

Modelo de percolación para representar el comportamiento del capital humano dedicado a la I+D

SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, Guillermo L.*† NUÑO-DE-LA-PARRA, José P., IZQUIERDO-GARCIA, Belinda y SAN GABRIEL-RIVERA, Isaias

Universidad Veracruzana, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Recibido 3 de Julio, 2017; Aceptado 25 de Septiembre, 2017

Resumen

La finalidad de establecer alianzas entre industria e Instituciones de Educación Superior (IES) en la economía del conocimiento es la creación, difusión y explotación de la propiedad intelectual (PI) como resultado de la innovación sistemática realizada por científicos o investigadores en el marco de actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (I+D). El análisis del comportamiento de la producción de PI se realiza utilizando un modelo complejo; específicamente la percolación. En el ámbito de la complejidad la percolación se modela como una red (Vértices y Aristas) que representa al medio o a la propiedad que se desea modelar. Se hace uso de métodos estadísticos no-paramétricos y regresión logística binaria para determinar asociación de variables y construcción del modelo para analizar la dinámica del sistema.

Propiedad Intelectual, complejidad, percolación, regresión logística binaria

Abstract

The purpose of establishing alliances between industry and Universities in the knowledge economy is the creation, dissemination and exploitation of intellectual property as a result of systematic innovation by scientists or researchers. Analysis of the behaviour of PI production is performed using a complex of complexity; specifically percolation. In the complex realm the percolation is modeled as a network (Nodes and Edges) representing the medium or property to be modeled. Non-parametric statistical methods and binary logistic regression are used to determine the association between variables and the construction of the model to analyse the dynamics of the system.

Intellectual property, Complexity, percolation, binary logistic regression

Citación: SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, Guillermo L. NUÑO-DE-LA-PARRA, José P., IZQUIERDO-GARCIA, Belinda y SAN GABRIEL-RIVERA, Isaias. Modelo de percolación para representar el comportamiento del capital humano dedicado a la I+D. Revista de Investigación y Desarrollo 2017, 3-10: 1-22.

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: gusanchez2@uv.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción**Investigación y Desarrollo Experimental (I+D)**

El desarrollo tecnológico favorece el crecimiento económico, y es consecuencia del desarrollo de actividades de innovación incrementales o radicales; específicamente, 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 por la capacidad para crear y gestionar iniciativas de I+D y el monitoreo de indicadores confiables para crear e impulsar políticas efectivas de innovación. Por la que la I+D es un importante componente de los sistemas nacionales de innovación (UNESCO, 2010).

La I+D contempla el trabajo creativo sistemático para incrementar el conocimiento del ser humano en ámbitos científicos, culturales y sociales. La I+D comprende tres actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental. La investigación básica se refiere a trabajos experimentales o teóricos que permitan la creación de nuevos conocimientos acerca de los fundamentos subyacentes de fenómenos o hechos. La investigación aplicada es de igual forma investigación original realizada para la creación de nuevo conocimiento con 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 crear nuevos materiales, productos o dispositivos, o bien, establecer nuevos procesos, sistemas o servicios (UNESCO, 2010).

Una innovación o propiedad intelectual (PI) es resultado de actividades de I+D desarrolladas por investigadores tanto en Instituciones de Educación Superior (IES), centros especializados de Investigación y Desarrollo en colaboración con empresas o en las empresas mismas.

Una 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).

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) en la elaboración de indicadores de propiedad intelectual, específicamente patentes pone en práctica una metodología que se describe en 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).

Sistemas complejos

Horst & Melvin (1973) definen un tipo de problemas que denominan "problemas indómitos" (Wicked problems), es decir, son problemas 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 afirmarse sean definitivas, tan solo podría mejorar o empeorar el planteamiento inicial. La teoría de la complejidad contempla un contexto global para el análisis de problemas, 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. Por lo que nuevas teorías surgen, y su aplicación han traspasado fronteras disciplinares, originando disciplinas como la econofísica, en donde los problemas económicos se analizan mediante teorías originadas en la física (Coronel, Hernández, 2004).

Modelado

Un modelo es una representación limitada de la realidad, esta limitación es determinada por las necesidades y fin del análisis. Específicamente el modelado basado en agentes es una herramienta utilizada para modelar sistemas complejos. En donde la característica más interesante sea la representación de fenómenos emergentes (Scott, 2012). Bedau (1991) describe los fenómenos emergentes como aquellos generados por procesos a nivel micro.

En donde el sistema complejo puede cambiar o diferir categóricamente debido un cambio en las partes micro que lo componen. Ejemplos de esto son el vuelo de aves en parvadas o en cardúmenes de peces, o el comportamiento de votantes en una elección. Un mínimo cambio puede crear un tipo de influencia en el colectivo y es una de las características más interesantes cuando se aborda el modelado basado en agentes.

Los modelos basados en agentes son ideales para estudiar las interdependencias entre las diferentes actividades humanas ya sea simbióticas o de competencia.

Así también, el modelado basado en agentes es una herramienta que permite la simulación de ambientes que hacen referencia a sistemas complejos (Laghari y Nazi, 2016). 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.

Ciertas características de los fenómenos sociales permiten su definición como complejos, la emergencia (aparición) 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, 2016).

Sin embargo, Miller y Page (2007) afirman “la noción de que sistemas sociales reales con frecuencia resultan en mundos complejos no es nada nuevo”, y apoyan esta afirmación de aproximadamente 200 años atrás que Adam Smith hizo acerca de un mundo en el cual el comportamiento social de interés propio por parte de varios oficios, tales como carniceros, panaderos, cerveceros y otros similares, dio lugar a la aparición de un orden bien definido.

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.

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.

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. 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, el siguiente paso, es decidir cuáles son los agentes a modelar; por ejemplo, los agentes podrían ser las empresas si el objetivo del análisis es 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.)

En el marco de las disciplinas y técnicas para la complejidad, un modelo utilizado para analizar la formación de patrones y comportamiento es percolación. Sahimi (1994) afirma 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) En la etapa de modelado de los agentes, se hace uso de métodos cualitativos o cuantitativos, específicamente la observación, análisis de redes, y el uso de medidas paramétricas o de estadísticos para determinar asociaciones o correlaciones de características esenciales; y a través de la interacción entre ellos se logre producir o generar un cambio en la dinámica del sistema.

I+D en Instituciones de 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.

Una forma de estimular el desarrollo de la I+D en instituciones de educación superior públicas o privadas es a través de estímulos y reconocimientos. En las públicas se implementó el Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el Tipo Superior (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública (SEP) desde el año de 1996; contempla la Beca al desempeño docente o estímulos a la productividad y reconocimiento al Perfil Deseable PRODEP. Así también, desde el año 1973 el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) distingue a los investigadores que solicitan y demuestran una producción científica significativa y pertinente durante un periodo de tiempo como miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) (CONACYT, 2014) (SEP, 2013).

Así también, en el 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 y se clasifican de acuerdo a su nivel de habilitación (cantidad y calidad de la producción científica).

El nivel mínimo es cuerpo académico en formación (CAEF), el siguiente nivel es cuerpo académico en consolidación (CAEC) y el máximo es cuerpo académico consolidado (CAC).

Método

Es un estudio que contempla los niveles exploratorio, descriptivo, relacional, explicativo y predictivo en la taxonomía de la investigación y se desea identificar las causas del fenómeno para la construcción del modelo. 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 y su producción de propiedad intelectual, ya sea en patentes, propiedad industrial o derechos de autor; los cuales en conjunto y sistémicamente dan forma al desarrollo tecnológico.

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. 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 5 % y 95 % de nivel de confianza con la fórmula 1 (Gazca-Herrera, Sánchez-Hernández, Zabala-Arriola Y Velazco-Ramírez, 2016).

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

En donde:

N : Es el tamaño de la población

$Z\alpha$: Es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. Los valores de $Z\alpha$ 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, contenido y constructo. El grupo de profesores que conformaron el grupo de expertos fueron los integrantes y colaboradores del cuerpo académico con registro PRODEP UV-CA-306.

El instrumento diseñado para la recolección de datos está conformado por 23 ítems con escala de Likert y 33 de pregunta de opción múltiple. 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, 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.

Respecto a la confiabilidad o fiabilidad, 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 docentes e investigadores. El coeficiente que se obtuvo mediante el uso del paquete estadístico SPSS Versión 22 para el instrumento de medición fue de 0.817.

Variable	Indicador	Nivel de medición
Características del capital humano (Profesores o Investigadores)	Edad	Razón
	Género	Nominal
	Grado académico	Nominal
	Pertenencia al SNI	Nominal
	Reconocimiento a la calidad académica (Perfil PRODEP)	Nominal
	Estímulos o beca al desempeño docente (Productividad)	Nominal
	Pertenece a grupo de investigación o cuerpo académico (CA)	Nominal
	Tipo de I+D que realiza (Básica, Aplicada o Experimental)	Nominal
	Publicaciones reconocidas	Nominal
	Propiedad Intelectual	Nominal

Tabla 1 Variable e Indicadores a modelar

Fuente: Elaboración propia (2017)

La tabla 1 muestra la operacionalización de variables; sus indicadores y nivel de medición respectivo; permitiendo con esto identificar el tipo de análisis estadístico a realizar. Se efectuó un análisis no paramétrico mediante el uso de la prueba Chi-cuadrada, para identificar el grado de asociación entre las diferentes categorías o indicadores correspondientes. Posteriormente, se realizó un análisis de regresión logística binaria y el modelo resultante sirvió para diseñar el modelo basado en agentes.

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 con los resultados de asociaciones obtenidos se procedió al diseño del modelo basado en agentes. La tabla 2 muestra las pruebas y métodos estadísticos que se efectuaron en esta investigación.

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

Tabla 2 Pruebas y métodos estadísticos utilizados
Fuente: *Elaboración propia (2017)*

Resultados

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, se encontró que el 68 % de la muestra corresponde a varones, mientras que el 32% a mujeres.

La Tabla 3 muestra información de 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.

	Genero		Total	%
	Mujer	Hombre		
Grado Académico				
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 %

Tabla 3 Grado Académico y Genero de los Profesores
Fuente: *Elaboración propia (2017)*

A continuación se muestran resultados de asociaciones entre los indicadores de la tabla 4, principalmente se realizaron análisis de asociaciones entre: pertenecer a cuerpo académico, participar en programa de estímulos al desempeño docente (productividad), reconocimientos Perfil PRODEP y SNI; con la producción científica, propiedad industrial y derechos de autor.

Asociaciones realizadas entre indicadores con estadístico Chicuadrado	
Pertenecer a CA	Producción científica
	Propiedad Intelectual
	Derechos de autor
Programa estímulos al desempeño docente (Productividad)	Producción científica
	Propiedad Intelectual
	Derechos de autor
Reconocimiento Perfil PRODEP	Producción científica
	Propiedad Intelectual

	Derechos de autor
Reconocimiento SIN	Producción científica
	Propiedad Intelectual
	Derechos de autor

Tabla 4 Asociaciones realizadas en la investigación
Fuente: *Elaboración propia (2017)*

Un hallazgo interesante y determinante en el comportamiento de la I+D, es la proporción de cuerpos académicos en formación, en consolidación y consolidados. Específicamente, el 28.6 % pertenece a un grupo que se encuentran en “Formación”, el 21 % 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.

En el aspecto de reconocimientos, al SNI, el 3.4 % de profesores o investigadores tienen este reconocimiento. Mientras que el reconocimiento a la calidad académica o perfil PRODEP lo posee el 34 % de la muestra; el 62.2 % no cuentan con alguno de los dos reconocimientos y el 66 % de los profesores o investigadores participa en el programa de estímulos al desempeño docente (Productividad).

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Sig.	Regla de decisión
Memorias en extenso.	10.806	1	0.001	Se acepta
Revista indexada.	9.1007	1	0.003	Se acepta
Revista no indexada.	2.0386	1	0.153	Se rechaza
Capítulo de libro	6.2648	1	0.012	Se acepta
Libro edit.mexicana.	3.9292	1	0.047	Se acepta
Libro edit.extranjera.	1.2722	1	0.259	Se rechaza
Ensayos	1.2722	1	0.259	Se rechaza

Tabla 5 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para asociación entre Pertenecer a C.A. y producción científica
Fuente: *Elaboración propia (2017)*

La Tabla 5 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.

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Sig.	Regla de decisión
Idea novedosa o producto.	0.0445	1	0.833	Se rechaza
Nuevo producto tec.	0.0291	1	0.864	Se rechaza
Diseños Industriales	1.6335	1	0.201	Se rechaza
Prototipos	3.2569	1	0.071	Se rechaza
Esquemas de trazado de circuitos integrados	1.2558	1	0.262	Se rechaza
Marcas, nombres comerciales, den. de origen.	1.1202	1	0.290	Se rechaza
Estudios org., estrategia y mercadotecnia.	4.6261	1	0.463	Se rechaza

Tabla 6 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para asociación entre Pertenencia a C.A. producción intelectual en el marco de Propiedad Industrial
Fuente: *Elaboración propia (2017)*

La Tabla 6 corresponde a las asociaciones entre la pertenencia a C.A. con los diferentes productos en el marco de la propiedad industrial; se observa que no existe asociación con producto alguno.

En lo referente a productos en el marco de derechos de autor, la tabla 7 muestra el resultado del análisis de asociación con la pertenencia a un cuerpo académico; solo se evidencia asociación con la edición de libros con editorial Mexicana.

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Sig.	Regla de decisión
Desarrollar aplicaciones o programas de cómputo.	0.337	1	0.561	Se rechaza
Crear bases de datos.	2.721	1	0.099	Se rechaza
Libros (Editorial Mex.).	3.929	1	0.047	Se acepta
Libros (Editorial Ext.).	0.156	1	0.692	Se rechaza
Crear revistas.	0.000	1	0.993	Se rechaza

Tabla 7 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para asociación entre Pertenencia a C.A. y producción intelectual en el marco de los derechos de autor
Fuente: *Elaboración propia (2017)*

Las tabla 8, 9, 10 muestran resultados de asociación entre la participación de profesores o investigadores en el programa de estímulos (Productividad) con producción científica, propiedad industrial y derechos de autor. Existe asociación con memorias en extenso, artículos en revistas indexadas y no indexadas, así como capítulos de libro y libros con editorial mexicana en lo referente a producción científica.

Mientras que con propiedad industrial y derechos de autor, no existe asociación.

Hipótesis H1	Valor Chi-cuadrado	gl	Sig.	Regla de decisión
Memorias en extenso	7.40	1	0.007	Se acepta
Artículo en revista indexada	4.88	1	0.027	Se acepta
Artículo en revista no indexada	9.29	1	0.002	Se acepta
Capítulo de libro	4.35	1	0.037	Se acepta
Libros (Editorial Mex.)	14.59	1	0.000	Se acepta
Libros (Editorial Ext.)	0.02	1	0.895	Se rechaza
Ensayo	2.94	1	0.086	Se rechaza

Tabla 8 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para asociación entre participación en programa de estímulos (Productividad) y producción científica
Fuente: Elaboración propia (2017)

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Sig	Regla de decisión
Idea novedosa o producto	0.008	1	0.930	Se rechaza
Un nuevo producto tecnológico	3.778	1	0.052	Se rechaza
Diseños Industriales	2.712	1	0.100	Se rechaza
Prototipos	0.074	1	0.785	Se rechaza
Esquemas de trazado de circuitos integrados	0.756	1	0.384	Se rechaza
Marcas, avisos, nombres comerciales, denominaciones de origen	1.117	1	0.291	Se rechaza

Tabla 9 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para asociación entre participar en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad) y propiedad industrial
Fuente: Elaboración propia (2017)

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Sig.	Regla de decisión
Aplicaciones o programas de cómputo	0.287	1	0.592	Se rechaza
Bases de datos.	0.065	1	0.799	Se rechaza
Libros (Editorial Mex.)	1.011	1	0.315	Se rechaza
Libros (Editorial Ext.)	0.114	1	0.736	Se rechaza
Crear Revistas	0.022	1	0.883	Se rechaza

Tabla 10 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para asociación entre participar en programa de estímulos al desempeño docente (Productividad) y derechos de autor
Fuente: Elaboración propia (2017)

Las Tablas 11, 12 y 13 muestran los resultados de la prueba estadística Chi-cuadrada para asociación entre la participación en reconocimiento Perfil PRODEP con producción científica, propiedad industrial y derechos de autor. Se observa asociación con producción científica, específicamente con memorias en extenso, artículos en revista indexada y no indexada, capítulo de libro y libros con editorial mexicana.

En el caso de propiedad industrial, solo diseños industriales y prototipos; y en derechos de autor libros con editorial mexicana.

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Sig.	Regla de decisión
Memorias en extenso.	18.02	1	0.000	Se acepta
Artículo en revistas indexada.	6.76	1	0.009	Se acepta
Artículo en revista no indexada	6.33	1	0.012	Se acepta
Capítulo de libro	9.66	1	0.002	Se acepta
Libros (Editorial Mex.)	3.96	1	0.046	Se acepta
Libros (Editorial Ext.)	0.07	1	0.790	Se rechaza
Ensayo	0.48	1	0.487	Se rechaza

Tabla 11 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para asociación entre participación en reconocimiento perfil PRODEP producción científica
Fuente: Elaboración propia (2017)

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Sig.	Regla de decisión
Idea novedosa o producto	0.307	1	0.579	Se rechaza
Un nuevo producto tecnológico	0.014	1	0.905	Se rechaza
Diseños Industriales	3.870	1	0.049	Se acepta
Prototipos	10.178	1	0.001	Se acepta
Esquemas de trazado de circuitos integrados	0.530	1	0.467	Se rechaza
Marcas, avisos, nombres comerciales, denominaciones de origen.	0.339	1	0.56	Se rechaza

Tabla 12 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para asociación entre participar en reconocimiento perfil PRODEP y propiedad industrial
Fuente: Elaboración propia (2017)

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Sig.	Regla de decisión
Aplicaciones o programas de cómputo	0.276	1	0.599	Se rechaza
Bases de datos	0.885	1	0.347	Se rechaza
Libros (Editorial Mex.)	6.148	1	0.013	Se acepta
Libros (Editorial Ext.)	0.002	1	0.967	Se rechaza
Crear Revistas.	0.012	1	0.914	Se rechaza

Tabla 13 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para asociación entre participar en reconocimiento perfil PRODEP y derechos de autor
Fuente: Elaboración propia (2017)

Las Tablas 14, 15 y 16 corresponden a los resultados de la prueba estadística Chi-cuadrada para analizar la relación entre la participación en reconocimiento SNI con producción científica, propiedad industrial y derechos de autor. La asociación con producción científica es con artículos en revista indexada, libros con editorial mexicana y extranjera.

Mientras que con propiedad industrial solo con esquemas de trazado de circuitos impresos y creación de revistas en el caso de derechos de autor.

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Sig.	Regla de decisión
Memorias en extenso	0.588	1	0.443	Se rechaza
Artículo en revistas indexada	4.873	1	0.027	Se acepta
Artículo en revista no indexada	1.349	1	0.245	Se rechaza
Capítulo de libro.	0.114	1	0.736	Se acepta
Libros (Editorial Mex.)	2.497	1	0.114	Se acepta
Libros (Editorial Ext.)	0.182	1	0.670	Se rechaza
Ensayo.	0.182	1	0.670	Se rechaza

Tabla 14 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para asociación entre participación en Reconocimiento SNI y producción científica

Fuente: Elaboración propia (2017)

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Sig.	Regla de decisión
Idea novedosa o producto	1.016	1	0.31	Se rechaza
Un nuevo producto tecnológico	0.887	1	0.34	Se rechaza
Diseños Industriales.	0.071	1	0.79	Se rechaza
Prototipos.	0.116	1	0.73	Se rechaza
Esquemas de trazado de circuitos integrados	28.994	1	0.00	Se acepta
Marcas, avisos, nombres comerciales, denominaciones de origen	0.298	1	0.58	Se rechaza

Tabla 15 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para asociación entre participar en reconocimiento SNI y propiedad industrial

Fuente: Elaboración propia (2017)

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Sig.	Regla de decisión
Aplicaciones o programas de cómputo	0.992	1	0.319	Se rechaza
Bases de datos.	0.508	1	0.476	Se rechaza
Libros (Editorial Mex.)	0.085	1	0.770	Se rechaza
Libros (Editorial Ext.)	0.107	1	0.744	Se rechaza
Crear Revistas	3.921	1	0.048	Se acepta

Tabla 16 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para asociación entre participar en reconocimiento SNI y derechos de autor *Fuente: Elaboración propia (2017)*

Respecto a la asociación entre el tipo de I+D que desarrollan los profesores o investigadores y el área académica en la que se desempeñan, de acuerdo a las tablas 17 y 18 se encontró asociación entre de las áreas de Ciencias Sociales e Ingeniería y Tecnología con investigación aplicada y con investigación experimental.

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Sig.	Regla de decisión
Básica y área académica: Ingeniería y Tecnología.	1.714	1	0.191	Se rechaza
Aplicada y académica: Ingeniería y Tecnología.	5.93	1	0.015	Se acepta
Experimental y académica: Ingeniería y Tecnología.	5.94	1	0.015	Se acepta

Tabla 17 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para asociación entre Tipo de I+D: básica y área académica de desempeño: Ingeniería y Tecnología

Fuente: Elaboración propia (2017)

Hipótesis H1	Valor chi-cuadrado	gl	Sig.	Regla de decisión
Básica y área académica: Ciencias Sociales y administrativas.	2.132	1	0.144	Se rechaza
Aplicada y área académica: Ciencias Sociales y administrativas.	8.865	1	0.003	Se acepta
Experimental y área académica: Ciencias Sociales y administrativas.	5.903	1	0.015	Se acepta

Tabla 18 Resultados de prueba estadística Chi-cuadrado para asociación entre Tipo de I+D: básica y área académica de desempeño: Ciencias Sociales y Administrativas

Fuente: Elaboración propia (2017)

Con los resultados de asociación previamente mostrados, se logra abordar el nivel relacional en la taxonomía de la investigación. El siguiente paso es abordar el nivel predictivo, para lo que se utilizara la regresión logística binaria, con la finalidad de obtener un modelo predictivo y que servirá para crear el modelo basado en agentes. A continuación se inicia la descripción de los resultados de regresión logística binaria. Iniciando con las pruebas de supuestos que se muestran a continuación.

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 y mostrado en la tabla 19 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 20).

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0.57 ^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					

Tabla 19 Resultados de prueba estadística para supuesto de independencia de errores

Fuente: *Elaboración propia (2017)*

Modelo	Coeficientes			T	Sig.	Estadísticas colinealidad	
	No std		Std			Tolerancia	Vif
	B	Error std	Beta				
(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
Experimental	0.19	0.09	0.17	2.17	0.03	0.94	1.06
Productividad	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 tecnologic							

Tabla 20 Resultados de prueba estadística para supuesto de No colinealidad

Fuente: *Elaboración propia (2017)*

Posterior a la prueba de supuestos, se continúa con el análisis de regresión logística binaria.

Tabla de clasificación ^{a,b}					
Observado		Pronosticado			
		Desarrollo Tecnológico		Corrección de porcentaje	
		No aporta	Aporta		
Paso 0	Desarrollo Tecnológico	No aporta	0	25	0.0
		Aporta	0	94	100.0
Porcentaje global					79.0
a. La constante se incluye en el modelo.					
b. El valor de corte es .500					

Tabla 21 Bloque 0: Bloque de inicio

Fuente: *Elaboración propia (2017)*

El bloque 0 en la tabla 21 indica que hay un 79 % de probabilidad de acierto en el resultado de la variable dependiente (Desarrollo Tecnológico) asumiendo que los profesores o investigadores aportan al desarrollo tecnológico a través de su función sustantiva.

Así también, en la tabla 22 se muestran las variables independientes que aportan (Sig>0.05) o no aporten al modelo (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.

Paso 0	Variables	Puntuación	gl	Sig.
	Colaboracion	19.465	1	0.000
	Basica	0.162	1	0.687
	Aplicada	21.728	1	0.000
	Experimental	6.782	1	0.009
	Productividad	9.322	1	0.002
	PERFIL_PRODEP	12.997	1	0.000
	SNI	1.101	1	0.294
	SI_CA	13.068	1	0.000
Estadísticos globales		38.622	8	0.000

Tabla 22 Las variables no están en la ecuación (Del modelo)

Fuente: *Elaboración propia (2017)*

La prueba ómnibus de coeficientes del modelo de la tabla 23, es una prueba de Chi-cuadrado y nos 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.

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

Tabla 23 Prueba ómnibus de coeficientes de modelo

Fuente: *Elaboración propia (2017)*

La tabla 24 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.

Escalón	Logaritmo de la verosimilitud -2	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
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.

Tabla 24 Resumen del modelo
Fuente: *Elaboración propia (2017)*

La prueba de Hosmer y Lemeshow que se muestra en la tabla 25 proporciona una significación de 0.077 debido a que se utilizan ocho variables independientes y explica la varianza de la variable dependiente, es decir la bondad de ajuste. Lo anterior justifica lo que en la tabla 26; en donde se presentan los valores observados y los esperados para cada categoría de la variable dependiente.

Escalón	Chi-cuadrado	Gf	Sig.
1	14.197	8	0.077

Tabla 25 Prueba de Hosmer y Lemeshow
Fuente: *Elaboración propia (2017)*

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

Tabla 26 Tabla de Contingencia para la prueba de Hosmer y Lemeshow
Fuente: *Elaboración propia (2017)*

El bloque 1 mostrado en la tabla 27 indica que hay un 86.6 % de probabilidad de acierto en el resultado de la variable desarrollo tecnológico cuando se conoce el estado de las variables independientes Colaboración, Tipo de I+D, reconocimientos Perfil PRODEP, SIN y pertenencia a cuerpo académico.

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

Tabla 27 Tabla de clasificación
Fuente: *Elaboración propia (2017)*

En la tabla 28 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.

	B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	95% C.I. para EXP(B)	
							Inferior	Superior
Colaboración	-0.69	0.677	1.05	1	0.305	0.49	0.13	1.88
Basica	-0.36	0.658	0.30	1	0.583	0.69	0.19	2.52
Aplicada	-1.96	0.668	8.66	1	0.003	0.14	0.03	0.51
Experimental	-19.97	7791.80	0.00	1	0.998	0.00	0.00	
Estimulos_PROD	-0.33	0.777	0.19	1	0.662	0.71	0.15	3.26
Perfil_PRODEP	-1.71	1.195	2.04	1	0.153	0.18	0.01	1.88
SIN	-18.20	18153	0.00	1	0.999	0.00	0.00	
SI_CA	-0.23	0.728	0.10	1	0.747	0.79	0.19	3.29
Constante	42.57		0.00	1	0.998	3.08E+18		

a. Variables especificadas en el paso 1: COLABORACION, BASICA, APLICADA, EXPERIMENTAL, ESTIMULOS_PROD, PERFIL_PRODEP, SIN, SI_CA.

Tabla 28 Variables en la ecuación
Fuente: *Elaboración propia (2017)*

Con los valores obtenidos en la tabla 28, se elaboró la ecuación de regresión logística. Se renombraron las variables solo por cuestión de espacio y para una visualización simple de la ecuación como se muestra en la tabla 29.

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	Investigación básica
A	Aplicada	Investigación aplicada
E	Experimental	Investigación experimental

Tabla 29 Cambio de variables del modelo

Fuente: *Elaboración propia (2017)*

La ecuación (2) 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.

$$P(DT) = \frac{1}{1+e^{(p)}} = 0.29 \quad (2)$$

En donde:

$$p = -42.572 + 0.235 * CA + 18.209 * SNI + 1.71 * PP + 0.339 * EP + 19.971 * E + 1.967 * A + 0.361 * B + 0.695 * C$$

El valor de la ecuación (2) 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 28; 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 (2) 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 utópica.

Cuando se realiza el análisis multivariado de regresión logística binaria que se presenta en la tabla 30 entre la variable desarrollo tecnológico y solo con variables Estímulos al desempeño, reconocimiento perfil PRODEP y SNI; solo la segunda mencionada es la más significativa y representa mejor al modelo.

		B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso 1 ^a	Basica	1.11	0.59	3.54	1.00	0.06	3.05
	Aplicada	2.73	0.62	19.14	1.00	0.00	15.32
	Experimental	20.55	7713.13	0.00	1.00	1.00	837735628
	Constante	-0.62	0.47	1.75	1.00	0.19	0.54

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

Tabla 30 Variables en la ecuación

Fuente: *Elaboración propia (2017)*

De acuerdo a los valores las tablas 28 y 30 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.

Modelo Basado en Agentes

La Tabla 31 representa el modelo que resulta de la presente investigación de acuerdo a los resultados del análisis de regresión; modelo y ecuación de regresión logística binaria.

		Desarrollo Tecnológico						
		Producción Científica			Propiedad intelectual			
					Prop. industrial			D. de Autor
		Mem	Art. idx	Art No idx.	Pat	Reg de Marc	D. de circ	Lib
Col	Par e ind.	✓	✓	✓				✓
	C.A.	✓	✓					✓
I+D	Bás							
	Apl		✓					
	Exp							
Rec	Prd.	✓						
	P. PRODEP	✓						✓
	SNI		✓				✓	

Tabla 31 Variables del modelo
Fuente: Elaboración propia (2017)

A su vez cada una de las variables es modelada de acuerdo a los resultados del análisis no paramétrico con el estadístico chi-cuadrado. La etapa del modelado es parte esencial, así lo consideran tanto Helbing (2012) como Shrestha, Scarpino & Moore (2015) y Laghari & Nazi (2016), recomiendan hacer uso de métodos cualitativos o 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 y las relaciones se determinan con el análisis de asociación con Chi-cuadrado. 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 1.



Figura 1 Vector que define el agente profesor o investigador
Fuente: Elaboración propia (2017)

En la tabla 32 se detalla cada uno de los elementos del vector, y los subvectores en tablas 33 y 34.

Elemento del modelo	Descripción				
Edad	27-83				
Grado Académico	Licenciatura	Especialización	Maestro	Doctor	Posdoc
Grado de colaboración	Integrante	Adjunto	Becario	Serv. Social	
Cuerpo Académico	CAEF	CAEC	CAC	N/A	
Reconocimientos	Perfil PRODEP	SNI	Productividad		
Tipo de I+D	Básica	Aplicada	Experimental		
Producción científica	Memorias en extenso	Artículos arbitrados	Artículos indexados		
Propiedad Intelectual	Propiedad Industrial	Derechos de Autor			

Tabla 32 Descripción de los elementos del vector (Variables Independientes)
Fuente: Elaboración propia (2017)

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

Tabla 33 Descripción de los elementos de subvectores propiedad industrial y derechos de autor (Variable dependientes)
Fuente: Elaboración propia (2017)

Elemento	Descripción		
Desarrollo tecnológico	Producción científica	Propiedad Industrial	Derechos de autor

Tabla 34 Descripción de los elementos de Desarrollo Tecnológico (Variable dependientes)
Fuente: Elaboración propia (2017)

En el anexo 4 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.

El grado de cada nodo, es decir el número de aristas es determinado por el nivel de producción científica e intelectual. La representación del modelo basado en agentes se encuentra en el anexo 1, así como el código necesario para su ejecución. Solo es necesario ejecutarlo en el entorno de programación Netlogo (Wilensky, 1999).

Los términos CPCA, PCA, PrCnt, ECA, ACA, BCA del anexo 4, se refieren a los elementos que forman las ecuaciones de regresión logística binaria generadas con las variables y valores de la tabla 28 de esta investigación. La figura 2 muestra el resultado de la simulación con el modelo de percolación propuesto por Wilensky (1998) de acuerdo a resultados de esta investigación.



Figura 2 Resultado inicial de simulación modelo de percolación

Fuente: *Elaboración propia (2017)*

Puede visualizarse como un contenedor lleno con algún material como arena, tierra o cualquier otro sustrato con cierto grado de compactación o porosidad, este grado de compactación permitirá que un líquido vertido en la parte superior se filtre (percole) o propague a cierta profundidad del material. Lo anterior, puede representar la propagación de ideas, mensajes, etcétera, en redes sociales basadas en tecnología o naturales.

Para nuestra investigación, representa el comportamiento de la I+D. y en este caso particular, la propagación es imperceptible, es decir incipiente. En el anexo 1 se visualiza la imagen de la ventana de ejecución del entorno de programación en el software Netlogo versión 6.0-M6.

La figura 3 de forma similar representa el comportamiento de la I+D con una modificación; específicamente la proporción de cuerpos académicos con mejor nivel de habilitación se triplico con respecto a la inicial, y se observa que el filtrado o percolación es mucho más representativo, una imagen de la ventana de ejecución del entorno de programación para este caso se encuentra en el anexo 2.

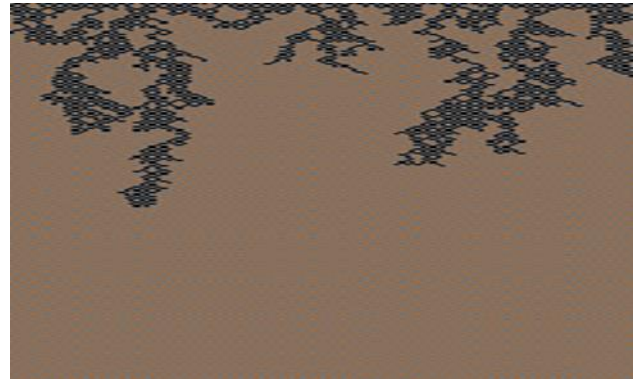


Figura 3 Resultado de simulación de modelo de percolación con 10 % de cuerpos académicos consolidados

Fuente: *Elaboración propia (2017)*

Conclusiones

Los 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 así como al desarrollo tecnológico de un país (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 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 (Glañzel 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 cuerpos académicos de profesores o investigadores tienen 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. 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.

De acuerdo con los resultados de esta investigación, específicamente los mostrados de 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 y remuneraciones. Aunque, el estado del reconocimiento SNI es deseable debido a que los productos requeridos para su obtención impactan en los diferentes exigen calidad investigativa y permiten 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.

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.

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 las figuras 4 y 5 de los anexos 2 y 3, fue elaborado en función de las asociaciones encontradas en los datos obtenidos con el instrumento para la recolección de datos. Se destacan las características que son en primer término, la edad 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.

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.

Referencias

- Bedau, M. A. 1991. *Weak emergence. Nos 31(Supplement: Philosophical Perspectives, 11, Mind, Causation, and World)*, 375–399.
- 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.
- GAZCA-HERRERA Luis A., SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ Guillermo, ZABALA-ARRIOLA Omar, VELASCO-RAMIREZ (2016) María L. Estudio de factibilidad con prueba de hipótesis para estudios de posgrado en tecnologías de información en las organizaciones. *Revista de Tecnologías de la Información*, Diciembre, 21-32.
- Glañzel, 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.
- Haas, Peter M., 2008: *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
- Heimeriks, G., & Van den Besselaar, P. (2002). *State of the art in bibliometrics and webometrics*. *EICSTES*. Retrieved, 13(01), 2006.
- Hill-King, M. (2007). *The Fundamentals of Intellectual Property*. *Licensing Journal*, 27(10), 31-40
- Horst W. J., R., & Melvin M., W. (1973). *Dilemmas in a General Theory of Planning*. *Policy Sciences*, 4(2), 155-169.
- 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
- Miller, J. H., & Page, S. E. (2007). *Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life*. Princeton: Princeton University Press.
- OECD (2005), *Frascati Manual 2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific and Technological Activities*,

OECDPublishing.doi: 10.1787/9789264199040
-enPérez, T. R. (1998). *¿Existe el Método Científico?* (Primera ed.). México, México: Fondo de Cultura Económica.

Porter, M. E. (2008). *On competition* (Update and Expanded Edition). Boston MA., Harvard Business School Publishing.

Scott E. Page (2012). *Aggregation in agent-based models of economies. The Knowledge Engineering Review*, 27, pp 151-162. doi:10.1017/S0269888912000112.

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_PRO_MEP_2013.pdf.

SEP, (2014). *Estadísticas*. [online] Dsa.sep.gob.mx. Disponible en: <http://dsa.sep.gob.mx/estadisticas.html> [Accesado 10 Dec. 2014].

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.

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.

Wilensky, U. (1998). *NetLogo Percolation model*.<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/Percolation>. 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, IL.

Anexo 1

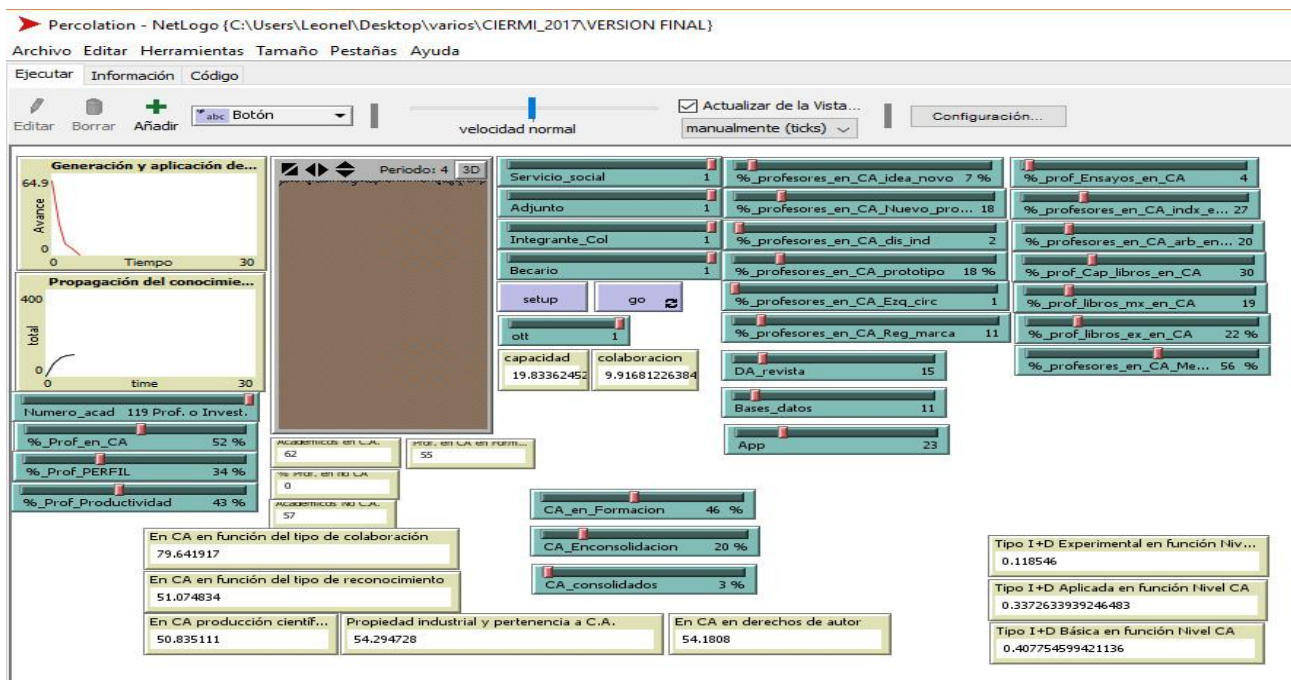


Figura 4 Ventana de ejecución inicial del entorno de programación Netlogo
 Fuente: Elaboración propia (2017)

Anexo 2

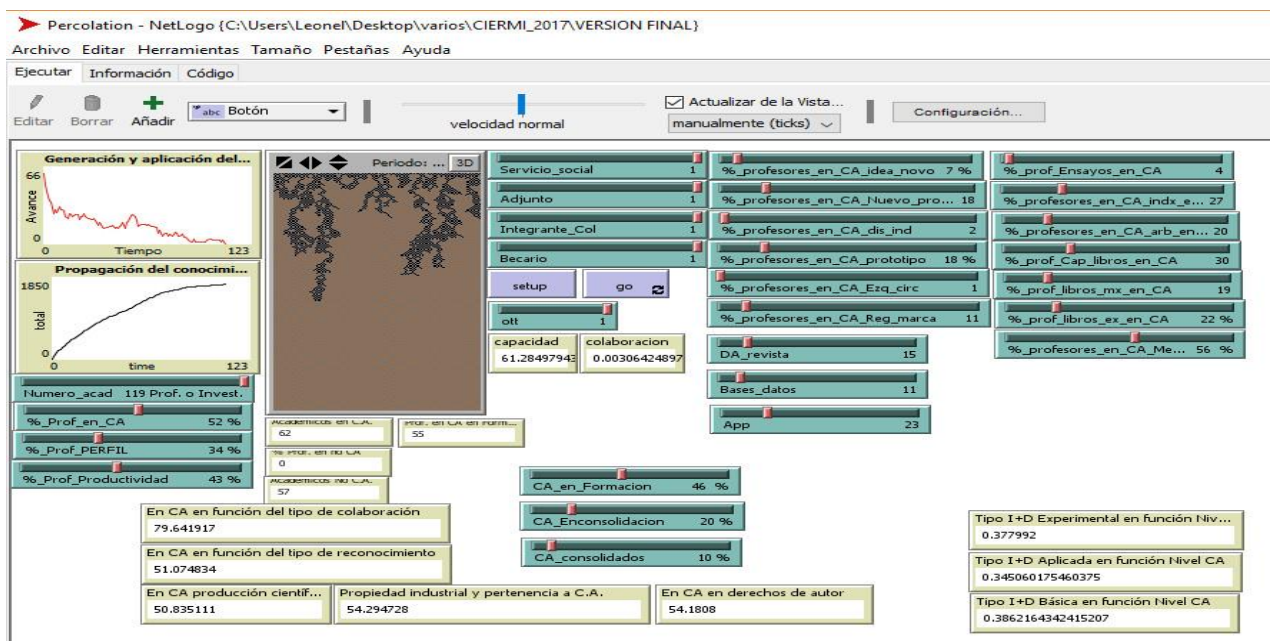


Figura 4 Ventana de ejecución inicial del entorno de programación Netlogo con 10 % de cuerpos académicos consolidados
 Fuente: Elaboración propia (2017)

Anexo 3

Modelo de percolación para representar el comportamiento de la I+D

```

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
  CA_Prop_industrial
  CA_Der_autor
  EXPERIMENTAL_NIVEL_CA
  APLICADA_NIVEL_CA
  BASICA_NIVEL_CA
  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 OTT 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 num_prof_en_ca_mem 0
  set colaboracion 0
  set Colaboracion_prof 0
  set CA_rec 0
  set CA_Prod_cientifica 0
  set CA_Prop_industrial 0
  set CA_Der_autor 0
  set EXPERIMENTAL_NIVEL_CA 0
  set APLICADA_NIVEL_CA 0
  set BASICA_NIVEL_CA 0
  ;; start with all unsaturated soil
  ask patches [
    reset-color
  ]
  ;; set up top row
  set current-row patches with [pcolor = max-pycor]
  ask current-row [
    if pxcor 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 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 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 CA_Prop_industrial (1 / (1 + (e ^ ((1.274 - (1.176 * 90 / (100 -
%_profesores_en_CA_Reg_marca)) - (21.325 * 99 / (100 -
%_profesores_en_CA_Ezq_circ)) + (0.974 * 82 / (100 -
%_profesores_en_CA_prototipo)) + (20.106 * 98 / (100 -
%_profesores_en_CA_dis_ind)) - (0.036 * 82 / (100 -
%_profesores_en_CA_Nuevo_producto)) + (0.024 * 93 / (100 -
%_profesores_en_CA_idea_novo))))))
set CA_Der_autor (1 / (1 + e ^ (- 1.126 - (1.1 * 85 / (100 - DA_revista)) -
0.239 + (1.547 * 81 / (100 - %_prof_libros_mx_en_CA)) + (0.925 * 89 / (100 -
Bases_datos)) - (0.166 * (81 / (100 - App))))))
set EXPERIMENTAL_NIVEL_CA (1 / (1 + (e ^ (- 1 * ((- 20.143) + (- 0.634
* (71 / (100 - CA_en_Formacion))) + (- 0.426 * (79 / (100 -
CA_Enconsolidacion))) + (19.391 * (97 / (100 - CA_consolidados))))))
set APLICADA_NIVEL_CA (1 / (1 + (e ^ (- 1 * ((2.366) + (- 1.426 * (71 /
(100 - CA_en_Formacion))) + (- 1.633 * (79 / (100 - CA_Enconsolidacion))) +
(0.446 * (97 / (100 - CA_consolidados))))))
set BASICA_NIVEL_CA (1 / (1 + (e ^ (- 1 * ((0.804) + (0.273 * (71 / (100 -
CA_en_Formacion))) + (- 0.384 * (79 / (100 - CA_Enconsolidacion))) + (- 1.157
* (97 / (100 - CA_consolidados))))))
set colaboracion Colaboracion_prof * CA_rec * CA_Prod_cientifica *
CA_Prop_industrial * CA_Der_autor * BASICA_NIVEL_CA *
APLICADA_NIVEL_CA * EXPERIMENTAL_NIVEL_CA
set capacidad colaboracion * 20000 * OTT
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 ajustó 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.

```

Anexo 4

Ecuaciones obtenidas con regresión logística binaria

Colaboración y pertenencia a C.A

CPCA=1.899+0.431*Ninguno+0.225*Serv_soc0.161*Becario+0.485*Adj_Tec+2.31*Int_col

$$P(CPCA) = \frac{1}{1+e^{(-CPCA)}} = 0.81 \quad (3)$$

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

PCA=1.99+(-2.805)*Perfil+(0.858) * Est_des

$$P(PCA) = \frac{1}{1+e^{(-PCA)}} = 0.51 \quad (4)$$

Pertenencia a C.A. y producción científica

PrCnt=2.179+(-0.504)*Ensayo+(-1.026)*Lib_Ex+(-0.533)*Lib_Mx+(-0.236)*Cap_lib+(0.351)*No_Indx+(-0.831)*Indx+(0.882)*Mem

$$P(PrCnt) = \frac{1}{1+e^{(-PrCnt)}} = 0.57 \quad (5)$$

Tipo I+D: Experimental y Nivel_CA

ECA=(-20.143)+(-0.634)*CA_Formación+(-0.426)*CA_En_Consolidación+(19.391)*CA_Consolidado

$$P(ECA) = \frac{1}{1+e^{(-ECA)}} = \quad (6)$$

Tipo I+D Aplicada y Nivel_CA

ACA: (2.366)+ (-1.426)*CA_Formación+(1.633)*CA_En_Consolidación+(0.466)*CA_Consolidado

$$P(ACA) = \frac{1}{1+e^{(-ACA)}} = \quad (7)$$

Tipo I+D Básica y Nivel_CA

BCA: (0.804) + (0.273)*CA_Formación+(0.384)*CA_En_Consolidación+(0.273)*CA_Consolidado

$$P(BCA) = \frac{1}{1+e^{(-BCA)}} = \quad (8)$$