



Facultad de Estudios Superiores

Acatlán



Alinne Denisse Estrella Santiago
Contacto: estrella.alinne@outlook.com
Licenciatura en Economía
Profesor: José Antonio Huitrón Mendoza

El mercado laboral en la Zona Metropolitana del Valle de México (1999-2015): escenarios desde un enfoque de prospectiva y evolutivo.

Resumen

En este trabajo se aborda la importancia del uso de los modelos basados en agentes para el estudio de fenómenos económicos, en particular del mercado de trabajo dando diferentes probabilidades condicional-teóricas, cuyo cambio en el tiempo, describa la evolución de los procesos que dan origen al empleo.

La evidencia sobre la creación y destrucción de empleos para la ZMVM se limita y se refiere casi exclusivamente al sector industrial y de servicios. Se utilizarán datos censales para dar ciertas a nuestros agentes aunado a instrucciones, demostrando que las empresas del sector servicios presenta exposiciones mayores de empleo, pero casi las mismas tasas de destrucción de empleos como el sector industrial.

Palabras clave: empleo, inversiones, tecnología, acervo de capital, autómata celular

Contenido

Capítulo 3. <i>Un modelo de Autómata Celular para el estudio de la dinámica del mercado laboral</i>	3
Introducción	4
1. Acercamiento a los modelos basados en agentes.....	5
2. Los niveles de empleo como fenómeno emergente	7
3. El modelo.....	9
3.1 Propósito del modelo	10
4. Mundo en la simulación de la evolución del empleo.....	10
5. Agentes	11
6. Características de los agentes	12
7. Variables del modelo y su calibración.....	13
8. Tiempo	15
9. Inicialización del modelo.....	16
10. Vecindario.....	17
11. Interacción e intercambio de información.....	19
11.1 Funcionamiento del modelo.....	20
12. Resultados	23
12.1 Distribución de las variables simuladas	25
12.2 Experimentos y sus patrones emergentes.....	28
13. Conclusión.....	35
Bibliografía.....	38

Capítulo 3. *Un modelo de Autómata Celular para el estudio de la dinámica del mercado laboral*

Introducción

El modelo basado en agentes es relativamente nuevo enfoque de modelado de sistemas complejos compuestos, donde interactúan agentes autónomos, estos agentes tienen comportamientos, a menudo descritas por las reglas simples, y las interacciones con otros agentes, son las que influyen en sus comportamientos.

En este capítulo se realizará un Modelo Basado en Agentes para estudiar las dinámicas y cambios que sufre el mercado de trabajo en un mundo artificial. Para que ocurra el fenómeno agregado del *empleo* (un nivel de ocupación en una economía), en el sistema deben interactuar agentes (empresas) que cooperan entre sí e interactúan con su entorno, intercambian información con la finalidad de tomar decisiones de inversión, inserción, implante de nuevas tecnologías, etc., esto paralelamente tiene influencias sobre los niveles de empleo.

Se estudia el papel de las diferentes respuestas que trae la inversión y el entorno para la conformación del mercado laboral que se caracteriza por una complementariedad entre la jerarquía entre empresas de una región, que están influidos tanto por la inversión de las empresas locales en bienes de equipo y de alta calidad y por la evolución del entorno donde se encuentren establecidas las firmas. A través de esto, el mecanismo es la siguiente: las características internas de las empresas se ven afectados por su entorno, la determinación de sus acciones como las inversiones pueden capturar el proceso que hace posibles aumentos o caídas de su producción total y ello modifica los niveles de trabajo.

En segundo lugar, nuestro trabajo se relaciona con pensamientos evolutivos, debido a que la estructura de la industria es endógena y su evolución es impulsada por la competitividad relativa de las empresas causada entre otras cosas, por sus inversiones en nuevas tecnologías y por su capacidad para utilizar estas tecnologías, estas ideas son complementadas por otro tipo de inversiones de tipo ampliación a nuestro modelo.

En tercer lugar, el autómata presentado se elaboró a partir de reglas para capturar el comportamiento de las empresas y se basan en gran medida de la literatura evolutiva rica en esta área, tales como, por ejemplo, Nelson y Winter (1982) o Dosi et al. (1995). Finalmente, procedemos con la descripción de los supuestos del modelo, la parametrización del modelo basado en el agente y la puesta a punto de los experimentos. Después se procede a presentar y discutir los resultados de los distintos escenarios de inversión y de los choques exógenos. En la última sección, llegamos a la conclusión y esbozar algunas direcciones para futuros análisis.

1. Acercamiento a los modelos basados en agentes

Este capítulo consiste en aplicar una metodología de los modelos basados en agentes (MBAS), particularmente un modelo de Autómata Celular; Axelrod (2003) y Gilbert (2008) mencionan que este tipo de modelos representan un *sistema adaptable complejo* esto es, una colectividad de entidades o agentes autónomos que de forma individual, presentan reglas de comportamiento propias y de auto-determinación, cuyas decisiones se manifiestan como el producto de su interacción con otros agentes, es decir, evalúan el entorno en que se desenvuelven y a partir de ahí toman decisiones sobre la base de un conjunto de reglas.

Estos sistemas adaptables complejos o CAS (por sus siglas en inglés) son de distinta escala, es decir, se rigen por distintos órdenes jerárquicos¹. En general, los componentes que integran a dichos sistemas no son diseñados previamente, no llevan a cabo una tarea específica, sino que se organizan para distintos fines y tienen cierta capacidad de *adaptación y aprendizaje*. En el caso de los autómatas celulares, esta toma de decisiones no se da de forma adaptativa, mientras que en los modelos basados en agentes si existen dichas adaptaciones Heckbert, S., T. Baynes & A. Reeson (2010).

¹ Pueden considerarse a ciudades, organizaciones políticas, empresas, agrupamientos humanos, etc.

Los MBAS para Ehrentreich (2007), Gilbert y Troitzsch (2006) tienen la posibilidad de reconstruir y crear comportamientos complejos en mundos artificiales a partir de reglas relativamente simples. Los MBAS entonces, han mostrado ser una herramienta útil para modelar sistemas complejos, para distintos campos de la física y las matemáticas. La difusión de las simulaciones computacionales para las ciencias sociales se amplió a partir de la década de los 90's, donde trabajos como los de Epstein y Axtell (1996) fueron algunos de los precursores en temas económicos, observando que a partir de interacciones individuales de agentes se observan cómo procesos a nivel micro generan patrones macroscópicos.

Para Gilbert y Troitzsch (2006) los MBAS, son sistemas resultantes de interacciones descentralizadas que pueden evolucionar a lo largo del tiempo, estas se adaptan y forman nuevas condiciones en el entorno, es decir, existe *retroalimentación*. Por otra parte, Neugart y Richiardi (2012) mencionan que el uso de estos métodos, ayudan a pronosticar posibles escenarios, para posteriormente observar qué ocurre, esto con la finalidad de estudiar los posibles estados del sistema, objeto de estudio.

En Castañeda (2013) se usa el término de "sociomática", para entender a estos sistemas adaptativos complejos, donde el uso de las nuevas tecnologías computacionales permitiría estudiar estos sistemas adaptativos, a su vez estos sistemas que se forman en los MBAS tienen componentes fundamentales:

1) Una *multiplicidad* de agentes, esto quiere decir que están formados por una serie de unidades o agentes que actúan paralelamente, por lo que, a pesar de que su comportamiento individual sea sencillo, el resultado de su interacción da lugar a fenómenos macroscópicos; 2) existe una *retroalimentación*, que es la manera en que los agentes se comunican e interactúan entre ellos y toman decisiones; y 3) la *adaptación*, que se refiere a que exista cierta consolidación o estabilidad temporal dentro del modelo.

En esta sección entonces, presentaremos un modelo de investigación que tratará de vincular nuestro enfoque teórico evolutivo con el uso de los MBAS, para simular el fenómeno del mercado laboral, observando la interacción de agentes² heterogéneos (empresas) que al interactuar entre sí y adaptarse a distintos entornos, producen fenómenos sofisticados y auto-similares.

Esto es a lo que Hamill y Gilbert (2015) otorgan el concepto de *emergencia*, clave en los MBAS, definiéndola como modelos macroscópicos, resultantes de interacciones locales y descentralizadas de agentes o componentes individuales simples. Estos patrones emergentes a su vez, son los que Castañeda (2009) menciona como fenómenos agregados que resultan de la interacción de una colectividad de agentes que influyen su comportamiento. Esto hace posible el aprendizaje colectivo, y a partir de ahí que emerjan comportamientos agregados o patrones macroscópicos sofisticados.

2. Los niveles de empleo como fenómeno emergente

El uso de los MBAS, puede servir entonces para replicar procesos evolutivos acerca de cómo pueden surgir dinámicas en las tasas de empleo en una determinada región, a partir de la interacción de agentes (en este caso empresas). Estas estarán en continuos procesos de aprendizaje y retroalimentación, cuyos comportamientos implican la operacionalización de su evolución a través del tiempo.

Por ejemplo, cuando la estadística de los niveles de empleo reporta una caída, ello nos lleva a suponer que en la economía están sucediendo procesos como la baja en el dinamismo de determinados sectores, cierre de empresas debido a fenómenos de desindustrialización, un factor tecnológico que incide al despido de

² Dentro de los MBAS existe el uso de agentes, estos son elementos individuales e identificables, con un conjunto de características o atributos, y reglas que dirigen comportamientos, con capacidad de decidir (Macal & North, 2006). En esta metodología al mencionar el concepto de agente, nos referimos a una unidad autónoma, esta puede ser una empresa, una fábrica, una institución, por mencionar algunos ejemplos. Estos agentes forman a su vez interacciones sociales, toman decisiones y escogen las que le atribuyen mayor beneficio, lo cual origina fenómenos sociales y económicos.

mano de obra, etc., en sí, puede haber una variedad de causas considerables que expliquen el comportamiento de los niveles de empleo.

La elaboración de un MBA para Epstein (1999), implica la posibilidad de pensar en una nueva forma de estudiar diversos procesos sociales y económicos, por ejemplo, el *fenómeno del empleo*, se puede ver como un proceso, donde intervienen sistemas complejos denominados anteriormente como CAS. En este sistema intervienen múltiples agentes heterogéneos con características diferenciadas, por lo que no se pueden inferir resultados, ya que las formas de las relaciones no están previamente establecidas; de tal forma que se dice que las dinámicas agregadas surgen de forma descentralizada.

Para que ocurra el fenómeno agregado del empleo (un nivel de ocupación en una economía), en el sistema deben interactuar empresas³ que cooperan entre sí e interactúan con su entorno, intercambian información con la finalidad de tomar decisiones de inversión, inserción en el mundo, establecer nuevas tecnologías, etc., esto paralelamente tiene influencias sobre los niveles de empleo.

Bajo la visión de Shumpeter (1939) las empresas dominantes son capaces de inducir inversiones o efectos de mejora tecnológica en empresas similares a ellas y a sus empresas proveedoras, con ello, surgen nuevas posibilidades. Estos componentes para un CAS no se planean a priori, y no dicta cuantos empleos va a generar una empresa, cuándo desaparecerá o se insertará una nueva firma, de tal suerte que los niveles de empleo no se explican por una cuestión ya predefinida.

Podemos pensar entonces, cómo un sistema tan complejo como el mercado laboral puede en realidad ser entendible si nos basamos de los incentivos individuales de las empresas, ello para conocer los factores que impulsan el desempleo, o factores que inciden en el crecimiento. Estas situaciones podemos cuantificarlas y realizar escenarios a través de experimentos computacionales.

³ Si hablamos de empresas, las empresas aprenden cosas, donde estas deciden si implantan o no nuevas tecnologías, se adaptan a las condiciones de mercado y a partir de ahí toman diversas decisiones, de inversión, de inserción, de competencia, etc.

Los niveles de empleo en un lugar pueden entenderse entonces como un fenómeno emergente, porque existe interacción de empresas con características propias, donde las reglas de interacción e intercambio de información hacen que nuestras empresas tomen decisiones. Esta “retroalimentación” brinda autonomía a cada agente en el espacio.

Finalmente, ello conduce a reforzar la noción de que los niveles de ocupación no son resultado de la simple suma de puestos de trabajo que posea cada empresa, sino de los procesos de interacción e intercambio de información entre las mismas, fundamentalmente sobre las decisiones de compras de nuevas tecnologías, mejoras organizacionales, así como factores económico-ambientales que influye sobre estas decisiones, y otras maneras en que las empresas establecen mecanismos de interacción y dan origen a diferenciados niveles de empleo a una determinada localización.

3. El modelo

Los autómatas celulares (AC) elementales para Epstein (1999) consisten en sistemas dinámicos de evolución discreta, que se despliegan en filas en celdas continuas según condiciones de la celda anterior. En cada interacción se “enciende” o “apaga”, según las reglas impuestas de la celda anterior. Con ello, un AC puede modelar comportamientos de largo plazo que trascienden con reglas simples que se les asignen. Es decir, emergen patrones no deducibles, y como es característico en los sistemas complejos, se obtienen resultados complejos a partir de reglas simples.

En este apartado se presenta un modelo de autómatas celular, este consiste según Gilbert (2008) y Epstein (1999) en : i) un espacio euclídeo dividido en un serie de celdas idénticas (llamadas células); ii) una zona de células de un tamaño y forma definida; iii) celdas que pueden tener dos estados (encendido o apagado, 1 o 0, vivo o muerto); iv) los vecinos que puedan tener cada una de las células en estado “apagado” o “encendido” define el estado que tomará la célula a través del tiempo y

; iv) a su vez, existe un conjunto de reglas de transición, que determinan el estado de una célula como una función de los estados de las células en un vecindario.

3.1 Propósito del modelo

Elaborar un MBAS, específicamente un modelo de autómatas celulares, tiene la intención de simular la dinámica interna de las empresas, donde estas dependen de las condiciones externas del entorno. Desde el contexto teórico de Shumpeter (1942) y otros teóricos evolutivos, los factores que inciden a cambios internos en las empresas y ayudan a comprender nuestro fenómeno emergente son:

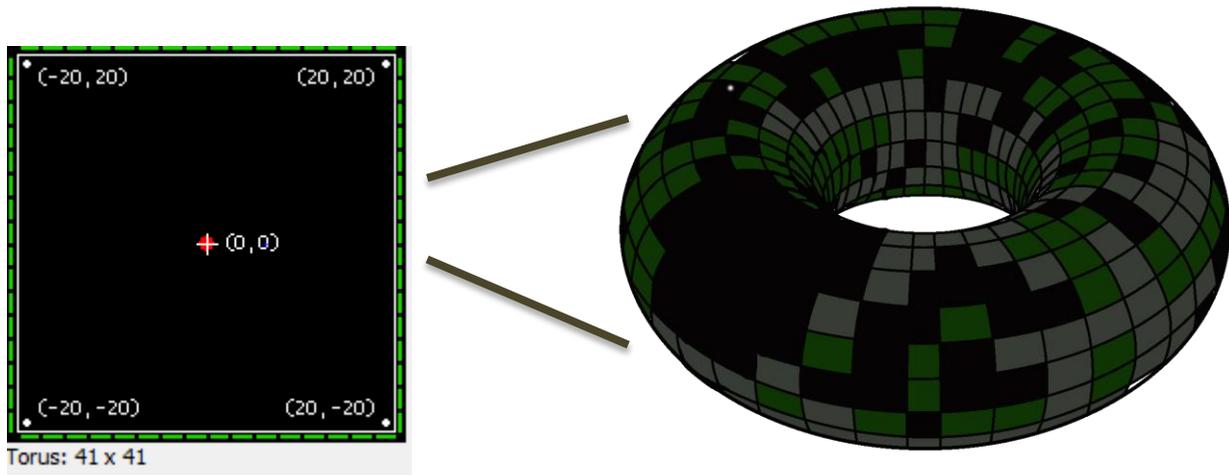
- 1) Se consideran a estos procesos como un proceso evolutivo, donde la dinámica y las condiciones económicas, es decir, el ciclo, la tecnología y otros procesos son las que determinan los niveles de empleo en zonas industriales y empresariales para regiones localizadas.
- 2) Estas condiciones económicas y las regiones donde esté localizada la producción, es decir, lugares con determinadas y diferenciadas concentraciones de mano de obra, inversión, introducción de nuevas tecnologías, serán las determinantes que podrían tener un efecto significativo en los niveles de empleo.
- 3) El supuesto es donde primeramente se tenía una base productiva de industrias y empresas con un peso importante al empleo, se ha observado una tendencia a la desaparición de ciertos sectores que inciden de forma sustantiva en la dinámica de empleo.

4. Mundo en la simulación de la evolución del empleo

El MBAS propuesto como un modelo autómatas celulares consta de una economía artificial en la que cada celda representa una empresa. En nuestro mundo existirán N agentes adaptativos y autónomos, representados en cada celda C_{ij} . Por tanto, se propone una red económica con una extensión de 1681 empresas que se dedican a dos distintas actividades, industriales y de servicios con una extensión de 41×41 .

Los límites de nuestra economía operan en un mundo toroidal visualizada en un plano cuadrado, esto significa que extendida tendría la forma de un anillo véase *figura 3.1*, donde el borde superior está conectado con el borde inferior, es decir, existe continuidad en las fronteras de nuestra red.

Figura 3.1 Representación de un torus o toroide



Fuente: Elaboración propia en base a Wolfram Alpha

La interacción de nuestros agentes se crea a partir de reglas, que por proximidad física y sin importar su pertenencia, ya sean actividades industriales y de servicios, comparten información. Las empresas a su vez, observan su entorno, y toman decisiones en función de la proximidad de las 4 y 8 empresas vecinas.

5. Agentes

En el modelo existen dos tipos de agentes: empresas de tipo industrial y empresas de tipo servicios, las características se programan en función a su nivel de jerarquía (participación que tenga en el mercado) y de los objetivos de la empresa como unidad económica.

Existen varios elementos para clasificar a nuestros agentes, de acuerdo a: a) su tamaño, donde se destaca la magnitud de sus recursos y también a su área de operaciones, las empresas pueden ser pequeñas, medianas y grandes; b) capital físico, formado por aquellos elementos necesarios para producir; en este trabajo solo se considera a inmuebles, maquinaria, nuevas tecnologías como parte de un

stock de capital para realizar sus actividades; c) nivel de trabajadores, que es la presencia de trabajadores que llevan a cabo una actividad productiva; d) el capital financiero, como los montos de dinero que sirven para comprar capital físico y realizar inversiones, y e) diferenciados niveles de remuneraciones que varía de empresa a empresa.

6. Características de los agentes

En este modelo existen componentes de aleatoriedad y los agentes están representados por los elementos de una cuadrícula, donde cada una es una empresa con características diferenciadas, con estas, las empresas tomarán decisiones, tratando de simplificar procesos de intercambio de información.

Dentro de las principales características que se encuentran en el modelo son: i) las celdas son diferentes con arreglo a las características que tiene cada una; ii) dichas celdas se encuentran en un espacio regular; iii) cada celda puede encontrarse en uno o varios estados (con diferenciados niveles de inversión, nivel de vacantes, stock de capital fijo, remuneraciones, etc. véase cuadro 3.1) ; iv) el estado de cada celda está determinada por un conjunto de reglas que se rigen dentro de sí misma, así como de sus celdas vecinas, es decir, las reglas de interacción son locales.

Cuadro 3.1 Definición de las características de las parcelas

actividad	1 si es industria, o si es servicios
inversión	cada parcela posee un tipo de inversión, ya sea de "mejora tecnológica", "ampliación" o "reposición"
número de vacantes	número de ofertas de trabajo
número de despidos	número de trabajadores que son despedidos de la unidad
número de contrataciones	Número de personas contratadas en una parcela
remuneraciones	Salario que perciben los trabajadores, esta puede ser "baja", "media" y "alta"
nivel de trabajadores	Número total de trabajadores de cada parcela

stock de capital fijo	Es la cantidad de maquinaria y materia prima para producir, esta define a su vez el tamaño de empresa "pequeña", "media" y "grande"
participación sectorial	Peso que tiene cada empresa sobre el mercado

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 3.1 se observan el conjunto de características que tendrá cada agente de manera aleatoria, dependiendo de estas, se pretende modelar la evolución del empleo. Teóricos evolucionistas como Hodgson (2007) tenían presente que las acciones que llevaran a cabo los agentes, tendrían diversos efectos que se traducen a estructuras cambiantes con el tiempo. Con ello, se puede concebir al empleo como el resultado de adaptaciones no- lineales derivadas de agentes diferenciados entre sí, que junto con condiciones de aleatoriedad, dan al modelo mayor nivel de realismo e implicaciones de evolución en nuestro sistema.

7. Variables del modelo y su calibración

Las variables del modelo que se mencionaron anteriormente, se encuentran definidas en rangos, al principio algunos de estos rangos se planteaban definir a partir de cifras del Censo Económico 2014, pero se tuvieron que replantear para hacerlas más consistentes con la lógica de operación del propio modelo, así como para evitar números negativos y otras inconsistencias en el modelo. En el cuadro 3.2 se observan los rangos que se utilizaron para caracterizar a cada empresa.

Cuadro 3.2 Variables del modelo

Agente	VARIABLES DE ESTADO	DISTRIBUCIÓN DE LAS VARIABLES	VALORES OBTENIDOS
Empresas	Actividad	La proporción de actividades dentro del mundo se rige bajo probabilidades que va de 0.01 a 1 (%).	Se obtienen categorías de 0 y 1
	Número de vacantes	Los valores se distribuyeron aleatoriamente y con valores absolutos	Se obtienen valores de 1 hasta 100 vacantes, dependiendo del tamaño de la empresa.
	Número de despidos	Los valores se distribuyeron aleatoriamente	Se obtienen valores de 1 hasta 100 despidos, dependiendo del tipo

			de inversión de la empresa y del ciclo económico.
	Número de contrataciones	Los valores se distribuyeron aleatoriamente y con valores absolutos	Se obtienen valores de 1 hasta 20 contrataciones, dependiendo del tipo de inversión de la empresa y del ciclo económico.
	Remuneraciones	Los valores se distribuyen en números absolutos con una distribución normal de una media 10000 y una desviación estándar de 9000	A partir de estos datos se categorizaron 3 tipos de salarios otorgados por la empresa: [“alto”] [“medio”] [“bajo”]
	Nivel de trabajadores	Los valores se distribuyen en números absolutos con una distribución normal de una media 12621 y una desviación estándar de 23996	Se obtienen valores de 1 hasta 12621 vacantes, dependiendo del tamaño de la empresa.
	Stock de capital fijo	Los valores se distribuyen en números absolutos con una distribución normal de una media 10000 y una desviación estándar de 9000	A partir de estos datos se categorizaron 3 tipos de acervo que definen el tamaño de la empresa: [“empresa-pequeña”] [“empresa-mediana”] [“empresa-grande”]
	Inversión	Los valores se distribuyen en números absolutos con una distribución normal de una media 10000 y una desviación estándar de 9000	A partir de estos datos se categorizaron 3 tipos de inversión que puede estar destinado a: [reposición] [ampliación] [tecnología]

Fuente: Elaboración propia.

La calibración del modelo, parte del comportamiento real de algunas variables consideradas en el capítulo 2, pero para este modelo, se trabajaron en función de la propia lógica de interacción y dinámica propuesta de los agentes, con el fin de robustecer los resultados y analizar el proceso de generación de empleo en un

mercado de trabajo, partiendo de un estado inicial de empresas que cambian de estado cada instante de forma sincrónica.

Aunque la distribución de muchas de nuestras variables son en realidad no simétricas, por ejemplo, la distribución de los salarios de una empresa, en principio no supone una distribución normal, este probablemente sea asimétrica con una cola sesgada hacia la izquierda o derecha según sea el caso, por ejemplo, salarios altos pueden estar determinados por los salarios que se reciben de municipios como la Miguel Hidalgo, Cuautitlán, Azcapotzalco, Venustiano Carranza, etc., solo por mencionar algunos, estos casos son los que pueden sesgar nuestra información y provocar distribuciones que no se comporten como una normal.

Para evitar este tipo de inconsistencias y dar ajuste a la realidad, a las variables se les asignaron distribuciones normales con valores absolutos y rangos que otorgen al modelo consistencia, por ejemplo, al considerar distribuciones normales es posible suponer que los posibles valores nuestras variables, se concentran de forma simétrica en torno a un valor medio, y que la probabilidad de encontrar valores decrece a medida que aumenta la distancia a dicho valor medio, es decir, siguen una distribución normal de media μ y desviación típica σ , y se designa por $N(\mu, \sigma)$, con la condicional de tomar cualquier valor $(-\infty, +\infty)$.

8. Tiempo

La unidad de tiempo en los MBAS al momento de programarlos en NetLogo se les llama ticks o pasos de tiempo, y es otro elemento fundamental en los procesos de intercambio de información. Desde un punto de vista de Axelrod (2003) los fenómenos sociales involucran a muchos agentes, en este caso empresas tomando decisiones, comúnmente en forma independiente, y no existen puntos de referencia que puedan ser usadas como unidades para medir el tiempo en tales procesos.

Para la toma de decisiones, de inversión en reposición, ampliación o de incorporar nuevas tecnologías, existe una escala o tiempo al cual se producen estos procesos. El tiempo en este modelo, cada tick representará 5 años, representando el momento en el que las empresas evalúan el ciclo económico en el que se encuentran y en el segundo momento donde deciden invertir o no.

Por otra parte, al concebir al empleo como el resultado de adaptaciones no-lineales llevados a cabo en el tiempo, implica que hay evolución, teóricos evolucionistas citados por Hodgson (2007) tenían presente que las acciones que lleven a cabo los agentes, tendrán diversos efectos que se traducen a estructuras cambiantes con el tiempo.

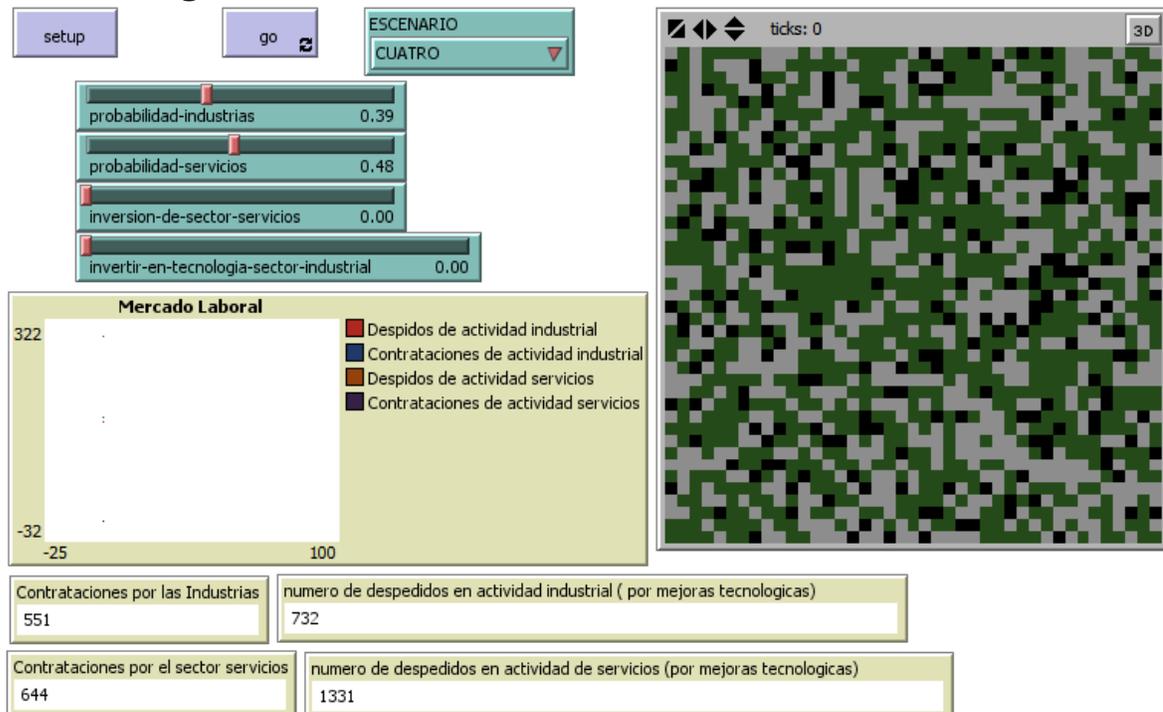
9. Inicialización del modelo

En la interfaz de nuestro modelo, se visualiza lo que será nuestro mundo artificial, es decir, el espacio en el que se llevan a cabo diversas interacciones entre un agente y otro Tissue y Wilensky (2004), en este caso estará representado por parcelas que conviven en un mundo toroidal, es decir, existe interconexión entre todas las células, esto para que a lo largo del tiempo todos los agentes perciban algún grado de información proveniente de células más lejanas a su entorno.

Al inicializar el modelo se siembran aleatoriamente agentes heterogéneos, esto con la finalidad de eliminar la posibilidad de aparición de procesos determinísticos, estos agentes representan empresas, cada célula representa una empresa, que se dedica a una de las dos actividades específicas: industrial y de servicios, (véase *figura 3.2*) coloreados de gris y verde respectivamente.

Figura 3.2

Condiciones iniciales del mundo artificial



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, las células negras representan espacios sin utilizar, esto implica para nuestros agentes mayor interacción, es decir, no todas las empresas van a intercambiar y recibir la misma información; estas condiciones son las que determinan evolución. Este tipo de simulación nos permitirá operacionalizar lo que menciona Shumpeter (1939), donde la evolución de una sociedad involucra la modificación de sus preferencias individuales, conforme la sociedad adquiera nuevos conocimientos o desarrolle nuevas ideas y conceptos. Las instituciones, los individuos y en este caso empresas, están en un continuo cambio motivado por su interacción.

10. Vecindario

En el modelo se considera la existencia de “racionalidad limitada” desarrollada por Herbert Simon citado por Foley (2004) para él, organizaciones económicas y sociales no poseen información completa y simétrica, esto es, que los agentes que interactúan en la economía no tienen la misma probabilidad de tomar las mejores

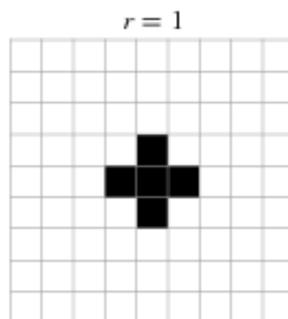
decisiones y en lugar de ello eligen opciones que les sean suficientemente buenas, aunque estas puedan ser sub-óptimas.

Por ejemplo, las empresas tienen un acceso limitado a la información, se considera que las empresas solo perciben de manera directa y en cada paso de tiempo información de sus empresas vecinas, para este trabajo esta vecindad será de tipo Von Neumann y Moore, en la primera se usan 4 celdas, las del norte, este, sur y oeste, y en la segunda, los vecinos son formados por la vecindad de Von Neumann, donde se usan las cuatro células de las dos diagonales Gilbert y Troitzsch (2006).

En la figura 3.3 se representa una vecindad de tipo Von Neumann que se puede utilizar para definir un conjunto de células que rodean una célula dada (x_0, y_0) , esta configuración da origen a determinadas configuraciones y evolución de un autómata celular. La vecindad de tipo von Neumann de rango a su vez está definida como:

$$N^V(x_0, y_0) = \{ (x, y) : |x - x_0| + |y - y_0| \leq r \}$$

Figura 3.3 Vecindario Von Neumann de radio = 1

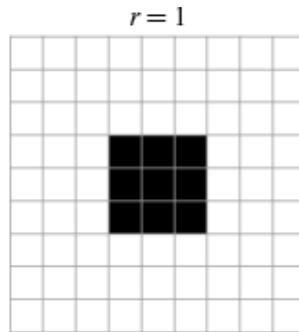


Fuente: Wólffram Math World.

Por otra parte, el vecindario tipo Moore (N^{Moore}) también es considerado para representar el acceso limitado de información, aunque en este tipo de vecindario el intercambio de información puede ser mayor. Se representarán empresas que consideran la información de un conjunto de celdas que la rodean en forma de cuadro, esta influirá directamente en el estado de cada empresa dada por cada paso de tiempo en un radio (r), esto se define formalmente como:

$$N^M(x_0, y_0) = \{ (x, y) : |x - x_0| \leq r, |y - y_0| \leq r \}$$

Figura 3.4 Vecindario Moore de radio = 1



Fuente: Wólffram Math World.

En las figuras anteriores se muestran los tipos de vecindario Von Neumann y tipo Moore para rangos de $r = 1$, que será el número de células vecinas que tendrá cada uno de nuestras N empresas, estas células o empresas que lo rodean en forma de cuadrado son las que van a influir si cambian o no los estados actuales de cada empresa.

Finalmente, estos procesos de intercambio de información local son los que van a determinar la probabilidad de que cada uno de nuestros agentes (empresas) permanezcan o desaparezcan en el mundo, y en segundo lugar, asuman diversas decisiones de inversión; este apartado se discutirá ampliamente en la transición, pero precisamente éstas son las que inciden en la generación de número de puestos de trabajo.

11. Interacción e intercambio de información

En el modelo influyen tres cosas en los procesos de retroalimentación o intercambio de información, por una parte, i) el porcentaje de empresas de tipo servicios; ii) el porcentaje de empresas industriales; y iii) el porcentaje de celdas negras. Estas últimas ejercen en el modelo un entorno-económico que puede disminuir, robustecer o consolidar la base productiva de nuestra economía.

Bajo las condiciones actuales encontradas en el capítulo 2 p.10 y p.24, los agentes de servicios tienen predominancia en la región con una participación de empleo alta, con una población industrial que es conducida cada vez más a una paulatina desaparición. Se ha discutido también que cuando las condiciones económicas no son favorables, aunado a una población de servicios e industrial con pocas o nulas inversiones, la población de actividad servicios ha tenido mayor capacidad de sobrevivir y marcar elevados niveles de empleo en comparación con la industrial. Es así como podemos preguntarnos, cómo diferenciadas cantidades de empresas afectan a los niveles de empleo.

11.1 Funcionamiento del modelo

A continuación, se presenta cómo es que cada empresa a partir de las características mencionadas en el cuadro 3.2, y de ciertos intercambios de información, toman diversas decisiones, por ejemplo: (i) Cada celda calcula su propio estado, es decir, cada actividad ve a qué actividad se dedica, y ve a qué tipo de actividad se dedican sus 4 y 8 vecinos.

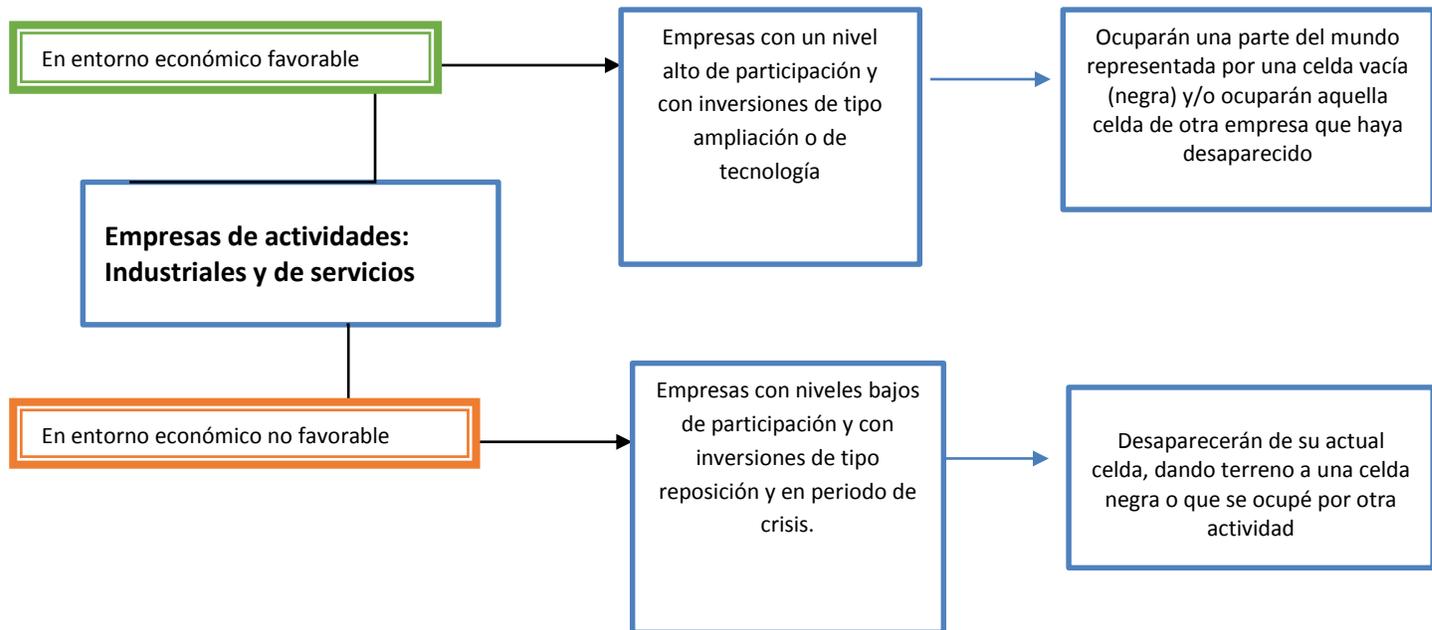
(ii) A pesar de que los servicios se encuentran como sector dominante en cada paso de tiempo a comparación del industrial, estos pueden perder terreno, debido a las condiciones de su entorno, es decir, para que una actividad desaparezca o permanezca en el mundo, dependerá de los impactos o estímulos externos negativos y del tipo de inversiones que haga en cada lapso de tiempo.

(iii) Las empresas toman decisiones de acuerdo a la información y conexiones que tengan con otras empresas, con ello harán planes de invertir en nuevas tecnologías o maquinaria, ampliar la firma o reponer materias primas para su producción; (iv) Las empresas ofrecerán vacantes o reducirán el tamaño de su fuerza de trabajo, según las inversiones realizadas.

(iv) los trabajadores son despedidos o no en cada lapso de tiempo, las contrataciones y despidos son continuos a través del tiempo, esto a consecuencia de las decisiones tomadas por nuestros agentes. Posteriormente en las figuras 3.5 y 3.6, se muestran los procesos del funcionamiento del modelo, y del cómo se

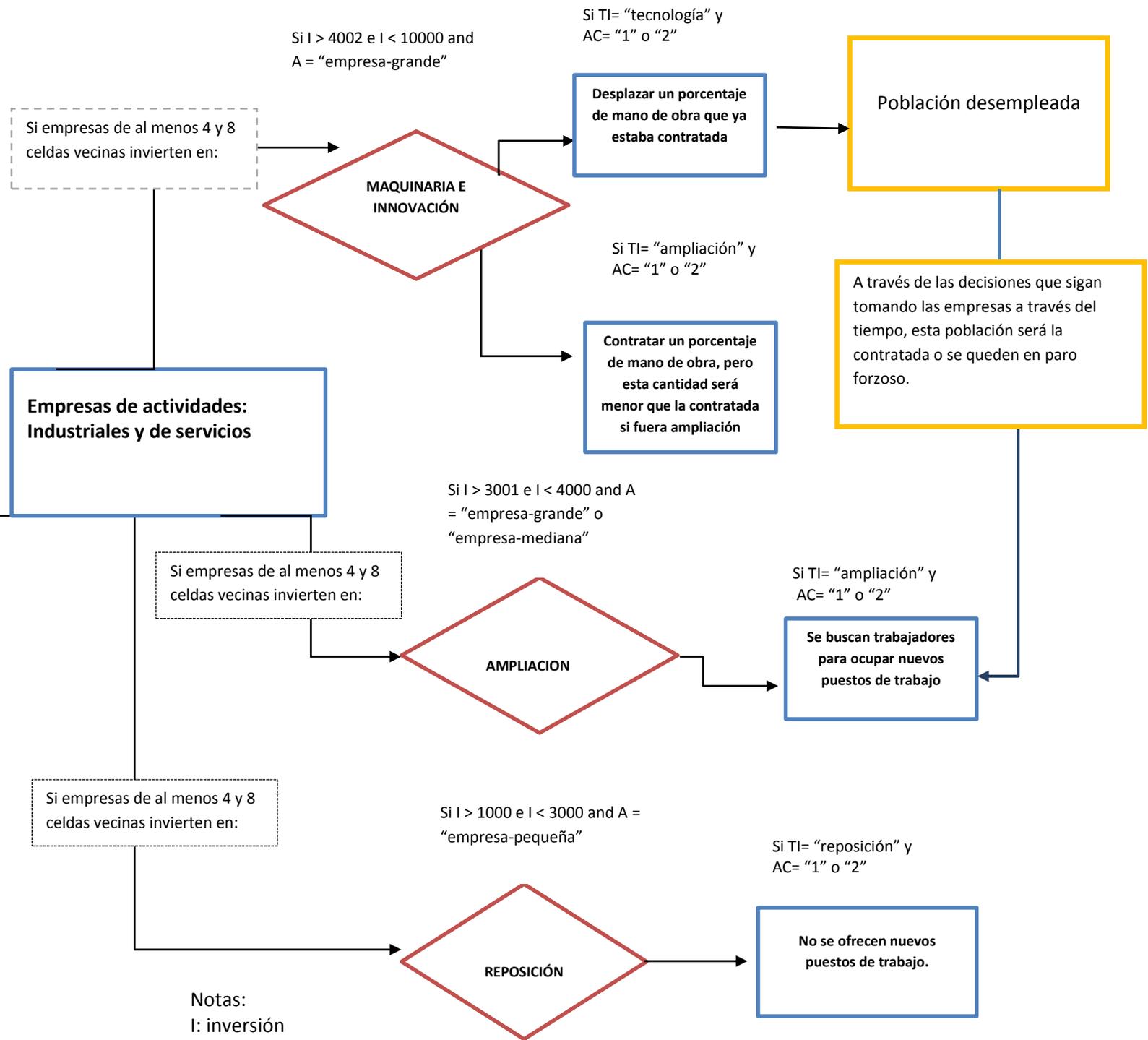
intercambia información de empresa a empresa y empresa a entorno, observando que cada una de estas interacciones van a generar diferenciados niveles de empleo.

Figura 3.5 Visión general del proceso y programación de permanencia de un sector y otro/ y



(Continua proceso)

Figura 3.6 Visión general del proceso y programación de decisiones de inversión



Notas:
 I: inversión
 A: acervo
 TI: tipo de inversión
 AC: actividad

Fuente: Elaboración propia en base a investigación

Teóricamente, la evolución de una base productiva presenta la posibilidad de tener periodos intermedios de cambio e interrupción rápidos, debido a variantes de inversión en tecnologías particulares, por ejemplo. Nelson y Winter en 1982, plantearon un estudio para entender los cambios tecnológicos donde las interacciones entre individuos, instituciones y su entorno, son las que inciden al cambio económico en general (Loasby, 1991; Marshall, 1890; Shumpeter, 1942) citados por Hodgson (2007, p.130).

Con Shumpeter, podemos ver que la existencia de una secuencia de actividades modifica y otorgan respuestas de adaptación, que rompen los equilibrios de una manera radical Castañeda (2011), sobre esto añade que el resultado de los procesos de decisión de los agentes, en este caso, presionan al cambio en el número de empleos, provocando a su vez sistemas permanentemente cambiantes. Estos cambios hacen que no se garantice una situación de equilibrio.

En otras palabras, el intercambio de información y las decisiones que lleven a cabo los agentes, tendrán diversos efectos que se traducen a niveles de empleo cambiantes con el tiempo, tomando a consideración que estas acciones no siguen a su vez una lógica de optimización.

12. Resultados

El funcionamiento básico del modelo como se ha mencionado anteriormente, depende de la cantidad de empresas y de una serie de características que hacen que los empresarios inviertan o no en un ambiente económico cambiante. Las condiciones de vecindad son de tipo Von Neumann y tipo Moore. Como se ha descrito, las decisiones de inversión de cada actividad económica influye en los niveles de empleo en una región, bajo la lógica que las empresas invierten en base a sus condiciones económicas internas, también depende del entorno económico donde se encuentre, bajo la condición de que las empresas invierten en reposición, ampliación o tecnología, esto hace que en el mercado laboral exista un proceso continuo de contrataciones y despidos, con una serie de vacantes para cada firma,

esto en conjunto, forma lo que se conoce como los niveles de empleo total de una región determinada.

Esto forma diferenciados fenómenos emergentes, por un lado:

i) Existe una tendencia creciente de empresas pequeñas mayoritariamente de la actividad servicios, esto no quiere decir que la actividad industrial haya desaparecido, se muestra solo una disminución de participación de empleo.

ii) Las decisiones de inversión de las actividades de tipo servicios e industrial influyen en la generación de empleo a través del tiempo, esta tiene una tendencia de crecer en la primera actividad.

iii) Las decisiones de inversión son determinadas por las características internas de cada firma, así como de su entorno económico y depende en gran medida si es “pequeña empresa” o “empresa grande”.

iv) En condiciones iniciales, el empleo de mano de obra tiene una trayectoria descendiente para la actividad industrial, a su vez. En ambas actividades se llega a puntos *estacionarios* cuando los límites de racionalidad de nuestros agentes imponen una estructura constante de dominio de una actividad (*en este caso de servicios*) bajo condiciones iniciales, esto a través del tiempo.

v) Bajo ciertas condiciones económicas iniciales y con empresas con diferenciadas características en inversión, stock de capital, remuneraciones, etc., serán las condiciones o factores externos negativos, que incidan en que desaparezcan o no algunas empresas.

vi) hay una tendencia de crecimiento del empleo servicios con una mano de obra cada vez menor en la actividad industrial, las empresas cuyas inversiones fueron de índole tecnológica fueron los que desplazaron mayor cantidad mano de obra excepto para algunas actividades de tipo industrial. A su vez las de tipo ampliación y reposición fueron las que aumentaron los niveles de empleo.

vii) existe una desindustrialización en condiciones iniciales, mientras que las actividades servicios conservan o amplían su participación en el mundo.

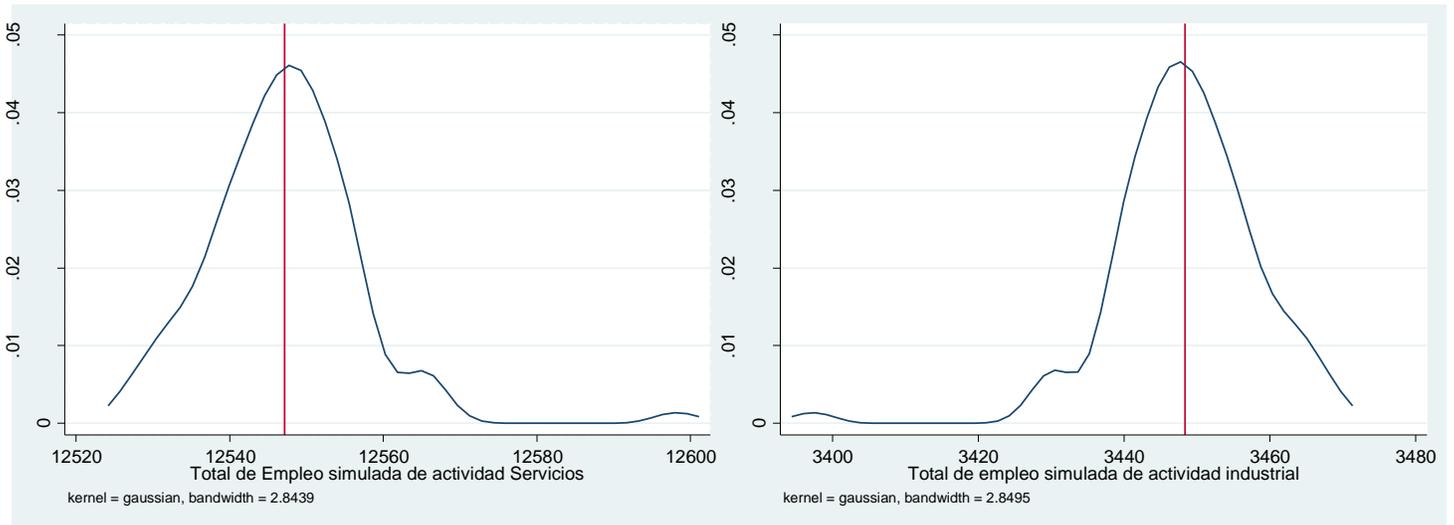
La presentación de nuestros resultados se basa en tres partes, la primera: las empresas de tipo industrial y de servicios reproducen distribuciones estadísticas sesgadas. Por otro lado, por medio de gráficos de densidad de kernel podremos observar si los niveles de ocupación total o niveles de empleo se reproducen, así mismo analizaremos si el comportamiento de las variables simuladas es similar a una distribución normal o no.

En la segunda parte, se presentarán los patrones emergentes generados en el modelo de simulación de acuerdo a las variables macro asociadas a las decisiones de inversión y de los factores externos tales como: inversiones en tecnología, ampliación o reposición que influye directamente sobre la cantidad o nivel total de empleo, así como el número de trabajadores despedidos, contratados. El nivel de impacto que tienen los choques externos, son variados, y estos indican qué sectores son los que a través del tiempo son los que pueden desaparecer y marcar diferenciados niveles de empleo.

12.1 Distribución de las variables simuladas

Para la validación del modelo se elaboraron distribuciones de las variables simuladas para las dos actividades, con la finalidad de que, se compararan ambas y ver entonces si el modelo es capaz de explicar parte de la realidad del fenómeno descrito en el capítulo 2. A continuación se muestran dos graficas en la figura 3.7 que representan un kernel de tipo gaussianas a partir de los procesos que se generaron del modelo, visualizando procesos de intercambio de información a nivel local.

Figura 3.7 Gráficos de distribución kernel de las variables simuladas para la actividad servicios e industrial



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la investigación.

Los resultados de las curvas de densidad de distribución normal verdadera (*distribución gaussiana*) muestran que los tipos de distribución, a pesar de que en el mundo artificial cada celda interactúa en un espacio regular tienen sesgos, a su vez, es importante ver que se capturo el proceso de cómo empresas definen parte de nuestro fenómeno emergente.

Las distribuciones gaussianas obtenidas, permiten hacer comparables la distribución empírica con una distribución normal, sin embargo, las jorobas o sesgos obtenidos para cada gráfica representan entonces que la interacción local de cada empresa hace que dicha distribución no se comporte como una normal. También se puede observar que los componentes aleatorios que existen en nuestro modelo hacen que en algunas regiones se encuentren mayores niveles de empleo.

Existe una cantidad muy pequeña de empresas pequeñas, medianas y grandes, donde los niveles de empleo están muy por encima de los valores medios con regiones en la economía en donde los niveles de empleo (industrial y de tipo servicios) es muy baja.

Se muestra que las reglas de transición tienen un peso importante en los resultados, conforme a lo obtenido la permanencia o desaparición paulatina de empresas por el entorno económico en el que se encuentran, y las decisiones de inversión de cada empresa en mejoras tecnológicas, ampliación o reposición, es relevante la interacción de estos.

El tipo de decisión de inversión que tiene cada empresa, tiene mucho que ver con el grado en que las empresas se hallan en contacto y de su ambiente económico. En el experimento realizado para evaluar los ritmos de crecimiento del empleo, el estado final del sistema indica que un porcentaje de las celdas de empresas tipo industriales desaparecieron del sistema, dado que al principio se representaron condiciones de poca inversión a esta actividad, junto con condiciones económicas poco favorables para su reproducción, cuando esto sucede, se obliga a algunas celdas a morir y a otras a disminuir la mano de obra que ya tenía.

El hecho de que algunas empresas desaparezcan en los experimentos confirma la idea de que en una configuración regional, los patrones de los niveles de empleo son heterogéneos. En una economía en crecimiento, la regularidad empírica indica que van a existir al interior empresas con una : a) participación alta y capacidades de invertir a través del tiempo en cualquiera de los tipos de inversiones y por otro lado; b) empresas con una participación baja del mercado disminuyendo así sus posibilidades de invertir en inversiones de tipo ampliación o tecnológicas; ambos casos se deben a una distribución heterogénea de empresas pequeñas, medianas y grandes, estas últimas son las que están directamente asociadas a un nivel de empleo.

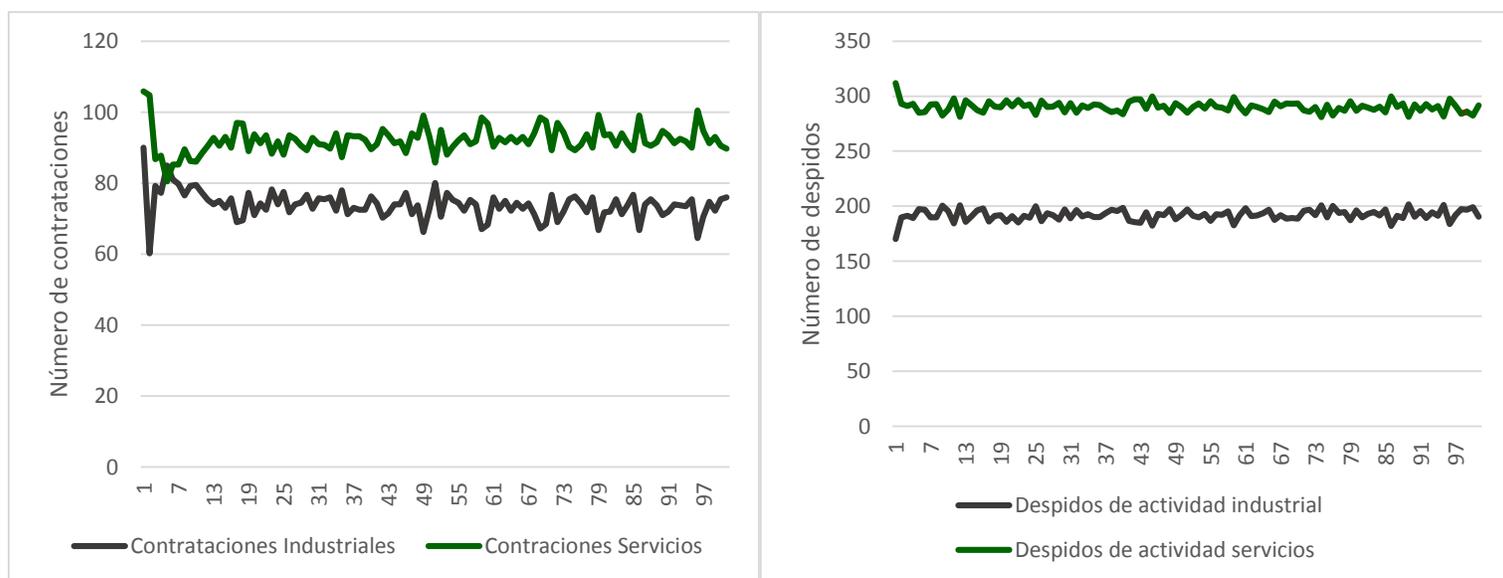
Por otro lado, aquellas empresas con aumentos en inversiones destinados a cambios tecnológicos y algunos casos de reposición obligan a aquellas celdas a despedir determinadas cantidades de trabajadores, disminuyendo así los niveles totales de empleo.

12.2 Experimentos y sus patrones emergentes

En un modelo de estas características, los elementos que complementa los resultados a nivel micro son los patrones emergentes o macroscópicos, resultantes de la interacción de los agentes modelados. Es de nuestro interés observar las trayectorias de las variables clave: *número de industrias y empresas que sobreviven en el sistema dadas a determinadas condiciones económicas, así como la suma del número de contrataciones, número de despidos, que dan como resultado los niveles de empleo total de la economía.*

Las tendencias de estas variables dan un perfil de las consecuencias que provocan determinados niveles de inversión y las externalidades o choques negativos de un entorno, el papel que tienen los incentivos de inversión (en este caso de nuevas tecnologías) para Shumpeter (1934) desencadena, entre otras cosas nuevas formas de producción, nueva maquinaria especializada, que exigirían a los trabajadores nuevas formas de trabajo a los trabajadores, quienes tendrían que modificar sus calificaciones, conocimientos y habilidades.

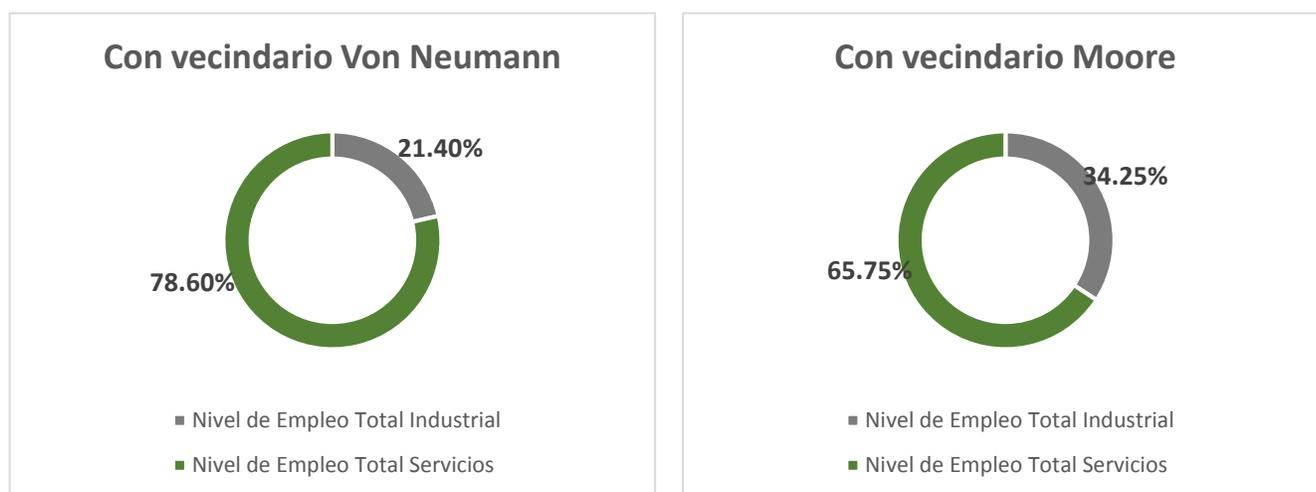
Figura 3.8 Gráficos de número de contrataciones y despidos de actividad tipo industrial y de servicios



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la investigación.

La trayectoria a través del tiempo de las contrataciones y despidos simulados presentan una tendencia estable, donde las empresas de tipo servicios tienen una participación mayor en generar empleo, pero también de despidos de mano de obra a través del tiempo. Bajo condiciones de disminución de inversión de los tres tipos en la actividad industrial y de servicios, los resultados generados a partir de procesos de interacción local apuntan que en las industrias existe un fenómeno sistemático y de mayor fuerza de desaparición de industrias acompañados de bajos niveles de empleo (véase figura 3.9).

Figura 3.9 Gráficos de empleo con interacción de 4 y 8 vecinos para la actividad tipo industrial y de servicios, con simulación de inversiones calibradas.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la investigación.

Las razones de estos cambios en el tiempo y de estas proporciones son por las pocas inversiones que realiza el sector industrial⁴, este camino hace que los niveles de empleo disminuyan, por ejemplo, aquellas empresas que solo tengan una participación elevada y sea de un tamaño grande o mediana podrán realizar inversiones de cualquier tipo. Por ejemplo, en el caso de que se cuente inicialmente con 15 trabajadores y la empresa invirtió en una mayor automatización se despedirá

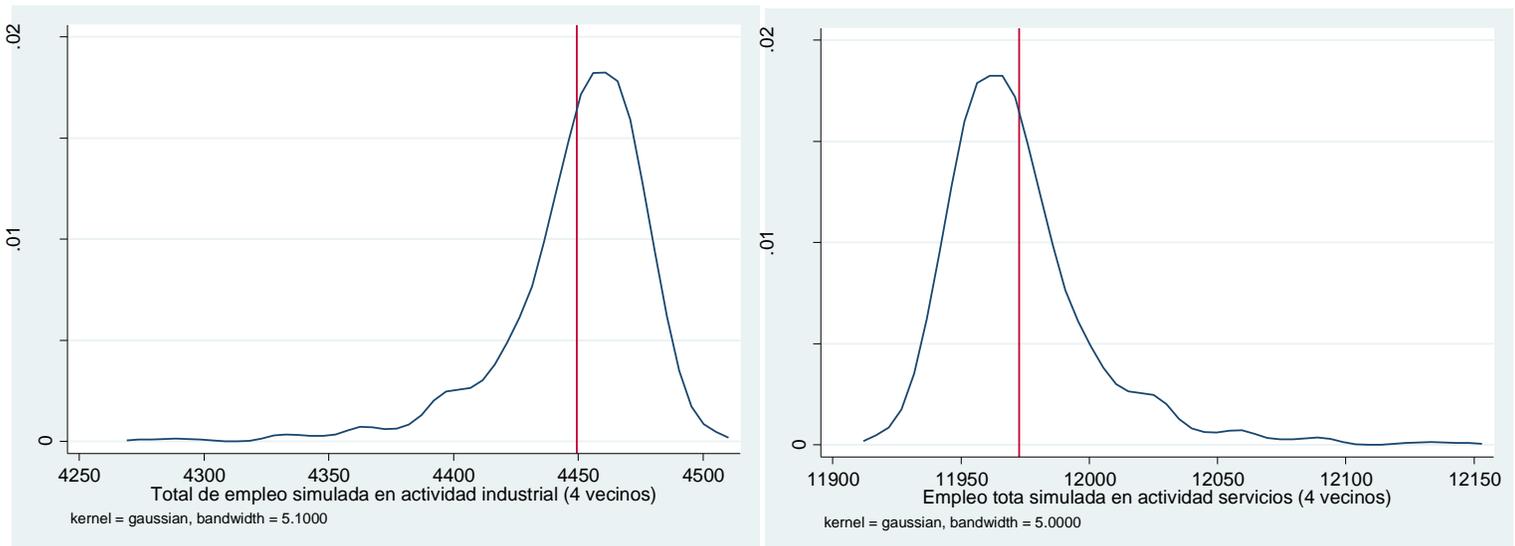
⁴ Por sector económico para Isunza y Soriano (2007) mencionan que se ha perdido participación relativa en la industria, aunque destaca la capacidad generadora de empleo en la ZMVM.

gente de tal manera que solo se cuenten con 10 a 8 personas para hacer la misma labor.

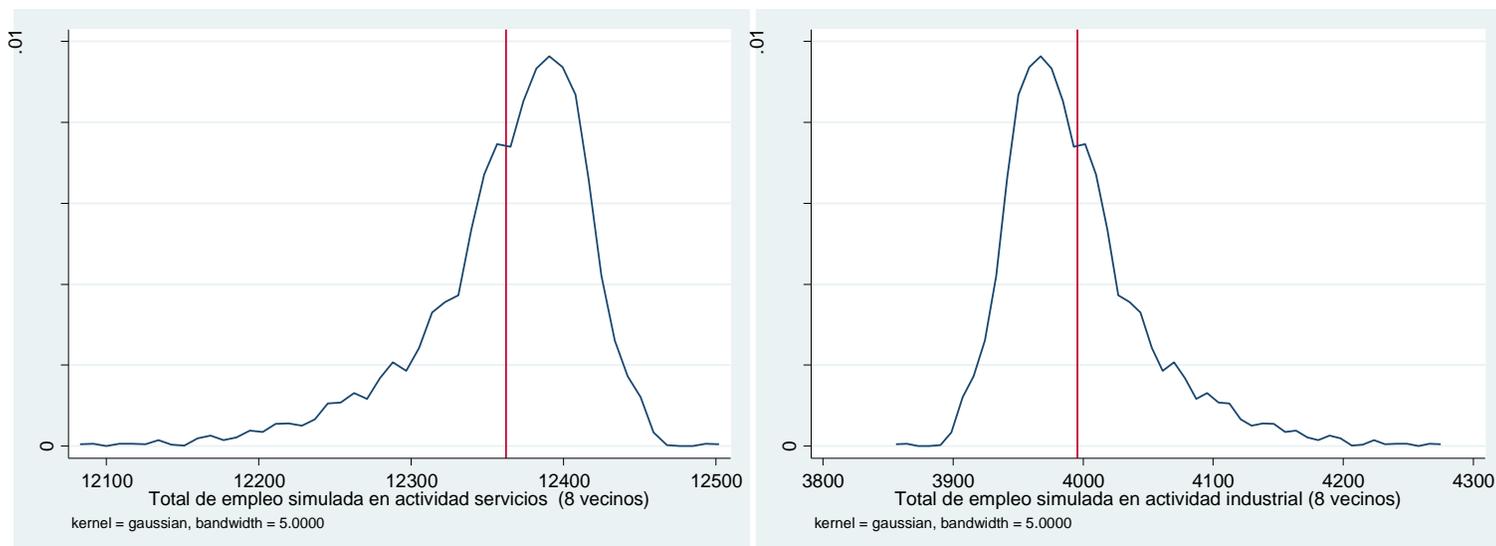
Se muestra en la gráfica anterior que dependiendo de la cantidad de información que tomen las empresas de sus vecinas más lejanas en este caso de 8 vecinos (N MOORE), los resultados muestran un aumento de empleo para el sector industrial, esto podría deberse a que industrias más alejadas incidieron que algunas empresas tomarán mayores decisiones de inversión de tipo ampliación y reposición, y así no desaparecer paulatinamente, es decir hubo más intercambio de información.

Posteriormente se analiza otro escenario, donde empresas e industrias tienen diferenciados niveles de inversión (en este caso un elevado nivel para la actividad servicios) con un nivel medio en la variable de *nivel-de-impacto-de-estímulos-externos-negativos*, esto quiere decir que, todas las empresas tenían propensión a desaparecer o "morir" hacia fuera de su lugar. Esto debido a choques exógenos de tipo económico y político, que afectan las expectativas de los empresarios de manera negativa.

Figura 3.10 Gráficos de distribución kernel de las variables simuladas



(Continuación gráfica)



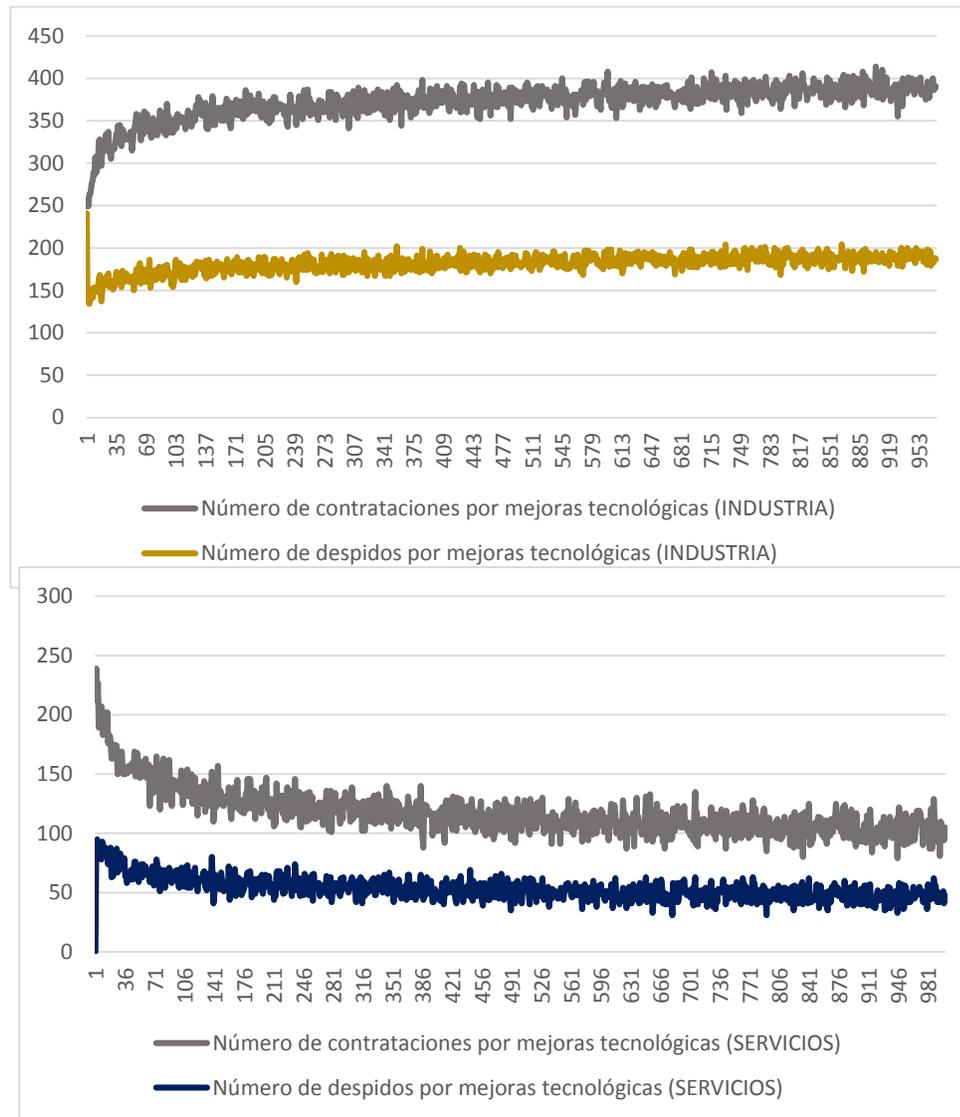
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la investigación.

Las implicaciones que tiene modificar las decisiones de inversión y el entorno económico donde se desarrollan, es que, evolucionan de distinta manera las empresas, y de estos resultados indican que los niveles de empleo cuando se intercambia información en un vecindario tipo Von Neumann (4 vecinos) y Moore (8 vecinos) son de un mercado laboral repartida desigualmente en el espacio, existen espacios con grandes concentraciones de empleo (número de trabajadores), estas a su vez, coexisten con regiones en donde los niveles de empleo a través del tiempo no varía en su dinámica debido a las condiciones poco favorables para la reproducción de nuevas inversiones.

Los experimentos que se pueden elaborar pueden variar, en el siguiente caso, en la figura 3.11 se obtuvo a partir de observar qué pasaba si se tiene la misma cantidad de inicio de industrias y servicios pero con diferenciados niveles de inversión y con un mínimo nivel de choques aleatorios⁵ externos que influye en gran medida sobre la desaparición de empresas con poca participación o a empresas de tipo “pequeñas”, en este caso, se ordenó que las industrias tuvieran al máximo mayores niveles de inversión.

⁵ Teóricamente el entorno económico representa las decisiones de política económica; esto puede provocar desmantelación y caída de industrias existentes de la una región Barraza (2001).

Figura 3.11 Gráficos de número de contrataciones y despidos de actividad tipo industrial y de servicios



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la investigación.

En la figura 3.11 con este escenario se observa que al aumentar los niveles de inversión industrial, el número de contrataciones industriales son mayores cuando existen mejoras tecnológicas son mayores que en la actividad servicios, esto indica que a pesar de que las industrias tecnifiquen en gran medida su producción siguen necesitando gente calificada que trabaje las maquinas, o bien los productos que elaboran dichas industrias necesiten de mano de obra especializada para seguir operando.

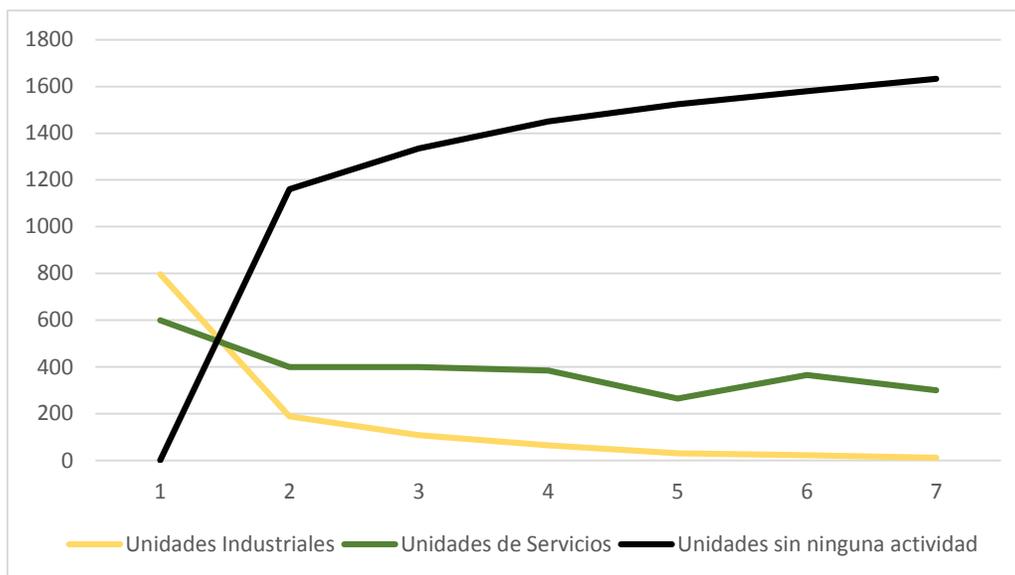
Si a cada de paso de tiempo representan 5 años, existe una evolución creciente de contrataciones, combinada con crecientes pero estables números de despidos para ambas actividades, a pesar de ello existe periodos largos de estabilidad. Esto es coherente debido a que el mercado de trabajo de una región no cambia abruptamente con el paso de los años, solo se observan cambios heterogéneos, dependiendo del ciclo económico en el que se encuentre la economía.

Se observa que la introducción de mejoras tecnológicas impulsan hacia arriba en mayor medida el número de despidos en la actividad de servicios, regionalmente pueden estar ocurriendo dos fenómenos; i) debido a que el producto crece por este mayor progreso técnico, de igual manera puede disminuir el número de trabajadores necesarios para producir, en el caso industrial este proceso de incorporación de tecnologías provoca en menos medida despidos y un número mayor de contratos.

El motivo para modificar variables a base de condiciones teóricas, ha sido para describir la evolución de los procesos que dan origen al empleo, evidencia del capítulo 2 muestra que la creación y destrucción de empleos para la ZMVM se limita y se refiere casi exclusivamente al sector industrial y de servicios

A continuación se procedió con el experimento donde ambas actividades económicas invierten, sin embargo la que posee mayores inversiones iniciales se encuentran en la actividad servicios y mínimos en la actividad industrial. Se parte del supuesto de que en nuestra región de estudio la actividad de servicios concentra el mayor monto de inversiones, en el modelo se añadieron choques exógenos que impactan de manera negativa a cada empresa, siendo así que en términos de interacción local se explica lo siguiente: aquellas unidades que tengan menor participación en el mercado, son las que van a tender a desaparecer en el transcurso del tiempo.

Figura 3.12 Gráfica de número de unidades económicas que sobreviven a choques negativos exógenos



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la investigación.

Al considerar las complejas interacciones que involucran el medio ambiente, el agotamiento de los recursos y la calidad de vida, con respecto a esto siguiendo pensamientos en la literatura del evolucionismo que considera Lara (2008), la gráfica anterior muestra el “proceso” que conduce al agente del estado α al estado β , en el intervalo que va del tiempo t_1 al tiempo t_7 , en un ambiente específico μ (choques exógenos).

Ambas actividades económicas se puede ver en la figura 3.12 que ante panoramas con externalidades negativas o de crisis, las empresas forman organizaciones complejas que promueven adaptación, siendo que la actividad capaz de tener mayor jerarquía en el mundo es la de servicios.

Finalmente, el modelo de simulación nos ha permitido tener una representación de las tendencias y a partir de ahí generar escenarios, los cuales nos han marcados diferenciados niveles de empleo. Históricamente en los hechos estilizados presentados se ven tendencias de desindustrialización, sin embargo, en el modelo de simulación nos ofrece distintos panoramas si se modifican algunas de las variables más significativas para que una empresa surja, o bien siga en

funcionamiento, ofreciendo en cada periodo determinados niveles de vacantes, contrataciones y despidos.

Por otra parte, dentro de los distintos tipos de inversión, se observa que el de aumento de mecanización de las actividades industriales, bajo ciertas condiciones, genera aumentos de mano de obra en empresas grandes, y desplazamientos de manos de obra a empresas de menor tamaño. A nivel macro mediante la simulación presentada a pesar de tener procedimientos sencillos, muestra una aproximación de las consecuencias que traen al empleo las decisiones de los empresarios.

Se observa que bajo ciertas condiciones económicas el sector industrial puede volver a tener una participación importante en la generación de empleo, pero bajo condiciones iniciales solo algunas celdas o regiones conservarán con el tiempo una vocación industrial, mientras que el resto tendrá prevalencia de servicios. Bajo estas condiciones, para que exista evolución, en cada experimento habría que encontrar los procesos por los cuales podría emplearse a la mano de obra que en un lapso de tiempo fue despedida, ello implica que el modelo se pueda extender para visualizar nuevas variables que incidan sobre esto.

13. Conclusión

Se considera que el modelo es una aproximación al problema de las distintas adaptaciones que puede tener el mercado laboral de una zona determinada. Los procesos que tienen que ocurrir para que varíen los niveles de empleo en un contexto regional, tienen que pasar una serie de evaluaciones que muestren los efectos que tienen la inversión y el entorno económico, pues el desarrollo de estas tiene efectos directos sobre la creación de nuevos puestos de trabajo.

Los patrones emergentes resultantes de esta simulación son congruentes con los patrones empíricos hallados en datos de corte transversal de los hechos estilizados, ya que en la evaluación del modelo se obtienen patrones similares de crecimiento de unidades económicas de actividad industrial y de servicios, para Shumpeter y Arrow, esto puede sugerir que en el largo plazo en una economía con baja estabilidad económica, los empresarios tienen menos incentivos a invertir en

aquellas actividades donde los montos deben ser mayores, es decir, en la actividad industrial.

En los resultados obtenidos de acuerdo a la variación del intercambio de información, existieron variaciones mayores en los niveles de empleo en un vecindario tipo N^{MOORE}. Esto desde un análisis local como en los patrones emergentes, la principal conclusión consiste en afirmar que la consecuencia de que existan en su mayoría empresas pequeñas en el mundo y en su mayoría con inversiones de tipo reposición, esta es la que menos contrataciones genera a través del tiempo, de igual manera se observa que las empresas que llegan a tener inversiones de ampliación y tecnológicas son los que aumentan en mayor los niveles de empleo.

Cabe mencionar que este tipo de estudios nos ayuda a complementar los estudios que se elaboraron en el capítulo 2, ya que la implicación que tiene el uso de un MBAS es que se obtienen resultados desde un análisis local que fundamentan comportamientos macroeconómicos. Se presentó que para el estudio de los patrones en los niveles de empleo locales, las decisiones de inversión son las que definen transiciones divergentes. Ante al fracaso del mercado, los gobiernos, las instituciones, las empresas y los individuos pueden corregir la situación.

A partir de los resultados obtenidos desde un punto de vista de interacción local como en los patrones emergentes que se generaron se concluye que de manera histórica que una economía regida en un ambiente con diversos choques externos negativos, solo es capaz de sobrevivir de manera sistemática las empresas de tipo servicios con determinados niveles de empleo. Así mismo, existen escenarios donde no todos los espacios (*en este caso municipios*) ocurra exactamente lo mismo, habrá conviviendo siempre unidades con escasos niveles de empleo y otras con mayores potencialidades de generación de empleo, debido a otros ritmos de inversión e implementación tecnológica.

En conclusión esto nos permite poner en evidencia los cambios que generan las restricciones económicas como por ejemplo, barreras financieras, jurídicas, de

ingreso, son las que limitan la prevalencia de una actividad económica y de lograr mayores niveles de trabajo en una economía

Se vuelve necesario entonces la discusión en torno a qué políticas pueden dar facilidades a empresas pequeñas para crecer, y por otro lado la conservación e instalación de nuevas firmas industriales, con el fin de contrarrestar efectos negativos que tiene para la mayoría de empresas la evolución tecnológica.

Bibliografía

- [1] AXELROD, R. (2003). "Advancing the art of simulation in the social sciences", in: Japanese Journal for Management Information System, Vol. 12, No. 3.
- [2] CASTAÑEDA RODRÍGUEZ, V. M. (2011). Reflexión acerca de la representación del agente en la teoría económica evolutiva: controversia entre las perspectivas ortodoxa y heterodoxa.
- [3] CASTAÑEDA, G. (2009). " Sociomática": El estudio de los sistemas adaptables complejos en el entorno socioeconómico. El Trimestre Económico, 5-64.
- [4] CASTAÑEDA, GONZALO (2013); "Introducción a la Sociomática. El Estudio de los Sistemas Adaptables Complejos en los Entornos Económico, Social y Político", manuscrito, CIDE.
- [5] EHRENTREICH, N. (2007). Agent-based modeling: The Santa Fe Institute artificial stock market model revisited (Vol. 602). Springer Science & Business Media.
- [6] EPSTEIN, J. M. (1999). Agent-based computational models and generative social science. Complexity, 4(5), 41-60.
- [7] EPSTEIN, J. M., & AXTELL, R. (1996). Growing artificial societies: social science from the bottom up. Brookings Institution Press.
- [8] FOLEY, D. K. (2004). Rationality and ideology in economics. Social Research: An International Quarterly, 71(2), 329-342.
- [9] GILBERT, G. N. (2008). Agent-based models (No. 153). Sage.
- [10] GILBERT, G. N. (2008). Agent-based models (No. 153). Sage.
- [11] HAMILL, L., & GILBERT, N. (2015). Agent-Based Modelling in Economics. John Wiley & Sons.
- [12] HODGSON GEOFFREY M. (2007). Economía evolucionista y evolución de la economía. En Geoffrey M. Hodgson. Economía institucional y evolutiva contemporánea (pp. 123-157). México, D.F.
- [13] NEUGART, M., & RICHIARDI, M. (2012). Agent-based models of the labor market. LABORatorio R. Revelli working papers series, 125.
- [14] SCHUMPETER, J. A. (1939). Business cycles (Vol. 1, pp. 161-74). New York: McGraw-Hill.
- [15] SOARES-FILHO, B. S., CERQUEIRA, G. C., & PENNACHIN, C. L. (2002). DINAMICA—a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier. Ecological modelling, 154(3), 217-235.
- [16] TISUE, S., & WILENSKY, U. (2004, October). NetLogo: Design and implementation of a multi-agent modeling environment. In Proceedings of agent (Vol. 2004, pp. 7-9).