia los clientes; proveedores de infraestructura especializada, gobiernos e instituciones que proveen entrenamiento especializado, educación, información, investigación y soporte técnico (Universidades, repositorios de conocimiento, proveedores de entrenamiento vocacional, agencias y asociaciones de la industria respectiva). Agencias de gobierno que significativamente influyen al cluster pueden ser consideradas parte del mismo (Porter, 2008).

Existen diversos ejemplos de Clusters de varias industrias en el mundo entre los que podemos mencionar el de Tecnologías de Información en Silicon Valley, el del vino en Califor-

nia, el de la Industria cinematográfica Hollywood, el de moda y calzado en Italia, el de fabricación de automóviles en Detroit, el de la subcontratación de software de Bangalore en la India entre otros (Porter, 2008). En México se destacan los clusters de Tecnologías de Información (TI) en el estado de Jalisco (Guzmán, 2011), el automotriz en Silao, Gto. (Gutiérrez, 2011), el aeroespacial en Querétaro, Sonora, Nuevo León, Baja California, Chihuahua (Beaudoin, 2011);. En todos los casos mencionados anteriormente las localidades en donde se ubican estas aglomeraciones de empresas se ven beneficiadas en el sentido de que se favorece la competitividad, la productividad y la innovación, esta última tanto en las empresas como en las instituciones de educación en donde se forma y capacita al personal que se desarrollara profesionalmente en las empresas del conglomerado.

Como se mencionó anteriormente, un cluster conforma una red en donde la cooperación y la competencia son primordiales en el sentido de que los lazos que crean las relaciones entre las compañías a manera de sinapsis formen un sistema robusto desde el punto de vista económico. Porter (2008) al respecto dice que la amplitud y profundidad del cluster se incrementan tanto como la evolución de la competencia en relación a la complejidad de las modernas economías. Si un lazo se rompe o se termina, existe la posibilidad de que se creen otros. Uno de los principales beneficios de un cluster es que las empresas que forman parte del mismo tienen mejores accesos a fuentes de información estratégica y más posibilidades de ser innovadoras que empresas similares pero remotas. Así también, Bell (2005) menciona casos de compañías que forman parte de la red pero con relaciones débiles o pocos lazos de contacto con otras, se

ven afectadas o influenciadas, y que de manera inadvertida generan nuevas ideas, nuevos productos, servicio o nuevos sistemas administrativos, innovaciones que pueden llegar a convertirse en propiedades intelectuales.

En relación a la innovación, Porter (1990) menciona que es una nueva manera de hacer cosas que se comercializan. Mientras que para Afuah (2003) la innovación es la utilización de conocimiento nuevo para ofrecer un nuevo producto o servicio que desean los clientes. En sí que el proceso de innovación no se puede separar del contexto estratégico y competitivo de una empresa, es una manera de diferenciarse de sus competidores.

Una compañía para lograr diferenciarse de sus competidores busca lograr una ventaja competitiva, y esta tiene sus raíces en las competencias de la firma (Prahalad y Hamel. 2001). Es en este sentido que las competencias de las empresas pueden ser incrementadas por algún proceso de innovación si este fue de tipo incremental o bien pueden ser destruidas para la creación de otras que le permitan mantener posición en el mercado si la innovación fue radical (Afuah, 2003).

La innovación en algunas ocasiones emana de las actividades de investigación y desarrollo experimental, el cual principalmente se da en Instituciones de Educación Superior o centros especializados de Investigación y Desarrollo. Es en este sentido que esta investigación busca evaluar y representar el comportamiento del desarrollo tecnológico en México a través de la identificación de las características de profesores, investigadores o de grupos de producción científica de instituciones de educación superior y la industria. En el entendido que la eficiencia

del trabajo de estos actores impacta en el desarrollo tecnológico a través de la generación de innovaciones y registro de propiedad intelectual; siendo estos últimos, factores claves en el desarrollo económico.

1.1.3. Propiedad intelectual

Un resultado que se busca al establecer alianzas entre industria e IES en la economía del conocimiento es la creación, difusión y explotación de la propiedad intelectual. La Organización Internacional de la Propiedad Intelectual (WIPO por sus siglas en inglés) dice que una propiedad intelectual (PI) se refiere a las creaciones de la mente: invenciones, trabajos literarios y artísticos, símbolos, nombre e imágenes utilizados en el comercio.

La propiedad intelectual se divide en dos categorías: Propiedad industrial, que incluye invenciones (Patentes), marcas registradas, diseños industriales, indicaciones de fuentes geográficas, en algunos países los modelos de negocios, diseños de semiconductores, etcétera; y derechos de autor, que incluye programas de software, libros de texto y científicos, trabajos literarios y artísticos tales como novelas, poemas, películas, trabajos musicales, pinturas, dibujos, fotografías, esculturas, diseños arquitectónicos, entre otros (Hill-King, 2007).

Una PI es resultado de la creatividad del ser humano, y así como otros tipos de propiedades estas pueden comprarse, venderse, crearse o destruirse. Es considerada como un tipo de activo, por lo cual debe ser gestionada estratégicamente por profesionales capaces para todo tipo

de eventualidades y procesos regulares. Una propiedad intelectual permite monopolizar su producción y aplicación.

La OCDE en la elaboración de indicadores de propiedad intelectual, específicamente patentes pone en práctica una metodología que se describe el manual de OSLO. En lo referente a este indicador, las patentes son una variable de salida en el sistema de cambio tecnológico o desarrollo tecnológico de los países (OCDE, 2002).

Tabla 5
Patentes solicitadas por nacionalidad de solicitante en México

Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Patentes solicitadas por titulares extranjeros	13,852	14,926	15,958	15,896	13,459	13,625	12,990	14,022	14,233	14,891
Patentes solicitadas por titulares mexicanos	584	574	641	685	822	951	1,065	1,292	1,211	1,244
Total Patentes solicitadas	14,436	15,500	16,599	16,581	14,281	14,576	14,055	15,314	15,444	16,135

Fuente: Adaptada de FCCyT (2015).

La evolución de solicitudes de patentes en México a extranjeros y nacionales en el periodo entre el año 2005 y 2014 se muestra en la Tabla 5; entre los años 2005 a 2008 hubo incrementos anuales, mientras que en 2009 y 2011 se presenta decremento en el número de solicitudes con respecto al año previo. Se destaca que el tiempo que transcurre entre la solicitud y el otorgamiento es de tres a cinco años, por lo que la cantidad que aparece en la filas de patentes otorgadas ya sea a titulares nacionales como extranjeros de la Tabla 6 corresponde a solicitudes de años previos.

Tabla 6
Patentes otorgadas en México.

Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Patentes otorgadas a titulares extranjeros	7,967	9,500	9,758	10,243	9,416	9,170	11,240	12,049	10,041	9,514
Patentes otorgadas a titulares mexicanos	131	132	199	197	213	229	245	281	302	305
Patentes otorgadas	8,098	9,632	9,957	10,440	9,629	9,399	11,485	12,330	10,343	9,819

Fuente: Adaptada de FCCyT (2015).

La Tabla 6 muestra el número de patentes otorgadas a titulares nacionales y extranjeros en México; dichas cantidades se incrementan anualmente; comparando los valores del año 2014 con respecto al año 2005, en el caso de titulares mexicanos el valor se duplica, y en el caso de titulares extranjeros el incremento es alrededor del 30 % (Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial [IMPI], 2015). En Europa, en el último informe publicado por la Oficina Europea de patentes (European Patent Office [EPO], 2011) se concedieron 24 patentes a solicitantes de México en el año 2011. Mientras que en la Oficina de Patentes y Marcas Registradas de los Estados Unidos se otorgaron 116 y 138 patentes en los años 2011 y 2012 respectivamente a solicitantes mexicanos (United State Patent and Trademark Office [USPTO], 2012).

La Tabla 7 muestra el número de patentes otorgadas a titulares mexicanos por área tecnológica y se visualizan incrementos en las áreas; artículos de uso y consumo, técnicas industriales diversas, química y metalurgia, aunque en los años 2013 y 2014 el área de física mostro un incremento considerable.

Tabla 7
Patentes Otorgadas a Titulares Mexicanos por Área Tecnológica 2003-2014

	Artículos de uso y consumo	Técnicas industriales diversas	Química y metalurgia	Textil y papel	Construcción fija	Mecánica, iluminación, calefacción, armamento, voladura	Física	Electricidad	Total
2005	41	22	27		15	9	11	6	131
2006	32	25	26		12	9	15	13	132
2007	46	44	41	2	21	16	21	8	199
2008	70	37	33		19	7	21	10	197
2009	63	43	43	2	18	11	21	12	213
2010	81	39	45	3	11	14	24	12	229
2011	105	41	47	3	16	12	12	9	245
2012	111	55	52	2	19	16	15	11	281
2013	71	57	49	9	25	24	41	26	302
2014	84	53	63	4	16	28	40	17	305

Fuente: Adaptada de FCCyT (2015).

La Tabla 8 desglosa la cantidad de registros de solicitud de propiedad intelectual en modalidad patente, diseño industrial y modelo de utilidad por titulares mexicanos en el año 2014, el Distrito Federal destaca por tener el 29 % de la solicitudes, contra el 16 % de Nuevo León, 13 % de Jalisco y 10 % tanto de Estado de México como de Guanajuato. Puebla tiene el 4 % y Veracruz el 1 % junto con otros estados como Michoacán y Colima.

Tabla 8
Solicitudes de invenciones de mexicanos por entidad federativa (2015).

Entidad Federativa	Patentes	Diseños Industriales	Modelos de utilidad	Total	%
Distrito Federal	337	424	129	890	29%
Nuevo León	141	252	89	482	16%
Jalisco	115	220	75	410	13%
Estado de México	90	149	80	319	10%
Guanajuato	55	240	19	314	10%
Puebla	75	48	9	132	4%
Querétaro	46	40	12	98	3%
Sonora	52	8	26	86	3%
Chihuahua	25	33	22	80	3%
Coahuila	41	14	17	72	2%
Tamaulipas	25	16	26	67	2%
Morelos	34	25	6	65	2%
Veracruz	15	23	5	43	1%
Michoacán	13	9	2	24	1%
Colima	9	4	2	15	0%
Total	1,073	1,505	519	3,097	100%

Fuente: Adaptada de IMPI (2015)

Una manera de protección del titular de una propiedad intelectual en su modo Patente es registrarla a través de diversas oficinas de patentes en el mundo. Al conjunto de patentes registradas en diferentes países a través de las oficinas responsables respectivas se les denomina patentes triádicas y se conforman así con la finalidad de proteger la misma invención. Las tres principales oficinas de patentes son: la Oficina Europea de Patentes, la Oficina Japonesa de Patentes y la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos. La Tabla 9 muestra el número de patentes triádicas, si se comparan los datos de México y Finlandia referente a gasto en I+D de

la Tabla 1 el cual es muy similar, el número de investigadores de la Tabla 2, y la cantidad de patentes otorgadas de la Tabla 6; se muestra que los resultados en I+D en México son muy pequeños comparados con otros países.

Tabla 9
Familia de Patentes Triádicas.

País	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Estados Unidos	17,213	17,377	15,492	13,906	13,829	13,514	12,728	13,011	13,709	14,211
Japón	18,702	17,721	17,998	17,757	15,940	16,112	16,741	17,140	16,722	16,196
Canadá	736	714	666	681	686	677	553	575	583	592
Corea	2,569	2,746	2,348	1,976	1,826	2,108	2,459	2,664	2,866	3,106
Francia	2,965	3,048	2,885	2,784	2,883	2,722	2,453	2,555	2,520	2,465
Finlandia	395	390	295	258	253	223	226	238	248	258
Reino Unido	2,095	2,163	2,088	1,798	1,695	1,723	1,651	1,653	1,692	1,725
México	18	19	26	18	16	14	15	17	18	19

Fuente: Adaptada de Triadic patent families (indicator) (OECD, 2016).

Son dos las familias básicas de indicadores de Ciencia y Tecnología que interesan directamente a la medición de la innovación: los recursos humanos dedicados a I+D y las estadísticas sobre patentes. Aunque, la bibliometría y otros tipos de indicadores también proporcionan información complementaria.

La bibliometría es una herramienta por la cual puede ser observado el estado de la ciencia y la tecnología por medio de trazas o huellas de comunicaciones en el sistema de ciencia y tecnología, principalmente en la publicación de artículos en revistas arbitradas o también conocidas como indizadas. La finalidad de esto es poder situar a un país en relación al mundo, o una institución en relación a un país en el ámbito científico. El objetivo del análisis cuantitativo del

desarrollo científico es para poder realizar un mapeo del mismo en interacción con los acontecimientos sociales, políticos y económicos (Heimeriks & Van den Besselaar, 2002).

Una revista indizada es una publicación periódica de investigación que destaca por su calidad y ha sido listada en alguna base de datos de consulta mundial, lo que implica que la revista tenga un significativo factor de impacto. Dicho factor de impacto corresponde a la medida de la frecuencia en que un artículo de investigación ha sido citado durante un año. Sin embargo la calidad no reside únicamente en el factor de impacto, sino en el permanente juicio de pares que se hace sobre el contenido de sus artículos. El par es un especialista en área de estudio de la publicación y conforma habitualmente lo que se conoce como Comité Editor (CONACYT, 2014).

Hasta el año de 2004 los datos bibliométricos se obtenían con base a publicaciones contenidas en el repositorio ISI (Institute for Scientific Information) con fuente de datos de Web of Science (CONACYT, 2015), sin embargo en ese mismo año crea Scimago, que realiza también mediciones bibliométricas, solo que toma como fuente de datos a Scopus (Scimago, 2015), en si las dos organizaciones aportan datos confiables, la diferencia consiste en el número de bases de datos que contiene cada una. Scimago de Scopus tiene un número mayor que ISI.

En México de acuerdo con datos obtenidos de Scimago e Indicadores Bibliométricos de la actividad científica mexicana en el año 2011, el sector con mayor producción científica es el Educativo, con una producción total de 58 mil 115 publicaciones en revistas indizadas, le sigue el sector Gobierno con 15 mil 794 publicaciones en ese mismo periodo, el tercer lugar lo ocupa

el sector Salud con 14 mil 073 documentos. Sin embargo de estos sectores, el que más citas por documento registra es el sector Salud, con una tasa de 5.6 citas por documento; le sigue el sector Educativo con 4.63 citas por documento y finalmente el sector Gobierno con una tasa de 4.59 citas por documento. El sector gobierno es el que cuenta con un mayor porcentaje de documentos ubicados en el primer cuartil, es decir, 41.73% del total de su producción se ubican en este segmento de la distribución, lo que indica que ese porcentaje se publica en revistas de alto impacto (FCCyT, 2014).

Los resultados bibliométricos referentes a producción científica, es decir al número de artículos publicados en revistas indizadas en el sector educativo en México en el periodo de tiempo 2003-2009 posiciona a la Universidad Nacional Autónoma de México en primer lugar con 23,132 publicaciones, el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados en segunda posición con 8,041 y en tercer lugar al Instituto Politécnico Nacional.

En la Tabla 10 y de acuerdo con ISI de web of science se muestran los datos referentes a la cantidad de artículos científicos publicados por año, en el caso de los países de Latinoamérica, México con 11,547 ocupa el segundo lugar después de Brasil con 38,523, le sigue Argentina con 8,418; sin embargo, comparado con los 378,625 artículos de Estados Unidos, y los 219,281 de China, Alemania con 102,271; las diferencias son significativas.

Tabla 10
Artículos científicos publicados, anualmente por país 2004-2013.

País	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Alemania	76,793	78,650	80,929	84,320	87,955	91,281	95,935	100,048	102,271
Argentina	5,167	5,557	5,963	6,783	7,145	7,646	8,136	8,430	8,418
Brasil	17,355	19,430	24,145	29,456	31,577	33,205	35,779	38,084	38,523
Canadá	44,201	47,327	49,138	52,833	55,301	56,901	59,025	61,342	62,804
Chile	3,058	3,294	3,797	4,270	4,828	5,106	5,795	6,351	6,322
China	71,972	86,003	95,556	109,405	126,445	139,396	162,794	187,766	219,281
Colombia	919	1,090	1,441	2,150	2,398	2,756	3,078	3,402	3,431
Corea	26,446	28,818	29,565	34,353	37,742	41,481	45,588	49,374	51,051
EUA	302,225	312,956	319,090	333,945	341,528	350,802	364,548	373,224	378,625
España	31,242	33,986	37,127	40,694	43,891	46,361	50,677	53,967	55,096
Francia	54,690	56,715	57,914	62,547	64,310	65,403	67,407	69,316	70,732
Grecia	7,863	9,024	9,654	10,177	10,564	10,635	10,819	11,084	10,705
India	24,980	28,183	33,048	37,781	39,663	42,860	46,889	48,685	51,660
Italia	41,083	43,345	46,231	48,928	51,461	52,748	55,338	58,450	61,963
Japón	77,513	77,863	76,608	77,129	76,609	75,575	77,453	77,827	78,447
México	7,192	7,339	8,345	9,088	9,335	9,680	10,490	11,216	11,547
Polonia	13,985	15,296	16,384	18,714	19,071	19,806	21,057	22,877	23,463
Portugal	5,418	6,675	6,560	7,801	8,739	9,541	10,789	12,106	13,058
Reino Unido	79,274	83,316	87,243	89,743	92,882	96,452	100,895	104,714	109,026
Turquía	14,277	15,234	18,127	19,588	21,882	23,090	23,920	25,374	25,510
Venezuela	1,140	1,153	1,203	1,430	1,308	1,272	1,118	1,021	1,013
Total	906,793	961,254	1,008,068	1,081,135	1,134,634	1,181,997	1,257,530	1,324,658	1,382,946

Fuente: Adaptada de FCCyT (2015).

Así también, en la Tabla 11, la cual corresponde al número de citas según el año de publicación del artículo en el periodo 2005-2013. De igual manera en la Tabla 12, se muestra el factor de impacto anual por disciplina. Es decir, la razón entre el número de publicaciones y el número de citas de un artículo.

Tabla 11
Citas recibidas según el año de publicación del artículo, 2004-2013

País	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Alemania	1,903,033	1,743,018	1,650,003	1,516,739	1,294,076	1,053,093	738,284	397,066	85,428
Argentina	81,806	85,867	79,490	79,233	68,240	59,453	40,201	24,807	4,026
Brasil	268,397	253,788	260,502	260,552	225,523	178,345	127,886	70,440	14,089
Canadá	1,110,795	1,079,973	999,215	920,106	784,954	622,199	427,079	218,658	46,180
Chile	52,646	55,829	56,623	49,648	46,645	38,286	31,737	19,314	3,942
China	1,056,429	1,141,073	1,218,403	1,260,246	1,225,193	1,078,082	846,720	506,896	106,147
Colombia	17,243	19,090	17,717	20,066	18,133	17,489	14,732	12,124	1,833
Corea	399,985	386,169	385,073	379,295	349,249	303,881	222,201	126,482	22,335
EUA	8,668,721	7,972,063	7,211,021	6,367,764	5,335,938	4,111,688	2,774,572	1,418,658	286,428
España	661,966	660,470	647,106	604,582	543,680	458,323	332,172	185,522	37,188
Francia	1,268,721	1,176,399	1,114,534	1,009,361	877,743	702,148	480,151	256,237	55,178
Grecia	144,979	151,235	139,089	132,990	116,839	93,446	62,818	38,270	7,045
India	328,231	348,682	345,596	332,304	306,034	251,329	187,155	102,276	21,704
Italia	957,561	890,942	861,955	796,284	699,681	559,086	385,416	217,135	46,987
Japón	1,396,989	1,267,453	1,139,521	976,222	801,813	616,202	429,710	219,513	43,208
México	100,154	99,565	94,304	92,332	78,424	63,580	46,668	28,188	5,277
Polonia	192,737	191,648	183,732	161,086	145,549	117,212	91,097	54,877	11,403
Portugal	109,494	121,930	115,691	117,325	107,750	85,513	66,489	41,237	8,638
Reino Unido	2,153,412	2,014,863	1,906,124	1,691,085	1,447,294	1,153,163	784,071	415,065	88,232
Turquía	167,807	163,618	175,135	149,906	136,075	102,736	72,981	43,044	8,110
Venezuela	15,181	12,424	10,685	10,705	8,672	7,222	3,628	1,979	338

Fuente: Adaptada de FCCyT (2015).

Tabla 12
Factor de impacto anual de artículos por país 2004-2013.

País	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Alemania	25.76	24.78	22.16	20.39	17.99	14.71	11.54	7.70	3.97	0.84
Argentina	17.43	15.83	15.45	13.33	11.68	9.55	7.78	4.94	2.94	0.48
Brasil	15.51	15.47	13.06	10.79	8.85	7.14	5.37	3.57	1.85	0.37
Canadá	27.69	25.13	22.82	20.33	17.42	14.19	10.93	7.24	3.56	0.74
Chile	20.45	17.22	16.95	14.91	11.63	9.66	7.50	5.48	3.04	0.62
China	15.50	14.68	13.27	12.75	11.52	9.69	7.73	5.20	2.70	0.48
Colombia	16.97	18.76	17.51	12.29	9.33	7.56	6.35	4.79	3.56	0.53
Corea	16.06	15.12	13.40	13.02	11.04	9.25	7.33	4.87	2.56	0.44
EUA	31.57	28.68	25.47	22.60	19.07	15.62	11.72	7.61	3.80	0.76
España	22.76	21.19	19.43	17.43	14.86	12.39	9.89	6.55	3.44	0.67
Francia	24.11	23.20	20.74	19.24	16.14	13.65	10.74	7.12	3.70	0.78
Grecia	18.56	18.44	16.76	14.41	13.07	11.06	8.79	5.81	3.45	0.66
India	13.89	13.14	12.37	10.46	8.80	7.72	5.86	3.99	2.10	0.42
Italia	24.02	23.31	20.55	18.64	16.27	13.60	10.60	6.96	3.71	0.76
Japón	19.68	18.02	16.28	14.87	12.66	10.47	8.15	5.55	2.82	0.55
México	15.45	13.93	13.57	11.30	10.16	8.40	6.57	4.45	2.51	0.46
Polonia	14.15	13.78	12.53	11.21	8.61	7.63	5.92	4.33	2.40	0.49
Portugal	21.28	20.21	18.27	17.64	15.04	12.33	8.96	6.16	3.41	0.66
Reino Unido	29.03	27.16	24.18	21.85	18.84	15.58	11.96	7.77	3.96	0.81
Turquía	12.81	11.75	10.74	9.66	7.65	6.22	4.45	3.05	1.70	0.32
Venezuela	16.33	13.32	10.78	8.88	7.49	6.63	5.68	3.25	1.94	0.33

Fuente: Adaptada de FCCyT (2015).

Los datos de I+D han resultado válidos en muchas encuestas: por ejemplo, los efectos de la I+D en la productividad y han sido estimados mediante técnicas econométricas, a nivel de país, sector y empresa. Estos datos tienen dos limitaciones principales. En primer lugar, la I+D es un insumo. En segundo lugar, la I+D no engloba el conjunto de los esfuerzos hechos por empresas y autoridades públicas en este ámbito, ya que existen otras fuentes de progreso técnico, tal como el aprendizaje por práctica, que escapan a esta definición.

1.2. Planteamiento del problema

El sistema desarrollo tecnológico en México, al igual que en otros países miembros de la OCDE, se mide en función de resultados de sistemas de indicadores sobre I+D. La OCDE para esta medición recomienda el uso del manual de Frascati, el cual identifica como entradas del sistema el gasto en I+D y el personal dedicado a I+D siendo esta última estadística medida con base a los lineamientos del manual de Cambera (MC), así como la producción de artículos de investigación. Otra variable que el manual de Frascati denomina de salida son las patentes y la propiedad intelectual generadas a través de actividades de I+D en las empresas de diferentes sectores industriales, instituciones de educación superior (IES) o centros especializados de investigación.

De esta manera, se identifica que el sistema cambio tecnológico (Desarrollo Tecnológico) y de acuerdo a la previa descripción de sus variables de entrada y salida, está conformado por diferentes subsistemas asociados respectivamente por cada una de ellas, interconectados entre si y a su vez cada uno de ellos es afectado por otras variables o sistemas, como lo puede ser principalmente los diferentes ambientes ya sea social, político, económico o de otra índole. Especificando, en el subsistema I+D, se encuentran los investigadores reconocidos, ya sea de manera individual o en grupos de producción científica; que a través de las tres principales actividades de I+D y con apoyos de recursos públicos producen y publican artículos de investigación. En este caso, algunas actividades pueden originar o ser fuente de creación de algún producto o servicio innovador que a futuro puede llegar a ser registrado como propiedad intelectual,

logrando con esto la transferencia de tecnología. Mientras que en lo que se identifica como subsistema patentes, y que únicamente es una parte de lo que se conoce como propiedad intelectual, este tiene como entrada a las solicitudes de investigadores dedicados a I+D y a empresas de las diferentes industrias.

Ahora bien, si lo anterior se trata con valores cuantitativos, entonces se puede observar al comparar los datos mencionados anteriormente, es decir, la aportación gubernamental de gasto en ciencia y tecnología en México; los 4,087 Cuerpos Académicos registrados en PRO-DEP, los 21,358 investigadores reconocidos en el CONACYT, los 10,449 artículos de investigación publicados de ISI y los 58,115 del sector educativo de Scimago, y las 302 patentes otorgadas a investigadores nacionales a través del IMPI; de los cuales no se asegura que pertenezcan a una Institución de Educación Superior o centro de investigación, pues pueden ser de la iniciativa privada; entonces es cuestionable el impacto económico y social debido a la generación de propiedad intelectual consecuencia de algunas de las actividad de I+D; lo que hace que surja la necesidad de analizar la sinergia en la red o sistema complejo desarrollo tecnológico del que forman parte de las entidades académicas, el personal dedicado a I+D, así como las instancias gubernamentales e industriales de México.

Es precisamente la sinergia de los elementos del sistema que deben dar sentido y efectividad al desarrollo tecnológico en México. Que se logre incrementar la productividad de la actividad de Investigación y Desarrollo Experimental (I+D) para favorecer el desarrollo económico y como consecuencia se tenga una mejoría en la calidad de vida de la sociedad.

Es importante mencionar que este sistema no puede tratarse de manera lineal, la naturaleza de las variables hace que estas sean sensibles a muchos factores. En un contexto global al abordar el desarrollo tecnológico en México se identifican los principales elementos, que son a) Los investigadores, grupos de investigadores o cuerpos académicos pertenecientes a instituciones de educación superior en México, b) Los clusters industriales en México, c) Innovaciones y propiedad intelectual, d) Entidades gubernamentales; y las relaciones que entre estos existe. Y dada la naturaleza de cada elemento esta implica que no se pueden aislar y analizar de manera individual pues existen muchas interrelaciones y factores que hacen de este un sistema que no puede tratarse linealmente.

Específicamente, la OCDE de forma lineal modela el sistema desarrollo tecnológico con entradas, proceso y salida tal como se muestra en la figura 3.



Figura 3: Modelo del Sistema Desarrollo Tecnológico de acuerdo a la OCDE.
Fuente: Elaboración propia (2016)

Sin embargo, la variable Personal dedicado a I+D que la OCDE define como entrada, es en sí una parte del proceso. Por lo que se propone un modelo como el que se muestra en la figura 4. En la cual se agrega una variable denominada Política pública que implica al PRODEP y CONACYT.

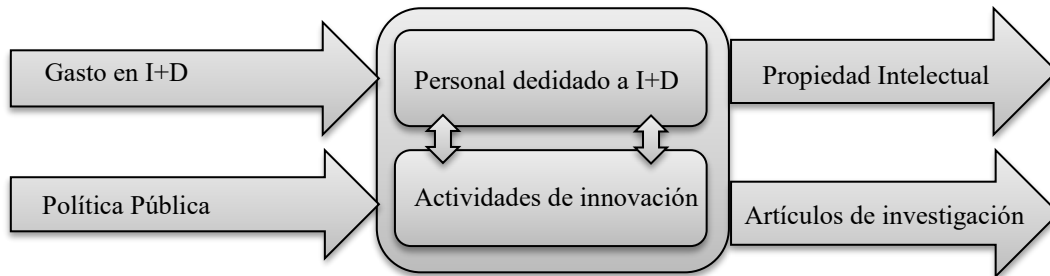


Figura 4: Modelo propuesto para el análisis del desarrollo tecnológico
Fuente: Elaboración propia (2016).

1.3. Preguntas de investigación

Las preguntas que se hicieron para dar cauce a esta investigación son; en primer término:

¿Cómo el comportamiento de los elementos que dan forma al desarrollo tecnológico en el área de negocios en el estado de Veracruz, Región Xalapa, Universidad Veracruzana, hace de este un sistema complejo?

¿Cómo la generación de propiedad intelectual en instituciones de educación superior del área de negocios favorece el desarrollo tecnológico?

¿Por qué un sistema complejo describiría la generación de propiedad intelectual en Instituciones de Educación Superior?

¿Cuál es el nivel de sinergia en el sistema desarrollo o cambio tecnológico, para el caso de estudio?

1.4. Objetivos de investigación

1.4.1. Objetivo general

Explicar el comportamiento del desarrollo tecnológico en el área de negocios, a través de la valoración de la interacción de sus elementos mediante un modelo complejo.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las características de los elementos que afectan el desarrollo tecnológico en México.
- Identificar el impacto de la generación de propiedad intelectual en el desarrollo tecnológico y económico.
- Identificar los paradigmas en el marco de la complejidad que permitan el modelado del desarrollo tecnológico en México.
- Elaborar un modelo en el marco de la complejidad que permita representar el comportamiento de elementos del sistema desarrollo tecnológico.

1.5. Justificación de la investigación

El crecimiento económico de un país se asocia al desarrollo tecnológico, siendo este último una consecuencia del potencial de innovación que posea este. Así también, la capacidad que tenga el país para realizar, medir y gestionar actividades de Investigación y Desarrollo Experimental favorecerá la competitividad económica y su desarrollo.

La innovación es una actividad importante en el desarrollo tecnológico de un país, sobre todo cuando emana como resultado de actividades de Investigación y Desarrollo Experimental (I+D). Es interés preponderante que mediante la innovación, se logre el impacto de la ciencia y tecnología en la vida diaria de las personas. Razón por la que los gobiernos destinan una parte de su presupuesto en esta actividad, y esta puede realizarse en gran medida en Instituciones de Educación Superior.

Cabe mencionar que la innovación se genera en diversos escenarios ya sea con interacciones directas o indirectas, colaboración, intercambio de conocimientos entre empresas, instituciones académicas y diversas dependencias gubernamentales. Las empresas e instituciones cooperan y participan en diversas redes en escalas locales, regionales, nacionales e internacionales. Los gobiernos interesados en lograr una prosperidad de localidades, regiones y países apuestan por políticas que favorezcan el proceso de innovación, a través de instituciones académicas y centros de desarrollo; en ocasiones de manera colaborativa con empresas las cuales destinan porcentajes de sus utilidades para esta actividad.

Es de interés en esta investigación explicar el comportamiento del desarrollo tecnológico en México a través de un modelo en el marco de la complejidad y con enfoque sistémico, específicamente, el modelado basado en agentes, herramienta de simulación que permite crear escenarios y analizar comportamientos de grupos sociales. Ahora bien, el análisis se centra en las características del capital humano dedicado a la investigación y desarrollo experimental; y que se encuentran ubicados en las instituciones de educación superior, desempeñando funciones de docencia e investigación. Así como su producción intelectual, ya sea en artículos de investigación, solicitudes y registros de patentes, diseños industriales, registro de marcas o derechos de autor.

1.6. Alcances y limitaciones del proyecto

La investigación consiste en estudiar desde la perspectiva de la teoría de la complejidad el desarrollo tecnológico en México y mediante la creación de un modelo basado en agentes representar su comportamiento. En el entendido de que las actividades de innovación son esenciales para el sistema cambio tecnológico, y que estas comprenden la generación y transferencia de conocimientos, la adquisición de tecnologías, la comercialización de productos, así como la investigación y el desarrollo experimental (I+D) (UNCTAD, 2007). Sin embargo, es necesario analizar qué factores son los que impactan en dicho desarrollo. Dadas las características del sistema cambio tecnológico, el estudio se centra en los docentes e investigadores, su producción científica, tipo de producción científica, su comportamiento individual y como este comportamiento en interacción y perturbación con otros provoca un cambio social, que en este caso es el desarrollo tecnológico.

Un comportamiento social es ocasionado por el actuar de sujetos individuales entre ellos, razón por la cual se opta por utilizar el modelado basado en agentes (MBA) como herramienta de simulación.

Con el modelo se podrá efectuar la creación de escenarios, ambientes y características de los agentes de forma que represente el comportamiento de los mismos; para que de esta manera se logre identificar qué características de los agentes favorecer, que escenarios apoyar para

desarrollar o mitigar. En general, será apoyo para la creación de planes estratégicos que favorezcan el desarrollo tecnológico en México.

Es importante mencionar que el modelo creado no permite hacer una predicción exacta del comportamiento futuro, es decir, no se refiere a un pronóstico. Sin embargo, posibilita conocer la dinámica del sistema, su comportamiento en sí y de esta manera obtener elementos que permitan apoyar la toma de decisiones en el ámbito estratégico.

Capítulo 2. Marco teórico y marco contextual

2.1 Marco teórico

2.1.1 Complejidad

Desde una perspectiva etimológica, la palabra “complejidad” se deriva del latín “plexus” o “complexus” (Morin, 1990), que significa entrelazado en conjunto. En este sentido Morin (1990) comenta que “la complejidad es una palabra problema y no una palabra solución”. Sin embargo, reconoce que los grandes avances de la ciencia se deben precisamente a ese enfrentamiento con los problemas, a la necesidad de resolver estos mismos y es esa búsqueda la que lleva a nuevos descubrimientos. Son los problemas, el esfuerzo por entenderlos, desentrañar esas realidades, de manera racional, documentada, mediante la formulación de hipótesis, teoría y leyes que se crean disciplinas y las ciencias clásicas.

El que no exista una ley empirista de lo que es la “complejidad” no es motivo para descartar esta forma de ver la realidad, ya que siempre se ha podido trabajar con términos que aún no han sido clarificados de manera absoluta, como señala Mitchell (2009), si bien no existe aún una ciencia o teoría de la complejidad, a pesar de la carencia de definiciones universalmente aceptadas; en ciencia ha sido común esto, como son casos de Newton y su disertación de “fuerzas” en física clásica, el concepto de antimateria y energía oscura. Así también, cuando abordan los temas de información, vida, computación, orden y otros términos que son utilizados en las mismas condiciones que el término complejidad.

Morin (1990) en su obra “Introducción al pensamiento complejo” señala, la naturaleza la complejidad no ha de reducirse a una ley o teoría, pues esto supondría caer en una forma simplificadora de ver las cosas. Así también, señala, si bien no ha habido explícitamente etiquetada una noción de complejidad en la tradición occidental, sí ha habido en la práctica pensadores complejos, aunque los mismos no se percataran de la palabra ni sistematizaran esta manera de acercarse de la realidad (Morin, 2007). De este modo, el filósofo griego Heráclito de Éfeso podía hablar de un “vivir de muerte y morir de vida” como forma de enfrentar y unir concordia y discordia, enfrentando contradicciones lógicas no con el fin de eliminar sino para expresar la idea de que dos nociones antagonistas se deben concebir juntas. De igual manera, en la misma obra, Morin menciona que otros destacados pensadores como Aristóteles, Platón, Spinoza y Hegel también llegaron a tener concepciones complejas de la realidad, sin tener en mente dicha palabra y así, si bien no se puede encontrar el concepto de complejidad en la tradición filosófica de Occidente, sí hay un pensamiento complejo que intenta emerger. Aunque ciertamente se ve opacado por los dogmas en los que la ciencia clásica del siglo XVII al XX se fundamentó, y en los que no había lugar para la complejidad puesto que en principio la complejidad arrastra consigo un cierto sentido de confusión de lo que es aparente, mientras que según estos dogmas detrás de lo aparente el mundo es totalmente predecible, específicamente Laplace, quien afirmó que el universo era una entidad totalmente determinista (Pérez, 1998), a tal punto que sus eventos causales, o los de casi cualquier fenómeno que se presente en el mismo, podrían ser predichos o rastreados para cada periodo de tiempo, ya sea en el futuro o el pasado. Si el estado inicial

era bien conocido (Mainzer, 2007), con leyes muy claras y la función del científico sería descubrir más que construir el conocimiento. Pero esta forma de ver una naturaleza pasiva regida por leyes deterministas es más bien un producto propio de Occidente (Prigogine, 1997) y que se identifica como el primer propósito de la ciencia clásica que opera desde el paradigma de la simplicidad (Morin, 2007). Lo cierto es que incluso en los grandes debates filosóficos del siglo XX la complejidad como objeto de reflexión no fue siquiera tomada en consideración (Rodríguez & Aguirre, 2011).

Morin (1990) reconoció que la palabra complejidad no estuvo desde un principio en su mente en sus primeros escritos, sino hasta finales de la década de 1960 cuando el ver de forma conjunta el concepto de auto-organización y las teorías de la Información, la Cibernética y de Sistemas lo llevaron a esta noción; sin embargo, esa forma de entender la realidad que es el pensamiento complejo siempre estuvo presente.

Mitchell (2009) menciona no haber percibido el término “sistemas complejos” sino hasta la década de los 80 del siglo XX, aunque García (2006) se atribuye la creación del término en una época cuando hablar de complejidad no era lo que prevalecía. Por su parte, Lloyd (2001), del Massachusetts Institute of Technology, publicó un artículo intitulado “Measures of complexity: a nonexhaustive list” donde ofrece una lista de cuarenta y dos definiciones de complejidad, abordadas desde diferentes perspectivas y dominios en los que se suelen explicar las ciencias.

Coloquial e históricamente lo complejo ha sido visto como sinónimo de lo que es complicado, de lo confuso, de lo indescifrable, aunque se puede decir que, si bien todo sistema

complejo es complicado, no todo aquello que es complicado es un sistema complejo (Ramírez et. al, 1999). Morin (1990) argumenta que la complicación y la complejidad no se deben confundir, pero tampoco se excluyen o absorben mutuamente, sino que lo primero es parte constituyente de lo segundo. Norman (2010) distingue entre complejidad y complicado al utilizar, según él, la primera palabra para describir un estado del mundo, mientras que la segunda es más apropiada para la descripción de un estado de la mente. Lo complicado no es una propiedad intrínseca de los sistemas, como sí lo es la complejidad (Miller & Page, 2007). Complejo no se toma para nuestros fines como algo complicado o imposible de estudiar, sino como compuesto (Gershenson, 2013), como algo en lo que intervienen diversos y múltiples factores para entender y conformar ese todo, mismos que están interrelacionados, a tal punto que Miller y Page (2007) afirman que la pérdida de un elemento afecta el grado de complejidad de un sistema, arguyendo que mientras los mundos complicados son reducibles, los complejos no lo son. Aunque hay que tener en cuenta que ni la complicación aparente o real, ni el ‘estar compuesto de elementos heterogéneos’ serán la medida que determine aquello que será definido en una investigación como sistema complejo (García, 2006).

Con base en lo anterior, se puede reconocer que no existe una definición formal universal, sino que lo que se entienda por complejidad podrá variar con cierta flexibilidad dependiente del uso que se le haya de dar, sin embargo, no significa que no haya ciertas guías que orienten el estudio complejo de la realidad. Con esto no se niega la realidad de teorías relacionadas con la complejidad, entre las que pueden incluirse los sistemas dinámicos, no lineales, los adaptativos, la teoría del caos y los fractales entre otros. Al estar elaborados en el marco de ciencias y

disciplinas disímiles en aspectos fundamentales, características esenciales, de las teorías de la complejidad, es difícil en la actualidad, formular una teoría unificada de la complejidad que sintetice y sistematice de un modo legalista, a lo que entendemos de cada una de dichas cualidades (Rodríguez y Aguirre, 2011).

El uso del término “complejidad” intenta reflejar entonces el comportamiento de esa asociación indivisible de elementos en constantes interacciones, lo cual implica la generación de información y propiedades adicionales, mismas que reciben el nombre de emergentes y que generalmente no son fáciles de predecir estando ocultos al observador y puesto que aportan elementos no predecibles a priori, estos darán una pauta a la investigación (Mitchell, 2009) ya que no se dan hasta que las interacciones las generan y por lo tanto, el simple estudio aislado de las propiedades no será suficiente para entender el funcionamiento del sistema desde una perspectiva de la complejidad (Álvarez-Buylla y Hoeflich, 2013; Martínez-Melker, 2000; Morin, 2004; García-Valdecasas, 2016). Según Miller y Page (2007) “el comportamiento de muchos sistemas complejos emerge a partir de actividades de sus componentes de bajo nivel”. Boccara (2004) define las propiedades emergentes como “efectos a gran escala de agentes interactuando localmente que son frecuentemente sorprendentes y difíciles de predecir incluso en el caso de interacciones simples”. Es importante recalcar también que, aunque su predicción sea difícil, estas no son imposibles de explicar (García-Valdecasas, 2016).

Murphy (2007) menciona resumidamente la descripción del concepto de emergencia, cuya primera fase se da todavía en el siglo XIX, mientras que la segunda fase se dio en la década

de 1920 al darse la discusión acerca del “evolucionismo emergente” que se presentó como alternativa al reduccionismo mecanicista, además del vitalismo y preformacionismo como explicaciones para el origen de la vida.

Dado que la complejidad es ante todo un reto acerca de cómo se estudia el mundo real, problemas reales, fenómenos reales y esto haciéndolo de una manera realista, es decir, que corresponda con la realidad, es necesario explorar los antecedentes u otras explicaciones para entender el mundo real y sus problemas, es decir, se está ante todo frente a una cuestión epistemológica. La epistemología trata de responder primordialmente a dos preguntas: “¿Qué conocemos?” y “¿cómo conocemos?”. Así también, la epistemología no se visualiza como materia descriptiva sino como ejercicio crítico y prescriptivo (Reichenbach (1938) citado por Speltino, Cornejo e Iglesias, 2006). A lo largo de la historia del pensamiento humano, y en especial en esa idea, a la que ya no es posible referirse solo geográficamente, que denominamos “Occidente”, se han ofrecido diferentes formas de responder a estas preguntas, desde la concepción animista más primitiva, pasando por la amplia vastedad de la filosofía griega, cuyos exponentes más destacados son Platón y Aristóteles, a través de la Edad Media cuyos referentes son Tomás de Aquino, Anselmo de Canterbury y los escolásticos. Con el Renacimiento y el redescubrimiento de los clásicos, pero también a la luz de los nuevos descubrimientos tecno-científicos y geográficos surge la tradición occidental de las respuestas o modalidades explicativas que, estando a primera vista enfrentadas, coinciden. Se da entonces la división que sería casi institucional entre los caminos de las Islas Británicas y el resto del Continente. Es por esa época que se dan el racionalismo, predominante entre los continentales (Descartes, Spinoza, Leibniz y

otros) y el empirismo, eminentemente insular, empezando con Francis Bacon, siguiendo con Locke, Hume, Berkeley, Hobbes.

Para abordar lo que el paradigma de la complejidad propone, es necesario adentrarse en el pensamiento simplificador y sus propuestas. Aunque, es indispensable remarcar el hecho de que, basada en una fundamentación predominantemente o bien empirista o bien racionalista, durante siglos la ciencia ha sido más bien reduccionista (Gershenson, 2013); citado en Pomposo, (2014)). García-Valdecasas (2016) menciona que la tesis defendida por el reduccionismo es que la reducción es la condición necesaria y suficiente para conocer la realidad, es decir, es una tesis ante todo epistemológica (Bunge, 2004). Mitchell (2009) declara que

“desde el tiempo de Descartes, Newton, y otros fundadores del moderno método científico hasta el comienzo del siglo XX, una principal expectativa o meta de la ciencia ha sido una explicación reduccionista de todos los fenómenos en términos de la física fundamental”.

Para Morin (2007) la reducción consiste en “eliminar lo que no se reduce”.

En las ciencias clásicas, la dinámica de estudio consistía en descomponer el sistema en sus partes, analizarlas por separado, unir resultados y emitir una propuesta; esta estrategia es lo que Murphy (2007) menciona como reduccionismo metodológico.

Weaver (1948) afirma que previo a entrar en el siglo XX, la ciencia principalmente estudió problemas de simplicidad, que mayormente trataban las relaciones entre dos variables, por ejemplo temperatura y presión, producción y comercio. El paradigma que fundamentó esta concepción fue la visión clásica de Newton de la física y mecánica, que en el siglo XIX afianzaron su posición cuando el inglés Lord Kelvin y el alemán Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz llegaron a afirmar que ninguna teoría científica podría ser aceptada como de rigor “si no pudiera ser expresada en términos de la física newtoniana” (García, 2006). Es precisamente esta declaración que intenta establecer la medida de lo real y lo científico solo en términos reduccionistas, mecanicistas, materialistas, deterministas (basado en las matemáticas lineales), en suma, este exclusivismo e imperialismo de criterios que se ve confrontado por el paradigma de la complejidad, un nuevo modo de entender y hacer ciencia que está dispuesto a enfrentarse a la incertidumbre, a lo incompleto, que renuncia a la esperanza de determinar todo como si el investigador pudiera tener las capacidades del demonio de Laplace, que no limita sino extiende, que no se proclama exclusivo (pues la complejidad no descarta la necesidad del reduccionismo o su utilidad) sino alternativo y complementario (García-Valdecasas, 2016).

Otros investigadores (Altshuler, 2006; Morin, 1990) contrastan los paradigmas de complejidad y simplicidad. Dicho contraste es necesario, pues explica distintas formas de entender la realidad, aunque dicha comparación no debe llevarse a un extremo en el que se llegue a afirmar que el paradigma de la complejidad ha descartado al de la simplicidad (Morin, 1990). Como Gershenson (2013) señala, es el investigador quien debe escoger si ver un sistema como simple o como complejo es más adecuado o resulta más útil para entender el problema que estudia, ya

que en muchas ocasiones un mismo fenómeno puede clasificarse como simple o como complejo, ya que lo complejo también depende de cómo se observe y describa a un sistema. Es posible la realización de distintas descripciones para el mismo fenómeno y ser válidas; esto es posible porque los sistemas no están dados en la realidad, son abstracciones para describir una problemática.

Mitchell (2009) ve un progreso cuando ahora el lema del anti reduccionismo, “el todo es más que la suma de las partes”, toma un significado cada vez más valorado al paso que nuevos avances en las ciencias como son el descubrimiento del fenómeno del caos, los sistemas biológicos, la evolución de la economía y la teoría de redes se mueven más allá del reduccionismo para explicar cómo el comportamiento complejo puede surgir de una gran colección de componentes simples.

Frente al tradicional reduccionismo al que se ha cautivado la ciencia, lo que se propone ahora es un cambio de paradigma, desde la filosofía reduccionista que ha imperado sobre todo en las ciencias exactas y naturales hacia aquello que muchos han llamado “Ciencias de la Complejidad”. Se comparte el escepticismo respecto a que el término corresponda del todo con la realidad, puesto que la complejidad no es una ciencia como tal, sino una forma de hacer ciencia. Rolando García no perdía oportunidad de hacer esta objeción; pero aparte de esta réplica, en términos de Morin se dice que ciencias de la complejidad se refiere sobre todo a aquellas investigaciones con herramientas computacionales que se sirven de la simulación y el modelado, abordados desde la cibernética para tratar de entender el mundo como sistemas entrelazados y

tienen sobre todo un carácter explicativo. Aunque ciertamente esta no es el enfoque de Morin por excelencia, sí se reconoce que “el aporte principal de estas teorías consiste en el avance del conocimiento de los sistemas específicos, la creación de modelos y simulaciones computacionales que permiten comprenderlos como entidades no reducibles a relaciones causales simples.”

A mediados del siglo XX muchos científicos se percataron que los fenómenos del mundo real no podían ser asociados en una única disciplina, por ejemplo podemos afirmar que no hay fenómenos puramente físicos o biológicos, puesto que estas ciencias son sistematizaciones creadas por el ser humano para comprender la realidad, pero son limitadas, ya que los problemas reales no se comprenden a sí mismos en términos de nuestras disciplinas; ha ido ganando más consenso la opinión de que el estudio de tales problemas requiere de un entendimiento interdisciplinario basado sobre fundamentaciones científicas. Muchos intentos en la construcción de aquellas fundamentaciones incluyen entre otras, los campos de la cibernética, sinérgica, ciencia de sistemas y más recientemente, la ciencia de los sistemas complejos (Mitchell, 2009).

El pensamiento complejo no elimina la necesidad del pensamiento simplificador. Esto lo reconoce Morin en su obra “Introducción al pensamiento complejo”. Aunque García (2006) tiene un cierto problema con el lenguaje, ciertas declaraciones y concepciones de Morin. Es evidente que la forma clásica de hacer ciencia desde el pensamiento simplificador no ha quedado obsoleta ni anulada, puesto que aún se usan (y se seguirá usando la física de Newton para, por ejemplo, lanzar un misil). Gershenson y otros, como el propio Edgar Morin, afirman que el paradigma de la complejidad no predica que el pensamiento simplificador no sirva o funciona.

Funciona, pero no basta para entender la complejidad del mundo real. Lo que sí se reclama es que el reduccionismo no es suficiente entender el mundo de lo real, ya que este no se entiende a sí mismo en términos de leyes y disciplinas, como un intento de desentrañar el mundo, de imponer orden desde el racionalismo ilustrado y que escapa de enfrentar al desorden arguyendo que éste se trata de una mera apariencia, que lo que parece desordenado solo lo es debido a la insuficiencia de nuestro conocimiento, a lo que Morin responde que las nociones de orden y ley son necesarias pero insuficientes para explicar la realidad. En efecto, las disciplinas y la especialización son importantes. Rolando García solía decir que no se puede formar un equipo de investigación donde todos sean generalistas, más bien, la integración de un equipo de investigación multidisciplinario, que pretender trabajar de manera interdisciplinaria, requiere indispensablemente de especialistas, es decir, que cada miembro sea experto en su propia disciplina.

Morin encuentra las bases de su formulación de pensamiento complejo principalmente en las Teorías de Información, Cibernética y de Sistemas, conjuntadas además con la idea de la auto-organización.

Una vez que se reconoce que el mundo real no funciona mecánicamente en términos disciplinarios, para poder analizar problemáticas, el estudio de todo sistema complejo requiere de una ciencia integrativa, que logre trascender las barreras disciplinarias, pero también se requiere de la ciencia reduccionista que es instrumental para generar datos de los componentes y sus interacciones. Por ello el análisis de los sistemas complejos necesita tanto de una ciencia que involucre procesos integrados, con enfoques dinámicos y sistémicos, como de un enfoque

que permita recabar datos e información sobre los componentes aislados (Álvarez-Buylla y Frank Hoeflich, 2013).

Por tanto, pretender comprender el sistema estudiando de manera aislada a los componentes es inviable si se quiere analizar la realidad desde el paradigma de la complejidad (Gershenson, 2013; García, 2006; Martínez Melker, 2000). A este respecto, Miller y Page (2007) afirman que, ciertamente, la utilización de herramientas tradicionales para reducir el sistema en sus elementos más pequeños ha permitido a los científicos obtener información y, en su suma, ha sido sumamente útil al tratarse de sistemas complicados. Sin embargo, aplicar las mismas herramientas para entender situaciones complejas no funciona, porque se torna imposible reducir el sistema sin despojarlo de su naturaleza compleja.

Así, la ciencia clásica, aunque tiene sus puntos fuertes y ha contribuido en manera innegable a los avances tecnológicos y científicos de los últimos tres siglos, puede presentarse como compartimentada y fragmentada, tratando de encerrar el mundo real de acuerdo a las disciplinas organizadas para su estudio, con un predominio del mecanicismo y determinismo que considera los problemas de su estudio como totalidades perfectamente organizadas, donde el enfoque analítico es un reduccionismo que trata de comprender al sistema, a esa totalidad, como la mera suma de las partes, donde su estudio y entendimiento puede llevarse a cabo sobre todo a través de ecuaciones lineales. Mainzer (2007) califica este pensamiento lineal como evidentemente obsoleto. A todo esto, ha de añadirse la noción de que podía llegar a darse la observación pura, lo que recientemente se ha comprobado ser una ilusión que no es acorde a la realidad. Morin

ilustra en su libro “Ciencia con conciencia” (1984) que, mientras el principio de explicación de la ciencia clásica simplificante se fundaba en la eliminación del observador del conjunto en observación deviniendo en una disyunción absoluta, diversos desarrollos en la ciencia en el siglo XX reintrodujeron la necesidad de una revalorización del papel de la relación entre el observador - conceptuador y el objeto que es observado, concebido (Morin, 2004).

El consenso actual es que no basta la realización del desarrollo tecnológico y económico para darle un sentido al ser humano, hace falta retomar un humanismo que envuelva las ciencias, la ética y todos los otros progresos disciplinarios del ser humano que conlleve precisamente a la realización del hombre, pues este es el fin de la ciencia. Donde por un lado, nos ha aportado el desarrollo disciplinar de las ciencias y nos ha dejado legados como la división del trabajo que da eficiencia a los procesos productivos; también ha conllevado consigo la superespecialización, es decir la compartimentación y fragmentación del saber; aparte de la disyunción entre las ciencias de la naturaleza y aquellas que son denominadas del hombre, separación que llevada a sus más extremos límites destruyendo todo humanismo y da espacio para la pérdida de dignidad del ser humano (Morin, 1984). Esto es lo que Edgar Morin (2004) llama el tercer principio de la reducción, que consiste en la simplificación o elementalidad, el centrarse en los elementos en sí. Karl Popper declaró (como se cita en Prigogine, 1997),

“Considero que el determinismo laplaciano – confirmado como parece estarlo por el determinismo de las teorías físicas y su éxito brillante – es el obstáculo más sólido

y más serio en el camino de una explicación y una apología de la libertad, creatividad y responsabilidad humanas”.

El conocimiento científico tradicional ha sido inmensamente beneficioso, hablando desde una perspectiva técnica. Pero lamentablemente no siempre ha traído consigo la eliminación de la ignorancia, sino que muchas veces la ha propiciado (Morin, 1984). Mitchell (2009) dice que a pesar de sus grandes éxitos explicando los más grandes y más pequeños hechos fundamentales de la física, el reduccionismo científico ha dado lugar a las explicaciones de los fenómenos complejos cercanos a las preocupaciones de nuestra escala humana.

Hoy en día el mundo se enfrenta a problemas más trascendentales y el reduccionismo no alcanza para entenderlos, puesto que propone un entendimiento del problema a partir de estudiar aisladamente a sus componentes para comprender el todo al que este pensamiento entiende como sistema, a riesgos de ignorar las propiedades emergentes. Es posible explorar y estudiar las partes de un fenómeno, pero el conocimiento de las mismas no es suficiente para conocer y explicar el comportamiento del fenómeno en sí (el sistema) al integrarse como un todo (Figueroa, 2008).

En este nuevo panorama fue entonces necesario reevaluar (necesidad siempre constante en el mundo de la investigación y producción de conocimiento) la fundamentación epistemológica de las ciencias y de las formas de hacer ciencia. Así es como aparecen la epistemología de segundo orden y la epistemología genética de Jean Piaget, y el empirismo como forma generadora de conocimiento pierde el dominio que tuvo en los siglos pasados, sin embargo, esto no

significó que se dejara de considerar a la ciencia como algo que de por sí necesita ser fundamentado empíricamente.

2.1.2 La complejidad en el marco de las revoluciones científicas

Thomas Samuel Kuhn aportó la idea de las revoluciones científicas, es decir, se dan transformaciones revolucionarias en donde los paradigmas luego de nacer (u organizarse) decrecen y dan paso al ascenso de paradigmas sustitutos o rivales (Morin, 1984). Para ello, Kuhn describe ciclos bifásicos que corresponden a lo que según él es posible llamar “ciencia normal” y “revolución”, aparte de un ciclo entre los dos anteriormente mencionados llamado “pre-ciencia” o “pre-paradigmático” que puede llegar a ser de una extensión prolongada, que se caracteriza por la informalidad y falta de coordinación central (ya sea por un instituto o un paradigma) en el que observaciones se colectan sin una línea de acción predecible y sin embargo estas observaciones y preocupaciones pueden ser compartidas por escuelas de pensamiento que tienen, ya sea presuposiciones, ya sea conclusiones, que corren en distintas direcciones. Este ciclo desaparece al darse la revolución científica (Pérez, 1998) que arroja un paradigma que será considerado la nueva “ciencia normal”, y todo aquello que no encaje dentro de este paradigma será considerado anómalo hasta que la acumulación de anomalías alcanza un nivel intolerable y es necesario un nuevo paradigma para satisfacer los hechos explicados por la ciencia normal anterior y las anomalías presentadas. Se vuelve a dar un periodo pre – paradigmático que tenderá a desembocar en una nueva revolución. Y fueron las revoluciones científicas de comienzos del

siglo XX de siglo que pusieron en jaque concepciones que parecían inamovibles, como la afirmación de Lord Kelvin, a la que se ha hecho referencia, acerca de que toda ciencia, para ser ciencia, debería ser interpretada en términos de la física newtoniana. En palabras de Prigogine (1997) la física newtoniana fue destronada en esta época, o mejor dicho, la física en general fue revolucionada aproximadamente en la década de los 20 y 30 del siglo XX si seguimos a Mitchell (2009) por la mecánica cuántica y la relatividad, aunque sus rasgos fundamentales de simetría temporal y determinismo han sobrevivido y siguen sirviendo de bases incluso para el desarrollo de la mecánica cuántica.

2.1.3 La complejidad en el siglo XX

En los inicios del siglo XX se presencié el surgimiento de nociones que cuestionaron la visión de que el mundo funcionaba como una máquina, como un reloj perfectamente simétrico y por tanto predecible a partir de los datos y de las leyes dadas. Aparecieron los fractales, la noción del caos y la física del caos, la teoría de las catástrofes, la microfísica, la física cuántica, que cada una por su lado planteó la realidad de la incertidumbre y el tener que hacer frente a la confusión (Morin, 2007). En la misma línea, Hans Reichenbach rechazó la teoría subjetiva de la probabilidad al argumentar que la esencia misma del conocimiento es su incertidumbre, puesto que las predicciones físicas no son ni pueden ser exactas, debido a la imposibilidad de incorporar en los cálculos todos los factores relevantes (Pérez, 1998). En palabras de Melanie Mitchell (2009), en general la ciencia del siglo XX fue marcada por la desilusión del sueño del reduccionismo

Reyes-Castro (2014) reconoce a Warren Weaver ser el primero que disertó de un modo sistemático sobre complejidad y simplicidad. Para Weaver (1948) es posible distinguir tres tipos de problemática, siendo el primero el de simplicidad; y diferenciando dos tipos de problemas relacionados con el estudio de la complejidad: la desorganizada y la organizada. En este último tipo de problemas, los factores están interrelacionados en un todo orgánico, por lo cual no son fácilmente predecibles con técnicas estadísticas que sean efectivas para describir su comportamiento. A diferencia de los problemas de complejidad desorganizada, la característica esencial no reside en el número de variables involucradas, sino en el modo en que éstas están relacionadas, es decir, en la organización (Rodríguez y Aguirre, 2011). Así, para Figueroa (2008) no es el número de variables lo que determina que un problema sea estudiado como un sistema complejo, pero sí importa que el número de variables en interacción sea grande.

Hasta mediados del siglo XX los problemas de investigación científica se analizaban desde un punto de vista dimensional; es decir, se abordaba lo más grande y lo más pequeño. Por lo que las tareas científicas estaban dirigidas al desarrollo de tecnología para el estudio de estas dos vertientes. Una forma de abordar en esa dimensionalidad para analizar los casos era aplicar el principio de superposición; es decir, aislar, descomponer, analizar, resolver individualmente y finalmente la suma de las respuestas particulares proporcionaba la solución (Figueroa, 2008).

Abordar las problemáticas a que Weaver se refiere requiere de modelos para su explicación y así, mientras que la primera pudo ser abordada de manera mecánica y la segunda de manera estadística, los problemas de complejidad organizada necesitan ser abordados desde

modelos sistémicos (Rodríguez Zoya & Roggero, 2015).

Abraham (2011) analiza la historia del conjunto de nociones que es posible llamar, sin pretender ninguna exactitud, “teoría de la complejidad” durante el siglo XX al describir sus tres raíces, sus interacciones y bifurcaciones como un sistema complejo dinámico. Dichas raíces son la cibernética, teoría general de sistemas (biología teórica) y sistemas dinámicos. Altshuler (2006) señala el hecho de que los precursores de estas disciplinas a las que se les puede identificar como “puentes” eran en su mayoría físicos y matemáticos, destacando Newton, Poincaré, Wiener, Von Newmann y Shannon, al lado de biólogos como Von Bertalanffy y Waddington.

Henri Poincaré, que fue un matemático de fines del siglo XIX y principios del XX ya planteaba las características fundamentales de los sistemas dinámicos no lineales, y Mainzer (2007) le reconoce como aquel que reconoció que la mecánica del universo no es una maquinaria perfecta sincronizada, aun teniendo en cuenta las restricciones de conservación y determinismo, descubriendo que las interacciones causales de los cuerpos celestes son no lineales, pues sus efectos mutuos pueden conducir a trayectorias caóticas.

Cabe señalar que muchos de los términos utilizados al referirse a uno u otro aspecto de los estudios de la complejidad tienen su origen en distintas ciencias y con fines muy específicos, siendo así que conceptos como “Sistemas dinámicos”, “Sistemas disipativos”, “No linealidad”, “Caos”, “Auto-organización”, “Emergencia”, “Autómata celular”, fueron creados mayoritariamente en el seno de la Matemática y de la Física con un significado muy bien determinado (Altshuler, 2006), por lo cual existe siempre latente el riesgo de confusión en los términos al ser

utilizados de forma inexacta, llegando a significar algo muy distinto y que no corresponde al sentido por el cual fue introducido en estos estudios, ya que se trata de un traslado a un contexto diferente y en cierto sentido mucho más amplio (Altshuler, 2006).

La aparición de la propuesta de la complejidad organizada demanda la búsqueda de la relación entre los conceptos de complejidad, organización y sistemas (Rodríguez Zoya y Aguirre, 2011) de la misma manera en que es necesario, dentro del paradigma de la complejidad, hacer distinciones pertinentes entre pensamiento complejo, sistemas complejos y las así llamadas por algunos (erróneamente a juicio de García, como se ha mencionado repetidamente) ciencias de la complejidad.

2.1.4 Sistemas y sistemas complejos

Gottfried Wilhem von Leibniz, filósofo y matemático alemán, definió en 1666 al sistema como “totalidad de elementos”. García (2006) extiende este concepto y puntualiza la definición de sistema como “un recorte arbitrario de la realidad, dejando dentro conjuntos de elementos y de situaciones que de alguna manera funcionan como totalidad”. Haciendo énfasis en la afirmación de que ese recorte es hecho por el investigador o por el equipo investigador de una forma más o menos arbitraria. Para que la definición de sistema pueda acercarse a su propuesta de la teoría de los sistemas complejos, García (2006) establece que

El término sistema designa a todo conjunto organizado que tiene propiedades, como

totalidad, que no resultan aditivamente de las propiedades de los elementos constituyentes. La organización del sistema es el conjunto de las relaciones entre los elementos, incluyendo las relaciones entre relaciones.

Por su parte, Rodríguez y Roggero, (2015) sostienen que se trata de un conjunto organizado de elementos y procesos interrelacionados cuya interacción dinámica en el tiempo produce comportamientos y regularidades macroscópicas – denominadas propiedades emergentes – que no pueden ser deducidos linealmente del conocimiento analítico de sus partes.

Es evidente que, en su definición, estos autores tienen en mente una aproximación de lo complejo. Es en este sentido que el término “sistema” es mayormente utilizado.

Para García (2006), el concepto general de sistemas puede ser dividido, grosso modo, en dos categorías. La primera de estas es la de los sistemas descomponibles, llamados así porque sus partes pueden ser aisladas y modificadas independientemente unas de otras, y los sistemas no descomponibles, es decir, sistemas complejos, por lo que es posible afirmar que lo opuesto a sistema complejo no es un sistema simple sino uno descomponible (Ramírez et. al., 1999).

Tanto García (2006) por un lado, como Rodríguez y Roggero (2015) por el otro apuntan que esta clasificación de los sistemas en "descomponibles" y "no descomponibles" fue introducida por el Premio Nobel de Economía en 1978, Herbert Simon. Este hace esa distinción con

referencia a sus estudios sobre la complejidad. Sin embargo, Rolando García precisa que el concepto de sistema complejo que desarrolló y propuso como teoría difiere considerablemente del presentado por Simon.

Mitchell (2009) propone una definición de sistema complejo como

Un sistema en el cual grandes redes de componentes sin un control central y con reglas simples de operación da lugar a un comportamiento colectivo complejo, sofisticado procesamiento de información, y adaptación a través del aprendizaje o evolución.

Y más adelante, en la misma obra, la autora ofrece una definición alternativa: “un sistema que exhibe emergencia no trivial y comportamiento auto organizable.” Lo que Mitchell al parecer tiene específicamente en consideración son los sistemas complejos adaptativos. Boccara (2004) ofrece una definición similar a la primera de Mitchell:

Un sistema como lo es una colonia de arañas, el cual consiste de grandes poblaciones de agentes conectados (es decir, colecciones de elementos interactuantes), se dice que es *complejo* si existen dinámicas emergentes globales resultantes a partir de las acciones de sus partes más bien que siendo impuestas por un controlador central.

Aunque para Figueroa (2008) el término sistemas complejos se refiere, sobre todo, a

“cierta clase de problemas”. Esta puntualización es importante puesto que la teoría de los sistemas complejos no se trata primeramente de un estudio contemplativo sobre problemas abstractos, sino un paradigma que permite analizar problemas reales de una manera que se ajuste, de la mejor manera posible, al cómo funcionan en realidad las cosas.

Los sistemas complejos son un esquema interpretativo para el estudio de fenómenos tradicionalmente influenciados por el reduccionismo, el atomismo o modelos matemáticos muy difíciles de construir, y que se repiten en muy diferentes áreas y disciplinas (Figuerola, 2008).

García (2006) desafía la concepción, hasta cierto punto determinista, que afirma que los sistemas ya están dados en la realidad y por tanto la función del investigador es descubrir las relaciones entre estas. Las perspectivas de los sistemas complejos enfrentan este paradigma al considerar que las relaciones dentro del sistema con construcciones del sujeto para explicar la realidad, siendo así que las propiedades del sistema son diferentes de las de sus partes (Ramírez et. al., 1999).

García (2006) parte del "mundo real" para anunciar la existencia de una realidad compleja y partiendo de ahí enuncia que

“Un sistema complejo es una representación de un recorte de una realidad compleja, conceptualizado como una totalidad organizada (de ahí la denominación de sistema), en la cual los elementos no son “separables” y, por tanto, no pueden ser estudiados aisladamente”

El paradigma de la complejidad propone que lo que importa son las interacciones y las propiedades emergentes que surgen de estas, y asimismo el cómo se relacionan las distintas escalas del sistema (Gershenson, 2013). Es por ello que podemos considerar que todo conjunto cuyos elementos interactúan entre sí, las relaciones son tanto internas como externas al conjunto, cuya asociación implica propiedades “emergentes”, es decir, propiedades producto de las interacciones y no de los elementos por sí mismos aisladamente, puede ser considerado propiamente como sistema.

Reyes (2014), menciona que “la teoría de los sistemas complejos es una ciencia emergente que ha comenzado a sistematizar el conocimiento, con teorías, conceptos y técnicas de cualquier sistema producido en contextos naturales y sociales.”

El primer hecho es que todos los sistemas complejos son sistemas abiertos (Figuerola, 2008; Sotolongo y Delgado, 2006) puesto que carecen de límites bien definidos y realizan intercambios con su entorno.

Son sistemas que se dan donde se presentan regímenes críticos de fluctuaciones espaciales y temporales en todas las escalas posibles, espontáneamente y sin necesidad de intervención de factores o fuerzas externas al sistema, en los que se da un cierto comportamiento organizado sin un controlador o líder interno o externo; es decir, los sistemas complejos se dan donde hay procesos auto-organizados (Ramírez et. al., 1999; Mitchell, 2009). Por naturaleza, los sistemas complejos son entonces interdependientes, diversos, adaptativos. Son emergentes, puesto que

reglas simples producen comportamiento macroscópico complejo en maneras difíciles de predecir (Mitchell, 2009).

Ningún sistema está dado en el comienzo de la investigación, sino que, según García (2006) se va definiendo en el transcurso de la misma por el equipo multidisciplinario y depende de cada caso en particular. Sobre la base de esto se puede afirmar que la perspectiva de los sistemas complejos no es privativa de cierto tipo de desafíos, más bien, casi todos los desafíos, fenómenos, objetos de estudio pueden ser abordados desde esta perspectiva.

Aunque no se puede hablar de una característica que por sí sola defina aquello que puede ser considerado sistema complejo, sí hay, en cambio, varias que nos ayudan a determinar si un sistema puede ser estudiado bajo este paradigma.

Hay que distinguir dos aproximaciones en ciencias sociales; por un lado, las humanidades reflexionando sobre la complejidad e idiosincrasia de la realidad social; por otro lado, la explicación de fenómenos concretos, ya sea de grupos sociales propiamente dichos, así como fenómenos políticos y económicos (García-Valdecasas, 2016).

García (2006) refiere que el sociólogo Lucien Goldmann afirmaba que "el problema del método en Ciencias Sociales consiste en hacer recortes de datos empíricos en totalidades relativas suficientemente autónomas como para servir de marco a un trabajo científico". Estos recortes llamados sistemas, se definen precisamente como "la representación de un conjunto de situaciones, fenómenos, procesos, que pueden ser modelizados como una totalidad organizada,

con una forma de funcionamiento característica.”

Estudiar fenómenos sociales conlleva enfrentar la forma en que se entiende la organización de los mismos. Morin (2004) propone el principio de recursividad organizacional necesario para comprender la manera de crearse y mantenerse la sociedad misma, en donde “son las interacciones entre individuos las que producen la sociedad; y es la sociedad la que produce al individuo”. Causa y efecto son necesarios mutua e inseparablemente para su propia existencia. Si el hombre es por naturaleza un ser social, que vive en sociedad entonces hay una conexión indisoluble y no es posible estudiar separadamente lo macro (la sociedad) y lo micro (el individuo).

Miller y Page (2007) muestran que los agentes sociales en el mundo real interactúan unos con otros a través de diferentes tipos de condiciones, que pueden ser simples y estables o complicadas y cambiantes. Estos pueden cambiar su comportamiento a través del deliberar entre sí, y eligen ciertas acciones sobre diferentes bases. Basándose en lo anterior, ambos autores afirman que lo notable de mundos sociales es la rapidez con que este tipo de conexiones y cambios puede conducir a la complejidad. Los agentes sociales deben predecir y reaccionar a las acciones y las predicciones de otros agentes. Las diversas conexiones inherentes a los sistemas sociales exacerban estas acciones al tiempo que los agentes llegan a estar estrechamente acoplados entre sí. El resultado de este sistema es que las interacciones de los agentes se vuelven altamente no-lineales, el sistema se vuelve difícil de descomponer, y se da la complejidad.

Para Rodríguez y Roggero (2015)

El comportamiento macro social no es el resultado de la suma, agregación o yuxtaposición de los comportamientos individuales – es decir, de una combinación lineal de variables – sino, contrariamente, el resultado emergente de la interacción no lineal entre los actores de un sistema social. En este sentido, los patrones de acción colectiva, las instituciones o estructuras sociales constituyen fenómenos emergentes en relación con el nivel micro social que los genera.

Precisamente, García-Valdecasas (2016), es lo que la simulación social basada en agentes pretende explicar, además, por ejemplo, evaluar políticas sociales a priori,

Ciertas características de los fenómenos sociales permiten su definición como complejos, a saber, la emergencia que está siempre presente a partir de las interacciones de sus componentes, la heterogeneidad de los mismos, y el paralelismo en el que funcionan los procesos sociales y que genera influencia e interdependencia de los procesos. La naturaleza misma de estas características no colabora con la naturaleza de las aproximaciones matemáticas para el abordaje de problemas (García-Valdecasas, 2011). Sin embargo, Miller y Page (2007) afirman que “la noción de que sistemas sociales reales con frecuencia resultan en mundos complejos no es nada nuevo”, y apoyan esta afirmación en la descripción que hace aproximadamente 200 años atrás Adam Smith hizo acerca de un mundo en el cual el comportamiento social de interés propios por parte de varios oficios, tales como carniceros, panaderos, cerveceros y otros similares, dio lugar a la aparición de un orden bien definido.

Sin embargo, es también cierto que hasta hace poco tiempo, los puntos de contacto entre los estudios basados en sistemas complejos y simulación computacional con las ciencias sociales y las humanidades han sido escasos y débiles, aunque eso ha empezado a cambiar a medida que se hace notoria la utilidad de los primeros en el estudio de fenómenos y procesos sociales (Rodríguez y Roggero, 2015).

Como Miller y Page apuntan (2007), la cuestión ahora radica en cómo se determina si un sistema es complejo y en qué grado, o si es meramente un sistema complicado. Así también el concepto de ciencias sociales computacionales, que consiste principalmente en la utilización de modelos computacionales para modelar fenómenos sociales ha emergido y está ganando mucho auge (Rodríguez y Roggero, 2015).

El desarrollo tecnológico se visualiza como un sistema con características en el marco de la complejidad y la no linealidad. Esto debido a que las causas y los efectos en el sistema son difíciles de identificar y modelar; tienden a ser no fáciles de tratar, ya que están influenciados por otros factores dinámicos sociales o políticos en algunos casos. Además, en el marco de la complejidad en ocasiones, estos problemas están conectados o son síntomas de otros (Carroll, Blatner, Cohn y Morgan, 2007). Como resultado, no existe un consenso sobre lo que es exactamente el problema. De hecho, un problema complejo no se entiende completamente hasta que se formula una solución potencial. Sin embargo, la definición del problema tiende a cambiar con el tiempo; y debido a sus interdependencias complejas, estos problemas pudieran no ser resueltos, sin embargo pueden converger a una mejoría o empeorar (Conklin, 2006).

Horst & Melvin (1973) definen un tipo de problemas que denominan "problemas indómitos" (Wicked problems), es decir, son problemas complejos con difícil identificación de causas. Su análisis es difícil de abordar y resolver desde planteamientos lineales clásicos o enfoques analíticos tradicionales. Ejemplos de este tipo de problemas son la pobreza, el cambio climático, la obesidad, la seguridad pública, el narcotráfico, el desarrollo de la ciencia y la tecnología, etc. Así también, las soluciones a este tipo de problemas no puede decirse que sean definitivas, tan solo podría mejorar o empeorar el planteamiento inicial. Es muy frecuente que puedan aparecer beneficios o complicaciones imprevistas.

La teoría de la complejidad contempla un contexto global para el análisis de los problemas, es decir se abordan desde la realidad, se acepta que la cantidad de variables y sus características que involucran son diversas y en algunas ocasiones a primera vista ajenas al problema. En este sentido nuevas teorías surgen, y la aplicación de algunas de estas han traspasado sus fronteras disciplinares, dando origen a disciplinas como la econofísica, en donde los problemas económicos se analizan mediante teorías originadas en la física (Coronel, Hernández, 2004).

Una forma sencilla de describir los sistemas complejos es, según Loyd (1989):

Como una clase de problemas en donde: a) la cantidad de variables en interacción sea muy grande; b) la interacción de variables sea poca pero, desde el punto de vista matemático o físico el tipo de interacciones sean no-lineales y, a pesar de su extrema sencillez, no los podamos resolver con nuestros actuales procedimientos ma-

temáticos o teóricos y, c) el conocimiento de las partes de un fenómeno no sea suficiente para conocer y explicar su comportamiento al integrarse como un todo. Lo más importante es que esta clase de fenómenos se repiten en muy diferentes áreas y disciplinas que, al estar fuertemente influenciadas por el reduccionismo, el atomismo o la búsqueda de modelos matemáticos —muy difíciles de construir— se han convertido en un nuevo esquema interpretativo: el de los sistemas complejos (p. 89).

Así mismo, en el marco de la complejidad se aborda la teoría del caos, Keller (1993) la define como “el estudio cualitativo del comportamiento inestable y aperiódico de sistemas dinámicos no lineales”. En este sentido, estos sistemas tienen un comportamiento que no sigue una trayectoria claramente predecible y repetible. A diferencia de los sistemas lineales en donde el factor ambiental y comportamiento del sistema es predecible y es fácilmente modelable. No así en los sistemas caóticos los cuales son percibidos como impredecibles. En donde los períodos de inactividad pueden ser interrumpidos por cambios repentinos, los patrones de comportamiento aparentemente pueden desaparecer y los nuevos patrones surgen de forma inesperada. Este comportamiento caótico no indica una falta de orden. Más bien, el orden es difícil o imposible.

De manera similar, en este marco antes mencionado, se han aplicado modelos desarrollados en el campo de la física, mecánica estadística, computación y las matemáticas. Algunos ejemplos de estos son; redes neuronales, autómatas celulares, modelo de Ising, esquemas epidemiológicos, modelado basado en agentes, resaltando entre ellas la teoría de redes pues con

ella se aborda el análisis, descripción y comprensión de la complejidad (Ottino, 2003).

La complejidad de un sistema se conoce también como la dinámica del sistema y consiste en los cambios que presenta el mismo, sin embargo el sistema no cambia. Dichos cambios son únicamente transiciones de fase, específicamente conmutación en valores discretos. Es decir un sí o no, el comprar o vender, aceptar o rechazar, etcétera. Es la transición de fase el concepto utilizado para determinar la dinámica del sistema. En la física por ejemplo, se estudian dos tipos de transiciones, las de primer y segundo orden, las primeras se refieren específicamente a los saltos en las propiedades de un objeto, fenómeno o sistema en puntos bien determinados, es decir, presenta dos fases claramente distintas. Mientras que las de segundo orden suceden en la línea final de las transiciones de primer orden en las cuales los cambios suceden continuamente y de forma no analítica dando lugar a nuevos fenómenos (Maldonado, 2003).

Lara (2011) en su capítulo de libro “*Complejidad en las Organizaciones*” dice que una organización es un sistema adaptativo complejo con carácter social, y que sus integrantes básicos son seres humanos con diferentes funciones que cumplir en alguna determinada estructura apropiada a una división de trabajo para lograr la visión estratégica mediante el cumplimiento de la misión y objetivos. Se visualiza a una organización como un sistema abierto, pues está en interacción constante con el ambiente social o natural, los cuales a su vez son otros sistemas complejos. Debido a esta interacción, la organización presenta cambios, que pueden ser originados por dos factores que son a) La dinámica interna del sistema, debido al comportamiento de los elementos básicos del mismo; y b) La intervención de elementos exógenos que alteran de

manera previsible o impredecible el estado de la organización.

Los parámetros exógenos pueden ser contingentes propios del entorno y de naturalezas aleatorias y exógenas de control o variables manipulables de un sistema de gestión externo. Mientras la dinámica interna es resultado de los patrones de comportamiento, a su vez originados por conductas auto organizadas y previsibles que surgen de manera emergente dependiendo de la estructura de la organización y sus elementos.

La identificación de estos patrones auto organizables en organizaciones complejas es útil para el estudio del comportamiento organizacional. Así como para explicar y predecir su dinámica. Para lo cual se utilizan modelos como agentes y autómatas celulares, en donde la posición y acción de cada integrante depende de sus vecinos (Lara, 2011).

Sayama (2012) clasifica a los sistemas complejos en: auto organizados a través del tiempo y aparición sobre escala. Agrupándolos también en siete diferentes subgrupos tal como se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13
Disciplinas y Técnicas de Sistemas Complejos.

Grupos	Disciplinas y Técnicas
Comportamiento colectivo	Dinámica social, inteligencia colectiva, auto organización crítica, transición de fase, mentalidad de masas, modelado basado en agentes, optimización de colonias de hormigas, sincronización, optimización de partículas de enjambre, comportamientos de enjambre.
Redes	Análisis de redes sociales, Redes de libre escala, Redes de mundos pequeños, Teoría de grafos, Robustez y vulnerabilidad, Redes adaptivas, Sistemas biológicos, identificación comunitaria, centralidad.
Evolución y Adaptación	Redes neuronales artificiales, Computación evolutiva, Algoritmos genéticos, Aprendizaje mecánico, Vida artificial, Evolución-Devolución (Evo-Devo), Robótica evolutiva.
Formación de patrones	Fractales, Sistemas de reacción y difusión, Ecuaciones diferenciales parciales, Estructuras disipativas, Percolación, Autómata celular, Ecología espacial, Auto replicación, Biología espacial evolucionaria, Geomorfología.
Teoría de sistemas	Homeóstasis, Realimentación, Auto referencia, comportamiento guiado/Auto orientación, Sistemas dinámicos, Entropía, Censado, Cibernética, Autopoiesis, Teoría de la computación, Teoría de la información, medición de la complejidad.
Dinámica no lineal	Análisis de series en el tiempo, Ecuaciones diferenciales en el tiempo, Mapas iterativos, Fases espaciales, Caos, Atractores, Análisis de estabilidad, Dinámica poblacional, Multiestabilidad, bifurcación, Rejillas de mapas acoplados.
Teoría de juegos	Dilema del prisionero, Toma de decisiones racional, Iteraciones, Comportamiento irracional, Racionalidad limitada, Cooperación vs competición, Teoría de juegos evolucionaria.

Fuente: Elaboración propia (2015).

Castellani (2014) por su parte presenta un esquema que agrupa a las disciplinas en el marco de la complejidad tal como se muestra en la figura 5

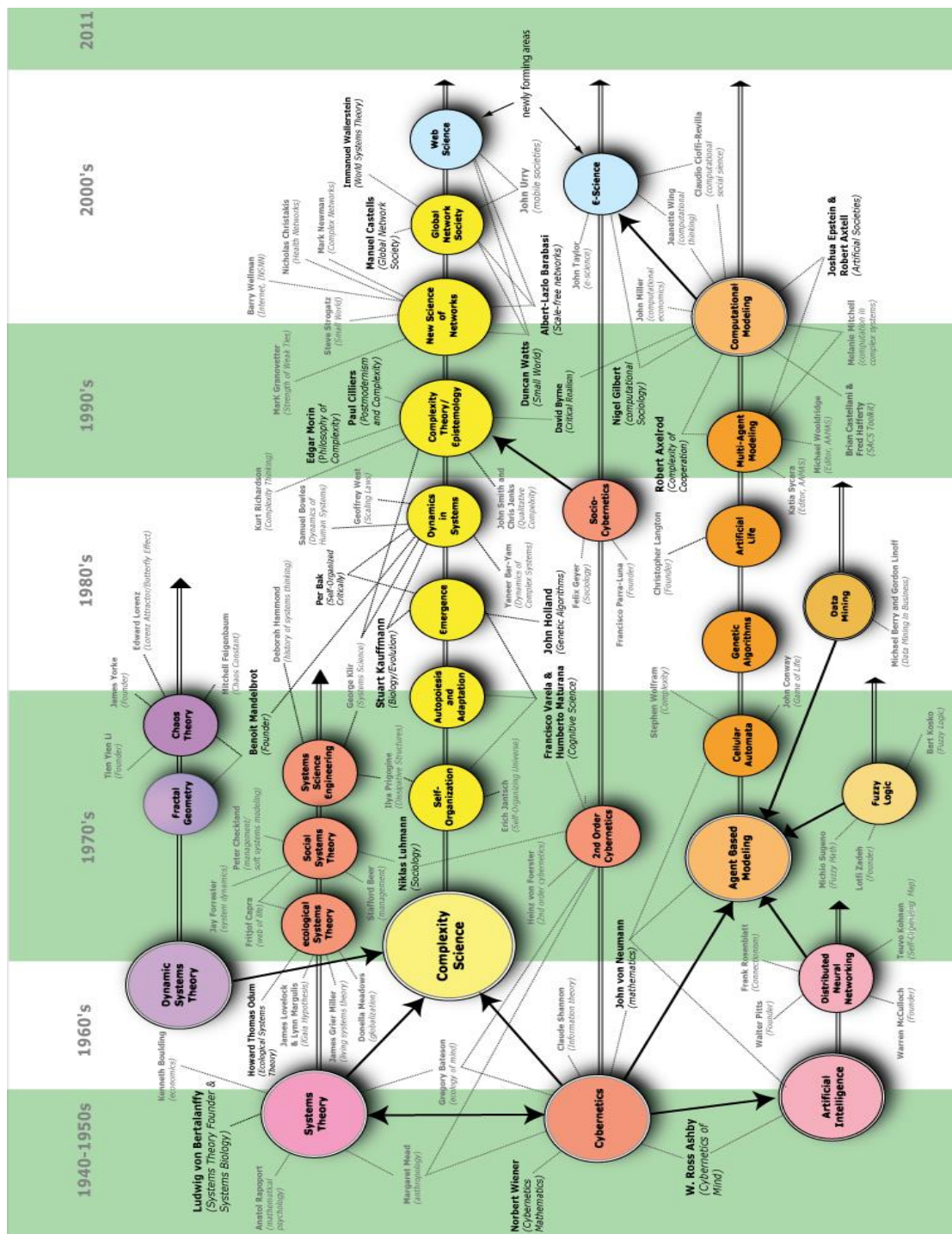


Figura 5. Mapa de la complejidad
Fuente: Castellani (2014)

2.2 Marco referencial y contextual

2.2.1 Competitividad, productividad, conocimiento

La competitividad de un país depende de las capacidades de sus diferentes industrias para la innovación y mejoramiento de las mismas. Las empresas obtienen ventaja frente a competidores mundiales, se benefician al tener fuertes rivales nacionales, así como proveedores locales agresivos y exigentes clientes locales. No se basa en las dotaciones de recursos naturales, mano de obra, tasas de interés o el valor de la moneda (Porter, 1990). Es la innovación como resultado del conocimiento un proceso fundamental en el desarrollo económico de un país.

El foro económico mundial enuncia en su reporte 2012-2013 (WEF, 2013) doce pilares para la competitividad que son los siguientes que se muestran en la tabla 13:

Tabla 14
Doce pilares de la competitividad y productividad

Pilar	Descripción
1.	Instituciones
2.	Infraestructura
3.	Ambiente macroeconómico
4.	Salud y educación básica
5.	Educación superior y capacitación
6.	Eficiencia en bienes de mercado
7.	Eficiencia del mercado laboral
8.	Desarrollo del mercado financiero
9.	Preparación tecnológica
10.	Tamaño del mercado
11.	Negocios sofisticados
12.	Innovación

Fuente: Elaboración propia, adaptada de (WEF, 2016)

Estos doce pilares no deben analizarse desde una manera aislada; cada uno de ellos está

relacionado con algunos otros; es decir, desde el punto de vista sistémico se sostiene su relación. El primer pilar denominado instituciones se refiere a lo que Porter (2008) identifica en su modelo diamante como lo que concierne al gobierno, y que su función es ser catalizador para que las empresas y corporativos logren su eficiencia. Así de esta manera y mediante este primer pilar también busca lograr el mejoramiento de la infraestructura o lo que el modelo diamante identifica como condiciones de los factores que incluye recursos naturales, humanos (Cuarto, Quinto y Séptimo Pilar), financieros y de capital (Octavo pilar), infraestructura física, comunicaciones (Segundo factor), científica y tecnológica (Quinto, noveno y doceavo pilar)

Haciendo referencia al modelo diamante de Porter (2008); el elemento condiciones de la demanda exige el pilar once del WEF, sin embargo, desde el punto de vista sistémico y lógico formal, un negocio sofisticado existe (Onceavo Pilar), si y solo si existen clientes sofisticados y eficiencia en bienes de mercado (Sexto Pilar). Mientras que en el contexto también del modelo diamante: a) estrategia y rivalidad de las empresas e b) Industrias relacionadas y de soporte; estos se refieren al décimo pilar.

El tercer pilar ambiente macroeconómico de WEF no encuentra relación con el modelo diamante. Siendo esta la diferencia principal, ya que el modelo diamante de Porter busca la eficiencia en las actividades comerciales en el marco de la microeconomía; pues se desea un crecimiento progresivo que logre el mejoramiento de las capacidades locales.

Ya sea mediante los doce pilares de la competitividad o por el modelo diamante de Porter (2008); se reconoce que la innovación es resultado de la aplicación del conocimiento y es en

este sentido que en el enfoque neoclásico de la teoría económica se resalta la importancia del conocimiento; Alfred Marshall, Adam Smith, Joseph A. Schumpeter, Friedrich List, Friedrich Hayek, hicieron énfasis en que el conocimiento en las técnicas de producción, de la disponibilidad de recursos y de las características de los mercados era el factor fundamental en la prosperidad económica. Recientemente Paul Romer y G. Grossman desarrollaron teorías y modelos que incorporan de manera explícita al conocimiento para explicar las tendencias de largo plazo del desarrollo económico.

Estos dos últimos economistas diferencian su enfoque en “conocimiento de conocimiento” o la construcción de conocimiento a partir de conocimiento; concepto ampliamente abordado en el ámbito pedagógico en las teorías de Jean Piaget, Lev Vygotsky, David Ausubel y Jerome Bruner. Así también, este enfoque recursivo lo podemos observar en la biología, específicamente en los trabajos de Maturana (1996), referentes a la autopoiesis, es decir, el conocimiento como un sistema que se auto reproduce en función de su entorno (Krupatini, 2012). Entendiendo como entorno a todo aquello que esta fuera de las fronteras del actuar del ser humano, y que influye en cada una de las personas de manera sistémica, dando forma a los cambios que se generen con el contacto social, económico y con la naturaleza.

El ser humano en esa interacción con otros congéneres en los diversos ambientes en los que se desarrolla da forma a redes sociales, solo que a diferencia del resto de los seres vivos que también forman parte de alguna, este se destaca porque por medio de las redes genera de manera infinita una capacidad para intercambiar conocimiento, datos, información, genes, infecciones,

crear comunidades, crear civilizaciones; todo esto con tan solo el simple interactuar de las personas, creando con esto la base de cualquier innovación (Punset, 2013).

Sin embargo, la forma como se desarrollan las redes sociales del ser humano, ya sea en su crecimiento, evolución o extinción depende de las características de cada persona. Cuestiones que van desde la forma de comunicarse, interactuar, generar conocimiento, crear cuestionamientos, dependen de esas peculiaridades de las personas; por ejemplo, el cómo abordar una problemática para la cual se busca una solución y que en muchos casos puede ser una innovación, depende del conocimiento y los constructos personales de cada persona, y estos están determinados por la familia, el ambiente y las personas con las que se relaciona (Nunes, Rigotto, Ferrari, & Marín, 2012); por lo que en algunos casos las soluciones a un problema similar son diferentes en sociedades de distintos países, regiones o localidades.

De lo anterior se destaca que si la solución a problemáticas resulta de las innovaciones que la sociedad crea; entonces, es posible afirmar que las innovaciones son resultado del impacto social al sistema innovación y por ende al sistema desarrollo tecnológico. Por lo que se infiere que este último depende en gran medida de los constructos personales de los agentes centrales del sistema cambio tecnológico. Que en este caso son las personas, es decir el capital humano.

El desarrollo tecnológico envuelve un proceso de progreso tecnológico que se identifica como incremental o radical y que Schumpeter (1934) lo identifica como innovación; para el primero se hace referencia a cambios continuos y para el segundo los cambio son abruptos o discontinuos. Por lo que en un contexto más amplio se define cambio tecnológico o desarrollo

tecnológico a la evolución de alguna industria en el tiempo como consecuencia de la aplicación del conocimiento (Anderson and Tushman, 1990, Utterback, 1994).

Porter (1990) en su libro *La ventaja competitiva de las naciones* también menciona que lo que favorece la competitividad de una nación es la productividad; y esta se centra en las personas y su conocimiento, a mejores niveles de productividad mejores niveles de competitividad. Cadavid y Franco (2006) en su investigación intitulada “Factores Determinantes de la Relación entre el Crecimiento Económico, la Equidad y la Competitividad” hacen mención del enfoque equidad, el cual se sustenta en la educación, refiriéndose a que la distribución del ingreso de un país se vincula con la inversión en educación y que una mejor distribución del capital humano incrementa la productividad del trabajo.

Los procesos formales de innovación en muchos casos genera herramientas tecnológicas; que se pueden contemplar como tecnología simplemente, la cual se define como el conjunto de herramientas, conocimientos y prácticas que mediante un proceso crean nuevos productos y servicios para facilitar la vida del ser humano en sus diferentes ámbitos, ya sea sociales, económicos o políticos. En el contexto económico, Porter (1990) dice que una innovación es una nueva manera de hacer cosas que se comercializan. Mientras que Afuah (2003) la define como el uso de conocimiento nuevo para ofrecer un nuevo producto o servicio que desean los clientes.

La innovación como resultado de aplicación de conocimiento y este, a su vez originado por la Investigación y Desarrollo Experimental (I+D) es un factor determinante para el desarrollo tecnológico de un país. El desarrollo tecnológico es medido mediante indicadores (OCDE,

2002). Entre los que se destacan, primero, el gasto público que destina un país para apoyar la actividades de I+D, en segundo término la cantidad de personal dedicado a I+D así como su producción científica o bibliometría, es decir, la cantidad de artículos resultado de investigaciones y finalmente la cantidad de propiedades intelectuales registradas y patentadas ante las oficinas de registro de patentes en uno o varios países.

La colaboración entre el personal dedicado a la investigación y desarrollo experimental (I+D) no es un fenómeno nuevo para los científicos y académicos. Sin embargo, ha existido un interés continuo en explorar el tema, ya que diferentes contextos producen diferentes formas de colaboración en la investigación. Además, se han producido cambios significativos en términos de la cantidad y la estructura de la colaboración en la investigación durante los últimos años, debido a los cambios en los patrones de comunicación, la movilidad de los científicos y el énfasis en el financiamiento de la investigación (Glañzel y Schubert, 2004).

Hass (2008) en su artículo “Epistemic Communities and Social Movements: Transnational Dynamics in the Case of Creative Commons” comenta que el aspecto de la colaboración entre científicos y académicos origina la aparición de comunidades epistémicas. Menciona también, que estas representan redes de expertos basados en el conocimiento y articulan relaciones causa-efecto de problemas complejos, debates colectivos o foros y proponen políticas públicas.

Estas comunidades epistémicas pueden ser desde locales, regionales, nacionales o internacionales o transnacional. En consecuencia, una comunidad epistémica transnacional es una red

transfronteriza de "profesionales con reconocida experiencia y competencia en un dominio particular y una reivindicación de autoridad al conocimiento relevante para las políticas dentro de ese dominio o asunto" (Haas, 1992). Las comunidades epistémicas llegan a estar conformadas por profesionales de diversas disciplinas, favoreciendo con esto los enfoques multi, inter y transdisciplinario. Cabe destacar que estos grupos se caracterizan por tener un conjunto compartido de creencias, principios, valores, los cuales están bien definidos, y son la base para el sustento de la colaboración.

Pérez (2011) en su capítulo de libro *Profesión académica y nuevas condiciones de producción intelectual* aborda el contexto en México de; a) la profesión académica, b) las condiciones de producción intelectual, c) los mecanismos de regulación, y d) las formas de organización. Identifica las últimas dos como los ejes o dimensiones de análisis, aunque se entiende que puede haber otras que también afecten las condiciones de producción intelectual (CPI) de la profesión académica y que esta última es el objeto de estudio.

Perkin (1987) en su obra *The Academic Profession in the United Kingdom* identifica como profesión clave a la profesión académica, dado que esta es la responsable de formar a otras profesiones. Así también, son responsables del diseño de políticas educativas, por ejemplo, en México la implementación del Sistema Nacional de Investigadores en el año 1984, así como el programa para el mejoramiento académico (PROMEP) en 1996. Lo que ha implicado en el ámbito institucional que debido a la implantación de dichas políticas se desarrollen nuevos roles y responsabilidades; que son producto de reglas que se imponen a partir del análisis de lo que

se identifica como necesidad social global, pues parte desde recomendaciones de UNESCO hasta los ámbitos locales. Creando con esto nuevas condiciones de producción intelectual, las cuales, hasta cierto punto son controladas a través de mecanismos de regulación por parte del estado. Estos nuevos roles del académico deben ajustarse a la docencia y la investigación principalmente, más otras actividades como la gestión administrativa, la asesoría y la tutoría. Sin embargo, el académico, además de estar supeditado al salario, encuentra limitantes para su libertad de investigación, ya que para obtener recursos para sus investigaciones depende de la correcta alineación de sus proyectos de investigación a los parámetros que determina la política educativa (Pérez, 2011).

Los mecanismos de control y vigilancia en nuestras sociedades (García-Canal, 2002) está relacionado con los estudios organizacionales. En caso del tema organizacional de la universidad, Ibarra (2003) aplica postulados fundamentales en el tema, lo que él llama “análisis estratégico de la universidad”. Es evidente que los principios de control, supervisión y observación jerárquica se visualizan ampliamente desde las aportaciones de Bentham en 1816 (Hartley, 2001) hasta el propio taylorismo (Ibarra-Colado, 2005a).

El trabajo académico tiene una relación estrecha con elementos de naturaleza intelectual. Razón por la cual es lo que marca la diferencia con el trabajo de otros tipos de organizaciones, ya sean industriales, gubernamentales u organizaciones sin fines de lucro. Sin embargo, la educación superior no es diferente por completo en todos sus aspectos; al grado de que, algunas

organizaciones emulan sus formas, pues la fundamentación de sus actividades es el conocimiento, la ciencia y las profesiones. Estas cualidades hacen del trabajo académico en las instituciones de educación superior un lugar en donde se crean situaciones y problemas muy particulares en comportamiento (Clark, 1991).

2.3 Estado del arte

Valverde, Solé, Bedau y Packard (2006) abordan el análisis de redes de innovación, las cuales presentan un comportamiento complejo, visualizando la medida de innovación mediante el análisis de la razón de citas de patentes entre innovadores e investigadores. Se observa el conjunto de patentes y la red que se forma mediante el esquema de citas de las mismas.

Otro modelo del ámbito complejo son los autómatas celulares, ejemplo de esto es el trabajo de investigación realizado por Kun, Kocsis y Farkas en 2008 intitulado Autómata celular para dispersión tecnológica en sistemas socioeconómicos, en donde identifican agentes que hacen uso de alguna tecnología y de cómo estos en una determinada región o localidad tienden a conformar diversos “Clusters” o agrupaciones acordes a su nivel tecnológico. Se observa que el comportamiento de la competencia entre proveedores tecnológicos hace más sensible al sistema para una mejor habilitación en el nivel de tecnología.

Boccaro y Fuks (2008) mediante un modelo de autómata celular para la difusión de innovaciones enfatizan en sus resultados la importancia del rango de interacción entre individuos y como la innovación se propaga de mejor forma si el radio de la red social que conforman los

individuos es más grande, y el incremento de la conectividad entre los elementos reduce las limitaciones en el intercambio de información y así la razón de incremento de difusión aumenta.

En la Tabla 13 en comportamiento colectivo, específicamente en transición de fase, hay un modelo en el campo de la física que se ha aplicado en el ámbito social, para analizar el comportamiento de grupos sociales, ya sea en preferencias electorales, tendencias de la moda; llamado modelo de Ising.

El modelo de Ising, desarrollado por Ernest Ising en 1925 para analizar el comportamiento de partículas ferromagnéticas llamadas “spin” cuando son afectadas por un campo magnético. Cada partícula está orientada magnéticamente, lo que se conoce en física como fase, y esta cambia su sentido dependiendo de la fuerza del campo magnetico, temperatura, e interacción con partículas vecinas. Este modelo ha sido utilizado para representar procesos sociales, formación de opinión colectiva, o adopción de tecnologías (Laciana, Rovere, 2011).

A continuación se describirá un modelo y versatilidad en el ámbito de aplicación. El modelo de Ising puede ser representado como la energía del sistema E . A continuación y para fines explicativos se mostrará la función cuando el sistema consta de N “spines”.

$$E = \sum_{i=1}^N E_i = - \sum_{i=1}^N \left(\sum_{k=1}^N w_{ik} s_k + h \right) s_i = - \sum_{i=1}^N m_i s_i$$

En donde $\mathbf{s}_i$ es la variable discreta que representa el estado del spin **i-esimo**, w_{ik} es la fuerza de acoplamiento entre las partículas o elementos vecinos, $\mathbf{h}$ es el campo magnético, $\mathbf{E}_i$ es la energía asociada con el spin **i-esimo**, $\mathbf{m}_i$ es el campo magnético alrededor del spin **i-esimo**.

Ahora bien, la probabilidad de que $\mathbf{s}_i$ tome el valor de **-1** ó **1**, está determinada por la distribución de Boltzman-Gibbs, y se representa por la siguiente expresión:

$$P(s_i = \pm 1) = \frac{1}{1 + e^{\mp 2\beta m_i}}$$

En donde $\beta = (1/k)T$, y k es la constante de Boltzman, y T es la temperatura del sistema.

Haciendo una analogía entre los elementos del modelo, el contexto social y esta investigación, se encuentra primeramente que los N elementos son el tamaño de la población de personas, o docentes e investigadores que desarrollan I+D; los cambios de fase de cada spin $\mathbf{s}_i$ son los posibles elecciones que toma cada persona, es decir, comprar o no comprar, adoptar o no adoptar, adoptar una tecnología o generar una innovación; $\mathbf{m}_i$ es la relación útil que existe entre comprar y no comprar, o adoptar y no adoptar, es decir, lo que determinar una decisión y por último la temperatura T , que en el contexto social es una incertidumbre global que afecta la decisión de las personas, y que puede ser representada por epidemias, factores ambientales o climáticos, eventos sociales, políticos, niveles de seguridad en una región, etc. Para el caso de

esta investigación es interesante el cómo determinar el valor de la relación útil m_i , así como la incertidumbre global T .

Otros casos en los cuales, modelos del campo de la complejidad se utilizan para analizar el comportamiento social de grupos de personas se mencionaran a continuación.

Galo, Barra y Contucci (2009) en su investigación intitulada parámetro de evaluación simple de campo medio para interacciones sociales utilizan para representar el comportamiento de grupos sociales modelos matemáticos, econométricos y física estadística como distribución logística, distribución Boltzman-Gibbs y Hamiltoniano. Fueron tres casos de estudio en Italia los que se analizaron mediante estos modelos y que son casamiento, divorcio, y suicidio. La información la obtuvieron a través de encuestas, y bancos de datos del Instituto Nacional de Estadística Italiano. Este estudio establece como el modelo puede ser de gran utilidad en la medida que mejor se construya un vector con atributos socioeconómico de valores discretos y así poder predecir posibles y abruptas transiciones en un nivel social.

En el ámbito de la mercadotecnia, investigaciones se han realizado para conocer los efectos de las redes sociales de personas basadas en tecnologías de información. Goldenberg, Libai, y Muller (2010) argumentan que los estos efectos pueden retardar el despegue y crecimiento de ventas de un nuevo producto. Dicho estudio se llevó a cabo mediante un experimento con un modelo de autómata celular. Así mismo, Ma y Chao (2010) realizaron en China una investigación con el mismo modelo para el análisis de productos de comunicaciones, específicamente servicios de telefonía móvil y telefonía fija.

En la investigación realizada por Laciana y Rovere en 2011 intitulada Modelo de difusión basada en el modelo de Ising: adopción de patrones *vs* estrategias de difusión se utiliza el modelo para analizar el comportamiento de una difusión tecnológica después de haber realizado una estrategia de diseminación mediante elementos que hacen uso de un nuevo producto tecnológico, estos elementos son personas con influencia en su entorno, líderes de opinión, personajes públicos, etc. Los cuales determinan el comportamiento de la difusión y propagación en función de su ubicación en la red social y la estructura de esta última.

Wang, Xiao y Liu en 2012, en la investigación Dinámica de competencia de ideas en sistemas sociales complejos también abordan el comportamiento social, utilizando modelos matemáticos complejos como son esquema epidemiológico SIS (Susceptible-Infectado-Susceptible) y redes sociales de personas para analizar la co-existencia de dos ideas. Encontrando diferentes formas de propagación y co-existencia en función de la estructura de la red social de personas, valores y hábitos de comportamiento.

Strand y Leydesdorff (2011) hacen referencia al indicador de sinergia en el sistema de innovación de Noruega, siendo la sinergia una característica de los sistemas complejos. Haciendo hincapié en la relación que debe existir entre Universidad, Empresa y Gobierno a través del establecimiento y fortalecimiento de redes; y como el nivel de calidad de la innovación está relacionado con la sinergia existente entre los tres entes antes mencionados.

Hollander y Garibay (2011) analizan como la innovación y la disponibilidad de tecnología puede incrementar la eficiencia económica. Fue mediante la simulación de multiagentes

computacionales que el estudio se realiza. Se asumen cincuenta empresas agrupadas en cuatro nodos con diversas relaciones entre los mismos, estas relaciones forman redes de colaboración comercial, proveedores, conocimiento, innovación, etc., las cuales mejoran en función de la disponibilidad de tecnología. Los resultados que se obtienen, hacen referencia a la densidad de la red, es decir entre más relaciones entre nodos exista entonces la densidad aumenta y por ende el crecimiento del producto interno bruto mejora. De manera inversa, si la red presenta baja densidad entonces el crecimiento del producto interno bruto es menor. Resultados similares Wei, Li-ran y Xue-mei (2010) encontraron en su investigación acerca de una simulación mediante autómatas celulares para representar las relaciones entre Empresa-Universidad-Institutos de cooperación en clusters industriales era mucho mejor en los casos que la capacidad y habilidad para investigación y desarrollo es débil o bien, cuando la tecnología es de vanguardia.

Las formas en que los científicos sociales analizan el comportamiento humano, social y sus interacciones varían de manera amplia. Utilizando una gran diversidad de métodos tanto cualitativos como cuantitativos, o mixtos. Específicamente, en lo cuantitativo algunas comunidades prefieren modelos detallados con una gran cantidad de variables y parámetros, mientras que otras prefieren algo más simple, de forma que disminuyen el número de variables. En la última década, en el área de las ciencias sociales se ha comenzado a utilizar un tipo de simulación computacional que es el modelado basado en agentes (Helbing & Grund, 2013).

Helbing (2010) discute las de diferentes descripciones de los sistemas complejos, así como sus ventajas y desventajas. En general, menciona que cada método tiene su justificación,

y depende en gran medida de la finalidad respectiva. Por ejemplo, la elaboración de algunas investigaciones y aplicaciones, como diseños de nuevos sistemas requiere una descripción lo más cercano a la realidad, por lo tanto, es necesario detallar mediante un número suficiente de variables todos los aspectos pertinentes. Por el contrario, los modelos simples se pueden utilizar para obtener una mejor comprensión de cómo funcionan los mecanismos sociales. Sirven para reducir la complejidad de un sistema dado en una medida que permite guiar nuestro pensamiento y proporcionar una intuición de cómo ciertos cambios en el sistema afectaría su dinámica y resultado.

De hecho, los modelos informáticos pueden complementar, de manera natural, los métodos de investigación clásicos en las ciencias socioeconómicas. Por ejemplo, permiten a uno para probar si los mecanismos y las teorías utilizadas para explicar ciertos fenómenos observados son suficientes para entender la respectiva resultante de la evidencia empírica, o si hay vacíos o inconsistencias en la explicación. Por otra parte, permiten a uno a estudiar situaciones, para las que las soluciones analíticas no se puedan encontrar más, y que van más allá de las idealizaciones y aproximaciones de los modelos simples. Sin la exploración de modelos de comportamiento que sólo se pueden determinar numéricamente, el análisis científico se limita con frecuencia a los modelos poco realistas y a las situaciones, que pueden ser de poca relevancia para la realidad.

El modelado basado en agentes es una herramienta utilizada a menudo para modelar

sistemas complejos. En donde la característica tal vez la más interesante de estos sea la representación de fenómenos emergentes (Scott, 2012). Bedau (1991) describe los fenómenos emergentes como aquellos generados por procesos a nivel micro. Y en donde el sistema complejo puede cambiar o diferir categóricamente debido un cambio en las partes micro que lo componen. Un ejemplo de lo anterior es el vuelo de aves en parvadas o en cardúmenes de peces, así también como el comportamiento de votantes en una elección. Esta manera de cómo un mínimo cambio puede crear un tipo de influencia en el colectivo es una de las características más interesantes cuando se aborda el modelado basado en agentes.

O'Sullivan (2008) define al modelado basado en agentes como una simulación computacional, que utiliza agentes de software para representar actores en el mundo real. De esta manera, un agente puede representar a personas ubicadas en un ambiente simulado también de forma computacional, y que en la realidad serían operaciones de negocios, movimiento de peatones en las calles de una ciudad, o el comportamiento del tráfico vehicular, la propagación de una enfermedad, entre otros. De igual forma, MBA también puede modelar animales en un ecosistema, o comportamiento cooperativo y competitivo entre las instituciones gubernamentales, empresas, sindicatos y otros actores sociales en colectivo.

El modelado basado en agentes MBA permite analizar el comportamiento y decisiones de agentes, es decir, personas, hogares, localidades, regiones, países. Parte de algunos supuestos, como la heterogeneidad de los agentes, que tienen una racionalidad limitada e interactúan entre agentes fuera de equilibrio. Dando como resultado múltiples configuraciones y escenarios. A

diferencia de los modelos tradicionales, en donde se parte de supuestos como agentes representativos con racionalidad perfecta, y la no interacción entre ellos, con resultados de equilibrio único.

Los agentes toman decisiones de acuerdo a sus características o atributos personales (educación, grado académico, sexo, ingreso, etc.) y variables exógenas las cuales están determinadas por el ambiente y contexto. Así como de información proveniente de sus amigos, vecinos, compañeros de trabajo, en general del segmento de red social al cual está integrado. Un aspecto importante de estos modelos es la dinámica que permite visualizarse. Específicamente, los contagios, efectos de cascada de información, difusión y desigualdad entre otros.

Cabe mencionar que se utiliza el término agente de software en el contexto de la complejidad para representar colectivos sociales y no como parte de sistemas de software en donde el termino hace referencia a agentes instrumentales utilizados para efectuar tareas específicas (Brown y Xie, 2006). En este sentido Sengupta y Sieber (2007) enfatizan la necesidad de establecer dicha diferenciación. Principalmente porque los agentes instrumentales son diseñados mediante software para realizar búsquedas en internet, sistemas de navegación; y que son tareas no deseadas que se realicen en el modelado basado en agentes.

Li, Yang, Zhao, Xia y Han (2013) en su investigación intitulada “*El impacto de mecanismos de intercambio en la formación del mercado espacial basado en modelado basado en agentes*” representan el comportamiento colectivo entre compradores y vendedores, y como la

compartición de información entre los actores o agentes determinan el comportamiento del mercado. Así también, Quezada y Canessa (2007) utilizan un modelado basado en agentes para analizar el comportamiento de un grupo social que es susceptible de contagio de una enfermedad, y como un grupo de paramédicos para atenderlos puede recurrir a la compartición o no compartición de información entre ellos y como esto afecta los tiempos de atención y cobertura de la atención de pacientes por paramédico.

En ciencias naturales y la ingeniería la simulación computacional como metodología es utilizada de manera común, sin embargo, en las ciencias sociales es un enfoque nuevo. La razón de esto es tal vez a que el principal valor de la simulación en las ciencias sociales es para desarrollar la teoría y no la predicción o pronóstico. A diferencia de la ingeniería en donde el propósito de una simulación, es por ejemplo, predecir la trayectoria y posición de un dispositivo o proyectil. Predicciones como las anteriores no son comunes en las ciencias sociales. Otros ejemplos en los que la simulación se ha utilizado para la predicción es la demografía, donde el objetivo es predecir las estructuras de edad y sexo de la población en el futuro (Gilbert y Terna, 2005). El uso de la simulación en este ámbito ha experimentado un crecimiento, sobre todo con la técnica de modelado basado en agentes (MBA), que aunado a alguna plataforma de software ya sea de licencia libre o propietaria permite crear escenarios para que en ellos interactúen agentes, los cuales pueden ser empresas, clientes, pacientes u otro tipo que se desee previamente modelados con ciertas características individuales, que al interactuar entre ellos, se observa un cambio en el conjunto de ellos. Es decir, un agente se modela como un cliente con la necesidad de adquirir un vehículo automotor, el cual puede ser opción A: Nuevo u opción B: uso. El agente

optara por alguna de las dos en función de sus ingresos económicos, nivel de deuda, educación financiera, etc., y también en función del ambiente social, seguridad pública o cualquier otro factor.

Helbing (2010) describe los principios para el modelado basado en agentes; en primer término, se debe mostrar de manera clara la evidencia y datos empíricos del estudio a realizar. El siguiente paso es identificar un posible modelo que conlleve al propósito de la simulación y representación de la situación bajo estudio, lo que algunos científicos sociales denominan rompecabezas científico o en el marco de la complejidad Conklin (2006) menciona que el modelo complejo se entiende por completo hasta que se formula una solución. La cual no es única, pues el problema o situación puede cambiar y modificar su comportamiento. Finalmente, en este análisis, el siguiente paso, es decidir cuáles son los agentes a modelar; por ejemplo, los agentes podrían ser las empresas, en caso de que el estudio sea el análisis de la competencia entre ellas. Siendo no necesario elegir como agentes a los empleados de las empresas.

Los agentes tienen características o propiedades y que definen su comportamiento (Helbing, 2012), algunas de las siguientes pueden ser en función del agente que representará a un individuo:

- Nacimiento, muerte, reproducción.
- Necesidades individuales de recursos (para sobrevivir)
- Competencia y capacidad de lucha o competencia
- La capacidad de uso de herramientas (posibilidad de cultivar alimentos, caza, etc.)

- Percepción
- La curiosidad, el comportamiento de la exploración, la capacidad de innovación
- Las emociones
- La memoria y las expectativas futuras
- La movilidad y la capacidad de carga
- Comunicación
- La capacidad de aprendizaje y la enseñanza
- La posibilidad de la negociación y el intercambio
- La capacidad para relacionarse con otros agentes (por ejemplo familia o amistad lazos etc.)

Los modelos computacionales basados en agentes son ideales para estudiar las interdependencias entre las diferentes actividades humanas ya sea simbióticas o de competencia. Por lo que, pueden aportar ideas o tendencias para el análisis de sistemas sociales y económicos desde una perspectiva ecológica. Así mismo, los modelos evolutivos ecológicos pueden reflejar también la función de la innovación constante, que es típico de los sistemas socioeconómicos. Estos modelos parecen ser especialmente adecuados para estudiar la sostenibilidad y la resiliencia de los sistemas. Finalmente, se puede combinar muy bien con otros métodos de simulación utilizados en las ciencias naturales y de ingeniería, incluyendo la física estadística, la biología y la cibernética.

Para Caparrini y Work (2016) el modelado basado en agentes y su interés principal se basa en cuatro conceptos principales:

- **La actividad autónoma del agente**, es decir, su capacidad para llevar a cabo una acción por iniciativa propia (pro-actividad) mediante el control de su comportamiento con el fin de aumentar su satisfacción y con la decisión de ayudar o impedir que otros cumplan sus objetivos. Como puede observarse, la definición anterior del agente insiste en la autonomía de decisión, que resulta de la independencia con la que un agente trata de satisfacer sus objetivos (en el sentido amplio del término) mediante el uso de sus competencias y sus propios recursos o pidiendo ayuda a los demás.
- **La sociabilidad de los agentes**, es decir, su capacidad de actuar con otros agentes desde un punto de vista social. Un agente en un MAS no es un ente aislado, sino un elemento de una sociedad. Ésta, la sociedad, emerge de las interacciones que tienen lugar entre los agentes y, recíprocamente, la organización de la sociedad limita el comportamiento de los agentes, al atribuirle los roles que restringen sus posibilidades de acción.
- **La interacción es lo que conecta los dos conceptos anteriores**. Este entrelazado de las acciones, donde cada acción se decide en la mente de un agente, produce patrones organizados de actividades (formas sociales emergentes) que, a cambio, fuerza y restringe la conducta de los agentes. Por lo tanto, es a través de estas interacciones como surgen las formas de interacción: cooperación, conflicto, competencia... que, a su vez, producen patrones de organización más o menos estables que estructuran la acción individual de cada agente.
- **La contextualización de los agentes**, es decir, el hecho de que los agentes están en un entorno que define las condiciones en las que éstos existen, actúan e interactúan. El medio ambiente es el pegamento que conecta los agentes entre sí, permitiendo la interacción entre ellos de manera que sean capaces de alcanzar sus objetivos.

El análisis de sistemas complejos hace uso de diversas herramientas como el análisis de redes, como el caso del enfoque de pase de mensajes en un modelo epidémico en redes, el cual fue realizado mediante simulación de Monte Carlo (Shrestha, Scarpino & Moore, 2015). Así también, el modelado basado en agentes es una herramienta que permite el modelado y simulación de ambientes que hacen referencia a sistemas complejos, tal es el caso de la investigación realizada por Laghari y Nazi (2016) intitulada “Modelado del internet de las cosas, Auto organización y otras redes de comunicación adaptativa: Un enfoque cognitivo de la computación basada en agentes”; En el cual se enfocan en el modelado exploratorio basado en agentes y caracterizar un problema de comunicación compleja en el caso de la gestión de la huella de carbono. Los experimentos efectuados demostraron dos resultados importantes: El primero fue que el enfoque de modelado basado en agentes; particularmente el modelado cognitivo puede ser un método eficaz para el modelado de problemas complejos en el dominio del Internet de las cosas. El segundo, que se refiere al problema específicamente la gestión de la huella de carbono puede resolverse utilizando un enfoque multi agentes.

En ambos casos se destaca la importancia de la etapa de modelado de los agentes, que es en sí determinar ya sea, mediante métodos cualitativos o cuantitativos, específicamente la observación, el uso de medidas paramétricas o de estadísticos sus características esenciales y que a través de la interacción entre ellos se logre producir o generar un cambio en la dinámica del sistema. Con dichas características se forman vectores, y los cuales determinan el tipo de agente.

Capítulo 3. Metodología

3.1 Diseño de la investigación

Explicar el comportamiento del desarrollo tecnológico, a través de la valoración de la interacción de sus elementos mediante un modelo para sistemas complejos es el fin de este trabajo de investigación. Se explicó en el planteamiento del problema de esta investigación, que el desarrollo tecnológico está asociado a las innovaciones o propiedades intelectuales (Propiedad Industrial o Derechos de autor) que emanan de la I+D; y que la I+D se desarrolla en las instituciones de educación superior, centros de investigación y empresas. Razón por la cual, se analiza la producción científica de los profesores e investigadores como sujetos de estudio en el desempeño de su función sustantiva; y se aborda específicamente el modelado basado en agentes, ya que este nos permite representar un grupo social y su comportamiento en un determinado entorno. Es un estudio descriptivo y analítico que se ubica en el nivel explicativo en la taxonomía de la investigación y que busca identificar las causas del fenómeno para la construcción del modelo. Dado lo anterior, se hace énfasis en el uso de un enfoque mixto de investigación, específicamente cuantitativo en primer término y cualitativo posteriormente en el marco de la complejidad.

Los sujetos de estudio son los profesores e investigadores de las Instituciones de Educación Superior (IES) en este caso del área de negocios o económico-administrativa. Cabe resaltar que interesa sobremanera conocer la producción científica y la relación que esta tiene en el

entorno social que atienden las IES; específicamente mediante la creación de propiedad intelectual, ya sea en patentes, propiedad industrial o derechos de autor.

De lo anterior, se enuncia la siguiente hipótesis de investigación, y se expresa como:

“Las características del capital humano dedicado y formado en la actividad de Investigación y Desarrollo Experimental afecta la sinergia entre los elementos que dan forma al desarrollo tecnológico en el área de negocios”.

Siendo la anterior la denominada hipótesis del investigador y la hipótesis nula el complemento, expresado de la siguiente manera:

“Las características del capital humano dedicado y formado en la actividad de Investigación y Desarrollo Experimental no afecta la sinergia entre los elementos que dan forma al desarrollo tecnológico en el área de negocios”.

En donde la variable independiente es “las características de capital humano dedicado y formado en la actividad de Investigación y Desarrollo Experimental”, y la dependiente “El desarrollo tecnológico”. Cada una de estas variables tiene indicadores que utilizados para efectuar la operacionalización de las mismas, y que se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15
Variables e indicadores de la investigación.

Variable	Escala	Tipo de Variable	Indicador	Escala del Indicador
Desarrollo Tecnológico	Intervalo	Dependiente	Gasto en I+D	Razón
			Cantidad de RH ocupados en I+D	Razón
			Registro de Propiedad Intelectual solicitadas	Nominal
			Registro de Propiedad Intelectual otorgados	Nominal
			Producción de propiedad intelectual no registrada	Nominal
			Publicaciones reconocidas	Nominal
Características del capital humano (RRHH) Formados y Ocupados en I+D	Intervalo	Independiente	Edad	Razón
			Género	Nominal
			Nacionalidad	Nominal
			Grado académico	Nominal
			Área de conocimiento	Nominal
			Tiempo de dedicación a su institución	Razón
			Antigüedad	Razón
			Pertenencia al SNI	Nominal
			Reconocimiento a la calidad académica	Nominal
			Pertenece a grupo de investigación o cuerpo académico	Nominal
			Evidencia de actividad de colaboración con industria e investigadores	Nominal
			Tipo de I+D que realiza	Nominal
			Tiempo laboral dedicado a I+D	Razón
			Publicaciones reconocidas	Razón
			Estímulos o beca al desempeño docente	Nominal

Fuente: Elaboración propia (2015).

3.1.1 Selección de la muestra

Se determinó el marco muestral y tamaño de la muestra para este estudio en función de los profesores e investigadores que desempeñan principalmente en el área de negocios, y que a su vez está comprendida en la categoría que determina el CONACYT como ciencias sociales de IES registradas en PRODEP de la Región de Xalapa en el estado de Veracruz. Toda vez que estos sujetos de estudio son beneficiados por una proporción del denominado gasto en I+D; y

ambos son indicadores de la variable dependiente desarrollo tecnológico. Siendo los profesores e investigadores de la Universidad Veracruzana del área académica Económico-Administrativa quienes son contemplados como universo o población.

La población fue un total de 251 académicos entre docentes e investigadores de tiempo completo. El tamaño de la muestra se calculó con un margen de error de 9 % y 99 % de nivel de confianza con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z_a^2 N p q}{e^2 (N - 1) + Z_a^2 p q}$$

En donde:

N: Es el tamaño de la población

Z_a : Es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. Los valores de Z_a se obtienen de la tabla de la distribución normal estándar.

e: Es el error muestral deseado, expresado en porcentaje. El error muestral es la diferencia que puede existir entre el resultado que obtenemos de una muestra de la población y el que se obtendría si del total de ella.

p: proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que $p=q=0.5$ que es la opción más segura.

q: proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es $1-p$.

n: tamaño de la muestra.

Por lo que el valor que resulta de realizar el cálculo con la fórmula o alguna herramienta de software estadístico es de 119 elementos; particularmente este valor fue calculado con el paquete estadístico SPSS versión 22.

El instrumento de medición se valida mediante juicio de expertos y constructo pues se explica un comportamiento humano, y es determinado por ciertas características de los profesores e investigadores para el fomento y creación de propiedad intelectual, lo que impacta al desarrollo tecnológico en México. El grupo de profesores que conformaron el grupo de expertos fueron los integrantes y colaboradores del cuerpo académico con registro PRODEP UV-CA-306.

Un constructo se refiere a un concepto, el cual ha sido elaborado por teóricos de la psicología para explicar el comportamiento humano. Ejemplos de constructos son Inteligencia, extroversión, auto concepto, asertividad, motivación intrínseca, entre otros y que son parte de teorías psicológicas además que precisan de indicadores observables para efectuar su estudio. En ocasiones, estos indicadores son los ítems de un test, y se debe comprobar empíricamente que resultan adecuados para reflejar el constructo de referencia (Nunes, Rigotto, Ferrari, & Marín, 2012).

El instrumento que se diseñó para la recolección de datos está conformado por 23 ítems con escala de Likert y 33 de pregunta de opción múltiple. Mediante este se identifican las características principales como la relación entre pares, con empresas, actividades de innovación relacionadas a la I+D como son propiedad intelectual con posibilidades de registro, publicaciones, tipo de publicaciones, impacto social, factores que intervienen en la toma de decisiones en la práctica de la actividad de investigación y desarrollo experimental, nivel de afectación del ambiente social, económico, político y emocional en la actividad de investigación y desarrollo experimental; y que son a las que se refiere la hipótesis de investigación.

Respecto a la confiabilidad o fiabilidad, esta puntualiza la consistencia de los resultados, es decir, se busca que los resultados de un cuestionario concuerden en diferentes momentos. Hernández, Fernández y Baptista (2008) mencionan cuatro tipos de medidas de confiabilidad, que son Medida de estabilidad, Método de formas alternativas o paralelas, Método de mitades partidas y Medidas de coherencia interna con coeficientes de confiabilidad alfa de Cronbach o coeficientes KR20 y KR21.

Se optó por medida de fiabilidad de coherencia interna con el coeficiente alfa de Cronbach; y se aplicó el cuestionario a un grupo piloto de 13 personas entre docentes e investigadores. El coeficiente que se obtuvo mediante el uso del paquete estadístico SPSS V22 para el instrumento de medición fue de 0.817 y se muestra en la tabla 103 en el anexo 4.

3.2 Pruebas estadísticas

Se realizó un análisis de correlación entre los indicadores de la variable dependiente. Específicamente, Gasto en I+D con Capital humano dedicado a I+D, Registro de propiedad intelectual otorgada y publicaciones reconocidas. Posteriormente, Se efectuó un análisis no paramétrico de los datos obtenidos con el instrumento de recolección de los indicadores de la variable independiente mediante el uso de la prueba Chi-cuadrada, para identificar el grado de asociación entre las diferentes categorías o indicadores correspondientes a la variable independiente características de los profesores o investigadores identificadas en la tabla 15 que corresponde a la operación de variables y las categorías o indicadores de la variable dependiente desarrollo tecnológico. Así también, se realizó un análisis de regresión logística binaria y el modelo resultante de este; y el cual sirve para abordar el nivel predictivo de la investigación.

La regresión logística binaria (RL) forma parte del conjunto de métodos estadísticos que caen bajo tal denominación y es la variante a regresión lineal que corresponde al caso en que se valora la contribución de diferentes factores en la ocurrencia de un evento simple, lo cual es precisamente un indicador del nivel de sinergia del sistema.

El uso de regresión logística es adecuada cuando una variable de respuesta es politómica (admite varias categorías de respuesta, tales como las respuestas de escala de Likert), pero es especialmente útil en particular cuando solo hay dos posibles respuestas (cuando la variable de respuesta es dicotómica), que es el caso más común.

Los resultados obtenidos del análisis no paramétrico, de regresión logística binaria, y ecuación logística, fue la evidencia empírica que se utilizó para construir el modelo; en el entendido de que un modelo es una representación simplificación de la realidad; posteriormente se procedió al diseño del modelo basado en agentes.

Tabla 16
Pruebas y métodos estadísticos utilizados

Actividad	Método	Descripción
Validación y Confiabilidad de Instrumento de recolección de datos	Juicio de Expertos	Para determinar validez del instrumento de recolección de datos
	Medidas de coherencia interna con coeficientes de confiabilidad alfa de Cronbach	Para medir el grado de Confiabilidad del instrumento de recolección de datos.
Análisis de Asociación de variables	Prueba de Chi-cuadrado	Para realizar la exploración de asociaciones bivariantes y multivariantes
Prueba de hipótesis	Regresión logística binaria (Implica las pruebas estadísticas listadas a continuación)	
	Prueba Durbin-Watson y Factor de inflación de varianza FIV	Para verificar los supuestos de independencia de errores y no colinealidad
	Prueba ómnibus de coeficientes	Proporciona información de la bondad de ajuste del modelo
	Valor R cuadrado de Cox y Snell R cuadrado de Nagerlkerke	Explicación de la varianza de la variable dependiente Desarrollo Tecnológico
	Prueba de Hosmer y Lemeshow	Proporciona información de la bondad de ajuste del modelo
	Puntuación de Wald	Indica que variables aportan de manera significativa al modelo

Fuente: Elaboración propia (2017).

Para efectos de construcción del modelo basado en agentes se requiere identificar las características principales de los agentes, sus relaciones e interacciones con el medio ambiente. En este caso particular, los agentes son los profesores e investigadores. Se utilizó un entorno de programación especializado para el modelado denominado Netlogo y el modelo de percolación, dado que este se acerca en comportamiento al desarrollo tecnológico (Wilensky, 1999).

Sahimi (1994) menciona respecto a los modelos de percolación lo siguiente:

Los modelos de percolación se inician con la construcción de una red que representa al medio o a la propiedad que se quiera modelar. Estas redes pueden representar estructuras de los materiales o bien, las formas en que las propiedades se distribuyen en el medio. Las redes se constituyen de celdas unitarias repetidas en 2D o 3D (redes regulares) o de elementos como bastones o esferas dispuestos aleatoriamente (redes irregulares), lo que origina dos entidades principales: sitios (nodos) y lazos (p. 276)

El modelo utilizado se denomina NetLogo Percolation model (Wilensky, 1998) y se modificara en función de los resultados obtenidos de regresión logística binaria. El código se del modelo se puede visualizar en el anexo 6.

Capítulo 4. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento para la recolección de datos, no sin antes mostrar los resultados del análisis de correlación de las tablas 1, 2, 9 y 10 correspondientes a Gasto en I+D, Investigadores por habitante, familia de patentes triádicas y publicaciones reconocidas en la tabla 17; posteriormente, en el siguiente capítulo se iniciara el análisis paramétrico y no paramétrico de acuerdo al tipo de datos que se trataron.

Tabla 17
Correlación entre Gasto en I+D, Personal dedicado a I+D, Patentes triádicas y Publicaciones reconocidas.

	Gasto I+D	Personal dedicado a I+D	familia de patentes triádicas	publicaciones reconocidas
Gasto I+D	1.00	0.00	0.76	0.89
Personal dedicado a I+D	0.00	1.00	0.05	0.18
familia de patentes triádicas	0.76	0.05	1.00	0.65
publicaciones reconocidas	0.89	0.18	0.65	1.00

Fuente: Elaboración propia (2015).

Se observa que el coeficiente de correlación es significativo entre Gasto en I+D, patentes triádicas y publicaciones reconocidas, no así en el caso de personal dedicado a I+D.

Tabla 18
Edad de profesores e investigadores

	Casos	Edad Mínima	Edad Máxima	Media	Desviación estándar	Rango
Edad	119	26	67	45.23	10.10	41
N válido (por lista)	119					

Fuente: Elaboración propia (2015).

De acuerdo a la Tabla 18 para la operación de variables, específicamente en la variable independiente, el primer indicador es la edad. En este sentido, se encontró que la edad promedio

de los docentes e investigadores es de 45.23 años, con una desviación estándar de 10.107, con edades mínima y máxima de 26 y 67 años respectivamente, por lo que el rango es de 41 años. En lo referente a género y tal como se muestra en la Tabla 19, se encontró que el 68 % de la muestra corresponde a varones, mientras que el 32% a mujeres.

Tabla 19
Genero de los profesores e investigadores

	Frecuencia	Porcentaje
Mujer	38	32 %
Hombre	81	68 %
Total	119	100 %

Fuente: Elaboración propia (2015).

La Tabla 20 muestra información referente a género y grado académico, se observa que el 56 % de los profesores e investigadores tienen el grado de maestría, mientras que el 38 % el grado de doctor, destacándose también que de estos el 1 % posee posdoctorado.

Tabla 20
Grado Académico y Genero de los Profesores.

Grado Académico	Genero		Total	%
	Mujer	Hombre		
Licenciatura	1		1	1%
Especialización	1	4	5	4%
Maestría	24	43	67	56%
Doctorado	12	33	45	38%
Posdoctorado		1	1	1%
Totales	38	81	119	100 %

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 21**Fuente de financiamiento para obtención de máximo grado académico**

Fuente de financiamiento	Lic.	Especialización	Maestría	Doctorado	Posdoctorado	Frecuencia	Porcentaje
CONACYT		1	14	14	1	30	25.2%
PRODEP		1	4	17		22	17.7%
Beca de iniciativa privada			8			8	6.7%
Recursos propios	1	3	39	16		60	50.4%
Total	1	5	65	47	1	119	100.00%

Fuente: Elaboración propia (2015).

Los profesores e investigadores para la obtención de su máximo grado de estudios recibieron apoyo económico de diferentes fuentes de financiamiento. En la Tabla 21 se muestra que alrededor del 51 % de los profesores han obtenido su máximo grado académico con apoyo económico ya sea de CONACYT, PRODEP o Beca de iniciativa privada (CONACYT 25.2 %, PRODEP 17.7 %, y beca de iniciativa privada 6.7%), mientras que el 50.4 % restante ha financiado sus estudios con recursos propios.

En la Tabla 22 se muestran las áreas de conocimiento en las que se desempeñan en su práctica docente o de investigación y son, con un 42.9 % en Ciencias sociales y administrativas; 52.1 % en Ingeniería y Tecnología; el 4.2 % en Humanidades y ciencias de la conducta, mientras que para Físico Matemáticas y ciencias de la tierra el 0.8 %.

Tabla 22**Área de conocimiento en la que se desempeña el profesor**

	Frecuencia	Porcentaje
Ingeniería y Tecnología	62	52.1 %
Ciencias sociales y Administrativas	51	42.9%
Humanidades y Ciencias de la conducta	5	4.2%
Físico Matemáticas y Ciencias de la Tierra	1	0.8%
Total	119	100%

Fuente: Elaboración propia (2015).

Por lo que respecta al nombramiento de los profesores encuestados, este se muestra en la Tabla 23, y se observa que el 73.1 % tienen nombramiento de Docente, el 1.7% de Investigador y el 25.2% de Docente-Investigador.

Tabla 23**Nombramiento de los profesores o investigadores**

	Frecuencia	Porcentaje
Docente	87	73.10%
Investigador	2	1.70%
Docente-Investigador	30	25.20%
Total	119	100%

Fuente: Elaboración propia (2015).

En tiempo de dedicación en la institución, este se muestra en la Tabla 24; de la cual se observa que el tiempo medio dedicado a la docencia es de 14.91 horas a la semana con una desviación estándar de 6.84 horas, siendo el coeficiente de variación del 46 %, lo que indica que existe homogeneidad relativa entre casos; mientras que para la actividad de investigación el coeficiente de variación del 94 % indica heterogeneidad (Alta dispersión), al igual que para las actividades de Asesoría o tutoría y Gestión.

Tabla 24**Tiempo en horas semanales de dedicación a la institución**

	Media	Desviación estándar	Coeficiente de variación
Docencia	14.91	6.84	46%
Investigación	8.29	7.76	94%
Asesoría o tutoría	4.88	3.68	75%
Gestión	7.44	6.07	82%

Fuente: Elaboración propia (2015).

Referente a la antigüedad laboral, los profesores e investigadores tiene una media de 15.87 años con una desviación estándar de 9.43 años implicando un coeficiente de variación de 59.42 %, indicando esto último heterogeneidad en antigüedad laboral, es decir, se tienen profesores o investigadores con antigüedad laboral desde los 5 hasta los 38 años. La Tabla 25 muestra las proporciones de profesores en diferentes intervalos de tiempo, resultado de una análisis de distribución normal.

Tabla 25**Antigüedad laboral**

Años	% de profesores
Menos de 5	13%
5 a 10	14%
10 a 15	20%
15 a 20	20%
20 a 25	17%
25 a 30	10%
más de 30	7%

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 26**Proporciones de los profesores o investigadores por intervalos de tiempo**

Horas	Docencia	Investigación	Asesoría o tutoría	Gestión
Menos de 5 horas	8%	34%	51%	34%
5 a 10	17%	25%	41%	32%
10 a 15	25%	22%	8%	23%
15 a 20	27%	13%		
20 a 25	16%	5%		
Más de 25	7%	2%		

Fuente: Elaboración propia (2015).

En la Tabla 26 se muestran las proporciones de profesores e investigadores que se encontraron después de efectuar un análisis de distribución normal en las cuatro actividades que realizan. En el caso de docencia, se observa que el 69 % de los profesores e investigadores dedican a esta actividad entre 5 y 20 horas; mientras que el 16 % destina entre 20 y 25 horas, con menos de 5 horas el 8 % y con más de 25 horas el 7 %. Por lo que respecta a el tiempo ocupado para investigación, se tiene que con menos de 10 horas se encuentra el 59 %, entre 10 y 20 horas el 18 % y con más de 20 horas el 7 %. Se observa que la mayoría destina menos de 10 horas a la semana a esta actividad.

Para la actividad de tutoría o asesoría el 92 % de los profesores o investigadores y haciendo referencia también a la Tabla 26 destinan menos de 10 horas a la semana; y las gestión todos los profesores dedican menos de 15 horas.

El análisis de conglomerados es una técnica estadística que permite agrupar casos en función de su cercanía o distancia en varias variables, de manera que cada grupo tenga máxima homogeneidad y la mayor diferencia entre grupos. En este caso se utiliza para agrupar a los profesores e investigadores de acuerdo a la distribución de tiempo destinado a las actividades de docencia, investigación, asesoría o tutoría y gestión; y como se observa en la Tabla 27, se identificaron cuatro.

Tabla 27

Conglomerados para profesores o investigadores, de acuerdo a distribución de tiempo dedicada a las cuatro actividades principales.

Centros de Conglomerados finales				
	Conglomerados			
	1	2	3	4
Docencia	20	10	8	9
Investigación	6	20	1	4
Asesoría o tutoría	6	5	1	3
Gestión	5	5	3	19

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 28

Número de casos en cada conglomerado

Conglomerado	1	60
	2	26
	3	13
	4	20
Total		119

Fuente: Elaboración propia (2015).

La Tabla 28 muestra los valores de los centros finales que nos permite determinar cómo es cada uno de los cuatro conglomerados. En este caso:

El conglomerado 1 está conformado por los profesores o investigadores con 20 horas dedicadas a docencia, 6 horas tanto para investigación como asesoría o tutoría y 5 horas para gestión.

El conglomerado 2 lo forman profesores o investigadores con 10 horas en docencia, 20 horas para investigación y 5 horas tanto para asesoría o tutoría como para gestión.

El conglomerado 3 es el que agrupa a los individuos con menor tiempo destinado a las actividades. Específicamente, 8 horas para docencia, 1 hora para investigación e igual tiempo para asesoría o tutoría y 3 horas para gestión.

El conglomerado 4, lo forman profesores o investigadores con 9 horas para la actividad de docencia, 4 para investigación, 3 para asesoría o tutoría y 19 horas para gestión.

En resumen el conglomerado 1 destaca por destinar sus integrantes más tiempo en docencia; el conglomerado 2 en la investigación, el 4 por el tiempo en gestión, mientras que el 3 parece ser el más insipiente, con el menor tiempo dedicado a las cuatro actividades. Así también en la Tabla 28 se observan los números de casos que corresponden a cada conglomerado.

En el aspecto de pertenencia al Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT, solo cuatro profesores o investigadores cuentan con este reconocimiento, es decir solo el 3.4 %, de los cuales uno tiene el nivel de candidato y tres en nivel 1. Mientras que el reconocimiento a la calidad académica o perfil PRODEP lo poseen cuarenta y uno, lo que equivale al 34 % de la muestra; mientras que setenta y un profesores 62.2 % no cuentan con alguno de los dos reconocimientos; la Tabla 29 contiene los tres aspectos antes mencionados.

Tabla 29
Pertenencia al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y Perfil PRODEP

		Frecuencia	Porcentaje
SNI	Candidato	1	3.4 %
	Nivel 1	3	
Perfil PRODEP		41	34.4%
Sin reconocimiento		70	62.2 %

Fuente: Elaboración propia (2015).

Los profesores o investigadores se integran en grupos de trabajo para el desarrollo de sus actividades ya sea de docencia o investigación principalmente; los datos obtenidos al respecto

se muestran en la Tabla 31. El resultado obtenido al respecto es que 66 de los 119 casos pertenecen a un grupo o cuerpo académico, y esta cantidad representa el 55.5 %.

Así mismo, en la misma Tabla 30 se muestran las áreas de conocimiento de los grupos o cuerpos académicos a los que pertenecen los profesores o investigadores.

Tabla 30

Área de conocimiento a la que está adscrito el grupo de investigación o cuerpo académico

	Frecuencia	Porcentaje
Ingeniería y tecnología	33	27.73 %
Ciencias sociales (Incluye al área económico-administrativa)	28	23.52%
Humanidades y ciencias de la conducta	3	2.52%
Físico matemáticas y ciencias de la tierra	1	0.84%
Lo desconozco	1	0.84%
No pertenece a grupo o C.A.	53	44.53%
Total	119	100%

Fuente: Elaboración propia (2015).

Respecto al nivel de habilitación del grupo de investigación o cuerpo académico, el 28.6 % pertenece a un grupo que se encuentran en “Formación”, el 21 % a uno en el nivel “En consolidación” y solo el 2.5 % al nivel de “Consolidado”, mientras que el 3.3 % está iniciando la conformación de un grupo y el 53 % no pertenece a algún grupo (Tabla 31).

Tabla 31

Nivel de habilitación de los grupos de investigación o cuerpos académicos

Nivel de habilitación	Frecuencia	Porcentaje
Formación	34	28.6%
En consolidación	25	21%
Consolidado	3	2.5%
Grupo	4	3.3%
No pertenece a grupo o C.A.	53	44.53%
Total	119	100%

Fuente: Elaboración propia (2015).

Con referencia al indicador de colaboración con la industria por medio de la participación con estudiantes, colaboradores u otros integrantes de cuerpos académicos se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 32.

Tabla 32

Tipo de organización en donde realizan prácticas o proyectos en colaboración

Tipo de organización	Casos
Empresas	56
Dependencias Gubernamentales	38
Dependencias No gubernamentales	25
Empresas y Dependencias Gubernamentales	26
Empresas y Dependencias No Gubernamentales	13
Dependencias Gubernamentales y Dependencias No Gubernamentales	15
Ninguna	41

Fuente: Elaboración propia (2015).

La figura 6 se elabora de acuerdo con los datos de la Tabla 32, en donde se muestra un diagrama de Venn que representa las cardinalidades de cada conjunto, que en este caso son la cantidad de casos en los que se realizan actividades en Empresas, Dependencias Gubernamentales o No Gubernamentales, así como las coincidencias entre estos conjuntos.

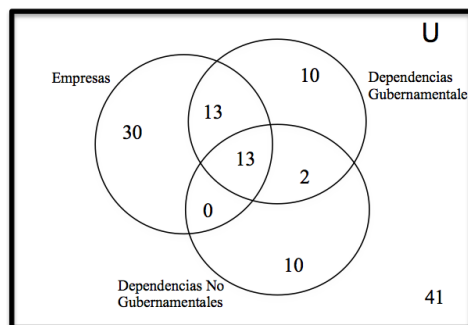


Figura 6. Diagrama de Venn para los casos Tipo de organización en donde realizan prácticas o proyectos en colaboración.

Fuente: Elaboración propia (2015).

Con respecto al tipo de investigación y desarrollo experimental (I+D) que desarrollan los profesores e investigadores, en la figura 7 se observan las cantidades que corresponden a cada conjunto y sus coincidencias; los datos se obtuvieron de la Tabla 33.

Tabla 33

Tipo de investigación que realizan los profesores o investigadores

Tipo de Investigación	Casos
Básica	47
Aplicada	72
Experimental	21
Básica y aplicada	25
Básica y Experimental	7
Aplicada y Experimental	11
Básica, aplicada y Experi- mental	7
Ninguna	15

Fuente: Elaboración propia (2015).

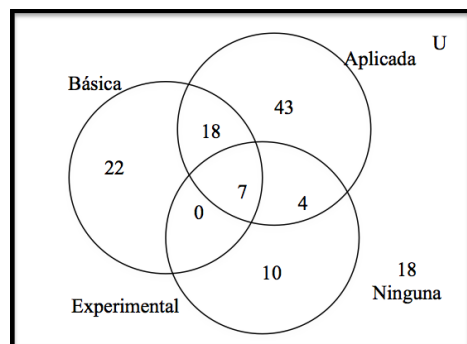


Figura 7. Diagrama de Venn del tipo de investigación que realizan profesores o investigadores

Fuente: Elaboración propia (2015)

Con respecto a la colaboración de profesores e investigadores pertenecientes o no a un grupo de investigación o Cuerpo Académico con otros profesores, investigadores y estudiantes se encontraron los resultados que se muestran en la Tabla 34.

Tabla 34
Colaboración de profesores e investigadores con otros pares

	Integrante o colaborador de cuerpo académico	Profesor Adjunto o Técnico Académico	Becario	Prestador de Servicio Social	Ninguno
Pertenecen a Grupo o C.A.	56	14	19	19	7
No Pertenecen a Grupo o C.A.	15	12	7	11	27

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 35
Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para Pertenencia a C.A. y Colaboración académica.

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre la pertenencia a C.A. y la colaboración con Integrante o colaborador de cuerpo académico.	39.05	1	0.000	Se acepta
Existe asociación entre la pertenencia a C.A. y la colaboración con Profesor Adjunto o Técnico Académico.	0.035	1	0.851	Se rechaza
Existe asociación entre la pertenencia a C.A. y la colaboración con Becario.	4.178	1	0.041	Se acepta
Existe asociación entre la pertenencia a C.A. y la colaboración con Prestador de Servicio Social.	1.006	1	0.316	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015).

Así también, la Tabla 35 muestra los resultados de la prueba estadística chi-cuadrada, con la cual se determina que existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y la colaboración con integrantes o colaboradores y con becarios. No existiendo tal asociación con técnicos académicos, profesores adjuntos y de igual manera con prestadores de servicio social.

Un par de reconocimientos que otorga PRODEP a través de las IES a sus profesores e investigadores es un estímulo o beca al desempeño de su función sustantiva y el reconocimiento Perfil deseable PRODEP. En la Tabla 36 se muestran los resultados al respecto y además se comparan con la pertenencia a cuerpo académico.

Tabla 36**Participación en programa de estímulos al desempeño y reconocimiento perfil PRODEP**

	Participa en programa de estímulos al desempeño				Cuenta con el reconocimiento (PRODEP)			
	Si	Porcentaje	No	Porcentaje	Si	Porcentaje	No	Porcentaje
Pertenecen a Grupo o C.A.	39	33%	27	23%	38	32%	28	24%
No Pertenecen a Grupo o C.A.	12	10%	41	34%	3	3%	50	42%
Total	51	43%	68	57%	41	34%	78	66%

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 37**Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para pertenencia a C.A. y participar en programa de estímulos al desempeño y reconocimiento perfil PRODEP.**

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre la pertenencia a C.A. y participar en programa de estímulos al desempeño.	15.946612	1	0.000	Se acepta
Existe asociación entre la pertenencia a C.A. y participar en reconocimiento perfil PRODEP.	35.081680	1	0.000	Se acepta

Fuente: Elaboración propia (2015).

La Tabla 37 indica mediante el análisis no paramétrico con el estadístico Chi-cuadrado, que existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y participar tanto en programa de estímulos al desempeño como perfil PRODEP.

La producción científica de los profesores e investigadores de la muestra se enmarca en siete productos que son: Memorias en extenso, revistas indexadas, revistas no indexadas, capítulos de libro, libros de editoriales mexicana y extranjeras, ensayos, tal como se muestra en la Tabla 38.

Tabla 38**Producción científica de los profesores e investigadores.**

	Memorias en extenso		Revista Indexada		Revista No indexada		Capítulo de libro		Libro Edit. MX		Libro Edit. Ex		Ensayo	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Pertenece a algún Grupo de investigación o Cuerpo Académico	46	20	25	41	20	46	28	38	17	49	4	62	4	62
No Pertenece a algún Grupo de investigación o Cuerpo Académico	21	32	7	46	10	43	11	42	6	47	1	52	1	52
Totales	67	52	32	87	30	89	39	80	23	96	5	114	5	114

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 39**Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para Pertenencia a C.A. y producción científica.**

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y Memorias en extenso.	10.806	1	0.001	Se acepta
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y Revista indexada.	9.1007	1	0.003	Se acepta
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y Revista no indexada.	2.0386	1	0.153	Se rechaza
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. Capítulo de libro	6.2648	1	0.012	Se acepta
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y libro editorial Mexicana.	3.9292	1	0.047	Se acepta
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y libro editorial extranjera.	1.2722	1	0.259	Se rechaza
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y Ensayos	1.2722	1	0.259	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015).

La Tabla 39 muestra las asociaciones entre la pertenencia a C.A. y los diferentes productos resultado de su trabajo investigativo. Se destaca la asociación con memorias en extenso, revistas indexadas, capítulos de libro y libros de editorial mexicana.

En el desarrollo de la actividad sustantiva, ya sea la docencia o la investigación, los profesores o investigadores efectúan actividades que se muestran en la Tabla 40. Sin embargo,

la Tabla 41 correspondiente al análisis no paramétrico con el estadístico Chi-cuadrado, esta indica que no existe asociación entre dichas actividades y la pertenencia a cuerpo académico.

Tabla 40

Actividades que realizan en el desarrollo de la actividad sustantiva, ya sea la docencia o la investigación

		Prácticas o proyectos finales	Análisis de casos	Ambos	Ninguna	Total
¿Pertenece a algún Grupo de investigación o Cuerpo Académico?	Si	17	7	27	15	66
	No	15	2	19	17	53
Total		32	9	46	32	119

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 41

Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para Pertenencia a C.A. y actividades en el desarrollo de la actividad sustantiva

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y realizar Prácticas o proyectos finales, análisis de Casos, ambos o ninguna.	3.035136	3	0.386	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015).

Como resultado de las actividades mostradas en la Tabla 40 y las cuales son realizadas de manera individual o colaborativa ya sea con otros docentes o estudiantes, se han iniciado o desarrollado los productos referentes a la Tabla 42.

Tabla 42

Productos resultantes de las actividades realizadas individualmente o colaborativamente en su función sustantiva (Propiedad Industrial).

	Una idea novedosa o producto.		Un nuevo producto tecnológico		Diseños Industriales		Prototipos		Esquemas de trazado de circuitos integrados		Marcas, avisos, nombres comerciales, denominaciones de origen.		Estudios organizacionales, estrategia y mercadotecnia.	
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
Pertenece a algún Grupo C.A.	59	7	54	12	64	2	50	16	66		63	3	64	2
No Pertenece a algún Grupo C.A.	48	5	44	9	53		47	6	52	1	48	5	49	4
Total	107	12	98	21	117	2	97	22	118	1	111	8	113	6

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 43

Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para Pertenencia a C.A. y actividades realizadas individualmente o colaborativamente en su función sustantiva (Propiedad Industrial).

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y Una idea novedosa o producto.	0.0445	1	0.833	Se rechaza
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y un nuevo producto tecnológico	0.0291	1	0.864	Se rechaza
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y Diseños Industriales	1.6335	1	0.201	Se rechaza
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y Prototipos	3.2569	1	0.071	Se rechaza
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y Esquemas de trazado de circuitos integrados	1.2558	1	0.262	Se rechaza
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y Marcas, avisos, nombres comerciales, denominaciones de origen.	1.1202	1	0.290	Se rechaza
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y Estudios organizacionales, estrategia y mercadotecnia.	4.6261	1	0.463	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015).

La Tabla 43 muestra la asociación entre la pertenencia a C.A. y los diferentes productos en el marco de la propiedad industrial. Se observa como resultado de la prueba estadística Chi-cuadrada que no existe dicha asociación.

Los productos resultantes de las actividades sustantivas de los profesores o investigado-

res ya sea de forma individual o colaborativa pueden ser registrados ante la organización gubernamental correspondiente, en este caso IMPI, y con el apoyo de organismo interno de la institución o alguna oficina de transferencia tecnológica. Para este caso observemos los resultados obtenidos en la Tabla 44, en donde se relaciona también con la pertenencia a grupo o cuerpo académico dicha dependencia o independencia. Se calcula el estadístico Chi-cuadrado y se muestra en la Tabla 45, obteniéndose un valor de 1.157 con 3 gl y significancia 0.763, valor este último muy por arriba del 0.09 (Margen de error).

Tabla 44
Proceso de registro de propiedad intelectual ante IMPI

¿Inicio el proceso para registrar la idea, producto o marca, etc. ante IMPI?			No se inició el proceso de registro en el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (IMPI) pues:				Total
			Únicamente se trata el tema en clase		Desconozco el procedimiento	Desconozco el procedimiento, pero me gustaría conocer más al respecto	
Sí	Pertenece a Grupo C.A.	Sí	6				6
		No	1				1
	Total		7				7
No	Pertenece a Grupo C.A.	Sí	5	7	4	8	24
		No	5	7	2	4	18
	Total		10	14	6	12	42

Fuente: Elaboración propia (2015)

Tabla 45
Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para Pertenencia a C.A. e inicio de proceso de registro ante IMPI.

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y el proceso de registro de idea, producto o marca ante IMPI	1.157	3	0.763	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015)

La producción intelectual desarrollada como parte de las actividades de los profesores o investigadores en su función sustantiva en el marco de los derechos de autor se muestran en la

Tabla 46. Se comprueba mediante el estadístico Chi-cuadrado y como se muestra en la Tabla 47 que solo existe asociación entre el hecho de pertenecer a un cuerpo académico y la edición de libros de editorial mexicana.

Tabla 46

Productos resultantes de las actividades realizadas individualmente o colaborativamente en su función sustantiva (Derechos de Autor).

		Aplicaciones o programas de cómputo		Bases de datos		Libros (Editorial Mex.)		Libros (Editorial Ext.)		Revistas	
		No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
¿Pertenece a algún Grupo de investigación o Cuerpo Académico?	Si	52	14	56	10	49	17	64	2	56	10
	No	44	9	50	3	47	6	52	1	45	8
Total		96	23	106	13	96	23	116	3	101	18

Fuente: Elaboración propia (2015)

Tabla 47

Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para Pertenencia a C.A. y producción intelectual en el marco de los derechos de autor.

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y desarrollar aplicaciones o programas de cómputo.	0.337	1	0.561	Se rechaza
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y crear bases de datos.	2.721	1	0.099	Se rechaza
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y realizar libros (Editorial Mexicana).	3.929	1	0.047	Se acepta
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y realizar libros (Editorial Extranjera).	0.156	1	0.692	Se rechaza
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y crear revistas.	0.000	1	0.993	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015)

La Tabla 48 muestra la situación de inicio de registro de los productos mencionados en la Tabla 46 ante INDAUTOR. Así también, la prueba estadística no paramétrica Chi-cuadrado se muestra en la Tabla 49.

Tabla 48**Proceso de registro de propiedad intelectual ante INDAUTOR**

¿Inicio el proceso para registrar su obra en el Instituto Nacional de Derechos de Autor			Aplicaciones o programas de cómputo		Bases de datos		Libros (Editorial Mex.)		Libros (Editorial Ext.)		Revistas	
Si	¿Pertenece a algún Grupo de investigación o Cuerpo Académico?	Sí	8	4	11	1	3	9	11	1	7	5
		No	2	1	3	0	1	2	3	0	1	2
No	¿Pertenece a algún Grupo de investigación o Cuerpo Académico?	Sí	11	10	12	9	13	8	20	1	17	4
		No	9	8	14	3	13	4	16	1	11	6

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 49**Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para Pertenencia a C.A. e iniciar proceso de registro en marco de los derechos de autor.**

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre el hecho de pertenecer a un C.A. y registrar su producción intelectual en el marco de los derechos de autor.	2.800	1	0.094	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015)

A continuación utilizando un análisis no paramétrico y se calcula el estadístico Chi-cuadrado de Pearson, así como el p-valor o valor de significancia, dado que las variables implicadas son categóricas o nominales.

Se inicia con la comparativa entre el tipo de I+D realizada y área académica en la que se desempeñan los profesores o investigadores. Son siete áreas académicas las que contemplaron, y son las que determina el CONACYT y a continuación se listan:

- Ingeniería y Tecnología
- Biotecnología y Ciencias Agropecuarias
- Ciencias sociales y Administrativas
- Humanidades y Ciencias de la conducta
- Medicina y Ciencias de la Salud

- Biología y Química
- Físico Matemáticas y Ciencias de la Tierra

Sin embargo, los resultados solo proporcionan datos significativos en las áreas de Ingeniería y Tecnología y Ciencias Sociales y administrativas. Siendo lo anterior entendible dada el área a la que están adscritos los profesores e investigadores es la Económico-Administrativa, la cual contempla a programas educativos (PE) del área de negocios y del área de Sistemas Computacionales e Informática. Respecto al tipo de I+D que realizan, destacan la investigación aplicada y experimental, quedando no relacionada la investigación básica.

La Tabla 50, 51 y 52 muestra la comparativa entre el tipo de I+D y área académica: Ingeniería y Tecnología en la que se desempeñan los profesores e investigadores.

Tabla 50
Comparativa entre el Tipo de I+D: Investigación Básica y área académica de desempeño: Ingeniería y Tecnología

		Tipo de I+D: Básica		Total
		No	Sí	
Ingeniería y Tecnología	No	31	26	57
		43.1%	55.3%	47.9%
	Sí	41	21	62
		56.9%	44.7%	52.1%
Total		72	47	119

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 51

Comparativa entre el Tipo de I+D: Investigación Aplicada y área académica de desempeño: Ingeniería y Tecnología

		Tipo de I+D: Aplicada		Total
		No	Sí	
Ingeniería y Tecnología	No	29	28	57
		61,7%	38,9%	47,9%
	Sí	18	44	62
		38,3%	61,1%	52,1%
Total		72	47	119

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 52

Comparativa entre el Tipo de I+D: Investigación Experimental y área académica de desempeño: Ingeniería y Tecnología

		Tipo de I+D: Experimental		Total
		No	Sí	
Ingeniería y Tecnología	No	52	5	57
		53,1%	23,8%	47,9%
	Sí	46	16	62
		46,9%	76,2%	52,1%
Total		72	47	119

Fuente: Elaboración propia (2015).

De acuerdo a la Tabla 53, y después de haber realizado el cálculo del valor de Chi-cuadrado, el cual fue de 1.714 con un grado de libertad, y con una significancia de 0.191; y debido a que esta significancia es mucho más grande que el margen de error 0.09, entonces se concluye que no existe asociación entre estas variables. Es decir, no existe asociación entre el área Ingeniería y Tecnología con el tipo de investigación básica. No así en el caso de los otros dos tipos de I+D Aplicada y Experimental el valor de Chi-cuadrada fue de 5.93 y 5.94 respectivamente (Tabla 53), la significancia es mucho menor que el margen de error; 0.015 para ambos casos.

Es decir, existe asociación entre el área de desempeño del profesor o investigador y el tipo de I+D que realiza.

Tabla 53

Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para Tipo de I+D: básica y área académica de desempeño: Ingeniería y Tecnología.

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre tipo de I+D: Básica y área académica de desempeño: Ingeniería y Tecnología.	1.714	1	0.191	Se rechaza
Existe asociación entre tipo de I+D: Aplicada y área académica de desempeño: Ingeniería y Tecnología.	5.93	1	0.150	Se acepta
Existe asociación entre tipo de I+D: Experimental y área académica de desempeño: Ingeniería y Tecnología.	5.94	1	0.150	Se acepta

Fuente: Elaboración propia (2015)

En el caso de la comparación y asociación entre el área académica de desempeño de los profesores o investigadores: Ciencias Sociales y Administrativas y los tres tipos de I+D que realizan; y de la misma manera que en el área de Ingeniería y Tecnología, solo existe asociación entre los tipos de investigación Aplicada y experimental, las relaciones se muestran en las Tablas 54, 55 y 56.

Tabla 54

Comparativa entre el Tipo de I+D: Investigación Básica y área académica de desempeño: Ciencias Sociales y Administrativas

		Tipo de I+D: Básica		Total
		No	Sí	
Ciencias Sociales y Administrativas	No	45	23	68
		62,5%	48,9%	57,1%
	Sí	27	24	51
		37,5%	51,1%	42,9%
Total		72	47	119

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 55

Comparativa entre el Tipo de I+D: Investigación Aplicada y área académica de desempeño: Ciencias Sociales y Administrativas

		Tipo de I+D: Aplicada		Total
		No	Sí	
Ciencias Sociales y Administrativas	No	19	49	68
		40.4%	68.1%	57.1%
	Sí	28	23	51
		59.6%	31.9%	42.9%
Total		47	72	119

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 56

Comparativa entre el Tipo de I+D: Investigación Experimental y área académica de desempeño: Ciencias Sociales y Administrativas

		Tipo de I+D: Experimental		Total
		No	Sí	
Ciencias Sociales y Administrativas	No	51	17	68
		52.0%	81.0%	57.1%
	Sí	47	4	51
		48.0%	19.0%	42.9%
Total		98	21	119

Fuente: Elaboración propia (2015).

En la Tabla 57 se muestran los valores del estadístico Chi-cuadrado calculado para los valores de las Tablas 54, 55 y 56; al igual que el área Ingeniería y Tecnología, existe asociación únicamente con el tipo de I+D Aplicada y Experimental.

Tabla 57**Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para Tipo de I+D: básica y área académica de desempeño: Ciencias Sociales y Administrativas.**

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre tipo de I+D: Básica y área académica de desempeño: Ciencias Sociales y Administrativas.	2.132	1	0.144	Se rechaza
Existe asociación entre tipo de I+D: Aplicada y área académica de desempeño: Ciencias Sociales y Administrativas.	8.865	1	0.003	Se acepta
Existe asociación entre tipo de I+D: Experimental y área académica de desempeño: Ciencias Sociales y Administrativas.	5.903	1	0.015	Se acepta

Fuente: Elaboración propia (2015)

Por lo que se puede concluir que existe asociación entre las áreas académicas en las que se desempeñan los profesores e investigadores de a) Ingeniería y Tecnología y b) Ciencias sociales y administrativas con el tipo de I+D que desarrollan y que son Investigación Aplicada e Investigación Experimental.

Las Tablas 58, 59 y 60 corresponden a la comparación entre la pertenencia a un Grupo de Investigación o Cuerpo Académico y la participación en programa de estímulos al desempeño, Perfil PRODEP y reconocimiento S.N.I.

Tabla 58**Participación en programa de estímulos y pertenencia a grupo de investigación o C.A.**

		Pertenece a algún Grupo de investigación o Cuerpo Académico		Total
		No	Sí	
Participa en algún programa de estímulos al desempeño (Productividad)	No	39	12	51
		59.1%	22.6%	42.9%
	Sí	27	41	68
		40.9%	77.4%	57.1%
Total		98	21	119

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 59

Relación entre participación en Perfil PRODEP y pertenencia a grupo de investigación o C.A.

		Pertenece a algún Grupo de investigación o Cuerpo Académico		Total
		No	Sí	
Participa en Perfil PRODEP	No	38	3	41
		57.6%	5.7%	34.5%
	Sí	28	50	78
		42.4%	94.3%	65.5%
Total		98	21	119

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 60

Relación entre participación en S.N.I. y pertenencia a grupo de investigación o C.A.

		Pertenece a algún Grupo de investigación o Cuerpo Académico		Total
		No	Sí	
Participa en S.N.I.	No	4.5%	1.9%	3.4%
		63	52	115
	Sí	95.5%	98.1%	96.6%
		98	21	119

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 61

Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para asociación entre pertenencia a C.A. y participar en programa de estímulos al desempeño, perfil PRODEP, SNI.

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación pertenencia a C.A. y participar en programa de estímulos al desempeño.	15.947		0.000	Se acepta
Existe asociación entre pertenencia a C.A. y participar en reconocimiento al perfil PRODEP.	35.082		0.000	Se acepta
Existe asociación entre pertenencia a C.A. y participar reconocimiento SNI.	0.640		0.424	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015)

En la Tabla 61, se muestran los resultados del análisis no paramétrico para las asociaciones entre la pertenencia a un Grupo de Investigación o Cuerpo Académico y la participación en programa de estímulos al desempeño, Perfil PRODEP y S.N.I. Se observa que existe una relación entre la pertenencia a un grupo de investigación o Cuerpo Académico y la participación en

el programa de estímulos al desempeño y Perfil PRODEP no así en el caso del S.N.I.

Las Tablas 62 y 63, correspondientes a las asociaciones entre el área de desempeño del profesor o investigador y el área de adscripción del cuerpo académico. Solo se comparan las áreas de Ingeniería y Tecnología y Ciencias Sociales.

Tabla 62

Relación entre área de desempeño: Ingeniería y Tecnología y área de conocimiento de adscripción del cuerpo académico.

		¿A qué área de conocimiento está adscrito su Cuerpo Académico?					Total
		No pertenece a C.A.	Ingeniería y tecnología	Ciencias sociales (Incluye al área económico-administrativa)	Humanidades y ciencias de la conducta	Físico matemáticas y ciencias de la tierra	
Área en la que desempeña: Ingeniería y Tecnología	No	26 49.1%	4 12.1%	24 85.7%	3 100.0%	0 0.0%	57 47.9%
	Sí	27 50.9%	29 87.9%	4 14.3%	0 0.0%	1 100.0%	62 52.1%
	Total	53	33	28	3	1	119

Fuente: elaboración propia (2015).

Tabla 63

Relación entre área de desempeño: Ciencias Sociales y Administrativas y área de conocimiento de adscripción del cuerpo académico.

		¿A qué área de conocimiento está adscrito su Cuerpo Académico?					Total
		No pertenece a C.A.	Ingeniería y tecnología	Ciencias sociales (Incluye al área económico-administrativa)	Humanidades y ciencias de la conducta	Físico matemáticas y ciencias de la tierra	
Área en la que desempeña: Ciencias sociales y Administrativas	No	29 54.7%	30 90.9%	5 17.9%	2 66.7%	1 100.0%	68 57.1%
	Sí	24 45.3%	3 9.1%	23 82.1%	1 33.3%	0 0.0%	51 42.9%
	Total	53	33	28	3	1	119

Fuente: elaboración propia (2015).

Tabla 64**Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para asociación entre área de desempeño académico y área de adscripción del C.A.**

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre el área de desempeño: Ingeniería y Tecnología y área de conocimiento de adscripción del cuerpo académico.	38.1	1	0.0000	Se acepta
Existe asociación entre el área de desempeño: Ciencias sociales y Administrativas y área de conocimiento de adscripción del cuerpo académico	34.748	1	0.000	Se acepta

Fuente: Elaboración propia (2015)

Para el caso de los valores de la Tabla 64, el valor de Chi-cuadrada obtenido es de 38.1 y 34.748 con un grado de libertad y significancia cercana a cero. Por lo que podemos afirmar que existe una congruencia entre el área en la que se desempeñan los profesores o investigadores y el área de adscripción del cuerpo académico al que pertenecen. En este caso son las áreas de Ingeniería y Tecnología y Ciencias sociales y administrativas.

Los profesores o investigadores en el desarrollo de sus actividades sustantivas logran tener una producción intelectual y a su vez participan en convocatorias para lograr acceder entre otros al programa de estímulos al desempeño, reconocimiento de perfil PRODEP y reconocimiento del sistema nacional de investigadores SNI. En este sentido, los resultados que se obtienen, indican que solo ciertos productos intelectuales se asocian al programa de estímulos al desempeño y perfil PRODEP. Por lo que respecta al reconocimiento de SNI, los resultados muestran asociación para publicación en revistas indexadas.

Las Tablas 65, 66 y 67 contienen resultados de aplicar la prueba estadística Chi-cuadrada para las hipótesis referentes a los productos intelectuales y su relación con el programa de estímulos al desempeño, reconocimiento de perfil PRODEP y SNI.

Tabla 65
Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para producción científica y participación en programa de estímulos (Productividad).

Hipótesis H1	Valor Chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre la Publicación en Memorias en extenso de congresos locales, nacionales o Internacionales y el programa de estímulos al desempeño.	7.40	1	0.007	Se acepta
Existe asociación entre la Publicación de artículo en revistas indexada y el programa de estímulos al desempeño.	4.88	1	0.027	Se acepta
Existe asociación entre la Publicación de artículo en revista no indexada y el programa de estímulos al desempeño.	9.29	1	0.002	Se acepta
Existe asociación entre Capítulo de libro y el programa de estímulos al desempeño.	4.35	1	0.037	Se acepta
Existe asociación entre la Libros (Editorial Mexicana) y el programa de estímulos al desempeño.	14.59	1	0.000	Se acepta
Existe asociación entre la Libros (Editorial Extranjera) y el programa de estímulos al desempeño.	0.02	1	0.895	Se rechaza
Existe asociación entre la Ensayo y el programa de estímulos al desempeño.	2.94	1	0.086	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015).

En producción científica y de acuerdo a la Tabla 65, se encontró que existe asociación específicamente entre la participación en el programa de estímulos al desempeño (Productividad) y ciertos productos como son Memorias en extenso de congresos, artículos en revistas indexadas y no indexadas, publicación de libros. Así también, en la Tabla 66, estos mismos productos se encuentran relacionados con la participación para la obtención del perfil PRODEP.

Tabla 66**Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para producción científica y participación en reconocimiento perfil PRODEP.**

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre la Publicación en Memorias en extenso de congresos locales, nacionales o Internacionales y el reconocimiento perfil PRODEP.	18.02	1	0.000	Se acepta
Existe asociación entre la Publicación de artículo en revistas indexada y el reconocimiento perfil PRODEP.	6.76	1	0.009	Se acepta
Existe asociación entre la Publicación de artículo en revista no indexada y el reconocimiento perfil PRODEP.	6.33	1	0.012	Se acepta
Existe asociación entre Capítulo de libro y el reconocimiento perfil PRODEP.	9.66	1	0.002	Se acepta
Existe asociación entre la Libros (Editorial Mexicana) y el reconocimiento perfil PRODEP.	3.96	1	0.046	Se acepta
Existe asociación entre la Libros (Editorial Extranjera) y el reconocimiento perfil PRODEP.	0.07	1	0.790	Se rechaza
Existe asociación entre la Ensayo y el reconocimiento perfil PRODEP.	0.48	1	0.487	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015).

En el caso de participación para la obtención del reconocimiento del SNI, y de acuerdo a la Tabla 67, solo se denota relación con la publicación de artículos en revistas indexadas.

Tabla 67**Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para producción científica y participación en Reconocimiento SNI.**

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre la Publicación en Memorias en extenso de congresos locales, nacionales o Internacionales y el reconocimiento SNI.	0.588	1	0.443	Se rechaza
Existe asociación entre la Publicación de artículo en revistas indexada y el reconocimiento SNI.	4.873	1	0.027	Se acepta
Existe asociación entre la Publicación de artículo en revista no indexada y el reconocimiento SNI.	1.349	1	0.245	Se rechaza
Existe asociación entre Capítulo de libro y el reconocimiento SNI.	0.114	1	0.736	Se acepta
Existe asociación entre la Libros (Editorial Mexicana) y el reconocimiento SNI.	2.497	1	0.114	Se acepta
Existe asociación entre la Libros (Editorial Extranjera) y el reconocimiento SNI.	0.182	1	0.670	Se rechaza
Existe asociación entre la Ensayo y el reconocimiento SNI.	0.182	1	0.670	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015).

Las Tablas 68 y 69 muestran la relación entre los productos en el marco de la propiedad industrial y derechos de autor con la pertenencia a un grupo de investigación o cuerpo académico. Sin embargo, se observa la inexistencia de tal relación en el caso de la propiedad industrial; y solo un producto en el caso de derechos de autor, que se refiere a la edición de libros.

Tabla 68

Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para propiedad industrial y pertenencia a grupo de investigación o cuerpo académico

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre la creación de una idea novedosa o producto y pertenencia a grupo de investigación o cuerpo académico.	0.045	1	0.833	Se rechaza
Existe asociación entre la creación de un nuevo producto tecnológico y pertenecer a grupo de investigación o cuerpo académico.	0.029	1	0.864	Se rechaza
Existe asociación entre crear Diseños Industriales y pertenecer a grupo de investigación o cuerpo académico.	1.634	1	0.201	Se rechaza
Existe asociación entre crear Prototipos y pertenecer a grupo de investigación o cuerpo académico.	3.257	1	0.071	Se rechaza
Existe asociación entre crear Esquemas de trazado de circuitos integrados y pertenecer a grupo de investigación o cuerpo académico.	1.256	1	0.262	Se rechaza
Existe asociación entre crear Marcas, avisos, nombres comerciales, denominaciones de origen y pertenecer a grupo de investigación o cuerpo académico.	1.120	1	0.290	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 69

Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para derechos de autor y pertenencia a grupo de investigación o cuerpo académico

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre la creación de Aplicaciones o programas de cómputo y pertenencia a grupo de investigación o cuerpo académico.	0.337	1	0.561	Se rechaza
Existe asociación entre la creación de Bases de datos y pertenecer a grupo de investigación o cuerpo académico.	2.721	1	0.099	Se rechaza
Existe asociación entre crear Libros (Editorial Mex.) y pertenecer a grupo de investigación o cuerpo académico.	3.929	1	0.047	Se acepta
Existe asociación entre crear Libros (Editorial Ext.) y pertenecer a grupo de investigación o cuerpo académico.	0.156	1	0.692	Se rechaza
Existe asociación entre crear Revistas y pertenecer a grupo de investigación o cuerpo académico.	0.000	1	0.993	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015).

Las Tablas 70, 71 y 72 muestran los resultados de la prueba estadística Chi-cuadrada para analizar la relación entre la propiedad industrial y la participación en el programa de estímulos al desempeño docente (Productividad), reconocimiento Perfil PRODEP, y reconocimiento SNI. Se observa nula relación de los productos en el caso de la participación en el programa de estímulos al desempeño. Para la participación en el reconocimiento perfil PRODEP, existe asociación entre los productos diseños industriales y prototipos. Así mismo, el reconocimiento SNI solo se visualiza relación con el producto esquemas de trazado de circuitos integrados.

Tabla 70

Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para propiedad industrial y participar en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad)

Hipótesis H1	Valor chi- cua- drado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre la creación de una idea novedosa o producto y participar en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad).	0.008	1	0.930	Se rechaza
Existe asociación entre la creación de Un nuevo producto tecnológico y participar en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad).	3.778	1	0.052	Se rechaza
Existe asociación entre crear Diseños Industriales y participar en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad).	2.712	1	0.100	Se rechaza
Existe asociación entre crear Prototipos y participar en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad).	0.074	1	0.785	Se rechaza
Existe asociación entre crear Esquemas de trazado de circuitos integrados y participar en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad).	0.756	1	0.384	Se rechaza
Existe asociación entre crear Marcas, avisos, nombres comerciales, denominaciones de origen y participar en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad).	1.117	1	0.291	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 71**Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para propiedad industrial y participar en reconocimiento perfil PRODEP.**

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre la creación de una idea novedosa o producto y participar en reconocimiento Perfil PRODEP.	0.307	1	0.579	Se rechaza
Existe asociación entre la creación de Un nuevo producto tecnológico y participar en reconocimiento Perfil PRODEP.	0.014	1	0.905	Se rechaza
Existe asociación entre crear Diseños Industriales y participar en reconocimiento Perfil PRODEP.	3.870	1	0.049	Se acepta
Existe asociación entre crear Prototipos y participar en reconocimiento Perfil PRODEP.	10.178	1	0.001	Se acepta
Existe asociación entre crear Esquemas de trazado de circuitos integrados y participar en reconocimiento Perfil PRODEP.	0.530	1	0.467	Se rechaza
Existe asociación entre crear Marcas, avisos, nombres comerciales, denominaciones de origen y participar en reconocimiento Perfil PRODEP.	0.339	1	0.56	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 72**Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para propiedad industrial y participar en reconocimiento SNI.**

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre la creación de una idea novedosa o producto y participar en reconocimiento SNI.	1.016	1	0.314	Se rechaza
Existe asociación entre la creación de Un nuevo producto tecnológico y participar en reconocimiento SNI.	0.887	1	0.346	Se rechaza
Existe asociación entre crear Diseños Industriales y participar en reconocimiento SNI.	0.071	1	0.790	Se rechaza
Existe asociación entre crear Prototipos y participar en reconocimiento SNI.	0.116	1	0.733	Se rechaza
Existe asociación entre crear Esquemas de trazado de circuitos integrados y participar en reconocimiento SNI.	28.994	1	0.000	Se acepta
Existe asociación entre crear Marcas, avisos, nombres comerciales, denominaciones de origen y participar en reconocimiento SNI.	0.298	1	0.585	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015).

Las Tablas 73, 74 y 75 tienen los resultados de la prueba estadística Chi-cuadrada para analizar la relación entre los productos en el marco de los derechos de autor y la participación en el programa de estímulos al desempeño docente (Productividad), reconocimiento Perfil PRODEP, y SNI. Únicamente existe asociación entre el producto libros de editorial mexicana con

reconocimiento perfil PRODEP y creación de revistas con reconocimiento SNI.

Tabla 73

Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para derechos de autor y participar en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad)

Hipótesis H1	Valor chi-cua- drado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de deci- sión
Existe asociación entre la creación de Aplicaciones o programas de cómputo y participar en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad).	0.287	1	0.592	Se rechaza
Existe asociación entre la creación de Bases de datos y participar en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad).	0.065	1	0.799	Se rechaza
Existe asociación entre crear Libros (Editorial Mex.) y participar en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad).	1.011	1	0.315	Se rechaza
Existe asociación entre crear Libros (Editorial Ext.) y participar en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad).	0.114	1	0.736	Se rechaza
Existe asociación entre crear Revistas y participar en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad).	0.022	1	0.883	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 74

Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para derechos de autor y participar en reconocimiento perfil PRODEP.

Hipótesis H1	Valor chi-cua- drado	gl	Significancia o pro- babilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre la creación de Aplicaciones o programas de cómputo y participar en reconocimiento Perfil PRODEP.	0.276	1	0.599	Se rechaza
Existe asociación entre la creación de Bases de datos y participar en reconocimiento Perfil PRODEP.	0.885	1	0.347	Se rechaza
Existe asociación entre crear Libros (Editorial Mex.) y participar en reconocimiento Perfil PRODEP.	6.148	1	0.013	Se acepta
Existe asociación entre crear Libros (Editorial Ext.) y participar en reconocimiento Perfil PRODEP.	0.002	1	0.967	Se rechaza
Existe asociación entre crear Revistas y participar en reconoci- miento Perfil PRODEP.	0.012	1	0.914	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 75**Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para derechos de autor y participar en reconocimiento SNI.**

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre la creación de Aplicaciones o programas de cómputo y participar en reconocimiento SNI.	0.992	1	0.319	Se rechaza
Existe asociación entre la creación de Bases de datos y participar en reconocimiento SNI.	0.508	1	0.476	Se rechaza
Existe asociación entre crear Libros (Editorial Mex.) y participar en reconocimiento SNI.	0.085	1	0.770	Se rechaza
Existe asociación entre crear Libros (Editorial Ext.) y participar en reconocimiento SNI.	0.107	1	0.744	Se rechaza
Existe asociación entre crear Revistas y participar en reconocimiento SNI.	3.921	1	0.048	Se acepta

Fuente: Elaboración propia (2015).

Las Tablas 76, 77 y 78 hacen referencia a las pruebas estadísticas para visualizar la colaboración de los profesores o investigadores en relación a la participación en los programas estímulos al desempeño docente (Productividad), reconocimiento Perfil PRODEP, y reconocimiento SNI.

Se observa en la Tabla 76 que existe colaboración de los profesores e investigadores participan en el programa de estímulos al desempeño docente con integrantes o colaboradores de cuerpo académico, con becarios y prestadores de servicio social. No así con técnicos académicos.

Tabla 76**Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para participación en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad) y la colaboración.**

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe colaboración académica con Integrante o colaborador de cuerpo académico para la participación en programa de estímulos al desempeño docente.	15.934	1	0.000	Se acepta
Existe colaboración académica con Profesor Adjunto o Técnico Académico para la participación en programa de estímulos al desempeño docente.	0.004	1	0.949	Se rechaza
Existe colaboración académica con Becario para la participación en programa de estímulos al desempeño docente.	4.741	1	0.029	Se acepta
Existe colaboración académica con Prestador de Servicio Social para la participación en programa de estímulos al desempeño docente.	6.867	1	0.009	Se acepta

Fuente elaboración propia (2015)

Por lo que respecta a la participación para el reconocimiento perfil PRODEP y SNI de acuerdo a la Tabla 77 y 78, la colaboración se efectúa con integrantes o colaboradores de cuerpos académicos y prestadores de servicio social, en ambos casos.

Tabla 77**Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para participación en reconocimiento perfil PRODEP y la colaboración.**

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe colaboración académica con Integrante o colaborador de cuerpo académico para la participación en reconocimiento perfil PRODEP.	28.337	1	0.000	Se acepta
Existe colaboración académica con Profesor Adjunto o Técnico Académico para la para la participación en reconocimiento perfil PRODEP.	0.237	1	0.627	Se rechaza
Existe colaboración académica con Becario para la para la participación en reconocimiento perfil PRODEP.	7.956	1	0.005	Se acepta
Existe colaboración académica con Prestador de Servicio Social para la para la participación en reconocimiento perfil PRODEP.	2.649	1	0.104	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 78**Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para participación en reconocimiento SNI y la colaboración.**

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe colaboración académica con Integrante o colaborador de cuerpo académico para la participación en reconocimiento SNI.	0.405	1	0.525	Se rechaza
Existe colaboración académica con Profesor Adjunto o Técnico Académico para la para la participación en reconocimiento SNI.	0.024	1	0.877	Se rechaza
Existe colaboración académica con Becario para la para la participación en reconocimiento SNI.	6.848	1	0.009	Se acepta
Existe colaboración académica con Prestador de Servicio Social para la para la participación en reconocimiento SNI.	0.000	1	0.992	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015).

En lo referente al tipo de I+D que realizan los profesores o investigadores en relación con la participación en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad) y reconocimiento SNI y tal como se muestra en las Tablas 79 y 80 respectivamente, se encontró que no existe asociación alguna. Sin embargo, existe asociación con la participación para obtener el reconocimiento al perfil PRODEP. Mientras que en la tabla 81 se observa que no existe relación entre el tipo de I+D realizada y el reconocimiento SNI.

Tabla 79**Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para participación en reconocimiento programa de estímulos al desempeño docente (Productividad) y tipo de I+D realizada.**

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre la investigación Básica y la participación en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad)	2.136	1	0.144	Se rechaza
Existe asociación entre la investigación Aplicada y la participación en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad)	3.798	1	0.051	Se rechaza
Existe asociación entre la investigación Experimental y la participación en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad)	0.236	1	0.627	Se rechaza
Existe asociación entre ningún tipo de I+D y la participación en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad)	8.728	1	0.003	Se acepta

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 80**Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para participación en reconocimiento perfil PRODEP y tipo de I+D realizada.**

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre la investigación Básica y la participación en reconocimiento perfil PRODEP.	0.508	1	0.476	Se rechaza
Existe asociación entre la investigación Aplicada y participación en reconocimiento perfil PRODEP.	5.973	1	0.015	Se acepta
Existe asociación entre la investigación Experimental y la participación en reconocimiento perfil PRODEP.	0.15	1	0.699	Se rechaza
Existe asociación entre ningún tipo de I+D y la participación en reconocimiento perfil PRODEP.	11.148	1	0.001	Se acepta

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 81**Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para participación en reconocimiento SNI y tipo de I+D realizada.**

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre la investigación Básica y la participación en reconocimiento SNI.	2.183	1	0.140	Se rechaza
Existe asociación entre la investigación Aplicada y participación en reconocimiento SNI.	0.364	1	0.546	Se rechaza
Existe asociación entre la investigación Experimental y la participación en reconocimiento SIN.	0.154	1	0.695	Se rechaza
Existe asociación entre ningún tipo de I+D y la participación en reconocimiento SNI.	0.738	1	0.390	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 82**Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para grado académico y pertenencia a Programa de estímulos al desempeño, perfil PRODEP y SNI.**

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Significancia o probabilidad de error tipo II	Regla de decisión
Existe asociación entre el grado académico y participar en programa de estímulos al desempeño docente.	13.66	4	0.008	Se acepta
Existe asociación entre el grado académico y participar en perfil PRODEP	4.13	4	0.389	Se rechaza
Existe asociación entre el grado académico y participar en reconocimiento SNI.	32.80	4	0.000	Se acepta

Fuente: Elaboración propia (2015).

Finalmente, la tabla 82 nos muestra los resultados de la prueba estadística chi-cuadrada para la asociación entre el grado académico y participación en programa de estímulos, Perfil PRODEP y reconocimiento SNI. Destacando que existe dicha asociación para programa de estímulos y SNI con el grado académico.

La segunda parte del instrumento nos proporciona información acerca de la interrelación que perciben los profesores e investigadores en el desarrollo de la actividad de investigación y desarrollo experimental (I+D) ya sea con elementos del entorno o con aspectos propios en el desarrollo de su actividad sustantiva. Para lo que se utilizó la Tabla 100 en donde se muestran los índices de correlación entre variables y se identificaron los valores mayores o iguales a 0.5.

Los profesores o investigadores consideran que el ambiente político, económico y social (V99) y el género (V101) no afectan el desarrollo de actividades de innovación. Sin embargo, el registro de propiedad intelectual si es factor de mejora en su actividad sustantiva relacionada con la I+D (V119).

Así también, consideran que la edad (V100), genero (V101) y antigüedad laboral (V107) no afectan el desempeño de su actividad sustantiva relacionada I+D; teniendo lo anterior relación con el hecho de participar en convocatorias para la obtención de recursos (V116), realizar estancias (V118), registrar propiedad intelectual (V119) y la remuneración económica en el marco de programas federales como el PRODEP (Perfil PRODEP, Beca de estímulo) o SNI (V120).

A su vez, como se comentó previamente, el género (V101) no afecta el desempeño de la actividad sustantiva en relación con la I+D y se correlaciona con la no afectación del ambiente político, económico y social (V99), edad (V100) y antigüedad laboral (V107). Sin embargo el tiempo de dedicación a la institución afecta el desempeño (V105), además del registro de propiedad intelectual (V119). Consideran también que la nacionalidad del profesor o investigador no afecta la función que realizan en relación a la I+D (V102), y de misma forma la antigüedad laboral V (107) y la mejora de actividad I+D con la colaboración (V111) la producción científica (V117).

Se observa también que el grado académico (V103), el pertenecer a un cuerpo académico (V109), y el tipo de contratación (V106) y nombramiento (V104) no son factores que afecten la actividad sustantiva relacionada con I+D pero si la colaboración con empresas (V110), la obtención de reconocimientos (V108), los profesores con niveles altos de producción científica (V114) de acuerdo al tipo de I+D que desarrolla (V112) y la existencia de una oficina para la transferencia de tecnología (V115).

4.1 Prueba de hipótesis

De acuerdo al tipo de hipótesis y el análisis, en este caso multivariante y dado que las variables involucradas son del tipo categórico se opta por realizar una regresión logística binaria. Para lo cual primero se realizara una prueba de supuestos de independencia de errores y no colinealidad.

Tabla 83**Resultados de prueba estadística para supuesto de independencia de errores**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0.570 ^a	0.32	0.28	0.35	2.22

a. Predictores: (Constante), Pertenecer a C.A., Investigación básica, Experimental, Aplicada, Pertenencia a SNI, Beca estímulos al desempeño, Perfil PRODEP, Colaboración.

b. Variable dependiente: DESARROLLO TECNOLÓGICO

Para probar el supuesto de independencia de errores el valor de Durbin-Watson debe tener un valor entre 1 y 3; en este caso el valor obtenido es de 2.22. Por lo que respecta a la no multicolinealidad (VIF) se logra probar el supuesto, dado que los valores que se obtienen de VIF son menores a 2. En el entendido que valores arriba de 10 indican multicolinealidad e implicaría incrementar el tamaño de la muestra (Tabla 83).

Tabla 84**Resultados de prueba estadística para supuesto de No colinealidad**

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Estadísticas de colinealidad		
	B	Error estándar	Beta	t	Sig.	Tolerancia	VIF
(Constante)	0.40	0.07		5.80	0.00		
COLABORACION	0.16	0.09	0.17	1.77	0.08	0.64	1.57
BASICA	0.01	0.07	0.02	0.19	0.85	0.85	1.18
APLICADA	0.25	0.07	0.30	3.49	0.00	0.81	1.23
1 EXPERIMENTAL	0.19	0.09	0.17	2.17	0.03	0.94	1.06
ESTIMULOS_PROD	0.07	0.07	0.09	0.95	0.35	0.76	1.32
PERFIL_PRODEP	0.11	0.08	0.12	1.25	0.21	0.63	1.59
SNI	0.08	0.18	0.03	0.43	0.67	0.94	1.06
SI_CA	0.04	0.08	0.04	0.44	0.66	0.63	1.59

a. Variable dependiente: DESARROLLO TECNOLÓGICO

Ahora bien, después de haber realizado la prueba de supuestos (Tabla 84), se prosigue a realizar el análisis de regresión logística binaria.

Tabla 85
Bloque 0: Bloque de inicio
Tabla de clasificación ^{a,b}

			Pronosticado		
			Desarrollo Tecnológico		
Observado			No aporta a Desarrollo Tec- nológico	Desarrollo tecnológico	Corrección de porcentaje
Paso 0	Desarrollo Tecnoló- gico	No aporta a Desarrollo Tecnológico	0	25	0.0
		Desarrollo tecnológico	0	94	100.0
	Porcentaje global				79.0

a. La constante se incluye en el modelo.

b. El valor de corte es .500

Para el análisis de regresión logística, el bloque 0 mostrado en la tabla 85 indica que hay un 79 % de probabilidad de acierto en el resultado de la variable dependiente (Desarrollo Tecnológico) asumiendo que todos los profesores o investigadores aportan al desarrollo tecnológico a través de su función sustantiva. Así también, en la tabla 85 se muestran las variables independientes que aportan ($\text{Sig} > 0.05$) o no aporten al modelo ($\text{Sig} < 0.05$). Se observa que solo la variable Investigación básica y reconocimiento SNI tienen significancia por arriba de 0.05; por lo que se continúa con el análisis (Tabla 86).

Tabla 86
Las variables no están en la ecuación (Del modelo)

Las Variables no están en la ecuación (2 de modelos)					
		Puntuación	gl	Sig.	
Paso 0	Variables	COLABORACION(1)	19.465	1	0.000
		BASICA(1)	0.162	1	0.687
		APLICADA(1)	21.728	1	0.000
		EXPERIMENTAL(1)	6.782	1	0.009
		ESTIMULOS_PROD(1)	9.322	1	0.002
		PERFIL_PRODEP(1)	12.997	1	0.000
		SNI(1)	1.101	1	0.294
		SI_CA(1)	13.068	1	0.000
	Estadísticos globales		38.622	8	0.000

La prueba ómnibus de coeficientes del modelo de la tabla 87, es una prueba de Chi-cuadrado y proporciona información acerca de la bondad de ajuste del modelo con la finalidad de conocer si las variables del modelo mejoran la predicción de la variable dependiente. En este caso particular se observa una significancia menor a 0.05 y Chi-cuadrada de 46.943 en el renglón que corresponde al modelo, lo que indica que se mejora dicha predicción de que influye para que los profesores o investigadores aporten al desarrollo tecnológico.

Tabla 87
Prueba ómnibus de coeficientes de modelo

		Chi-cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Escalón	46.943	8	0.000
	Bloque	46.943	8	0.000
	Modelo	46.943	8	0.000

La tabla 88 muestra por medio de la obtención del valor R cuadrado de Cox y Snell de 0.326 y R cuadrado de Nagerlkerke de 0.507 que el modelo propuesto explica entre el 32.6 % y 50.7 % de la varianza de la variable dependiente Desarrollo Tecnológico.

Tabla 88
Resumen del modelo

Escalón	Logaritmo de la verosimilitud -2	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagerlkerke
1	75.405 ^a	0.326	0.507

a. La estimación ha terminado en el número de iteración 20 porque se ha alcanzado el máximo de iteraciones.

La prueba de Hosmer y Lemeshow de la tabla 89 proporciona una significación de 0.077 debido a que se utilizan ocho variables independientes y explica la varianza de la variable de-

pendiente, es decir la bondad de ajuste. Lo anterior justifica lo que en la tabla 90 (tabla de contingencia); en donde se presentan los valores observados y esperados para cada categoría de la variable dependiente.

Tabla 89
Prueba de Hosmer y Lemeshow

Escalón	Chi-cuadrado	Gl	Sig.
1	14.197	8	0.077

Tabla 90
Tabla de Contingencia para la prueba de Hosmer y Lemeshow

		No aporta a Desarrollo Tecnológico		Desarrollo tecnológico		Total
		Observado	Esperado	Observado	Esperado	
Paso 1	1	9	8.567	3	3.433	12
	2	7	7.248	5	4.752	12
	3	6	4.953	8	9.047	14
	4	0	2.015	13	10.985	13
	5	2	1.211	10	10.789	12
	6	0	0.744	15	14.256	15
	7	0	0.177	10	9.823	10
	8	1	0.086	11	11.914	12
	9	0	0.000	13	13.000	13
	10	0	0.000	6	6.000	6

Para el análisis de regresión logística, el bloque 1 mostrado en la tabla 91 indica que hay un 86.6 % de probabilidad de acierto en el resultado de la variable dependiente (Desarrollo Tecnológico) cuando se conoce el estado de las variables independientes Colaboración, Tipo de I+D que realizan, reconocimientos obtenidos Perfil PRODEP y SNI, además de pertenencia a cuerpo académico.

Tabla 91
Tabla de clasificación

Observado		Pronosticado		
		No aporta a Desarrollo Tecnológico	Desarrollo tecnológico	Corrección de porcentaje
Paso 1	No aporta a Desarrollo Tecnológico	16	9	64.0
	Desarrollo tecnológico	7	87	92.6
	Porcentaje global			86.6

a. El valor de corte es .500

Finalmente en la tabla 92 se visualizan la variables de la ecuación que representa al modelo, específicamente en la columna de puntuación de Wald, y renglón correspondiente a tipo de I+D: Aplicada, el valor de Wald es el más alto, indicando con esto que es la variable independiente que mejor aporta al modelo.

Tabla 92
Variables en la ecuación

	B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	95% C.I. para EXP(B)	
							Inferior	Superior
COLABORACION(1)	-0.695	0.677	1.054	1	0.305	0.499	0.133	1.880
BASICA(1)	-0.361	0.658	0.301	1	0.583	0.697	0.192	2.529
APLICADA(1)	-1.967	0.668	8.668	1	0.003	0.140	0.038	0.518
EXPERIMENTAL(1)	-19.971	7791.80	0.000	1	0.998	0.000	0.000	
Paso 1 ^a ESTIMU- LOS_PROD(1)	-0.339	0.777	0.191	1	0.662	0.712	0.155	3.264
PERFIL_PRODEP(1)	-1.710	1.195	2.047	1	0.153	0.181	0.017	1.882
SNI(1)	-18.209	18152.94	0.000	1	0.999	0.000	0.000	
SI_CA(1)	-0.235	0.728	0.104	1	0.747	0.791	0.190	3.296
Constante	42.572		0.000	1	0.998	3.082E+18		

a. Variables especificadas en el paso 1: COLABORACION, BASICA, APLICADA, EXPERIMENTAL, ESTIMU-
LOS_PROD, PERFIL_PRODEP, SNI, SI_CA.

Con los valores obtenidos en la tabla 92, se elabora la ecuación de regresión logística. Se renombraran las variables solo por cuestión de espacio y para una visualización simple de la ecuación como se muestra en la tabla 93.

Tabla 93
Cambio de variables del modelo

Nueva variable	Variable	Descripción
P(DT)	Aporta al desarrollo tecnológico	Incluye los indicadores de la producción científica, propiedad industrial y derechos de autor
CA	SI_CA	Pertenencia a Cuerpo académico
C	COLABORACION	Colaboración con pares y la industria
SNI	SNI	Pertenencia al SIN
PP	PERFIL_PRODEP	Obtención de reconocimiento Perfil PRODEP
EP	ESTIMULOS_PROD	Participación en programa de estímulos al desempeño (Productividad)
B	BASICA	Desarrollo de investigación básica
A	APLICADA	Desarrollo de investigación aplicada
E	EXPERIMENTAL	Desarrollo de investigación experimental

La ecuación de regresión logística binaria que se obtiene y que representa al modelo es la siguiente, así como el valor de esta cuando todas las variables están presentes.

$$P(DT) = \frac{1}{1 + e^{(-42.572 + 0.235*CA + 18.209*SNI + 1.71*PP + 0.339*EP + 19.971*E + 1.967*A + 0.361*B + 0.695*C)}}$$

$$= 0.29$$

El valor de la ecuación cuando están presentes las variables independientes representa el 29 % de impacto en la variable dependiente desarrollo tecnológico; es conveniente mencionar que de acuerdo al valor de Exp (B) de cada una de las variables de la tabla 92; el cual indica un análisis multivariado, y si este es menor que cero indicaría que una disminución en la variable independiente implica que la variable dependiente aumente. Caso contrario, si el valor es mayor a cero; implica que si la variable independiente aumenta, la variable dependiente aumenta también.

La ecuación P (DT) es la representación del modelo desarrollo tecnológico cuando las variables independientes están presentes. Sin embargo, solo una variable independiente es la que mejor aporta al desarrollo tecnológico y es el tipo de I+D: Investigación Aplicada en este caso. El valor obtenido de 0.29 es un indicador del nivel de sinergia de los elementos que dan forma al desarrollo tecnológico. El ideal es que este valor se acerque a 1, indicando que todas las variables aportan en gran medida al modelo y son significativas. Implicando con esto, el nivel de sinergia es el utópico; es decir, la respuesta del sistema es más que la suma de las respuestas que implica cada variable o elemento del sistema.

Cuando se realiza el análisis multivariado de regresión logística binaria que se presenta en la tabla 94 entre la variable dependiente desarrollo tecnológico y solo con las variables independientes Estímulos al desempeño, reconocimiento perfil PRODEP y SNI; solo la segunda mencionada es la más significativa y representa mejor al modelo.

Tabla 94
Variables en la ecuación

		B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso 1 ^a	BASICA(1)	1.11	0.59	3.54	1.00	0.06	3.05
	APLICADA(1)	2.73	0.62	19.14	1.00	0.00	15.32
	EXPERIMENTAL(1)	20.55	7713.13	0.00	1.00	1.00	837735628.58
	Constante	-0.62	0.47	1.75	1.00	0.19	0.54

a. Variables especificadas en el paso 1: BASICA, APLICADA, EXPERIMENTAL.

De acuerdo a los valores las tablas 92 y 94 se concluye que el modelo representa el comportamiento de la muestra. No es posible hacer inferencia hacia la población, debido al valor de error estándar mayor a uno de un par de variables, y de los valores de significancia mayores a 0.05; indicando lo anterior el incipiente nivel de sinergia del sistema; es decir, las características (Variables independientes mencionadas) del capital humano en este caso, los profesores o investigadores no son las que determinan la sinergia del desarrollo tecnológico en el área de negocios. Por lo tanto se acepta la hipótesis nula:

“Las características del capital humano dedicado y formado en la actividad de Investigación y Desarrollo Experimental no afecta la sinergia entre los elementos que dan forma al desarrollo tecnológico en el área de negocios”

4.2 Modelo basado en agentes del desarrollo tecnológico

A continuación (Tabla 95) se presenta el modelo que resulta de la presente investigación de acuerdo a los resultados del análisis de regresión; Modelo y ecuación de regresión logística binaria de la tabla 91.

Tabla 95
Variables en la ecuación

		Desarrollo Tecnológico						
		Producción Científica			Propiedad intelectual			
					Propiedad industrial			Derechos de Autor
		Memorias	Artículos indexados	Artículos No indexados	Patentes	Registro de Marca	Diseño de circuitos	Libros
Colaboración	Pares e industria	✓	✓	✓				✓
	C.A.	✓	✓					✓
Tipo de I+D	Básica							
	Aplicada		✓					
	Experimental							
Reconocimientos	Estímulos al desempeño docente	✓						
	Perfil PRO-DEP	✓						✓
	SNI		✓				✓	

A su vez cada una de las variables independientes es modelada de acuerdo a los resultados del análisis no paramétrico con el estadístico chi-cuadrado y la regresión logística binaria que se muestran en el apartado anexo 5.

La etapa del modelado es parte esencial, así lo consideran tanto Helbing (2012) como Shrestha, Scarpino & Moore (2015) y Laghari & Nazi (2016), quienes recomiendan hacer uso

ya sea de métodos cualitativos como cuantitativos para conocer las particularidades de los agentes a modelar y de las relaciones que se forman con otros agentes, así como de las interacciones con el medio ambiente. En este caso particular, los agentes son los profesores e investigadores,

Con los resultados obtenidos previamente se puede construir el vector que determina las características de los agentes y a continuación se muestra en la figura 8.

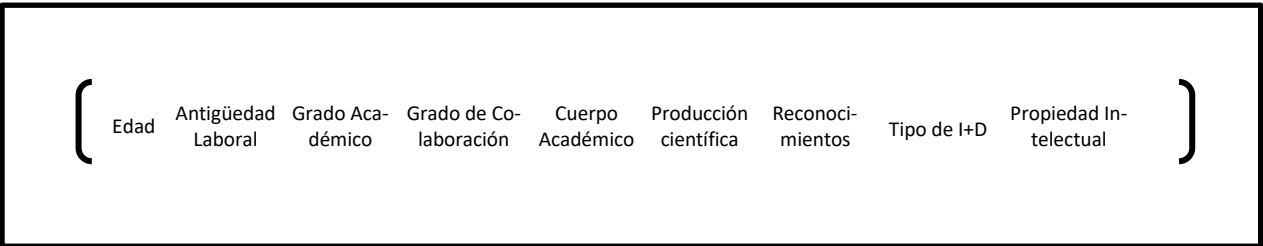


Figura 8. Vector que define el agente profesor o investigador
Fuente: Elaboración propia (2015).

En la tabla 96 se detalla cada uno de los elementos del vector, y los subvectores en tablas 97 y 98.

Tabla 96
Descripción de los elementos del vector (Variables Independientes)

Elemento del modelo	Descripción				
Edad	27-83				
Antigüedad laboral	1-38				
Grado Académico	Licenciatura	Especialización	Maestría	Doctorado	Posdoctorado
Grado de colaboración	Integrante	Adjunto	Becario	Servicio Social	
Cuerpo Académico	EF	EC	C	Ninguno	
Reconocimientos	Perfil PRODEP	SNI	Estímulo al desempeño		
Tipo de I+D	Básica	Aplicada	Experimental		
Producción científica	Memorias en extenso	Artículos arbitrados	Artículos indexados		
Propiedad Intelectual	Propiedad Industrial	Derechos de Autor			

Tabla 97**Descripción de los elementos de subvectores propiedad industrial y derechos de autor (Variable dependientes)**

Elemento	Descripción			
Derechos de autor	Libros			
Propiedad Industrial	Patentes	Diseño de Circuitos	Registro de marcas	Denominaciones de origen

Tabla 98**Descripción de los elementos de Desarrollo Tecnológico (Variable dependientes)**

Elemento	Descripción		
Desarrollo tecnológico	Producción científica	Propiedad Industrial	Derechos de autor

A continuación se expresan las ecuaciones de regresión logística binaria restantes del modelo, se expresan por cada variable independiente y asociadas con el trabajo colaborativo en cuerpo académico. Finalmente, se modificó el modelo percolación (Wilensky, 1998) debido a que este modela no solo el paso de un fluido a través de una superficie porosa, sino que también se utiliza para representar la conectividad de una red, ya sea en el ámbito biológico, tecnológico o social. Dado que tan solo se visualizan nodos y aristas; en este caso y para fines de esta investigación los nodos son los profesores o investigadores, las aristas las relaciones con otros pares. Y el grado de cada nodo, es decir el número de aristas viene siendo determinado por el nivel de producción científica e intelectual.

La representación del modelo basado en agentes se encuentra en el anexo 7, así como el código necesario para su ejecución. Solo es necesario ejecutarlo en el entorno de programación Netlogo (Wilensky, 1999).

Los términos ModXX que se encuentran a continuación, se refiere a un elemento que forma la ecuación de regresión logística binaria generado con las variables y valores de la tabla XX de esta investigación.

Colaboración y pertenencia a C.A.

$$\text{Mod34: } -1.899 + 0.431 * \text{Ninguno} + 0.225 * \text{Serv_soc} - 0.161 * \text{Becario} + 0.485 * \text{Adj_Tec} + 2.31 * \text{Int_col}$$

$$P(CA) = \frac{1}{1 + e^{(1.899 - 0.431 * N - 0.225 * SS + 0.161 * B - 0.485 * Adj - 2.31 * I_C)}} = 0.81$$

Pertenencia a C.A. y Estímulo al desempeño y perfil PRODEP

$$\text{Mod36: } 1.99 + (-2.805) * \text{Perfil} + (0.858) * \text{Est_des}$$

$$P(Rec) = \frac{1}{1 + e^{(-1.99 + 2.805 * PP - 0.858 * ED)}} = 0.51$$

Pertenencia a C.A. y producción científica

$$\text{Mod38: } 2.179 + (-0.504) * \text{Ensayo} + (-1.026) * \text{Lib_Ex} + (-0.533) * \text{Lib_Mx} + (-0.236) * \text{Cap_lib} + (0.351) * \text{No_Indx} + (-0.831) * \text{Indx} + (0.882) * \text{Mem}$$

$$P(PrCnt)$$

$$= \frac{1}{1 + e^{(-2.179 + 0.504 * \text{Ensy} + 1.026 * \text{Lbex} + 0.533 * \text{lbmx} + 0.236 * \text{Cplb} - 0.351 * \text{NIdx} + 0.831 * \text{Idx} - 0.882 * \text{Mem})}} = 0.57$$

Tipo I+D: Experimental y Nivel_CA

$$\text{Mod82_a: } (-20.143) + (-0.634) * \text{CA_Formación} + (-0.426) * \text{CA_En_Consolidación} + (19.391) * \text{CA_Consolidado}$$

$$P(N_CA) = \frac{1}{1 + e^{(20.143 + 0.634 * \text{CAF} + 0.426 \text{CAEC} - 19.36 \text{CAC})}}$$

Tipo I+D Aplicada y Nivel_CA

$$\text{Mod82_b: } (2.366) + (-1.426) * \text{CA_Formación} + (-1.633) * \text{CA_En_Consolidación} + (0.466) * \text{CA_Consolidado}$$

$$P(CA) = \frac{1}{1 + e^{(-2.36 + 1.426 * \text{CAF} + 1.633 * \text{CAEC} + 0.466 * \text{CAC})}}$$

Tipo I+D Básica y Nivel_CA

$$\text{Mod82_c: } (0.804) + (0.273) * \text{CA_Formación} + (-0.384) * \text{CA_En_Consolidación} + (0.273) * \text{CA_Consolidado}$$

$$P(CA) = \frac{1}{1 + e^{(-0.804 - 0.273 * \text{CAF} + 0.384 * \text{CAEC} - 0.273 * \text{CAC})}}$$

Tabla 99
Variables tipo Likert

Id Variable	Descripción de Variable
V98	El estado de ánimo del docente o investigador afecta el desarrollo de actividades de innovación en su función docente o de investigación.
V99	El Ambiente político, económico y social local, regional o nacional no afecta y es independiente del desarrollo de actividades de innovación en su función docente o de investigación.
V100	La edad del docente o investigador no afecta el desempeño de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V101	El género del docente o investigador no es factor clave para el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V102	La nacionalidad del docente o investigador no influye en el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V103	El grado académico y área de conocimiento no es determinante para el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V104	El nombramiento laboral (Docente o Investigador) es independiente al desarrollo de la actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V105	El tiempo de dedicación a la institución en donde se desempeña afecta su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V106	El tipo de contratación (Tiempo completo o parcial) no es factor determinante en el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V107	La antigüedad laboral es un factor que no afecta el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V108	La obtención de reconocimientos académicos (PRODEP, SNI, etc.) afecta el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V109	El hecho de pertenecer a un grupo de investigación o cuerpo académico no implica una mejora en el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V110	La colaboración con empresas en el marco del desarrollo de su función docente o de investigación no es factor que determine mejoría en su producción de I+D.
V111	La colaboración con docentes o investigadores de otras IES (Universidades o Centros de Investigación) le permite incrementar su producción en I+D.
V112	El tipo de I+D que realiza (Básica, Aplicada o Experimental) afecta el desarrollo de su actividad docente o de investigación.
V113	El tiempo laboral de su carga dedicado a I+D afecta su producción científica.
V114	Un profesor o investigador con altos niveles de producción científica induce cambios en colaboradores, participantes, estudiantes u otros compañeros de trabajo.
V115	Una oficina de transferencia tecnológica permite lograr el éxito de las actividades de innovación que se dan como resultado del trabajo de investigación y docencia.
V116	El hecho de obtener recursos a través de convocatorias para apoyo de proyectos de investigación le motiva a iniciar o continuar desarrollando proyectos en el marco de la I+D.
V117	Las publicaciones realizadas (Libros, artículos, otros) favorece el desarrollo de su actividad docente y de investigación relacionada a la I+D.
V118	Realizar visitas o estancias académicas en otras IES mejora el desarrollo de su actividad docente o de investigación en relación a la I+D.
V119	El registro de propiedad intelectual (Patentes, Marcas, Diseño industrial, prototipo, etc., aplicaciones de software, etc.) mejora el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V120	La remuneración (Estímulo económico, beca al desempeño (Productividad), etc.) son importantes para un mejor desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.

Fuente: Elaboración propia (2015)

Tabla 100

Correlaciones de variables y prueba piloto para análisis de fiabilidad con alfa de Cronbach

	V98	V99	V100	V101	V102	V103	V104	V105	V106	V107	V108	V109	V110	V111	V112	V113	V114	V115	V116	V117	V118	V119	V120
V98	1.00	-0.04	-0.25	-0.20	-0.33	0.33	0.46	0.08	0.31	-0.18	0.22	0.21	0.25	0.12	0.16	-0.20	0.31	0.06	0.07	-0.13	-0.09	0.36	0.22
V99	-0.04	1.00	-0.29	-0.51	-0.01	0.00	-0.22	-0.06	0.11	-0.29	-0.36	0.08	-0.28	0.10	0.48	0.23	0.45	-0.17	-0.12	-0.13	-0.24	-0.56	-0.11
V100	-0.25	-0.29	1.00	0.59	0.42	0.08	0.02	0.43	0.26	0.68	-0.13	0.14	0.05	0.33	-0.32	0.05	0.31	0.49	0.62	0.30	0.50	0.61	0.52
V101	-0.20	-0.51	0.59	1.00	0.49	-0.26	-0.16	0.66	-0.13	0.68	0.14	-0.15	-0.09	0.23	-0.15	-0.08	-0.01	0.27	0.31	0.08	0.17	0.64	0.36
V102	-0.33	-0.01	0.42	0.49	1.00	0.26	-0.26	0.47	0.49	0.58	-0.15	0.07	-0.01	0.53	0.22	0.28	0.28	0.28	0.19	0.58	0.41	0.09	0.28
V103	0.33	0.00	0.08	-0.26	0.26	1.00	0.31	0.06	0.76	0.23	0.00	0.72	0.65	0.15	0.28	0.23	0.30	0.08	-0.08	0.18	0.13	-0.04	0.13
V104	0.46	-0.22	0.02	-0.16	-0.26	0.31	1.00	-0.30	0.34	-0.21	0.58	0.13	0.42	0.10	0.17	0.07	0.26	0.12	0.02	-0.13	-0.10	0.20	-0.01
V105	0.08	-0.06	0.43	0.66	0.47	0.06	-0.30	1.00	0.28	0.624	-0.16	0.38	0.19	0.36	0.17	0.34	0.31	0.29	0.51	0.10	0.24	0.53	0.69
V106	0.31	0.11	0.26	-0.13	0.49	0.76	0.34	0.28	1.00	0.22	-0.04	0.63	0.57	0.49	0.31	0.42	0.54	0.41	0.33	0.44	0.39	0.09	0.45
V107	-0.18	-0.29	0.68	0.68	0.58	0.23	-0.21	0.62	0.22	1.00	-0.24	0.22	0.20	0.26	-0.04	0.20	0.22	0.54	0.26	0.37	0.46	0.56	0.35
V108	0.22	-0.36	-0.13	0.14	-0.15	0.00	0.58	-0.16	-0.04	-0.24	1.00	-0.02	0.24	-0.44	0.08	0.01	-0.31	-0.36	-0.14	-0.34	-0.37	0.02	0.17
V109	0.21	0.08	0.14	-0.15	0.07	0.72	0.13	0.38	0.63	0.22	-0.02	1.00	0.84	0.02	0.38	0.49	0.28	0.15	0.27	0.06	0.18	0.01	0.46
V110	0.25	-0.28	0.05	-0.09	-0.01	0.65	0.42	0.19	0.57	0.20	0.24	0.84	1.00	-0.02	0.32	0.46	0.09	0.31	0.17	0.16	0.24	0.11	0.30
V111	0.12	0.10	0.33	0.23	0.53	0.15	0.10	0.36	0.49	0.26	-0.44	0.02	-0.02	1.00	0.33	0.14	0.77	0.53	0.50	0.57	0.54	0.40	0.12
V112	0.16	0.48	-0.32	-0.15	0.22	0.28	0.17	0.17	0.31	-0.04	0.08	0.38	0.32	0.33	1.00	0.48	0.57	-0.02	0.02	0.17	0.03	-0.21	-0.01
V113	-0.20	0.23	0.05	-0.08	0.28	0.23	0.07	0.34	0.42	0.20	0.01	0.49	0.46	0.14	0.48	1.00	0.29	0.07	0.31	0.29	0.34	-0.09	0.42
V114	0.31	0.45	0.31	-0.01	0.28	0.30	0.26	0.31	0.54	0.22	-0.31	0.28	0.09	0.77	0.57	0.29	1.00	0.41	0.52	0.36	0.40	0.31	0.26
V115	0.06	-0.17	0.49	0.27	0.28	0.08	0.12	0.29	0.41	0.54	-0.36	0.15	0.31	0.53	-0.02	0.07	0.41	1.00	0.44	0.56	0.61	0.49	0.18
V116	0.07	-0.12	0.62	0.31	0.19	-0.08	0.02	0.51	0.33	0.26	-0.14	0.27	0.17	0.50	0.02	0.31	0.52	0.44	1.00	0.49	0.72	0.61	0.74
V117	-0.13	-0.13	0.30	0.08	0.58	0.18	-0.13	0.10	0.44	0.37	-0.34	0.06	0.16	0.57	0.17	0.29	0.36	0.56	0.49	1.00	0.91	0.23	0.19
V118	-0.09	-0.24	0.50	0.17	0.41	0.13	-0.10	0.24	0.39	0.46	-0.37	0.18	0.24	0.54	0.03	0.34	0.40	0.61	0.72	0.91	1.00	0.47	0.40
V119	0.36	-0.56	0.61	0.64	0.09	-0.04	0.20	0.53	0.09	0.56	0.02	0.01	0.11	0.40	-0.21	-0.09	0.31	0.49	0.61	0.23	0.47	1.00	0.49
V120	0.22	-0.11	0.52	0.36	0.28	0.13	-0.01	0.69	0.45	0.35	0.17	0.46	0.30	0.12	-0.01	0.42	0.26	0.18	0.74	0.19	0.40	0.49	1.00

Resumen de procesamiento de casos			
Casos		N	%
	Válido	13	100
	Excluido	0	0
	Total	13	100

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0.817	23

Fuente: Elaboración propia (2015)

Capítulo 5. Análisis y discusión

El desarrollo tecnológico o sistema cambio tecnológico es resultado de diversos factores, entre los cuales destaca la creación de innovaciones. Estas creaciones proporcionan ventaja competitiva tanto a empresas como países. Así también, son consecuencia de la generación y aplicación de conocimiento, y no de la dotaciones de recursos naturales, mano de obra, valor de la moneda o tasas de interés (Porter, 1990) y se busca sea un causante del desarrollo económico de alguna localidad, región, estado o país.

En el desarrollo de esta investigación se identifica que el sistema desarrollo tecnológico en México tiene tanto elementos endógenos como exógenos que le dan una forma peculiar a su comportamiento. Estos elementos, la OCDE a su vez y por medio del manual de Frascati los identifica como entradas y salidas del sistema cambio tecnológico; en primer término, un elemento exógeno de control (Lara, 2011) y variable de entrada es el Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE); la finalidad de la aplicación del GIDE como parte de una política pública es que el sistema cambio tecnológico tenga una determinada dirección hacia un estado deseable. Ahora bien, la evolución del GIDE en México en los últimos años se destaca claramente por su incipiente proporción con respecto al PIB (0.57 % en el año 2015), aunque según el plan nacional de desarrollo (2013-2018) para el 2018 dicha proporción se desea sea el 1%. Otro elemento, solo que endógeno en este caso y que la OCDE denomina también variable de entrada es el personal dedicado a la actividad de I+D, es decir el capital humano que se desempeña principalmente en la IES y centros de investigación reconocidos a través del SNI del

CONACYT o del PRODEP de la subsecretaría de educación superior (SES) y que buscan a través de sus proyectos de investigación en su práctica sustantiva impactar en el sistema cambio tecnológico o simplemente retribuir de manera significativa y con sentido en acciones o resultados pertinentes a la sociedad.

Estas acciones y resultados de la aplicación del conocimiento; es decir, innovaciones o bien producción intelectual se enmarcan dependiendo de su forma y naturaleza en patentes o derechos de autor; y forman parte de los sistemas de indicadores sobre I+D (OCDE, 2002). Así también, como variable de salida se tiene a los resultados de la medición y análisis de la producción científica y cita de artículos del personal dedicado a I+D también conocida como bibliometría la cual es un indicador del estado de la ciencia y tecnología de un país o IES con respecto a otros (Heimeriks & Van den Besselaar, 2002).

La entrada personal dedicado a I+D como la identifica la OCDE es una variable de naturaleza compleja y que se debe abordar desde la realidad, a su vez, esta es afectada por otras variables de la misma naturaleza y a simple vista ajenas al problema (Coronel, Hernández, 2004). Destacando entre ellas las condiciones a las que están sujetos los profesores o investigadores para la producción científica e intelectual; de las cuales la estructura organizacional y las políticas internas de la institución para atender estrategias públicas como PRODEP, SNI son elementos esenciales para el éxito o fracaso de un desarrollo académico y de investigación óptimo; y que a su vez favorezca el desempeño laboral y social de los futuros profesionistas para

lograr una transferencia de tecnología con sentido social. Los resultados obtenidos y visualizados en la tabla 26 muestran que los profesores o investigadores de tiempo completo para el desarrollo de sus actividades se agrupan en lo que se denomina cuerpos académicos o grupos de investigación de acuerdo a la recomendación del PRODEP. Sin embargo, a diferencia de las comunidades epistémicas (Gla"nzl y Schubert, 2004) donde se destaca la colaboración en la investigación, la creación de redes de expertos basadas en el conocimiento (Hass, 2008); los resultados obtenidos en este sentido indican que solo el 3 % de los profesores o investigadores pertenecen a cuerpos académicos en condiciones para la denominación de comunidad epistémica o bien cuerpos académicos consolidados como lo denomina PRODEP.

El desarrollo tecnológico en México es un sistema complejo que se encuentra en activa y continua interacción con el entorno también complejo, el cual está constituido por el medio natural y social en el que se desarrolla. La evolución del sistema cambio tecnológico hace que este permute a diversos estados, los cuales son producto de dos factores; en primer término la dinámica interna, en donde se encuentran los profesores e investigadores (personal dedicado a I+D), las IES, su estructura organizacional y políticas internas; y en segundo término, la intervención de parámetros exógenos de control como los programas para el reconocimiento y apoyo a la I+D ya sea el SNI o el PRODEP y que estos forman parte de una política pública.

La dinámica del sistema desarrollo tecnológico es una trayectoria que sigue su estado en el tiempo y su representación es multidimensional de acuerdo al número de variables que carac-

terizan al sistema (Lara, 2011). Así mismo, si las trayectorias que provienen de diferentes estados iniciales convergen a una región o espacio de estados, entonces se denomina a esta región un atractor.

De acuerdo con los resultados de esta investigación, específicamente los mostrados de las tablas 60 a la 70, se observa como los elementos exógenos de control, en este caso reconocimiento SNI y PRODEP, hacen que la dinámica del sistema, sus elementos y producción tiendan a converger en un estado caracterizado por la búsqueda de reconocimiento al Perfil PRODEP y estímulo al desempeño académico. Por lo que el programa de desarrollo del profesorado (PRODEP) de la Subsecretaría de Educación Superior (SES) y Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) crean un par de atractores, en los cuales los elementos del sistema (Agentes) dirigen sus esfuerzos para lograr una producción científica e intelectual que les permita la consecución de los citados reconocimientos. Aunque, el estado del reconocimiento SNI es deseable debido a que los productos requeridos para su obtención sirven para análisis bibliométricos.

Se abordó la innovación, específicamente como resultado de la actividad investigación y desarrollo experimental (I+D). Así también, se especifica que son tres tipos de investigación las realizadas; investigación básica, aplicada y experimental; siendo estas dos últimas las que tienen asociación con el área académica en donde se realizó el estudio y que son: el área de negocios en el marco de las ciencias sociales y administrativas y el área de ingeniería y tecnología. Los resultados del análisis no paramétrico y que se muestra en las tablas 48 y 52 del

apartado resultados nos proporciona información al respecto, así como el análisis predictivo con regresión logística binaria.

Dado lo anterior, y contrastando con Pérez (2011), quien aborda un análisis de la profesión académica y las nuevas condiciones de la producción intelectual; además de que destaca como ejes principales los mecanismos de regulación y forma de organización del capital humano dedicado a I+D. Los mecanismos de regulación, son en parte los determinados por una política pública para tratar de estimular la producción intelectual del capital humano a través de programas de estímulos como por ejemplo estímulo al desempeño académico (PRODEP) o beca del SNI.

Se han descrito los elementos que dan forma al sistema desarrollo tecnológico desde una perspectiva en el marco del desarrollo de las actividades sustantivas de los profesores e investigadores de las instituciones de educación superior, particularmente en el área académica de negocios, denominada internamente Área Económico-Administrativa. De acuerdo con los objetivos específicos de esta investigación, el primero es describir los elementos que dan forma al desarrollo tecnológico en México, por lo que se han identificado los elementos endógenos y exógenos o bien variables de entrada y salida de acuerdo a los manuales de Frascati, Oslo y Cambera que OCDE utiliza y que previamente se comentaron.

Se visualiza por medio de una análisis de correlación entre los elementos endógenos y exógenos de la tabla 12 que existe una relación e impacto entre ellos y como dan forma al comportamiento del desarrollo tecnológico. Iniciando el análisis entre el Gasto en Investigación y

Desarrollo Experimental (GIDE) que se muestra en la tabla 1 y la familia de patentes triádicas de la tabla 8, se observa que tienen una fuerte relación (Coeficiente de correlación 0.88), de igual manera la correlación entre GIDE y número de publicaciones reconocidas de la tabla 9 es significativamente fuerte (Coeficiente de correlación 0.96). La correlación entre familia de patentes triádicas y publicaciones reconocidas es también significativa (0.75). Sin embargo, los datos de la tabla correspondiente a personal dedicado a I+D muestran una muy débil correlación con respecto al GIDE (0.06), a las familias de patentes triádicas (0.14) y con respecto a las publicaciones reconocidas (0.39).

De acuerdo a lo anterior, el elemento personal dedicado a I+D en el área de negocios se encuentra desvinculado de la producción intelectual ya sea en patentes o en publicaciones reconocidas. La razón de lo anterior puede encontrarse en la misma solución que hasta el momento se ha implementado. Es decir, los atractores que forman tanto PRODEP, como SNI, no están permitiendo una vinculación y transferencia de tecnología adecuada con la sociedad.

Para determinar las características de los elementos que afectan el desarrollo tecnológico en México y de acuerdo a los resultados del análisis de correlación previamente discutidos; lo que se busca determinar no son las que hasta este momento están encaminadas hacia un estado deseable, si no la que converge a un estado no deseable. En este caso es el elemento personal dedicado a I+D. Siendo este un elemento endógeno y no tanto una variable de entrada del sistema cambio tecnológico sobre el cual se desarrolla la propuesta del modelo.

El modelo desarrollado y mostrado en la figura 8 fue elaborado en función de las correlaciones encontradas en los datos obtenidos con el instrumento para la recolección de datos. Se destacan en el las características que son en primer término, la edad y antigüedad laboral de los profesores e investigadores. Posteriormente el grado académico, su relación con la pertenencia a Cuerpo académico y colaboración con integrantes del mismo, así como el tipo de I+D que realiza en el marco de su función sustantiva, los reconocimientos que busca obtener ya sea por SNI, Beca estímulos a la actividad docente, Perfil PRODEP u otro. Además de las publicaciones reconocidas y la propiedad intelectual ya sea en patentes o derechos de autor.

La prueba de hipótesis se realizó por medio del uso de regresión logística binaria; y dado los resultados obtenidos, no se tienen los elementos que permitan rechazar la hipótesis nula. Por lo que las características del capital humano dedicado y formado en la actividad de Investigación y Desarrollo Experimental no afecta la sinergia entre los elementos que dan forma al desarrollo tecnológico en el área de negocios, y es el valor de 0.27 de la ecuación de regresión logística, aunado a los valores de significancia los que permiten mantener la hipótesis nula.

Se observó por medio de los resultados obtenidos en esta investigación, que el programa para el desarrollo profesional docente (PRODEP) aunque tiene como fin el estimular el mejoramiento de la educación superior en México, este promueve la creación de un atractor alrededor del cual se aglomeran los profesores o investigadores. Sin embargo, aunque estos últimos logran actividades de vinculación con la sociedad, aun no se están materializando y dando forma en

acciones reales de transferencia de tecnología. Denotando la ausencia de una real responsabilidad social de las instituciones de educación superior.

Es importante también mencionar que no recae la responsabilidad de la situación en los agentes, si no en los creadores de la estrategia en el marco de una política pública para prever el estado hacia el que debe converger el sistema desarrollo tecnológico, visualizado lo anterior en el marco de la complejidad.

A continuación se describirá a un par de elementos endógenos de control que dan forma característica al comportamiento de los agentes; en primer término, el PRODEP en cada periodo fiscal de operación emite un conjunto de reglas de Operación y que dice que los profesores deben realizar de manera equilibrada actividades de docencia, generación o aplicación innovadora de conocimiento (Investigación), gestión académica-vinculación (Gestión). Especificando que la palabra equilibrada se refiere a balanceada, que implica que ninguna de las actividades supere a otra u otras de manera desproporcionada, recordando también que la función sustantiva de un profesor es la docencia y la de un investigador es la investigación.

Por otro lado, y en este caso de acuerdo al contexto de la población y muestra; el estatuto del personal académico de la Universidad Veracruzana (2014) establece en el artículo 11:

Son docentes quienes desempeñan fundamentalmente labores de impartición de cátedra. Los académicos de carrera en funciones de docencia realizarán, además, como carga extra clase, tutorías grupales o individuales, asesorías a

alumnos, proyectos de programas de sus materias, material didáctico y labores de investigación y extensión. (Pag 13)

Por lo que respecta a investigadores el artículo 12, este dice que

Son investigadores quienes se dedican fundamentalmente a labores de investigación, en proyectos específicos derivados de líneas de investigación establecidas en su entidad académica, o en los que participe ésta, además de las funciones señaladas al personal docente en lo que le sean aplicables.

En el caso de los docentes-investigadores el artículo 13 menciona

El docente-investigador es una designación temporal que podrá recaer sobre un académico de carrera para desarrollar, por un periodo definido, su carga docente o la de investigación con uno o varios investigadores, o con uno o varios docentes, a fin de participar conjuntamente en el desarrollo de un proyecto específico de investigación.

Así también, respecto al tiempo destinado por los profesores e investigadores, el artículo 21 menciona

“El personal académico de tiempo completo debe cumplir con una carga académica durante 40 horas a la semana. El docente impartirá cátedra con un mínimo de 16 y un máximo de

20 horas, dedicando el excedente a desempeñar carga extra clase.” pág. 15

Ahora bien, con la finalidad de realizar una comparativa entre los resultados obtenidos y lo que enuncia el artículo 21 del estatuto del personal académico de la Universidad Veracruzana (2014); se calculó mediante el uso de distribución normal la proporción de profesores que destina entre 16 y 20 horas a la semana, resultando que el 21 % de los profesores tiene una carga docente en dicho margen de tiempo.

Los profesores e investigadores por su desempeño pueden ser reconocidos con perfil PRODEP y participar en programas de estímulos. Para lo cual deben cumplir con requisitos enmarcados en el desarrollo equilibrado de actividades de docencia, investigación, tutoría o asesoría y administrativas (DOF, 2016). En la Tabla 24 se muestran la proporción de profesores que participa en el programa para obtener reconocimiento Perfil PRODEP y que ha logrado ingresar al SNI.

Se observa en la Tabla 31 que solo el 43 % de los profesores e investigadores participa en el programa de estímulos, mientras que el 34 % tiene perfil PRODEP. En lo referente al SNI y de acuerdo a la tabla 24 tan solo alrededor del 3 % pertenece al SNI.

Respecto al trabajo colaborativo en grupos de investigación o cuerpos académicos, los resultados de la tabla 26 indican que el 55 % pertenece a alguno. El 29 % tiene un nivel de habilitación de en formación, mientras que el 21 % su habilitación es En consolidación; y tan solo el 3% en el nivel Consolidado.

Se observa que dadas las características de los elementos exógenos PRODEP, SNI, contrato colectivo de los profesores o investigadores son estos los que están determinando el cauce del comportamiento del sistema complejo desarrollo tecnológico

Conclusiones y recomendaciones

Esta investigación ha permitido visualizar los elementos que dan forma al sistema desarrollo tecnológico en México, siendo las actividades de innovación las causantes del mejoramiento o detrimento del sistema. Así también, dentro de estas actividades los organismos internacionales como OCDE y Naciones Unidas las clasifican en a) la generación y transferencia de conocimientos, b) la adquisición de tecnologías, c) la comercialización de productos, así como d) la investigación y el desarrollo experimental. Siendo esta última la actividad de interés a analizar en el marco de la investigación.

Se observa la correlación existente entre el gasto en I+D y las publicaciones reconocidas (Bibliometría) y el número de propiedades intelectuales registradas. Aunque para el caso de México los datos son extremadamente bajos en el caso de patentes. Con lo que podemos inferir una ausencia de relación entre lo que se realiza las IES con la sociedad en el caso de investigación aplicada y experimental.

Si bien el área de negocios en las IES en México se ha destacado por la saturación de matrícula en los programas educativos, esto más que un inconveniente es una oportunidad para desarrollar nuevos modelos de negocios por medio de la innovación implicando la creación de marcas, denominaciones de origen, etcétera y no únicamente la simple enajenación de bienes y servicios. Para lo cual se necesita un enfoque estratégico en el marco de la complejidad que

permita visualizar los elementos exógenos que hagan converger al sistema desarrollo tecnológico hacia un estado deseable y exitoso. Aunque los resultados obtenidos modelan solo un área de conocimiento, se puede inferir que mediante los enfoques inter y multidisciplinares estos permitirán la creación de nuevas relaciones con el resto de las áreas de conocimiento que desarrollan investigación básica.

En el aspecto metodológico, se destaca la importancia de los enfoques mixtos de investigación; las necesidades sociales requieren soluciones integrales y reales desde el punto de vista sistémico multidimensional y la simulación como herramienta de investigación en el marco de la complejidad para una optimización de recursos. Sin embargo, no es la panacea a todos los problemas actuales en el área de la investigación científica. Aunque si muy utilizada desde las últimas dos décadas del siglo pasado dado el avance en computación de mejores prestaciones y herramientas de software especializadas que permiten el análisis de redes sociales basadas en tecnología en diferentes contextos, ya sea científicas e investigación (bibliometría) en negocios y logística, comportamiento de grupos sociales, además de la biología, física, etcétera. Siempre y cuando se tenga un conocimiento pleno del contexto de desarrollo, para lo cual se necesita por consecuencia de otros métodos ya sea cualitativos o cuantitativos.

Es necesario se incluya de forma incremental la participación de los profesores e investigadores en procesos de transferencia de tecnología formal que vaya más allá de la firma de convenios de vinculación; que los resultados de estos procesos sean incluidos como requisitos en la consecución de reconocimientos y no solo la firma de estos tanto por parte de la SES como

del CONACYT.

Abordar la complejidad no es desechar otras formas de hacer investigación, es simplemente una manera de conjuntar enfoques, lograr la elaboración de modelos que nos permitan acercarnos a la realidad, sin sacrificar la esencia del problema; es navegar a través de los niveles taxonómicos de la investigación; realizar estudios exploratorios tratando de no sacrificar o eliminar el tratamiento estadístico; para pasar el siguiente nivel precisamente que es el descriptivo y mediante las herramientas analíticas y computacionales como la estadística lograr visualizar los acontecimientos que posiblemente originaron el caso o situación de estudio. De forma que el nivel relacional permita la identificación de variables que mejor representen el caso o casos. Para posteriormente aproximarse a la etapa explicativa con el apoyo de técnicas de inferencia ya sea paramétricas o no paramétricas, que ayuden a elaborar un esquema de predicción en el siguiente nivel, es decir, se hace necesario el uso de la regresión lineal, logística o multivariada según sea el caso. Para que finalmente, con los resultados obtenidos en estos cinco niveles se logre llegar al nivel aplicativo; en otras palabras, es la ejecución de soluciones creadas mediante procesos lógicos y formales. Haciendo de la investigación una herramienta imprescindible para la solución de problemas, problemáticas y necesidades sociales.

En el caso de esta investigación, se logra visualizar que en caso de esta universidad pública, específicamente el área de negocios o área económico-administrativa se necesitan estrategias que permitan la vinculación y transferencia de tecnología por medio de los programas federales de estímulos (caso PRODEP). Urge entonces enfocar esfuerzos de autoridades en los

tres niveles de gobierno junto con la institución de educación superior, para atender a la sociedad en sus necesidades; ya sean personas morales con fines o sin fines de lucro, y personas físicas. Utilizar y hacerse de métodos de investigación para desarrollar proyectos de innovación que puedan fortalecer la economía interna pero con responsabilidad social.

Los trabajos futuros en el marco de la complejidad y en relación con el tema central de esta investigación; continuarían con el modelado basado en agentes y la dinámica de sistemas, que permitan visualizar el comportamiento de mercados, de clientes, proveedores, comportamiento de nuevos entrantes a alguna industria y junto con otros métodos como modelo diamante, análisis de cinco fuerzas se logre el estimular el crecimiento y desarrollo de posibles conglomerados económicos de la región, en donde el conocimiento sea el principal activo y lograr superar la dependencia tecnológica.

Referencias

- Abraham, R. H. (2011). *The Genesis of Complexity. World Futures*, 67(4-5), 380-394.
doi:10.1080/02604027.2011.585915
- Altshuler, E. (2006). *Complejidad: lo bueno, lo malo y lo feo*. (E. Altshuler, Ed.) *Revista Cubana de Física*, II(23), 135-138. Obtenido de <http://rcf.fisica.uh.cu/files/Archivos/2006/vol23-No2/RCF-2322006-135.pdf>
- Álvarez-Buylla, E., & Frank Hoeflich, A. (2013). *El Centro de Ciencias de la Complejidad de la UNAM: Piedra de Roseta para la ciencia en México. Interdisciplina*, I(1), 171-180. Obtenido de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/inter/article/view/46520>
- Anderson, P. and Tushman, M.L. (1990) *Technological discontinuities and dominant designs: a cyclical model of technological change. Administrative Science Quarterly*, 35, 4, 604–633.
- Beaudoin, L. (2011). *The Emergence of Aerospace Clusters in Mexico. Foundry Management & Technology*, 139(10), 32-31.
- Bedau, M. A. 1991. *Weak emergence. Nos 31(Supplement: Philosophical Perspectives, 11, Mind, Causation, and World)*, 375–399.
- Bell, G. G. (2005), *Clusters, networks, and firm innovativeness. Strat. Mgmt. J.*, 26: 287–295.
doi: 10.1002/smj.448
- Boccaro, N.; Fuks, H..(1997). *Modeling diffusion of innovations with probabilistic cellular automata*. eprint arXiv:adap-org/9705004.
- Boccaro, N. (2004). *Modeling Complex Systems* (Firts ed.). New York: Springer-Verlag.
- Brown, D.G. and Xie, Y. (2006). *Spatial agent-based modelling. International Journal of*

- Cadavid H., J., & Franco G., H. (2006). *Factores Determinantes de la Relación entre el Crecimiento Económico, la Equidad y la Competitividad*. *Ecos De Economía*, 10(23), 105-153. Recuperado de <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/ecos-economia/article/view/1957/1967>
- Campos, C. (2015). *GIDE: la medición internacional de la inversión en el conocimiento*. México Ciencia y Tecnología. Disponible en: [Accesado 9 junio 2015].
- Caparrini, F. & Work, W. (2016). *Sistemas Multiagente y Simulación - Fernando Sancho Caparrini*. [online] Cs.us.es. Disponible en: <http://www.cs.us.es/~fsancho/?e=57> [Accesado 8 Jun. 2016].
- Carroll, M.S., K.A. Blatner, P.J. Cohn, and T. Morgan. 2007. *Managing Fire Danger in the Forest of the US Inland Northwest: A Classic 'Wicked Problem' in Public Land Policy*. *Journal of Forestry* 105(5):239–44.
- Carter, L. (2011). *Gathering in threads in the insensible global world: the wicked problem of globalisation and science education*. *Cultural Studies of Science Education* 6(1). 1-12. DOI 10.1007/s11422-010-9307-1
- Castellani, B. (2014). *Brian Castellani on the Complexity Sciences. Theory, Culture & Society*. Recuperado de: Centro de Ciencias de la Complejidad. (s.f.). *Proyectos - Centro de Ciencias de la Complejidad C3* Recuperado el 22 de Febrero de 2016, de Laboratorio Nacional de Ciencias de la Complejidad: <http://c3.unam.mx/investigacion/proyectos/LNCC>
- Centro de Ciencias de la Complejidad - UNAM. (2009). *Propósito de la Red*. Obtenido de Red Latinoamericana de Estudios sobre la Complejidad:

<http://c3.unam.mx/Redlacom/proposito.html>

Clark, B. R. (1991) *El sistema de educación superior. Una visión comparativa de la organización académica*. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco/Patria.

CONACYT (2014). *Dirección de Redes Temáticas de Investigación*. Recuperado el 01 de Octubre de 2014 de <http://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/desarrollo-cientifico/redes-tematicas-de-investigacion>

Conklin, J.E.(2006). *Dialog Mapping: Building Shared Understanding of Wicked Problems*. Napa, CA: CogNexus Institute

Coronel-Brizio, H. F. Hernández-Montoya, A. R. (2005). *Asymptotic behavior of the daily increment distribution of the IPC, the mexican stock market index*. *Revista Mexicana de Física*, febrero, 27-31.

De Pomposo, A. (2014). *Introducción al Pensamiento Complejo: Ciencias Naturales, Sociales y Humanas*. (G. Casas, Entrevistador) Recuperado el 12 de Enero de 2016, de <https://www.youtube.com/watch?v=TOlqXd43v4A>

DGESU, (2015). *DIRECCION GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR UNIVERSITARIA - DGESU*. Recuperado el 9 de Julio 2016. [Dipes.sep.gob.mx](http://dipes.sep.gob.mx). Available at: <http://dipes.sep.gob.mx/Fondos.aspx>

Figueroa Nazuno, J.. (2008). *Los sistemas complejos: una perspectiva contemporánea*. *Revista del Centro de Investigación*. Universidad La Salle, Julio-Diciembre, 5-13.

Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT), (2014). *Qué es el Foro Consultivo*. Recuperado el 16 de Septiembre de 2014 <http://www.foroconsultivo.org.mx/home/index.php/about-foro/que-es-el-fccyt>.

- Gallo, I.; Barra, A.; Contucci, P.(2008). *Parameter Evaluation of a Simple Mean-Field Model of Social Interaction*. eprint arXiv:0810.3029.
- García Canal, M. I. (2002) *Foucault y el poder*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos: Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona, España: Gedisa.
- García, R. (2011). *Interdisciplinariedad y sistemas complejos*. *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, I(1), 66-101. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10915/25962>
- García, R. (2013). *Investigación interdisciplinaria de sistemas complejos: lecciones del cambio climático*. *Interdisciplina*, I(1), 193-206. Obtenido de
- García-Valdecasas Medina, J. I. (2011). *La simulación basada en agentes: una nueva forma de explorar los fenómenos sociales*. *Reis*(136), 91-109. doi:doi:10.5477/cis/reis.136.91
- García-Valdecasas, J. I. (2016). *Simulación basada* (Primera ed.). Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Gershenson, C. (2013). *¿Cómo hablar de complejidad? Llengua, societat i comunicació*(11), 15-20. Obtenido de <http://revistes.ub.edu/index.php/LSC/article/viewFile/5682/pdf>
- Gilbert, N. & Terna, P. (2000). *How to Build and Use Agent-based Models in Social Science*. Mind & Society Springer Berlin/Heidelberg 1860-1839 Volume 1, Number 1.
- Gilbert, N & Troitzsch, K.G. (1999). *Simulation for the Social Scientist*. Milton Keynes: Open University Press.
- Gla'nzel, W. and Schubert, A. (2004), "*Analysing scientific networks through co-authorship*",

in Moed, H.F. (Ed.), Handbook of Quantitative Science and Technology Research, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 257-276.

Goldenberg, Jacob, Libai, Barak, & Muller, Eitan (2010). *The chilling effects of network externalities*. *International Journal of Research in Marketing*, 27(1), 4–15.

Gutierrez, J. S., Jasso, G. F., & Trejo, J. M., (2011). *Measuring innovation: clusters and competitiveness in Jalisco, Mexico*. *Competition Forum*, 9(1), 42+. Retrieved from <http://www.soporte.uv.mx:2187/ps/i.do?id=GALE%7CA286115405&v=2.1&u=veral&it=r&p=AONE&sw=w>

Guzmán, M. (2011). *Knowledge Transfer Mechanisms Involved In The Reactive Production Capacity Of The Jalisco, Mexico, Cluster Of Electronic Manufacturing*. *International Business & Economics Research Journal*, 10(5), 11-22.

Haas, Peter M., 1992: *Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination*. In: *International Organization* 46(1), 1–35.

Haas, Peter M., 2007: *Epistemic Communities*. In: Daniel Bodansky/Jutta Brunnée/Ellen Hey (eds.), *The Oxford Handbook of International Environmental Law*. Oxford: Oxford University Press, 791–806

Helbing, D. (2010) “*Pluralistic Modeling of Complex Systems*.” *Science and Culture* 76(9-10):315-329.

Helbing, D., (2012). *Social Self-Organization, Understanding Complex Systems*, Zürich: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Helbing, D. & Grund, T. U. (2013). *Agent-Based Modeling and Techno-social systems*. *Advances In Complex Systems*, 16(4/5), -1. doi:10.1142/S0219525913030021

- Hartley, D. (2001) “*El Estado evaluador y la autonomía de la educación: ¿Motivo de reflexión?*”, en J. Smyth (ed.), *La autonomía escolar: Una perspectiva crítica*. Madrid: Akal Ediciones.
- Heimeriks, G., & Van den Besselaar, P. (2002). *State of the art in bibliometrics and webometrics*. EICSTES. Retrieved, 13(01), 2006.
- Hernández Sampieri, Fernández-Collado y Baptista Lucio. (2008). *Metodología de la investigación* (4ta Ed.). México: Mc GrawHill
- Hill-King, M. (2007). *The Fundamentals of Intellectual Property*. Licensing Journal, 27(10), 31-40
- Hollander, C.;Garibay, I..(2011). *Transformation Networks: How Innovation and the Availability of Technology can Increase Economic Performance*. arXiv:1112.4708v1 [cs.SI].
- Horst W. J., R., & Melvin M., W. (1973). *Dilemmas in a General Theory of Planning*. Policy Sciences, 4(2), 155-169.
- Ibarra Colado, E. (2003) *La universidad en México hoy: Gobernabilidad y modernización*. México: UnaM/UaM/UdUal.
- Ibarra Colado, E. (2005a) *Efectos institucionales de las políticas de modernización universitaria en México: Autonomía, gobernabilidad y nuevas formas de organización*”, en L. Mantilla Gutiérrez y M. A. Peredo Merlo (eds.), *La política gubernamental en ciencia y tecnología: Efectos en la universidad pública*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Ibarra Colado, E. (2005b) “*Origen de la empresarialización de la universidad: El pasado de la gestión de los negocios en el presente del manejo de la universidad*”, Revista de la Educación Superior, vol. xxxiv, núm. 134, pp. 13-37.

- INEGI. (2012). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Censo de Población y Vivienda 2010*. Recuperado el 28 de Octubre del 2012 de <http://www.inegi.org.mx/Sistemas/temasV2/Default.aspx?s=est&c=19007>
- ISI. (2015). *Institute of Scientific Information*. [online] Uvi.lf1.cuni.cz. Recuperado el 13 de noviembre 2014 de <http://uvi.lf1.cuni.cz/en>.
- Kellert, S.H. (1993). *In the wake of chaos: Unpredictable order in dynamical systems*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Kun, F.; Kocsis, G.; and Farkas, J. (2007). *Cellular automata for the spreading of technologies in socio-economic systems*. *Physica A*, 383, DOI:10.1016/j.physa.2007.04.063.
- Laciana, Carlos E; Rovere, Santiago L.. (2011).. *Ising-like agent-based technology diffusion model: Adoption patterns vs. seeding strategies*. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 390(6), 1139-1149.
- Laghari S, Niazi MA (2016) *Modeling the Internet of Things, Self-Organizing and Other Complex Adaptive Communication Networks: A Cognitive Agent-Based Computing Approach*. PLoS ONE 11(1): e0146760. doi:10.1371/journal.pone.0146760
- Lara, F. (2011). *Complejidad en las Organizaciones*. En Flores-Valdés, J y Martínez-Mekler, G. (Ed) *Encuentros con la Complejidad* (pp. 90-115). México, D.F.: Siglo XXI Editores.
- Ley General de Educación. (1993). Diario Oficial de la Federación. México. (9 de abril del 2012). Recuperado el 22 de marzo del 2013 desde http://normatecainterna.sep.gob.mx/work/models/normateca/Resource/222/1/images/ley_general_educacion.pdf
- Li, Q., Yang, T., Zhao, E., Xia, X., & Han, Z. (2013). *The Impacts of Information-Sharing Mechanisms on Spatial Market Formation Based on Agent-Based Modeling*. Plos

ONE, 8(3), 1-12. doi:10.1371/journal.pone.0058270

Loyd, S. (1989). *Existence And Uniqueness of Physical Measures of Complexity, Doe Research and Developmecant Report*, Cal-68-1576, SLAC, CA, Stanford University: SPIRE

Lloyd, S. (2001). *Measures of complexity: A nonexhaustive list*. IEEE Control Systems Magazine 21(4): 7-8.

Ma, F.; Chao, G.. (2011). *Research on Communication Products Diffusion in China Using Cellular Automata* International Business Research, 5(8), e-Version First.

Mainzer, K. (2007). *Thinking in Complexity: The Computational Dynamics of Matter, Mind, and Mankind* (Quinta ed.). Springer.

Maldonado, C. (2003). *El problema de la filosofía del conocimiento y el estudio de los sistemas complejos*. Praxis Filosófica, Universidad del Valle, 17, 103-120.

Martínez, M. G. (julio-septiembre de 2000). *Una aproximación a los sistemas complejos*. Ciencias(59), 6-9. Obtenido de

MATURANA, Humberto. II. *Fundamentos biológicos del conocimiento*. In: *La realidad: ¿Objetiva o construida?* México: Anthropos/Universidad Iberoamericana/Iteso, 1996.

Miller, J. H., & Page, S. E. (2007). *Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life*. Princeton: Princeton University Press.

Mitchell, M. (2009). *Complexity: A Guide Tour*. New York, New York, United States of America: Oxford University Press.

Morin, E. (1984). *Ciencia con consciencia*. (A. Sánchez, Trad.) Barcelona: Anthropos.

Morin, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. (M. Packman, Trad.) Barcelona,

España: Gedisa.

Morin, E. (2004). *La Epistemología de la Complejidad*. (P. Gómez, Ed.) *Gazeta de Antropología*(20). Obtenido de <http://hdl.handle.net/10481/7253>

Morin, E. (2007). *Complejidad restringida y Complejidad generalizada o las complejidades de la Complejidad. Utopía y Praxis Latinoamericana*, 12(38), 107-119. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27903809>

Multiversidad Mundo Real Edgar Morin. (s.f.). *¿Qué es el pensamiento complejo?* Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de Multiversidad Mundo Real Edgar Morin: <http://www.multiversidadreal.edu.mx/que-es-el-pensamiento-complejo.html>

Murphy, N. C. (2007). *Reductionism: How Did We Fall Into It and Can We Emerge From It?* En N. C. Murphy, & W. R. Stoeger (Edits.), *Evolution and Emergence: Systems, Organisms, Persons* (págs. 19-39). New York, United States: Oxford University Press.

Norman, D. A. (2010). *Living with Complexity*. The MIT Press.

Nunes B., Rigotto, D., Ferrari, H., & Marín, F., (2012). *Soporte social, familiar y autoconcepto: relacion entre los constructos*. *Psicología desde el Caribe*, 29(1), 1+. Recuperado de <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/psicologia/article/viewFile/1916/4058>

O'Sullivan D. (2008). *Geographical information science: agent-based models. Progress in Human Geography* 32(4), pp. 541–550. DOI: 10.1177/0309132507086879.

OECD/Statistical Office of the European Communities, Luxembourg (1995), *Measurement of Scientific and Technological Activities: Manual on the Measurement of Human Resources Devoted to S&T - Canberra Manual*, OECD Publishing. doi: 10.1787/9789264065581-en.

OECD/Eurostat (2005), *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition*, The Measurement of Scientific and Technological Activities, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264013100-en>

OECD (2013), *OECD Factbook 2013: Economic, Environmental and Social Statistics*, OECD Publishing. doi: 10.1787/factbook-2013-en

OECD (2016), Researchers (indicator). doi: 10.1787/20ddfb0f-en(accessed on 19 july 2016)

OECD (2005), *Frascati Manual 2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*, The Measurement of Scientific and Technological Activities, OECD Publishing. doi: 10.1787/9789264199040-en

OECD (2016), Gross domestic spending on R&D (indicator). doi: 10.1787/d8b068b4-en (Accessed on 19 July 2016)

OECD (2013), “*Patents*”, in OECD Factbook 2013: Economic, Environmental and Social Statistics, OECD Publishing.

OECD (2016), Triadic patent families (indicator). doi: 10.1787/6a8d10f4-en (Accessed on 19 July 2016)

Ottino, J. M. (2003), *Complex systems*. AIChE J., 49: 292–299. doi:10.1002/aic.690490202

Pavón, M. J., López, P. A., & Galán, O. J. M. (2012). *Modelado basado en agentes para el estudio de sistemas complejos*. *Novática*(218), 13-18. Obtenido de <http://www.ati.es/novatica/2012/218/nv218sum.html#art13>

Pérez, T. R. (1998). *¿Existe el Método Científico?* (Primera ed.). México, México: Fondo de Cultura Económica.

- Perkin, H. J. (1987) "*The Academic Profession in the United Kingdom*", en B. R. Clark (ed.), *The Academic Profession. National, Disciplinary, and Institutional Settings*. Berkeley y Los Ángeles, California: University of California Press, pp. 13-59.
- Porter, M. E. (2008). *On competition* (Update and Expanded Edition). Boston MA., Harvard Business School Publishing.
- Porter, M. E. (1999) *Clusters y Competición: New Agendas for Companies, Governments, and Institutions*. Harvard Business School Press, 1999.
- Porter, M. E. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. (cover story). *Harvard Business Review*, 68(2), 73-93.
- Prigogine, I. (1997). *El fin de las certidumbres*. (P. Jacomet, Trad.) Madrid, España: Taurus.
- Programa Institucional 2014-2018 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, (2015). *DOF - Diario Oficial de la Federación*. [online] Dof.gob.mx. Available at: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5342862 [Accesado 22 mayo de 2015].
- Ramírez, S., Cocho, G., Torres Alcaraz, C., Torres Nafarrate, J., Duval, G., Miramontes, P., . . . Gutiérrez Sánchez, J. L. (1999). *Perspectivas en las teorías de sistemas* (Primera ed.). México, Siglo XXI Editores.
- Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el ejercicio fiscal 2015, (2015). *DOF - Diario Oficial de la Federación*. [online] Dof.gob.mx. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5377494&fecha=27/12/2014 [Accesado 3 de abril de 2015]
- Reichenbach, H., (1938). *Experience and prediction: an analysis for the foundations and the*

structure of knowledge. Chicago: University of Chicago.

- Reyes, C. V. (2014). *Los sistemas complejos y el enfoque interdisciplinario para la construcción del conocimiento de la comunicación organizacional*. Memoria Encuentro Nacional AMIC 2014, (págs. 1150-1156). San Luis Potosí. Obtenido de http://amic2014.uaslp.mx/g10/g10_02.pdf
- Rodríguez, Z. L., & Aguirre, J. L. (2011). *Teorías de la Complejidad y Ciencias Sociales: Nuevas Estrategias Epistemológicas Y Metodológicas*. *Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, 2(30), 147-166. Obtenido de <http://revistas.ucm.es/index.php/NOMA/article/view/36562/35396>
- Rodríguez, Z. L., & Roggero, P. (2015). *Modelos basados en agentes: aportes epistemológicos y teóricos para la investigación social*. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*(225), 233-266.
- Rodríguez, Z. L., & Roggero, P. (2014). *La modelización y simulación computacional como metodología de investigación social*. *Polis*(39). doi:10.4000/polis.10568
- Sahimi, M., 1994, *Applications of Percolation Theory*: Bristol Pennsylvania, USA, Taylor & Francis, 276 pp.
- SCImago, (2015). Scimago Journal & Country Rank. [online] Scimagojr.com. Available at: <http://www.scimagojr.com/index.php> [Accessed 18 Jan. 2015].
- Scott E. Page (2012). *Aggregation in agent-based models of economies*. *The Knowledge Engineering Review*, 27, pp 151-162. doi:10.1017/S0269888912000112.
- Sengupta, R. and Sieber, R. (2007). *Geospatial agents, agents, everywhere...* *Transactions in GIS* 11, 483–506.

- SEP (2013). *Secretaría de Educación Pública. Programa del Mejoramiento del Profesorado. 2013*. Diario Oficial de la Federación, DOF 28-02-2013. Recuperado el 4 de marzo del 2013 de http://promep.sep.gob.mx/reglas/Reglas_PROMEP_2013.pdf.
- SEP, (2014). *Estadísticas*. [online] Dsa.sep.gob.mx. Disponible en: <http://dsa.sep.gob.mx/estadisticas.html> [Accesado 10 Dec. 2014].
- Series históricas 2006-2015 (2016). Consultado Julio 20, 2016, de http://www.uv.mx/informacion-estadistica/files/2014/01/Series-Historicas-2015_2016_11_04_16.pdf
- Shrestha, M., Scarpino, S. V., & Moore, C. (2015). *Message-passing approach for recurrent-state epidemic models on networks*. Physical Review E: Statistical, Nonlinear & Soft Matter Physics, 92(2-B), 022821-1-022821-9. doi:10.1103/PhysRevE.92.022821.
- Sotolongo, C. P., & Delgado, D. C. (2006). *La revolución contemporánea del saber y la complejidad social : hacia unas ciencias sociales de nuevo tipo* (Primera ed.). Buenos Aires, Argentina: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/campus/soto/soto.html>
- Speltini, Cristina T.; Cornejo, Jorge N.; Iglesias, Ana Isabel; (2006). *La epistemología de reichenbach aplicada al desarrollo de trabajos prácticos contextualizados (TPC)*. Ciência & Educação (Bauru), Abril-Sin mes, 1-12.
- Strand, Ø.; Leydesdorff, L.. (2011). *Where is Synergy Indicated in the Norwegian Innovation System? Triple-Helix Relations among Technology, Organization, and Geography*. arXiv:1109.6597v2 [physics.soc-ph].
- UNCTAD (2007), *The Least Developed Countries Report 2007: Knowledge, Technological Learning and Innovation for Development*, Naciones Unidas, Ginebra.

- UNESCO-UIS. (2010). *MEDICIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO (I+D): Desafíos Enfrentados por los Países en Desarrollo*. Instituto de Estadística de la UNESCO. Canadá.
- Utterback, J.M. (1994) *Mastering the Dynamics of Innovation*. Boston, MA: Harvard Business School.
- Valverde, S.; Sol, R.; Bedau, M.; and Packard, N..(2006). *Topology and Evolution of Technology Innovation Networks*. Physical Review E, 76, DOI:10.1103/PhysRevE.76.056118
- Wang, Y.; Xiao, G.; and Liu, J.. (2012). *Dynamics of competing ideas in complex social systems*. New Journal of Physics. 14. DOI:10.1088/1367-2630/14/1/013015.
- Weaver, W. (1948). *Science and Complexity*. *American Scientist*, 36(04), 536-544. Obtenido de <http://jstor.org/stable/27826254>
- Wei, J.; Li-ran,L.; Xue-mei, X..(2010). *Diffusion of technical innovation based on industry-university-institute cooperation in industrial clusters*. The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications. December, 17(2), 45–50.
- Wilensky, U. (1998). *NetLogo Percolation model*. . Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.
- Wilensky, U. (1999). *NetLogo*. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston.

Anexo 1. Instrumento de recolección de datos.

Análisis Estratégico del Desarrollo Tecnológico en México

Estimado Profesor o Investigador, el presente cuestionario tiene como finalidad conocer las características de los profesores o investigadores que impactan en actividades de innovación en I+D a través de la creación de propiedad intelectual. Dicha información será tratada únicamente para los fines de la investigación y es de carácter estrictamente anónimo y confidencial; las respuestas de la encuesta se guardan directamente a una base de datos.

Es importante que lea con detenimiento las preguntas, reflexione sus respuestas y conteste con sinceridad, solo siga las indicaciones de cada pregunta.

También si usted lo desea puede acceder a esta encuesta en línea en la siguiente dirección web: <http://www.sv-servicios.com/encuestas/index.php/313967/lang-es>

1.- Datos Personales

1.1. Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- ☐ Femenino ☐ Masculino

1.2. Nacionalidad: _____; 1.3. Edad _____

2.- Formación Académica

2.1. Máximo grado académico obtenido

☐ Licenciatura	☐ Especialización	☐ Maestría	☐ Doctorado	☐ Posdoctorado
------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	------------------------------------

2.2. La institución en donde obtuvo el máximo grado de estudios es:

☐ Nacional	☐ Extranjera
--------------------------------	----------------------------------

2.3. Si sus estudios los realizó con apoyo económico marque las opciones que correspondan:

☐ CONACYT	☐ PRODEP (Antes denominado PROMEP)	☐ BECA de iniciativa privada
☐ Otro:	☐ Recursos propios	

2.4 Indique el o las áreas académicas en las que se desempeña

☐ Ingeniería y Tecnología	☐ Medicina y Ciencias de la Salud
☐ Biotecnología y Ciencias Agropecuarias	☐ Biología y Química
☐ Ciencias sociales y Administrativas	☐ Físico Matemáticas y Ciencias de la Tierra
☐ Humanidades y Ciencias de la conducta	☐ Otro: _____

3. Datos Laborales

3.1 El centro laboral es:

☐ Universidad Pública ☐ Universidad Privada ☐ Centro de investigación	☐ Dependencia federal ☐ Dependencia Estatal ☐ Empresa Privada ☐ Otro : _____
---	---

3.1. Especifique el nombre de la dependencia o empresa de adscripción (Universidad, Facultad, Instituto, Centro, Campus, etc.).

3.2. Su nombramiento es:

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

☐ Docente	☐ Investigador	☐ Docente-Investigador	☐ Otro
-------------------------------	------------------------------------	--	----------------------------

3.3. Su contrato es:

☐ Temporal	☐ Definitivo	☐ Otro
--------------------------------	----------------------------------	----------------------------

3.4. Antigüedad en la institución (Centro de trabajo):

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

☐ Hasta 5 años ☐ 6 a 10 años ☐ 11 a 15 años ☐ 16 a 20 años	☐ 21 a 25 años ☐ 26 a 30 años ☐ 31 a 35 años ☐ Más de 36 años
---	--

3.5 Del total de su carga laboral de horas semana-mes especifique el número de horas semanales dedicadas a cada una de las siguientes actividades:

Docencia	_____
Investigación	_____
Asesoría o tutoría	_____
Gestión	_____

La suma total no debe sobrepasar las 40 horas.

3.6. ¿Participa en algún programa de estímulos al desempeño (Productividad)?

☐ Sí	☐ No
--------------------------	--------------------------

3.7. ¿Cuenta con el reconocimiento por desempeño (Perfil Deseable (PRODEP) u otro)?

☐ Sí	☐ No
--------------------------	--------------------------

3.8. ¿Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI)?

☐ Sí	☐ No
--------------------------	--------------------------

3.8.1. Si su respuesta al ítem 3.8 fue afirmativa especifique el nivel SIN.

☐ Candidato	☐ Nivel 1	☐ Nivel 2	☐ Nivel 3	☐ Emérito
---------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

4. Investigación

4.1. ¿Pertenece a algún Grupo de investigación o Cuerpo Académico?

☐ Sí	☐ No
--------------------------	--------------------------

4.2. Nombre del Grupo de investigación o cuerpo académico en caso de pertenecer a alguno:

4.3. En caso de pertenecer a algún Grupo de investigación o cuerpo académico ¿A qué área de conocimiento está adscrito su Cuerpo Académico?

☐ Ingeniería y tecnología ☐ Biotecnología y ciencias agropecuarias ☐ Ciencias sociales (Incluye al área económico-administrativa) ☐ Humanidades y ciencias de la conducta	☐ Medicina y ciencias de la salud ☐ Biología y química ☐ Físico matemáticas y ciencias de la tierra ☐ Lo desconozco ☐ Otro
--	--

4.4. ¿Qué nivel de habilitación tiene el grupo de investigación o cuerpo académico al que pertenece?

Sólo conteste esta pregunta si pertenece al algún Grupo de investigación o Cuerpo Académico

☐ En formación	☐ En consolidación	☐ Consolidado	☐ Otro
------------------------------------	--	-----------------------------------	----------------------------

4.5. En el desarrollo de sus trabajos de investigación involucra a otros participantes como:

☐ Integrante o colaborador de cuerpo académico. ☐ Profesor Adjunto o Técnico Académico ☐ Becario	☐ Prestador de Servicio Social ☐ Ninguno ☐ Otro:
---	---

4.6. ¿Hace cuánto tiempo comenzó a publicar su producción científica?

☐ No ha publicado ☐ Hace 5 años ☐ Hace 10 años	☐ Hace 15 años ☐ Más de 15 años
--	--

4.7. La investigación y desarrollo experimental (I+D) comprende la investigación básica, investigación aplicada y el desarrollo experimental; ¿Qué tipo de investigación realiza de manera individual o en colaboración en su grupo de investigación o cuerpo académico?

☐ Básica	☐ Aplicada	☐ Experimental	☐ Ninguna
------------------------------	--------------------------------	------------------------------------	-------------------------------

Investigación básica: se refiere a trabajos experimentales o teóricos con el objetivo primordial de adquirir nuevos conocimientos acerca de los fundamentos subyacentes de fenómenos y hechos, aunque a primera vista no se percibe alguna aplicación o uso concreto.

Investigación aplicada: La investigación aplicada es de igual forma investigación original realizada para la adquisición de nuevo conocimiento, dirigida principalmente hacia un fin práctico específico.

Desarrollo experimental: El desarrollo experimental consiste en trabajos sistemáticos basados en conocimientos existentes obtenidos de la investigación o la experiencia práctica, que se dirige a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos, establecer nuevos procesos, sistemas y servicios.

5. Producción

5.1. Seleccione las actividades que realiza de manera individual, colaborativa o guiando a estudiantes como parte del desarrollo de su función docente o de investigación

☐ Prácticas o proyectos finales	☐ Ninguna
☐ Análisis de casos	☐ Otro
☐ Ambos	

5.2. Las prácticas o proyectos finales que realiza de manera individual, colaborativa o guiando a estudiantes como parte del desarrollo de su función docente o de investigación los efectúa en:

☐ Empresas	☐ Dependencias gubernamentales	☐ Dependencias no gubernamentales	☐ Otro
--------------------------------	--	---	----------------------------

Nota: Algunas de las actividades que realizan como parte de la función de docencia o investigación pueden llegar a comercializarse y transferirse a sectores usuarios; y contribuir a la generación de oportunidades de negocio basadas en la aplicación de los desarrollos científicos o tecnológicos.

Fuente: CONACYT

5.3. Como resultado de las actividades anteriores usted, sus colaboradores o sus estudiantes en su práctica docente o investigativa han iniciado o desarrollado

☐ Una idea novedosa o producto que permita transformar la materia o energía que existe en la naturaleza en beneficio del ser humano y que satisfaga necesidades concretas aplicables en alguna rama de la actividad económica

☐ Un nuevo producto tecnológico

☐ Diseños industriales (aspecto ornamental o estético de un artículo, su diseño, sus dimensiones)

☐ Prototipos (Aparatos, dispositivos, hardware, No software)

☐ Esquemas de trazado de circuitos integrados

☐ Signos distintivos como son: marcas, marcas de servicios, marcas de productos, avisos, nombres comerciales, denominaciones de origen.

☐ Ninguno de los anteriores

☐ Otro:

Nota: Estas actividades pueden favorecer la comercialización y transferencia de las tecnologías desarrolladas en instituciones a sectores usuarios; y que contribuyan a la generación de oportunidades de negocio basadas en la aplicación de los desarrollos científicos o tecnológicos.

Fuente: CONACYT

5.3.1. ¿Inicio el proceso para registrar la idea, producto o marca etc. ante el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial en beneficio del usuario, empresa o Institución o bien con el apoyo de una Oficina de vinculación o para la transferencia de tecnología ya sea institucional o externa?

☐ Sí	☐ No
--------------------------	--------------------------

5.3.2. No se inició el proceso de registro en el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial (IMPI) pues:

- ☐ Únicamente se trata el tema en clase
- ☐ Desconozco el procedimiento
- ☐ Desconozco el procedimiento, pero me gustaría conocer más al respecto
- ☐ Otro

5.4. Como resultado de las actividades anteriores usted, sus colaboradores o sus estudiantes en su práctica docente o investigativa han iniciado o desarrollado

- ☐ Aplicaciones o Programas de cómputo
- ☐ Bases de datos que contengan datos económicos, técnicos, climáticos, agropecuarios, etc., que se actualicen de manera constante y sirvan de apoyo a la toma de decisiones
- ☐ Libros (Editorial Mexicana)
- ☐ Libros (Editorial Extranjera)
- ☐ Revistas
- ☐ Ninguno de los anteriores
- ☐ Otro:

5.4.1. ¿Inicio el proceso para registrar su obra en el Instituto Nacional de Derechos de Autor en beneficio del usuario, empresa o Institución o con el apoyo de una Oficina de vinculación o para la transferencia de tecnología ya sea institucional o externa?

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

☐ Sí	☐ No
--------------------------	--------------------------

5.4.2. No se inició el proceso de registro en el Instituto Nacional de Derechos de Autor (INDAUTOR) pues:

- ☐ Únicamente se trata el tema en clase
- ☐ Desconozco el procedimiento
- ☐ Desconozco el procedimiento, pero me gustaría conocer más al respecto
- ☐ Otro

5.5. Como resultado de la actividad investigativa individual o colectiva indique el tipo de producto resultante

Por favor, marque las opciones que correspondan:

- ☐ Publicación en Memorias en extenso de congresos locales, nacionales o Internacionales
- ☐ Publicación de artículo en revistas indexada
- ☐ Publicación de artículo en revista no indexada
- ☐ Capítulo de libro
- ☐ Libros (Editorial Mexicana)
- ☐ Libros (Editorial Extranjera)
- ☐ Ensayo
- ☐ Otro:

Revista Indexada: Es una publicación periódica de investigación que denota alta calidad y ha sido listada en alguna base de datos de consulta mundial, lo que habitualmente trae aparejado que la revista tenga un elevado factor de impacto. El factor de impacto corresponde a una medida de la frecuencia en que un “artículo promedio” ha sido citado durante un año (debe tenerse presente que para revistas del hemisferio norte, ese año va de julio a julio entre dos años). Su calidad no obstante no reside en el factor de impacto, sino en el permanente juicio de pares sobre el contenido de sus artículos. El par es un especialista en el campo u orientación de la publicación y conforma habitualmente lo que se conoce como Comité Editor.

Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica

6. Factores Externos

En el siguiente grupo de preguntas, seleccione el valor de acuerdo a la siguiente escala:

1	2	3	4	5
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

6.1. Ambiente político, económico y social local, regional o nacional no afecta y es independiente del desarrollo de actividades de innovación en su función docente o de investigación.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.2. El Ambiente político, económico y social local, regional o nacional afecta en el desarrollo de actividades de innovación en su función docente o de investigación.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.3. La edad del docente o investigador no afecta el desempeño de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.4. El género del docente o investigador no es factor clave para el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.5. La nacionalidad del docente o investigador no influye en el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.6. El grado académico y área de conocimiento no es determinante para el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.7. El nombramiento laboral (Docente o Investigador) es independiente al desarrollo de la actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.8. El tiempo de dedicación a la institución en donde se desempeña afecta su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.9. El tipo de contratación (Tiempo completo o parcial) no es factor determinante en el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.10. La antigüedad laboral es un factor que no afecta el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.11. La obtención de reconocimientos académicos (PRODEP, SNI, etc.) afecta el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.12. El hecho de pertenecer a un grupo de investigación o cuerpo académico no implica una mejora en el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.13. La colaboración con empresas en el marco del desarrollo de su función docente o de investigación no es factor que determine mejoría en su producción de I+D.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.14. La colaboración con docentes o investigadores de otras IES (Universidades o Centros de Investigación) le permite incrementar su producción en I+D.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.15. El tipo de I+D que realiza (Básica, Aplicada o Experimental) afecta el desarrollo de su actividad docente o de investigación.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.16. El tiempo laboral de su carga dedicado a I+D afecta su producción científica.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.17. Un profesor o investigador con altos niveles de producción científica induce cambios en colaboradores, participantes, estudiantes u otros compañeros de trabajo.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.18. Una oficina de transferencia tecnológica permite lograr el éxito de las actividades de innovación que se dan como resultado del trabajo de investigación y docencia.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

Nota: Una Oficina de Transferencia de Tecnología está enfocada a promover la formación y adquisición de metodologías que permitan la consolidar grupos, oficinas o centros de Transferencia de Tecnología que fomenten la integración, licenciamiento y/o comercialización de Paquetes Tecnológicos, la generación y lanzamiento de nuevos negocios y/o el licenciamiento de desarrollos o tecnologías propias.

Fuente: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

6.19. El hecho de obtener recursos a través de convocatorias para apoyo de proyectos de investigación le motiva a iniciar o continuar desarrollando proyectos en el marco de la I+D.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.20. Las publicaciones realizadas (Libros, artículos, otros) favorece el desarrollo de su actividad docente y de investigación relacionada a la I+D.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.21. Realizar visitas o estancias académicas en otras IES mejora el desarrollo de su actividad docente o de investigación en relación a la I+D.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.22. El registro de propiedad intelectual (Patentes, Marcas, Diseño industrial, prototipo, etc., aplicaciones de software, etc.) mejora el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

6.23. La remuneración (Estímulo económico, beca al desempeño (Productividad), etc.) son importantes para un mejor desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

Anexo 2. Descripción de Variables de preguntas tipo Likert

Tabla 101

Preguntas tipo Likert

V98	El estado de ánimo del docente o investigador afecta el desarrollo de actividades de innovación en su función docente o de investigación.
V99	El Ambiente político, económico y social local, regional o nacional no afecta y es independiente del desarrollo de actividades de innovación en su función docente o de investigación.
V100	La edad del docente o investigador no afecta el desempeño de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V101	El género del docente o investigador no es factor clave para el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V102	La nacionalidad del docente o investigador no influye en el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V103	El grado académico y área de conocimiento no es determinante para el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V104	El nombramiento laboral (Docente o Investigador) es independiente al desarrollo de la actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V105	El tiempo de dedicación a la institución en donde se desempeña afecta su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V106	El tipo de contratación (Tiempo completo o parcial) no es factor determinante en el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V107	La antigüedad laboral es un factor que no afecta el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V108	La obtención de reconocimientos académicos (PRODEP, SNI, etc.) afecta el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V109	El hecho de pertenecer a un grupo de investigación o cuerpo académico no implica una mejora en el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V110	La colaboración con empresas en el marco del desarrollo de su función docente o de investigación no es factor que determine mejoría en su producción de I+D.
V111	La colaboración con docentes o investigadores de otras IES (Universidades o Centros de Investigación) le permite incrementar su producción en I+D.
V112	El tipo de I+D que realiza (Básica, Aplicada o Experimental) afecta el desarrollo de su actividad docente o de investigación.
V113	El tiempo laboral de su carga dedicado a I+D afecta su producción científica.
V114	Un profesor o investigador con altos niveles de producción científica induce cambios en colaboradores, participantes, estudiantes u otros compañeros de trabajo.
V115	Una oficina de transferencia tecnológica permite lograr el éxito de las actividades de innovación que se dan como resultado del trabajo de investigación y docencia.
V116	El hecho de obtener recursos a través de convocatorias para apoyo de proyectos de investigación le motiva a iniciar o continuar desarrollando proyectos en el marco de la I+D.
V117	Las publicaciones realizadas (Libros, artículos, otros) favorece el desarrollo de su actividad docente y de investigación relacionada a la I+D.
V118	Realizar visitas o estancias académicas en otras IES mejora el desarrollo de su actividad docente o de investigación en relación a la I+D.
V119	El registro de propiedad intelectual (Patentes, Marcas, Diseño industrial, prototipo, etc., aplicaciones de software, etc.) mejora el desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.
V120	La remuneración (Estímulo económico, beca al desempeño (Productividad), etc.) son importantes para un mejor desarrollo de su actividad docente o investigativa relacionada a la I+D.

Anexo 3 Estadísticas de total de elementos

Tabla 102

Estadísticas de total de elemento

	Media de es- cala si el ele- mento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de ele- mentos co- rregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
V98	81.69	94.897	0.200		0.821
V99	82.54	103.269	-0.135		0.838
V100	80.85	92.808	0.352		0.811
V101	80.31	99.064	0.167		0.817
V102	80.77	91.692	0.399		0.809
V103	83.23	86.359	0.530		0.801
V104	82.54	94.269	0.245		0.818
V105	80.69	92.231	0.504		0.805
V106	82.77	83.026	0.789		0.786
V107	81.00	93.500	0.430		0.808
V108	81.62	101.423	-0.070		0.839
V109	82.85	85.974	0.607		0.797
V110	83.31	88.397	0.576		0.800
V111	80.46	96.269	0.492		0.810
V112	81.54	90.103	0.378		0.811
V113	80.92	92.410	0.474		0.806
V114	80.77	91.692	0.636		0.801
V115	80.77	97.026	0.439		0.811
V116	80.38	96.256	0.522		0.809
V117	80.62	95.923	0.391		0.811
V118	80.54	96.436	0.462		0.810
V119	80.77	96.359	0.376		0.811
V120	80.77	92.359	0.588		0.803

Anexo 4 Correlación de variables para análisis de fiabilidad

Tabla 103

Correlaciones de variables y prueba piloto para análisis de fiabilidad con alfa de Cronbach

	V98	V99	V100	V101	V102	V103	V104	V105	V106	V107	V108	V109	V110	V111	V112	V113	V114	V115	V116	V117	V118	V119	V120
V98	1.00	-0.04	-0.25	-0.20	-0.33	0.33	0.46	0.08	0.31	-0.18	0.22	0.21	0.25	0.12	0.16	-0.20	0.31	0.06	0.07	-0.13	-0.09	0.36	0.22
V99	-0.04	1.00	-0.29	-0.51	-0.01	0.00	-0.22	-0.06	0.11	-0.29	-0.36	0.08	-0.28	0.10	0.48	0.23	0.45	-0.17	-0.12	-0.13	-0.24	-0.56	-0.11
V100	-0.25	-0.29	1.00	0.59	0.42	0.08	0.02	0.43	0.26	0.68	-0.13	0.14	0.05	0.33	-0.32	0.05	0.31	0.49	0.62	0.30	0.50	0.61	0.52
V101	-0.20	-0.51	0.59	1.00	0.49	-0.26	-0.16	0.66	-0.13	0.68	0.14	-0.15	-0.09	0.23	-0.15	-0.08	-0.01	0.27	0.31	0.08	0.17	0.64	0.36
V102	-0.33	-0.01	0.42	0.49	1.00	0.26	-0.26	0.47	0.49	0.58	-0.15	0.07	-0.01	0.53	0.22	0.28	0.28	0.28	0.19	0.58	0.41	0.09	0.28
V103	0.33	0.00	0.08	-0.26	0.26	1.00	0.31	0.06	0.76	0.23	0.00	0.72	0.65	0.15	0.28	0.23	0.30	0.08	-0.08	0.18	0.13	-0.04	0.13
V104	0.46	-0.22	0.02	-0.16	-0.26	0.31	1.00	-0.30	0.34	-0.21	0.58	0.13	0.42	0.10	0.17	0.07	0.26	0.12	0.02	-0.13	-0.10	0.20	-0.01
V105	0.08	-0.06	0.43	0.66	0.47	0.06	-0.30	1.00	0.28	0.624	-0.16	0.38	0.19	0.36	0.17	0.34	0.31	0.29	0.51	0.10	0.24	0.53	0.69
V106	0.31	0.11	0.26	-0.13	0.49	0.76	0.34	0.28	1.00	0.22	-0.04	0.63	0.57	0.49	0.31	0.42	0.54	0.41	0.33	0.44	0.39	0.09	0.45
V107	-0.18	-0.29	0.68	0.68	0.58	0.23	-0.21	0.62	0.22	1.00	-0.24	0.22	0.20	0.26	-0.04	0.20	0.22	0.54	0.26	0.37	0.46	0.56	0.35
V108	0.22	-0.36	-0.13	0.14	-0.15	0.00	0.58	-0.16	-0.04	-0.24	1.00	-0.02	0.24	-0.44	0.08	0.01	-0.31	-0.36	-0.14	-0.34	-0.37	0.02	0.17
V109	0.21	0.08	0.14	-0.15	0.07	0.72	0.13	0.38	0.63	0.22	-0.02	1.00	0.84	0.02	0.38	0.49	0.28	0.15	0.27	0.06	0.18	0.01	0.46
V110	0.25	-0.28	0.05	-0.09	-0.01	0.65	0.42	0.19	0.57	0.20	0.24	0.84	1.00	-0.02	0.32	0.46	0.09	0.31	0.17	0.16	0.24	0.11	0.30
V111	0.12	0.10	0.33	0.23	0.53	0.15	0.10	0.36	0.49	0.26	-0.44	0.02	-0.02	1.00	0.33	0.14	0.77	0.53	0.50	0.57	0.54	0.40	0.12
V112	0.16	0.48	-0.32	-0.15	0.22	0.28	0.17	0.17	0.31	-0.04	0.08	0.38	0.32	0.33	1.00	0.48	0.57	-0.02	0.02	0.17	0.03	-0.21	-0.01
V113	-0.20	0.23	0.05	-0.08	0.28	0.23	0.07	0.34	0.42	0.20	0.01	0.49	0.46	0.14	0.48	1.00	0.29	0.07	0.31	0.29	0.34	-0.09	0.42
V114	0.31	0.45	0.31	-0.01	0.28	0.30	0.26	0.31	0.54	0.22	-0.31	0.28	0.09	0.77	0.57	0.29	1.00	0.41	0.52	0.36	0.40	0.31	0.26
V115	0.06	-0.17	0.49	0.27	0.28	0.08	0.12	0.29	0.41	0.54	-0.36	0.15	0.31	0.53	-0.02	0.07	0.41	1.00	0.44	0.56	0.61	0.49	0.18
V116	0.07	-0.12	0.62	0.31	0.19	-0.08	0.02	0.51	0.33	0.26	-0.14	0.27	0.17	0.50	0.02	0.31	0.52	0.44	1.00	0.49	0.72	0.61	0.74
V117	-0.13	-0.13	0.30	0.08	0.58	0.18	-0.13	0.10	0.44	0.37	-0.34	0.06	0.16	0.57	0.17	0.29	0.36	0.56	0.49	1.00	0.91	0.23	0.19
V118	-0.09	-0.24	0.50	0.17	0.41	0.13	-0.10	0.24	0.39	0.46	-0.37	0.18	0.24	0.54	0.03	0.34	0.40	0.61	0.72	0.91	1.00	0.47	0.40
V119	0.36	-0.56	0.61	0.64	0.09	-0.04	0.20	0.53	0.09	0.56	0.02	0.01	0.11	0.40	-0.21	-0.09	0.31	0.49	0.61	0.23	0.47	1.00	0.49
V120	0.22	-0.11	0.52	0.36	0.28	0.13	-0.01	0.69	0.45	0.35	0.17	0.46	0.30	0.12	-0.01	0.42	0.26	0.18	0.74	0.19	0.40	0.49	1.00

Resumen de procesamiento de casos			
Casos	N		%
	Válido	13	100
	Excluido	0	0
	Total	13	100

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0.817	23

Anexo 5. Regresión logística binaria

Tabla 104

Resumen de procesamiento de casos correlaciones de variables Mod34

Casos sin ponderar ^a		N	Porcentaje
Casos seleccionados	Incluido en el análisis	119	100.0
	Casos perdidos	0	0.0
	Total	119	100.0
Casos no seleccionados		0	0.0
Total		119	100.0

a. Si la ponderación está en vigor, consulte la tabla de clasificación para el número total de casos.

Tabla 105

Codificación de variable dependiente

Valor original	Valor interno
0.00	0
1.00	1

Tabla 106

Codificaciones de variables categóricas

		Frecuencia	Codificación de parámetro (1)
NINGUNO_COL	0.00	85	1.000
	1.00	34	0.000
ADJ_TEC	0.00	93	1.000
	1.00	26	0.000
BECARIO	0.00	93	1.000
	1.00	26	0.000
SER_SOC	0.00	89	1.000
	1.00	30	0.000
INT_COL	0.00	48	0.000
	1.00	71	1.000

Tabla 107
Clasificación (Bloque 0: Bloque de inicio) ^{a, b}

Observado		Pronosticado		
		Cuerpo_acad		Corrección de porcentaje
		0.00	1.00	
Cuerpo_acad	0.00	0	53	0.0
	1.00	0	66	100.0
Porcentaje global				55.5

a. La constante se incluye en el modelo.

Tabla 108
Variables en la ecuación

		B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso 0	Constante	0.219	0.184	1.414	1	0.234	1.245

Tabla 109
Variables no están en la ecuación

			Puntuación	gl	Sig.
Paso 0	Variables	INT_COL(1)	39.055	1	0.000
		ADJ_TEC(1)	0.035	1	0.851
		BECARIO(1)	4.179	1	0.041
		SER_SOC(1)	1.006	1	0.316
		NINGUNO_COL(1)	23.436	1	0.000
	Estadísticos globales		39.641	5	0.000

Bloque 1: Método = Entrar

Tabla 110
Pruebas ómnibus de coeficientes de modelo

		Chi-cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Escalón	42.041	5	0.000
	Bloque	42.041	5	0.000
	Modelo	42.041	5	0.000

Tabla 111
Resumen del modelo

Escalón	Logaritmo de la verosimilitud -2	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	121.505 ^a	0.298	0.398

a. La estimación ha terminado en el número de iteración 4 porque las estimaciones de parámetro han cambiado en menos de 0.001

Tabla 112
Prueba de Hosmer y Lemeshow

Escalón	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	2.374	6	0.882

Tabla 113
Tabla de contingencia para la prueba de Hosmer y Lemeshow

		Cuerpo_acad = 0.00		Cuerpo_acad = 1.00		Total
		Observado	Esperado	Observado	Esperado	
Paso 1	1	8	7.269	1	1.731	9
	2	27	27.000	7	7.000	34
	3	5	6.109	8	6.891	13
	4	2	2.353	7	6.647	9
	5	3	2.456	8	8.544	11
	6	1	0.787	3	3.213	4
	7	4	5.228	24	22.772	28
	8	3	1.799	8	9.201	11

Tabla 114
Tabla de clasificación

		Pronosticado		
Observado		Cuerpo_acad		Corrección de porcentaje
		0.00	1.00	
Paso 1	Cuerpo_acad	0.00	38	15
		1.00	10	56
Porcentaje global				79.0

a. El valor de corte es 0.500

Tabla 115
Variables en la ecuación

		B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	95% C.I. para EXP(B)	
								Inferior	Superior
Paso 1 ^a	INT_COL(1)	2.391	0.748	10.215	1	0.001	10.922	2.521	47.317
	ADJ_TEC(1)	0.485	0.583	0.693	1	0.405	1.625	0.518	5.092
	BECARIO(1)	-.161	0.596	0.073	1	0.788	0.852	0.265	2.738
	SER_SOC(1)	0.225	0.562	0.160	1	0.689	1.252	0.416	3.768
	NINGUNO_C OL(1)	0.431	0.902	0.228	1	0.633	1.538	0.263	9.009
	Constante	-1.899	1.002	3.592	1	0.058	0.150		

a. Variables especificadas en el paso 1: INT_COL, ADJ_TEC, BECARIO, SER_SOC, NINGUNO_COL.

Mod36

Tabla 116
Resumen de procesamiento de casos

Casos sin ponderar ^a		N	Porcentaje
Casos seleccionados	Incluido en el análisis	119	100.0
	Casos perdidos	0	0
	Total	119	100.0
Casos no seleccionados		0	0
Total		119	100.0

a. Si la ponderación está en vigor, consulte la tabla de clasificación para el número total de casos.

Tabla 117
Codificación de variable dependiente

Valor original	Valor interno
0.00	0
1.00	1

Tabla 118
Codificaciones de variables categóricas

		Frecuencia	Codificación de parámetro (1)
PERFIL	0.00	78	1.000
	1.00	41	0.000
Est_desem p	0.00	68	0.000
	1.00	51	1.000

Tabla 119
Tabla de clasificación^{a,b}

		Pronosticado		
Observado		Cuerpo acad		Corrección de porcentaje
Paso 0	Cuerpo_acad	0.00	0 53	0
		1.00	0 66	100.0
Porcentaje global				55.5

a. La constante se incluye en el modelo.

b. El valor de corte es 0.500

Tabla 120
Variables en la ecuación

		B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso 0	Constante	0.219	0.184	1.414	1	0.234	1.245

Tabla 121
Las variables no están en la ecuación

			Puntuación	gl	Sig.
Paso 0	Variables	Est_desemp(1)	15.947	1	0.000
		PERFIL(1)	35.082	1	0.000
	Estadísticos globales		37.395	2	0.000

Bloque 1: Método = Entrar

Tabla 122
Pruebas ómnibus de coeficientes de modelo

		Chi-cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Escalón	43.411	2	0.000
	Bloque	43.411	2	0.000
	Modelo	43.411	2	0.000

Tabla 123
Resumen del modelo

Escalón	Logaritmo de la verosimilitud -2	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	120.135 ^a	0.306	0.409

a. La estimación ha terminado en el número de iteración 5 porque las estimaciones de parámetro han cambiado en menos de 0.001.

Tabla 124
Prueba de Hosmer y Lemeshow

Escalón	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	0.201	2	0.905

Tabla 125
Tabla de contingencia para la prueba de Hosmer y Lemeshow

		Cuerpo_acad = 0.00		Cuerpo_acad = 1.00		Total
		Observado	Esperado	Observado	Esperado	
Paso 1	1	40	39.662	17	17.338	57
	2	10	10.338	11	10.662	21
	3	1	1.338	10	9.662	11
	4	2	1.662	28	28.338	30

Tabla 126
Tabla de clasificación ^a

			Pronosticado		
Observado			Cuerpo_acad		Corrección de porcentaje
Paso 1	Cuerpo_acad	0.00	40	13	75.5
		1.00	17	49	74.2
	Porcentaje global				74.8

a. El valor de corte es 0.500

Tabla 127
Variables en la ecuación

		B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	95% C.I. para EXP(B)	
								Inferior	Superior
Paso 1 ^a	Est_desemp(1)	0.858	0.481	3.191	1	0.074	2.360	0.920	6.052
	PERFIL(1)	-2.805	0.662	17.933	1	0.000	0.061	0.017	0.222
	Constante	1.977	0.663	8.890	1	0.003	7.224		

a. Variables especificadas en el paso 1: Est_desemp, PERFIL.

Mod38:

Tabla 128
Resumen de procesamiento de casos

Casos sin ponderar ^a		N	Porcentaje
Casos seleccionados			
	Incluido en el análisis	119	100.0
	Casos perdidos	0	0.0
	Total	119	100.0
Casos no seleccionados		0	0.0
Total		119	100.0

a. Si la ponderación está en vigor, consulte la tabla de clasificación para el número total de casos.

Tabla 129
Codificación de variable dependiente

Valor original	Valor interno
0.00	0
1.00	1

Tabla 130
Codificaciones de variables categóricas

		Frecuencia	Codificación de parámetro (1)
ENSAYO	0.00	114	1.000
	1.00	5	0.000
INDX	0.00	87	1.000
	1.00	32	0.000
NO_INDX	0.00	89	1.000
	1.00	30	0.000
CAP_LIB	0.00	80	1.000
	1.00	39	0.000
LIB_MX	0.00	96	1.000
	1.00	23	0.000
LIB_EX	0.00	114	1.000
	1.00	5	0.000
MEMORIAS	0.00	52	0.000
	1.00	67	1.000

Bloque 0: Bloque de inicio

Tabla 131
Tabla de clasificación^{a,b}

Observado		Pronosticado		
		Cuerpo_acad		Corrección de porcentaje
		0.00	1.00	
Paso 0	Cuerpo_acad .00	0	53	0.0
	1.00	0	66	100.0
Porcentaje global				55.5

a. La constante se incluye en el modelo.

b. El valor de corte es 0.500

Tabla 132
Variables en la ecuación

		B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso 0	Constante	0.219	0.184	1.414	1	0.234	1.245

Tabla 133
Las variables no están en la ecuación

			Puntuación	gl	Sig.
Paso 0	Variables	MEMORIAS(1)	10.806	1	0.001
		INDX(1)	9.101	1	0.003
		NO_INDX(1)	2.039	1	0.153
		CAP_LIB(1)	6.265	1	0.012
		LIB_MX(1)	3.929	1	0.047
		LIB_EX(1)	1.272	1	0.259
		ENSAYO(1)	1.272	1	0.259
		Estadísticos globales	15.956	7	0.026

Bloque 1: Método = Entrar

Tabla 134
Pruebas ómnibus de coeficientes de modelo

		Chi-cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Escalón	17.083	7	0.017
	Bloque	17.083	7	0.017
	Modelo	17.083	7	0.017

Tabla 135
Resumen del modelo

Escalón	Logaritmo de la verosimilitud -2	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	146.463 ^a	0.134	0.179

a. La estimación ha terminado en el número de iteración 4 porque las estimaciones de parámetro han cambiado en menos de 0.001.

Tabla 136
Prueba de Hosmer y Lemeshow

Escalón	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	6.953	6	0.325

Tabla 137
Prueba de Hosmer y Lemeshow

Escalón	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	6.953	6	0.325

Tabla 138
Tabla de clasificación

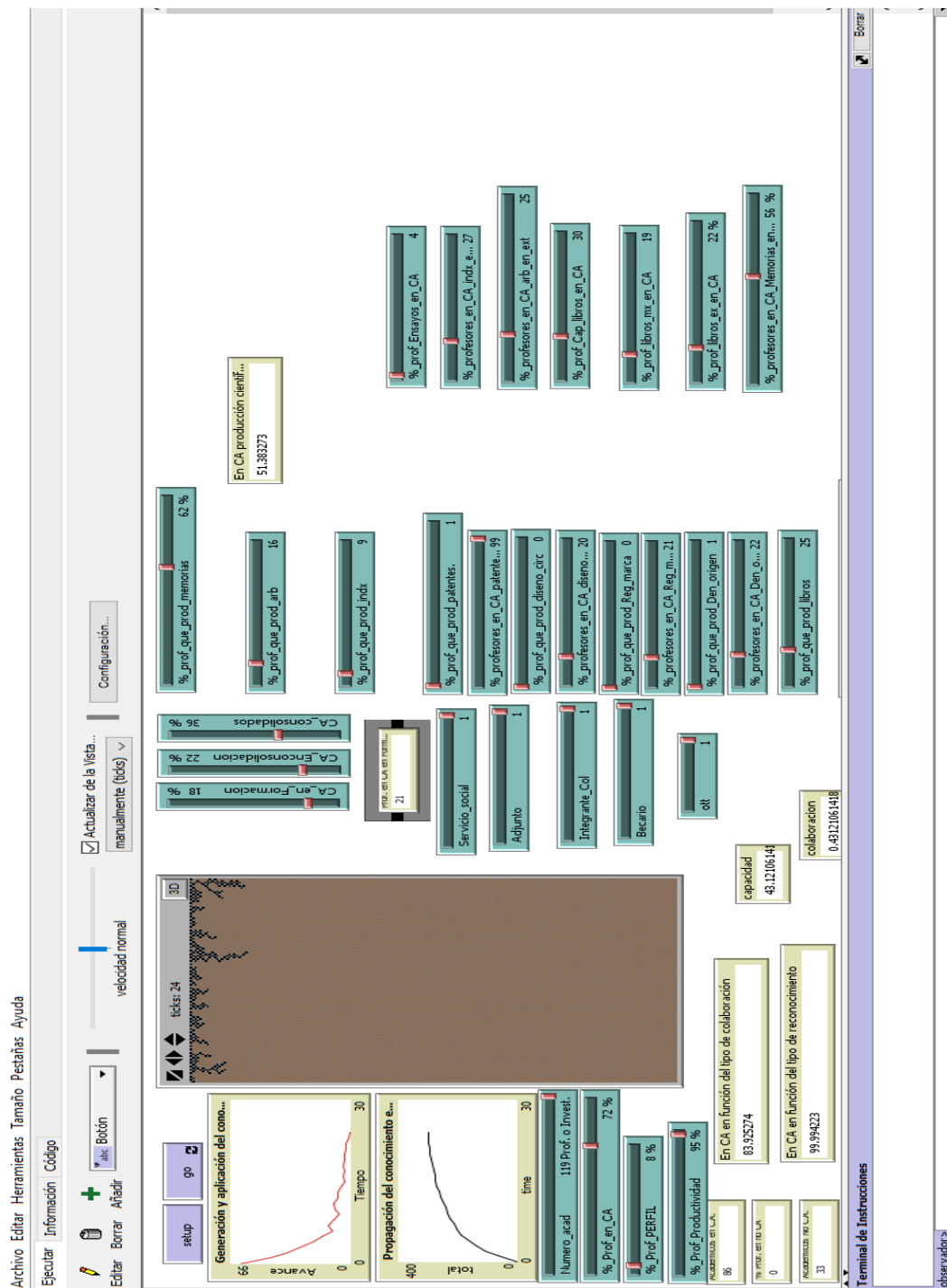
		Pronosticado		
Observado		Cuerpo_acad		Corrección de porcentaje
		.00	1.00	
Paso 0	Cuerpo_acad .00	0	53	0.0
	1.00	0	66	100.0
	Porcentaje global			55.5

Tabla 139
Variables en la ecuación

		T	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	95% C.I. para EXP(B)	
								Inferior	Superior
Paso 1 ^a	MEMORIAS (1)	0.882	0.476	3.443	1	0.064	2.417	0.952	6.137
	INDX(1)	-0.831	0.546	2.312	1	0.128	0.436	0.149	1.271
	NO_INDX(1)	0.351	0.569	0.381	1	0.537	1.421	0.466	4.335
	CAP_LIB(1)	-0.236	0.537	0.193	1	0.660	0.790	0.276	2.262
	LIB_MX(1)	-0.533	0.585	0.828	1	0.363	0.587	0.186	1.849
	LIB_EX(1)	-1.026	1.204	0.725	1	0.395	0.359	0.034	3.801
	ENSAYO(1)	-0.504	1.200	0.176	1	0.675	0.604	0.057	6.352
	Constante	2.179	1.737	1.573	1	0.210	8.833		

a. Variables especificadas en el paso 1: MEMORIAS, INDX, NO_INDX, CAP_LIB, LIB_MX, LIB_EX, ENSAYO.

Anexo 6 Interface netlogo del modelo basado en agentes



Anexo 7 Código del modelo basado en agentes

```
globals [  
  current-row    ;; agentset of patches in current row  
  total-oil      ;; keeps track of how much ground has been saturated  
                  ;; since the simulation began.  
  capacidad  
  ;;  
  colaboracion  
  Num_acad;;  
  Num_NO_CA;; 62 %  
  perfil_prodep;; 34%  
  sni;; 3%  
  estimulo_des;;43%  
  otro;;  
  mem;;  
  arb;;  
  indx;;  
  patentes;;  
  diseno_circ;;  
  Reg_marca;;  
  Den_origen;;  
  Libros;;  
  Lic;; 1%  
  esp;;4%  
  master;; 56%  
  doc;;39%  
  edad;; 26-67  
  antig;; 5 - 38  
  grad_col;; 72 %  
  impacto_EF  
  impacto_EC  
  impacto_C  
  impacto_NCA  
  prof_en_no_CA  
    Colaboracion_prof  
    CA_rec  
  num_prof_en_ca_mem  
  En_CA_EF  
  En_CA_EC  
  En_CA_C
```

En_CA
Prof_CA_Memorias
Prof_prod_Memorias
Prof_prod_arb
Prof_CA_arb
%_prof_en_no_CA
Prof_No_CA_Memorias_en_ext

Prof_No_CA_arb_en_ext
Prof_prod_indx
Prof_CA_indx
%_de_Prof_No_CA_Memorias_en_ext
%_de_Prof_No_CA_arb_en_ext
%_de_Prof_No_CA_indx_en_ext
;; %_profesores_en_CA_patentes_en_ext
Prof_No_CA_patentes_en_ext
CA_Prod_cientifica
Prof_No_CA_indx_en_ext
Prof_prod_patentes
;; %_prof_que_prod_patentes
Prof_CA_patentes
%_de_Prof_No_CA_patentes_en_ext
Prof_prod_diseno_circ
;; %_prof_que_prod_diseno_circ
Prof_CA_diseno_circ
;; %_profesores_en_CA_diseno_circ_en_ext
%_de_Prof_No_CA_diseno_circ_en_ext
Prof_No_CA_diseno_circ_en_ext

Prof_prod_Reg_marca
; %_prof_que_prod_Reg_marca
Prof_CA_Reg_marca
;;%_profesores_en_CA_Reg_marca_en_ext
%_de_Prof_No_CA_Reg_marca_en_ext
Prof_No_CA_Reg_marca_en_ext

Prof_prod_Den_origen
;; %_prof_que_prod_Den_origen
Prof_CA_Den_origen
;; %_profesores_en_CA_Den_origen_en_ext
%_de_Prof_No_CA_Den_origen_en_ext

Prof_No_CA_Den_origen_en_ext

Prof_prod_libros
;; %_prof_que_prod_libros
Prof_CA_libros
;; %_profesores_en_CA_libros_en_ext
%_de_Prof_No_CA_libros_en_ext
Prof_No_CA_libros_en_ext
;;Becario
;;Servicio_social
;;Adjunto
;;Integrante_Col
;;Ninguno

to setup
clear-all
set total-oil 0
set capacidad 0
set Num_acad 0
set Num_NO_CA 0
set En_CA 0
;;set perfil_prodep 0
set sni 0
set estimulo_des 0
set otro 0
set mem 0;;
set arb 0;;
set indx 0;;
set patentes 0;;
set diseno_circ 0;;
set Reg_marca 0;;
set Den_origen 0;;
set Libros 0;;
set Lic 0;;
set esp 0;;
set master 0;;
set doc 0;;
set edad 0;;
set antig 0;;
set grad_col 0;;
set impacto_EF 0

```

set impacto_EC 0
set impacto_C 0
set impacto_NCA 0
set num_prof_en_ca_mem 0
set colaboracion 0
set Colaboracion_prof 0
set CA_rec 0
set CA_Prod_cientifica 0
;; set Becario false
;;set Servicio_social false
;;set Adjunto false
;;set Integrante_Col false
;; start with all unsaturated soil
ask patches [
  reset-color
;; set up top row
set current-row patches with [pycor = max-pycor]
ask current-row [
  if pycor mod 2 = 1
    [ set pcolor red ] ;; This code initializes the "oil spill". Red
                        ;; patches represent the leading edge of the spill.
]
  reset-ticks
end
;; This procedure sets the color for the patch, according to the checkerboard pattern.
to reset-color ;; patch procedure
  ifelse (pxcor + pycor) mod 2 = 1
    [ set pcolor brown ]
    [ set pcolor gray - 1 ]
end

to go
  if not any? current-row with [pcolor = red]
    [ stop ]
  percolate
  wrap-oil
  tick
end
to percolate
  set Num_acad Numero_acad
  set prof_en_no_CA (Num_acad - Num_acad * %_Prof_en_CA / 100)

```

```

set En_CA (Num_acad * %_Prof_en_CA / 100)
if (CA_en_Formacion * Num_acad / 100 + CA_Enconsolidacion * Num_acad / 100 +
CA_consolidados * Num_acad / 100) > Numero_acad [stop]
set Colaboracion_prof ((1 / (1 + e ^ ( 1.899 - 0.431 * ((45 / (100 - %_Prof_en_CA)))- 0.225 *
Servicio_social + 0.161 * Becario - 0.485 * Adjunto - 2.31 * Integrante_Col))))
set CA_rec ((1 / (1 + e ^ (- 1.99 + 2.805 * (66 / (100 - %_Prof_PERFIL)) - 0.858 * (57 /
(100 - %_Prof_Productividad))))))
set CA_Prod_cientifica (1 / ( 1 + (e ^ (- 2.179 + (0.504) * (96 / (100
- %_prof_Ensayos_en_CA)) + (1.026) * (96 / (100 - %_prof_libros_ex_en_CA)) + (0.533) *
(81 / (100 - %_prof_libros_mx_en_CA)) + (0.236 * (67 / (100 - %_prof_Cap_libros_en_CA)))
- (0.351) * ( 75 / (100 - %_profesores_en_CA_arb_en_ext)) + (0.831) * ( 73 / (100
- %_profesores_en_CA_indx_en_ext)) - (0.882) * ( 44 / (100
- %_profesores_en_CA_Memorias_en_ext))))))
set colaboracion Colaboracion_prof * CA_rec * CA_Prod_cientifica
set En_CA_EF (CA_en_Formacion * Num_acad / 100)
set En_CA_EC (CA_Enconsolidacion * Num_acad / 100)
set En_CA_C (CA_consolidados * Num_acad / 100)

;set Prof_prod_Memorias (%_prof_que_prod_memorias * Num_acad / 100)
;set Prof_CA_Memorias %_profesores_en_CA_Memorias_en_ext * Prof_prod_Memorias
/ 100
;set %_prof_en_no_CA (prof_en_no_CA / Num_acad) * 100
;set %_de_Prof_No_CA_Memorias_en_ext (100
- %_profesores_en_CA_Memorias_en_ext)
;set Prof_No_CA_Memorias_en_ext (Prof_prod_Memorias)
* %_de_Prof_No_CA_Memorias_en_ext / 100

;set mem (random (%_profesores_en_CA_Memorias_en_ext)) / (Num_acad
+ %_profesores_en_CA_Memorias_en_ext)

;set Prof_prod_arb (%_prof_que_prod_arb * Num_acad / 100)
;set Prof_CA_arb %_profesores_en_CA_arb_en_ext * Prof_prod_arb / 100
;set %_prof_en_no_CA (prof_en_no_CA / Num_acad) * 100
;set %_de_Prof_No_CA_arb_en_ext (100 - %_profesores_en_CA_arb_en_ext)
;set Prof_No_CA_arb_en_ext (Prof_prod_arb) * %_de_Prof_No_CA_arb_en_ext / 100

;set arb 2 * (random (%_profesores_en_CA_arb_en_ext)) / (Num_acad
+ %_profesores_en_CA_arb_en_ext)

;set Prof_prod_indx (%_prof_que_prod_indx * Num_acad / 100)
;set Prof_CA_indx %_profesores_en_CA_indx_en_ext * Prof_prod_indx / 100

```

```

;set %_prof_en_no_CA (prof_en_no_CA / Num_acad) * 100
;set %_de_Prof_No_CA_indx_en_ext (100 - %_profesores_en_CA_indx_en_ext)
;set Prof_No_CA_indx_en_ext (Prof_prod_indx) * %_de_Prof_No_CA_indx_en_ext / 100

;set indx 4 * (random (%_profesores_en_CA_indx_en_ext)) / (Num_acad
+ %_profesores_en_CA_indx_en_ext)

;set Prof_prod_patentes (%_prof_que_prod_patentes * Num_acad / 100)
;set Prof_CA_patentes %_profesores_en_CA_patentes_en_ext * Prof_prod_patentes / 100
;set %_prof_en_no_CA (prof_en_no_CA / Num_acad) * 100
;set %_de_Prof_No_CA_patentes_en_ext (100 - %_profesores_en_CA_patentes_en_ext)
;set Prof_No_CA_patentes_en_ext (Prof_prod_patentes)
* %_de_Prof_No_CA_patentes_en_ext / 100

;set patentes 4 * (random (%_profesores_en_CA_patentes_en_ext)) / (Num_acad
+ %_profesores_en_CA_patentes_en_ext)

;set Prof_prod_diseno_circ (%_prof_que_prod_diseno_circ * Num_acad / 100)
;set Prof_CA_diseno_circ %_profesores_en_CA_diseno_circ_en_ext *
Prof_prod_diseno_circ / 100
;set %_prof_en_no_CA (prof_en_no_CA / Num_acad) * 100
;set %_de_Prof_No_CA_diseno_circ_en_ext (100
- %_profesores_en_CA_diseno_circ_en_ext)
;set Prof_No_CA_diseno_circ_en_ext (Prof_prod_diseno_circ)
* %_de_Prof_No_CA_diseno_circ_en_ext / 100

;;;set diseno_circ 4 * (random (%_profesores_en_CA_diseno_circ_en_ext)) / (Num_acad
+ %_profesores_en_CA_diseno_circ_en_ext)

;;set Prof_prod_Reg_marca (%_prof_que_prod_Reg_marca * Num_acad / 100)
;;set Prof_CA_Reg_marca %_profesores_en_CA_Reg_marca_en_ext *
Prof_prod_Reg_marca / 100
;;set %_prof_en_no_CA (prof_en_no_CA / Num_acad) * 100
;;set %_de_Prof_No_CA_Reg_marca_en_ext (100
- %_profesores_en_CA_Reg_marca_en_ext)
;;set Prof_No_CA_Reg_marca_en_ext (Prof_prod_Reg_marca)
* %_de_Prof_No_CA_Reg_marca_en_ext / 100

;;set Reg_marca 4 * (random (%_profesores_en_CA_Reg_marca_en_ext)) / (Num_acad
+ %_profesores_en_CA_Reg_marca_en_ext)

```

```

;;set Prof_prod_Den_origen (%_prof_que_prod_Den_origen * Num_acad / 100)
;;set Prof_CA_Den_origen %_profesores_en_CA_Den_origen_en_ext *
Prof_prod_Den_origen / 100
;;set %_prof_en_no_CA (prof_en_no_CA / Num_acad) * 100
;;set %_de_Prof_No_CA_Den_origen_en_ext (100
- %_profesores_en_CA_Den_origen_en_ext)
;;set Prof_No_CA_Den_origen_en_ext (Prof_prod_Den_origen)
* %_de_Prof_No_CA_Den_origen_en_ext / 100

;;set Den_origen 4 * (random (%_profesores_en_CA_Den_origen_en_ext)) / (Num_acad
+ %_profesores_en_CA_Den_origen_en_ext)

;;set Prof_prod_libros (%_prof_que_prod_libros * Num_acad / 100)

;;set Prof_CA_libros %_profesores_en_CA_libros_en_ext * Prof_prod_libros / 100
;;set %_prof_en_no_CA (prof_en_no_CA / Num_acad) * 100
;;set %_de_Prof_No_CA_libros_en_ext (100 - %_profesores_en_CA_libros_en_ext)
;;set Prof_No_CA_libros_en_ext (Prof_prod_libros) * %_de_Prof_No_CA_libros_en_ext
/ 100

;;set libros 4 * (random (%_profesores_en_CA_libros_en_ext)) / (Num_acad
+ %_profesores_en_CA_libros_en_ext)

;;set perfil_prodep indx + patentes + reg_marca + den_origen + Prof_prod_libros

;;set sni indx + patentes + reg_marca + den_origen + Prof_prod_libros

;;set impacto_C ((mem + arb + indx) + ott * (patentes + diseno_circ + Reg_marca +
Den_origen) + (libros))

;;set impacto_EC ((mem + arb + indx) + ott * (patentes + diseno_circ + Reg_marca +
Den_origen) + (libros)) / 2

;;set impacto_EF ((mem + arb + indx) + ott * (patentes + diseno_circ + Reg_marca +
Den_origen) + (libros)) / 100

;;set impacto_NCA ((mem + arb + indx) + ott * (patentes + diseno_circ + Reg_marca +
Den_origen) + (libros)) / 150

```

```

;; set capacidad (impacto_EF * CA_en_Formacion * Num_acad / 100) + (impacto_EC *
CA_Enconsolidacion * Num_acad / 100) + (impacto_C * CA_consolidados * Num_acad /
100) + (impacto_NCA * Num_NO_CA * Num_acad / 100 )
set capacidad colaboracion * 100

ask current-row with [pcolor = red] [
;; oil percolates to the two patches southwest and southeast
ask patches at-points [[-1 -1] [1 -1]]
[ if (pcolor = brown) and (random-float 100 < capacidad) ;; puede ser un aleatorio entre 1
y 100, aqui se ajusta al número de académicos de la muestra
[ set pcolor red ] ]
set pcolor black
set total-oil total-oil + 1
]
;; advance to the next row
set current-row patch-set [patch-at 0 -1] of current-row

end

;; this procedure moves the colors from the bottom row of patches up to the top row
;; and resets all the patches below the top, so that we can see the oil continue
;; to run deeper into the ground.
to wrap-oil
if [pycor = min-pycor] of one-of current-row
[
ask current-row [
ask (patch-at 0 -1)
[ set pcolor [pcolor] of myself ]
]
ask patches with [ pycor < max-pycor ] [
reset-color
]
set current-row patch-set [patch-at 0 -1] of current-row
]
end
; Copyright 1998 Uri Wilensky.
; See Info tab for full copyright and license.

```

Índice de figuras

Figura 1. Evolución del Gasto en Investigación y Desarrollo Tecnológico 2004-2015 (Millones de pesos),	5
Figura 2. Evolución del Gasto en Investigación y Desarrollo Tecnológico 2004-2015 (Millones de pesos) con respecto al PIB.	6
Figura 3: Modelo del Sistema Desarrollo Tecnológico de acuerdo a la OCDE.	34
Figura 4: Modelo propuesto para el análisis del desarrollo tecnológico	35
Figura 5. Mapa de la complejidad	73
Figura 6. Diagrama de Venn para los casos Tipo de organización en donde realizan prácticas o proyectos en colaboración.	114
Figura 8. Vector que define el agente profesor o investigador	153

Índice de tablas

Tabla 1 Gasto interno en I+D (Millones de Dólares (US)).	4
Tabla 2 Investigadores I+D por cada mil empleados, equivalente a tiempo completo.	7
Tabla 3 Clasificación de países en función del nivel del sistema de I+D (UNESCO, 2010).	8
Tabla 4 Registro de Cuerpos Académicos.	12
Tabla 5 Patentes solicitadas por nacionalidad de solicitante en México	22
Tabla 6 Patentes otorgadas en México.	23
Tabla 7 Patentes Otorgadas a Titulares Mexicanos por Área Tecnológica 2003-2014	24
Tabla 8 Solicitudes de invenciones de mexicanos por entidad federativa (2015).	25
Tabla 9 Familia de Patentes Triádicas.	26
Tabla 10 Artículos científicos publicados, anualmente por país 2004-2013.	29
Tabla 11 Citas recibidas según el año de publicación del artículo, 2004-2013	30
Tabla 12 Factor de impacto anual de artículos por país 2004-2013.	31
Tabla 13 Disciplinas y Técnicas de Sistemas Complejos.	72
Tabla 14 Doce pilares de la competitividad y productividad	74

Tabla 15	Variables e indicadores de la investigación.	98
Tabla 16	Pruebas y métodos estadísticos utilizados	103
Tabla 17	Correlación entre Gasto en I+D, Personal dedicado a I+D, Patentes triádicas y Publicaciones reconocidas.	105
Tabla 18	Edad de profesores e investigadores	105
Tabla 19	Genero de los profesores e investigadores	106
Tabla 20	Grado Académico y Genero de los Profesores.	106
Tabla 21	Fuente de financiamiento para obtención de máximo grado académico	107
Tabla 22	Área de conocimiento en la que se desempeña el profesor	108
Tabla 23	Nombramiento de los profesores o investigadores	108
Tabla 24	Tiempo en horas semanales de dedicación a la institución	109
Tabla 25	Antigüedad laboral	109
Tabla 26	Proporciones de los profesores o investigadores por intervalos de tiempo	109
Tabla 27	Conglomerados para profesores o investigadores, de acuerdo a distribución de tiempo dedicada a las cuatro actividades principales.	111

Tabla 28	Número de casos en cada conglomerado	111
Tabla 29	Pertenencia al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y Perfil PRODEP	112
Tabla 30	Área de conocimiento a la que está adscrito el grupo de investigación o cuerpo académico	113
Tabla 31	Nivel de habilitación de los grupos de investigación o cuerpos académicos	113
Tabla 32	Tipo de organización en donde realizan prácticas o proyectos en colaboración	114
Tabla 33	Tipo de investigación que realizan los profesores o investigadores	115
Tabla 34	Colaboración de profesores e investigadores con otros pares	116
Tabla 35	Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para Pertenencia a C.A. y Colaboración académica.	116
Tabla 36	Participación en programa de estímulos al desempeño y reconocimiento perfil PRODEP	117
Tabla 37	Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para pertenencia a C.A. y participar en programa de estímulos al desempeño y reconocimiento perfil PRODEP.	117
Tabla 38	Producción científica de los profesores e investigadores.	118
Tabla 39	Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para Pertenencia a C.A. y producción	

científica.	118
Tabla 40 Actividades que realizan en el desarrollo de la actividad sustantiva, ya sea la docencia o la investigación	119
Tabla 41 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para Pertenencia a C.A. y actividades en el desarrollo de la actividad sustantiva	119
Tabla 42 Productos resultantes de las actividades realizadas individualmente o colaborativamente en su función sustantiva (Propiedad Industrial).	120
Tabla 43 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para Pertenencia a C.A. y actividades realizadas individualmente o colaborativamente en su función sustantiva (Propiedad Industrial).	120
Tabla 44 Proceso de registro de propiedad intelectual ante IMPI	121
Tabla 45 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para Pertenencia a C.A. e inicio de proceso de registro ante IMPI.	121
Tabla 46 Productos resultantes de las actividades realizadas individualmente o colaborativamente en su función sustantiva (Derechos de Autor).	122
Tabla 47 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para Pertenencia a C.A. y producción intelectual en el marco de los derechos de autor.	122

Tabla 48	Proceso de registro de propiedad intelectual ante INDAUTOR	123
Tabla 49	Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para Pertenencia a C.A. e iniciar proceso de registro en marco de los derechos de autor.	123
Tabla 50	Comparativa entre el Tipo de I+D: Investigación Básica y área académica de desempeño: Ingeniería y Tecnología	124
Tabla 51	Comparativa entre el Tipo de I+D: Investigación Aplicada y área académica de desempeño: Ingeniería y Tecnología	125
Tabla 52	Comparativa entre el Tipo de I+D: Investigación Experimental y área académica de desempeño: Ingeniería y Tecnología	125
Tabla 53	Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para Tipo de I+D: básica y área académica de desempeño: Ingeniería y Tecnología.	126
Tabla 54	Comparativa entre el Tipo de I+D: Investigación Básica y área académica de desempeño: Ciencias Sociales y Administrativas	126
Tabla 55	Comparativa entre el Tipo de I+D: Investigación Aplicada y área académica de desempeño: Ciencias Sociales y Administrativas	127
Tabla 56	Comparativa entre el Tipo de I+D: Investigación Experimental y área académica de desempeño: Ciencias Sociales y Administrativas	127

Tabla 57 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para Tipo de I+D: básica y área académica de desempeño: Ciencias Sociales y Administrativas.	128
Tabla 58 Participación en programa de estímulos y pertenencia a grupo de investigación o C.A.	128
Tabla 59 Relación entre participación en Perfil PRODEP y pertenencia a grupo de investigación o C.A.	129
Tabla 60 Relación entre participación en S.N.I. y pertenencia a grupo de investigación o C.A.	129
Tabla 61 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para asociación entre pertenencia a C.A. y participar en programa de estímulos al desempeño, perfil PRODEP, SNI.	129
Tabla 62 Relación entre área de desempeño: Ingeniería y Tecnología y área de conocimiento de adscripción del cuerpo académico.	130
Tabla 63 Relación entre área de desempeño: Ciencias Sociales y Administrativas y área de conocimiento de adscripción del cuerpo académico.	130
Tabla 64 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para asociación entre área de desempeño académico y área de adscripción del C.A.	131
Tabla 65 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para producción científica y	

participación en programa de estímulos (Productividad).	132
Tabla 66 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para producción científica y participación en reconocimiento perfil PRODEP.	133
Tabla 67 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para producción científica y participación en Reconocimiento SNI.	133
Tabla 68 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para propiedad industrial y pertenencia a grupo de investigación o cuerpo académico	134
Tabla 69 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para derechos de autor y pertenencia a grupo de investigación o cuerpo académico	134
Tabla 70 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para propiedad industrial y participar en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad)	135
Tabla 71 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para propiedad industrial y participar en reconocimiento perfil PRODEP.	136
Tabla 72 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para propiedad industrial y participar en reconocimiento SNI.	136
Tabla 73 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para derechos de autor y participar en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad)	137

Tabla 74 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para derechos de autor y participar en reconocimiento perfil PRODEP.	137
Tabla 75 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para derechos de autor y participar en reconocimiento SNI.	138
Tabla 76 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para participación en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad) y la colaboración.	139
Tabla 77 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para participación en reconocimiento perfil PRODEP y la colaboración.	139
Tabla 78 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para participación en reconocimiento SNI y la colaboración.	140
Tabla 79 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para participación en reconocimiento programa de estímulos al desempeño docente (Productividad) y tipo de I+D realizada.	140
Tabla 80 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para participación en reconocimiento perfil PRODEP y tipo de I+D realizada.	141
Tabla 81 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para participación en reconocimiento SNI y tipo de I+D realizada.	141
Tabla 82 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para grado académico y pertenencia a	

Programa de estímulos al desempeño, perfil PRODEP y SNI.	141
Tabla 83 Resultados de prueba estadística para supuesto de independencia de errores	144
Tabla 84 Resultados de prueba estadística para supuesto de No colinealidad	144
Tabla 85 Bloque 0: Bloque de inicio	145
Tabla 86 Las variables no están en la ecuación (Del modelo)	145
Tabla 87 Prueba ómnibus de coeficientes de modelo	146
Tabla 88 Resumen del modelo	146
Tabla 89 Prueba de Hosmer y Lemeshow	147
Tabla 90 Tabla de Contingencia para la prueba de Hosmer y Lemeshow	147
Tabla 91 Tabla de clasificación	148
Tabla 92 Variables en la ecuación	149
Tabla 93 Cambio de variables del modelo	149
Tabla 94 Variables en la ecuación	151
Tabla 95 Variables en la ecuación	152

Tabla 96 Descripción de los elementos del vector (Variables Independientes)	153
Tabla 97 Descripción de los elementos de subvectores propiedad industrial y derechos de autor (Variable dependientes)	154
Tabla 98 Descripción de los elementos de Desarrollo Tecnológico (Variable dependientes)	154
Tabla 99 Variables tipo Likert	157
Tabla 100 Correlaciones de variables y prueba piloto para análisis de fiabilidad con alfa de Cronbach	158
Tabla 101 Preguntas tipo Likert	196
Tabla 102 Estadísticas de total de elemento	197
Tabla 103 Correlaciones de variables y prueba piloto para análisis de fiabilidad con alfa de Cronbach	198
Tabla 104 Resumen de procesamiento de casos correlaciones de variables Mod34	199
Tabla 105 Codificación de variable dependiente	199
Tabla 106 Codificaciones de variables categóricas	199
Tabla 107 Clasificación (Bloque 0: Bloque de inicio) ^{a, b}	200

Tabla 108 Variables en la ecuación	200
Tabla 109 Variables no están en la ecuación	200
Tabla 110 Pruebas ómnibus de coeficientes de modelo	200
Tabla 111 Resumen del modelo	201
Tabla 112 Prueba de Hosmer y Lemeshow	201
Tabla 113 Tabla de contingencia para la prueba de Hosmer y Lemeshow	201
Tabla 114 Tabla de clasificación	201
Tabla 115 Variables en la ecuación	202
Tabla 116 Resumen de procesamiento de casos	202
Tabla 117 Codificación de variable dependiente	202
Tabla 118 Codificaciones de variables categóricas	203
Tabla 119 Tabla de clasificación ^{a,b}	203
Tabla 120 Variables en la ecuación	203
Tabla 121 Las variables no están en la ecuación	203

Tabla 122 Pruebas ómnibus de coeficientes de modelo	204
Tabla 123 Resumen del modelo	204
Tabla 124 Prueba de Hosmer y Lemeshow	204
Tabla 125 Tabla de contingencia para la prueba de Hosmer y Lemeshow	204
Tabla 126 Tabla de clasificación ^a	204
Tabla 127 Variables en la ecuación	205
Tabla 128 Resumen de procesamiento de casos	205
Tabla 129 Codificación de variable dependiente	205
Tabla 130 Codificaciones de variables categóricas	206
Tabla 131 Tabla de clasificación ^{a,b}	206
Tabla 132 Variables en la ecuación	206
Tabla 133 Las variables no están en la ecuación	207
Tabla 134 Pruebas ómnibus de coeficientes de modelo	207
Tabla 135 Resumen del modelo	207

Tabla 136 Prueba de Hosmer y Lemeshow	207
Tabla 137 Prueba de Hosmer y Lemeshow	208
Tabla 138 Tabla de clasificación	208
Tabla 139 Variables en la ecuación	208