

MODELO DE PROPAGACIÓN Y APROPACIÓN DE UNA INNOVACIÓN SOCIAL

SONIA ESPERANZA MONROY VARELA

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Colombia
semonroyv@unal.edu.co

HERNANDO DIAZ MORALES

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Colombia
hdiazmo@unal.edu.co

JUAN SEBASTIAN NUMPAQUE CANO

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Colombia
jsnumpaquec@unal.edu.co

JELITZA STEELE PARADA

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Colombia
jsteelep@unal.edu.co

IVAN ANDRÉS QUINTERO QUINTERO

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Colombia
iaquinteroq@unal.edu.co

RESUMEN

En este artículo se pretende responder a la pregunta ¿cómo se difunde y apropia una innovación social en una comunidad determinada? Las innovaciones sociales son aquellas en las cuales se resuelve un problema social con una solución novedosa que mejora el bienestar y la calidad de vida de una población. Los autores hemos diseñado un modelo basado en agentes que considera la difusión y apropiación de una innovación social como un proceso dinámico en el cual la introducción de la innovación representa ventajas para la población con respecto al *status quo* inicial; es decir, antes de la apropiación (¿o difusión?) de la idea, lo que conduce a popularizar y sistematizar su uso. En la literatura se menciona que los dos elementos fundamentales para el éxito de una innovación son los pioneros con la energía requerida para lograr la adopción y la comunidad con las condiciones suficientes para que la innovación propuesta pueda responder a alguna necesidad de la población.

Los resultados de las simulaciones realizadas con el modelo muestran que los tres factores que mayor efecto tienen sobre la probabilidad de que una innovación social sea apropiada por la población son la densidad poblacional, el grado de efectividad en la comunicación entre los habitantes y el tiempo que la idea perdura en los agentes de forma individual.

El diseño de modelos basados en agentes sobre difusión y adopción de innovaciones que explican la dinámica del proceso, el comportamiento de los agentes y las causas que la modifican permite a los formuladores de políticas públicas evaluar, en forma *ex ante*, programas de intervención social y estimar sus beneficios.

Palabras clave: Innovación social, difusión y apropiación, procesos dinámicos, modelo basado en agentes

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1 Consideraciones Históricas

La historia del progreso de la humanidad podría resumirse como una sucesión de innovaciones sociales cuyo resultado ha sido facilitar la vida y mejorar las condiciones de bienestar de una sociedad. Sin embargo, muchas de esas innovaciones han generado algunos efectos indeseables, ya sea en la salud u otras condiciones de vida. Algunas de las innovaciones han cambiado radicalmente la forma como nos relacionamos unos con otros, otras han modificado las condiciones de producción de bienes y servicios y otras han permitido avances sustanciales respecto al estado de salud general de la población.

Como ilustración consideremos, por ejemplo, la transición de la vida nómada, por los humanos primitivos, a los primeros poblados. No hay duda de que esto representó un cambio estructural que a largo plazo permitió la expansión de la especie y fue muy ventajosa para los seres humanos. Sin embargo, hay evidencias históricas de que inicialmente los individuos eran menos saludables en los poblados de lo que eran como cazadores recolectores. También aparecieron enfermedades y epidemias que eran muy poco probables anteriormente. Sin embargo, para la especie o la sociedad esta innovación fue muy benéfica.

Otro ejemplo de innovación social y tecnológica, exitosa a largo plazo, fue la revolución industrial la cual dio origen a la transición que llevó a la sociedad moderna actual. Sin embargo, la introducción de telares mecánicos a una industria textil basada en el trabajo artesanal condujo a numerosas protestas y conflictos en la llamada guerra de los telares o la rebelión de los Luditas. Efectos similares abundan: la introducción del carruaje a motor modificó radicalmente o hizo desaparecer profesiones enteras, algo similar a lo que sucedió con el alumbrado eléctrico y con muchas otras innovaciones tecnológicas.

1.2 Innovaciones Sociales

Existen varias definiciones aceptadas de innovación social. De acuerdo con Phillips et al (2008), una innovación social es “Una solución novedosa a un problema social que es más efectiva, eficiente, sostenible, o justa que las soluciones existentes y para la cual, el valor creado se revierte principalmente a la sociedad en su conjunto, más que a individuos específicos”.

Las innovaciones exitosas comparten una característica fundamental: una combinación fructífera de saberes y campos. La mayoría de las veces en una innovación social exitosa colaboran especialistas y usuarios de muy diversos campos. Además, la colaboración aparece en todas las etapas del proceso de innovación, desde la concepción inicial del producto o proceso, pasando

por el diseño e implementación hasta llegar a los instrumentos de financiación y obtención de patentes o licencias.

La mayoría de las innovaciones sociales que han sido exitosas han sido el fruto de la actividad de individuos convencidos de la necesidad o la oportunidad de introducir la novedad. Generalmente se trata de personas o pequeños grupos de interés con una visión clara del futuro, capaces de identificar el problema, vislumbrar soluciones y de adaptarse a las condiciones imperantes o cambiantes. Son estos pioneros quienes, a partir de un arduo trabajo, logran visibilizar ante la sociedad, representada por comunidades, gobiernos, organizaciones no gubernamentales – ONGs, etc., la necesidad y conveniencia de adoptar la innovación propuesta. Sin embargo, es preciso que la sociedad subyacente tenga un cierto estado de necesidad que permita acoger la iniciativa de los promotores de la innovación.

Tal es el del caso de innovaciones que se llevan a cabo en campos como la medicina: según Borracci (2013), algunos cardiólogos en Argentina prefieren no adoptarlas. Borracci define que la adopción de nuevas ideas y prácticas está afectada principalmente por 6 factores: 1) Las características de los individuos que deben adoptar el cambio; 2) Los atributos percibidos de la innovación; 3) La importancia de la decisión a tomar; 4) La importancia de los líderes de opinión; 5) El esfuerzo de la industria para apoyar las nuevas tecnologías; 6) Los canales de comunicación. En dicho trabajo se realizó una encuesta para demostrar que estos factores determinan la viabilidad de las innovaciones, teniendo como resultados que no hay disposición a la innovación si no se está totalmente seguro de que ésta funciona, lo que se traduce en aversión al cambio.

Como el anterior, existen numerosos ejemplos de innovaciones que no tuvieron éxito, debido a que la sociedad simplemente no estaba madura para su adopción. Quiere decir esto que se precisan los dos protagonistas para el éxito de una innovación: los pioneros, con la energía necesaria para lograr la adopción, y la comunidad con las condiciones requeridas para que la innovación propuesta pueda responder a alguna necesidad o deseo de la población.

Esta dualidad ha sido ilustrada por una metáfora que ideó Mulgan (2006) sobre las abejas y árboles. Este autor equipara a los pioneros con un enjambre de abejas cuya función de polinizadoras incansables permite la reproducción de las plantas a través de la polinización. Por supuesto, también se requieren las plantas adecuadas para polinizar. Mulgan también describe cómo la interacción de los dos tipos de agentes, que podrían aparecer a primera vista como antagonistas, conduce a la innovación social.

En el marco de todos estos estudios que se han llevado a cabo sobre las innovaciones sociales en regiones como América Latina, se ha comenzado a reconocer la importancia que éstas tienen, hasta el punto de que han sido incluidas en forma explícita en la política pública de algunos países (Domanski et al., 2017, citado por Domanski et al., 2016). Se destacan en el avance en innovaciones sociales países como Brasil, Colombia, Chile y Argentina, donde se ha detectado un

crecimiento de la actividad en torno a éstas en los últimos años, según indican fuentes como el proyecto de investigación global SI-DRIVE: *Social Innovation - Driving Force of Social Change* (Domanski et al., 2017).

La Cepal, en 2010, publicó los resultados de un concurso de proyectos de innovación social, en cuyo desarrollo analizaron más de 4800 experiencias en América Latina. Se usaron como criterios de selección los siguientes: 1) Innovación; 2) Consideraciones de la relación entre costos y resultados; 3) Potencial de replicabilidad; 4) Potencial de transformarse en política pública; 5) Efectos sobre los determinantes de la pobreza; 6) Potencial para reducir la discriminación y la exclusión; 7) Desarrollo de la responsabilidad social; 8) Potencial de sostenibilidad. Como resultado, escogieron 25 proyectos de diversas áreas y países como los más sobresalientes. A partir de esta experiencia, identificaron algunos aspectos que consideran claves para el éxito de las innovaciones y para garantizar su sostenibilidad. Entre estos aspectos destacaron la participación de la comunidad y la capacidad para generar alianzas con miembros de la comunidad y con otros actores.

1.3 Dinámica de las Innovaciones Sociales

Una característica fundamental de las innovaciones sociales exitosas es el hecho de que su adopción, difusión y apropiación constituyen un proceso dinámico en el cual las ventajas asociadas con la introducción de la innovación con respecto al *status quo* (definido en este caso como la situación previa a la innovación), conducen a popularizar y sistematizar su uso. La introducción de una innovación social suele encontrar cierta oposición inicial, producto de la incredulidad y escepticismo. Si la resistencia inicial es vencida debido a las ventajas de la innovación, se produce un movimiento masivo que lleva a su adopción entusiasta. A medida que más gente acepta la innovación, se llega a un proceso de propagación y, posiblemente, saturación. Los modelos de adopción deben ser capaces de explicar estos comportamientos, así como las causas que modifican la dinámica.

En esta sección, se describirán algunos análisis realizados por varios autores con el fin de aclarar la forma como las innovaciones son adoptadas por las comunidades donde se originan y cómo se difunden y apropian en otras comunidades. Nótese que la mayoría de las innovaciones más recientes se han difundido y han producido frutos mucho más temprano que, por ejemplo, las innovaciones sociales descritas en las consideraciones históricas.

El problema de la dinámica de las innovaciones sociales ha sido estudiado por unos pocos investigadores. En particular, se puede consultar Jackson 2002, Westley 2008, Montanari 2010 y Young 2011. Se ha estudiado la evolución en el tiempo de la forma como se adopta y apropia la innovación. Este proceso puede ser lento o rápido dependiendo de diversas características de la innovación y de la comunidad en la cual se apropia. Normalmente, se trata de un proceso dinámico complejo, independientemente de su valor comparado con el *status quo*.

Entre los investigadores que han estudiado el problema es notorio H. P. Young, quien analiza los aspectos dinámicos de la adopción de una innovación social en un conglomerado social (Young, 2011). Para ello, estudia la forma como se constituyen nuevas instituciones y cómo éstas son aceptadas por la sociedad. El análisis se basa en un enfoque basado en teoría de juegos evolutivos. Las innovaciones que incluyen normas e instituciones aparecen en forma esporádica como resultado de experimentación o ensayos por parte de los miembros de una población. El valor que tiene una innovación desarrollada por un individuo es una función creciente del número de sus vecinos que la adoptan. Young señala que el retardo en la introducción de la innovación puede deberse a falta de información. Por ejemplo, si no es evidente que la innovación social es ventajosa, es difícil que sea adoptada rápidamente. También se puede retardar la adopción si las fases iniciales de la innovación no fueron muy exitosas y requirieron desarrollos adicionales para asegurar su adopción. Finalmente, asegura Young, las innovaciones sociales requieren cambios en las expectativas y comportamientos de múltiples agentes, en forma coherente. Esto significa que el éxito de una innovación social depende de la acción de los usuarios, los técnicos o ingenieros que las desarrollan, las instituciones financiadoras y la legislación o reglamentación.

Cuando una innovación logra modificar los patrones de expectativas y comportamientos de la población y se vuelve rutinaria o consuetudinaria tenemos una nueva institución que empieza a ser parte del *status quo*.

Los resultados de estos análisis indican (Montanari 2010, Young 2011) que la velocidad con la cual se propaga una innovación social hasta convertirse en una institución ampliamente o universalmente aceptada, depende en gran medida de la topología de la red que describe las interacciones entre individuos. De acuerdo con la teoría económica subyacente, el beneficio derivado por un individuo de una actividad económica depende fuertemente de la red social a la cual pertenece. La mayoría de los efectos son locales de manera que su beneficio probablemente se vea afectado casi exclusivamente por la topología de la red en las cercanías del nodo que representa o caracteriza al individuo. Sin embargo, en el caso de innovaciones sociales esperamos que una innovación suficientemente exitosa sea adoptada y apropiada en forma masiva. Esto conduce a la necesidad de modificar la naturaleza y la fortaleza de las conexiones como resultado de la introducción de la innovación. El efecto observado es, entonces, una evolución de la topología de la red a raíz de la introducción de la innovación.

Por lo tanto, se puede esperar que el fenómeno de adopción de una innovación social involucre una serie de fenómenos complejos asociados con comportamientos no lineales. No obstante, la teoría sí puede permitir, eventualmente, establecer condiciones bajo las cuales se puede garantizar la “apropiación” de una innovación social. Un análisis de estabilidad también podría proveer las condiciones para permitir la “sostenibilidad” de una innovación social que entre a formar “parte del paisaje”.

En este trabajo, además de las hipótesis ya descritas se hace la suposición de que el individuo se ve influenciado no solo por su red de contactos, sino también por el ambiente, representado por los otros individuos que se encuentran en su vecindad. La velocidad con la cual se adoptan las innovaciones y las condiciones que facilitan dicha adopción, son descritas por medio de la dinámica de la innovación a través de un modelo basado en agentes.

1.4 Modelos Basados en Agentes para Difusión de Innovaciones Sociales

Los modelos basados en agentes presentan numerosas ventajas para representar la dinámica de las decisiones individuales que conducen a la adopción de una cierta innovación o a su rechazo por parte de una sociedad. En efecto, este tipo de modelo tiene flexibilidad para simular las decisiones de los individuos cuando se encuentran en el proceso de adoptar o rechazar la innovación. Los agentes individuales pueden ser heterogéneos y tomar decisiones basadas en consideraciones que van desde las puramente económicas hasta las que cuantifican la dinámica de opinión de su red de influencia o de su entorno geográfico. Además de la posibilidad de tener en consideración la heterogeneidad en las decisiones individuales es posible, en estos modelos, considerar la influencia de las interacciones entre agentes. La posibilidad de realizar análisis de sensibilidad y de alternativas *–what-if–*, permite utilizar estos modelos para evaluar, en forma ex ante, políticas o programas de intervención.

En la literatura se destacan algunos artículos en los cuales se proponen modelos basados en agentes para estudiar distintos aspectos relacionados con la adopción y difusión de innovaciones. Aquí describiremos unos pocos.

Uno de los pioneros y aun hoy en día, uno de los más influyentes es el artículo de Deffuant et al (2005). En dicho trabajo se modela el proceso de toma de decisión teniendo en cuenta funciones de utilidad tanto económicas (el interés del individuo) como sociales. Pero las utilidades no son aditivas, sino que condicionan o ponderan la evaluación de las utilidades sociales. También se ha previsto la existencia de una minoría de *extremistas* con opiniones radicales y muy difíciles de cambiar. El modelo permite entender cómo una pequeña minoría de extremistas puede potenciar o impedir la adopción de innovaciones en un conglomerado.

Kiesling et al (2012) hicieron una interesante revisión de la literatura sobre modelos basados en agentes para estudiar la difusión de las innovaciones, no necesariamente innovaciones sociales. Se hizo una evaluación de 29 modelos que los autores clasificaron como teóricos; es decir, aquellos que fueron diseñados para resolver cuestiones de tipo teórico, mediante experimentos mentales. También se consideraron 15 modelos clasificados por ellos como aplicados; es decir, los que buscan evaluar o comparar los efectos de políticas alternativas sobre sistemas reales. Estos modelan procesos reales, existentes o potenciales, generalmente con el fin de resolver problemas de diseño ex-ante.

El trabajo de Kiesling et al (2012) encontró que todos los modelos de difusión de innovaciones incluyen una representación del comportamiento individual para la decisión de adoptar o no una innovación. También comparten todos algún medio para considerar las influencias sociales y ambientales. Los resultados más importantes de la comparación y evaluación de los modelos podrían resumirse como: (1) tienen la posibilidad de evaluar el impacto de la heterogeneidad de los agentes sobre la difusión de la innovación; (2) la cuantificación del papel de las influencias sociales; (3) la posibilidad de evaluar la efectividad de las campañas de promoción y (4) el papel de las alternativas competitivas.

Otros modelos que vale la pena mencionar son los de Berger (2001) para evaluar la introducción de innovaciones y el efecto de políticas públicas en el sector agrícola; el de Goldenberg et al (2009) sobre la aparición de fenómenos emergentes en el proceso de difusión y el de Zhang y Nuttall (2011) para evaluar la aceptación a la introducción de sistemas de medición inteligentes de energía eléctrica.

Resulta, entonces, evidente cómo se refleja en la literatura la utilidad que tienen los modelos basados en agentes para el análisis, tanto cualitativo como cuantitativo, de la difusión y apropiación de innovaciones sociales en un sistema. Sin embargo, mediante el uso de modelos basados en agentes, podría alcanzarse un nivel de detalle mayor que el que se encuentra en la literatura, pues esta herramienta permite tener en consideración, de forma simultánea, numerosas características de los agentes y de su entorno. Así mismo, facilita el modelado de las relaciones existentes entre ellos, algo que no se aprovecha al máximo en la mayoría de modelos encontrados en la literatura. Realizando modelos más complejos que consideren más factores y más escenarios, sería posible obtener nuevos resultados de interés para la comunidad científica, al igual que resultados con mayor validez y confiabilidad, lo cual constituiría una base más sólida tanto para la realización de evaluaciones ex ante de programas de intervención social como para la construcción de nuevo conocimiento.

2. METODOLOGÍA

Para el estudio del comportamiento no lineal de las dinámicas de inclusión y difusión de innovaciones sociales, se creó un modelo basado en agentes que pretende representar la dinámica de la propagación y adopción de una innovación social en un conglomerado de seres humanos. Este modelo simula la dinámica de difusión de una idea de innovación social en una población pequeña. Se estudia el proceso dinámico que experimenta un individuo desde cuando se ve expuesto inicialmente a la idea hasta una eventual adopción.

La dinámica del modelo simula el comportamiento de las personas según su entorno, bajo las siguientes consideraciones:

1. Los agentes son las personas susceptibles de adoptar la idea.

2. Se supone que la población inicialmente desconoce por completo la idea, excepto un pequeño porcentaje de pioneros que ya han apropiado la idea. La fracción de personas en el grupo de pioneros es seleccionable por el usuario.
3. El nivel de aceptación de la innovación por parte de los agentes es variable y, para efectos de la simulación se ha representado en una escala que refleja el nivel de convencimiento de las personas con respecto a la innovación, en forma discreta como se describe a continuación. Esta variable, hasta cierto punto, caracteriza la “opinión” del individuo respecto a la innovación. Para efectos de visualización, los agentes se dibujan de diferentes colores, de acuerdo con su estado, así:

Estado	Definición	Color
0	Desconoce o ha olvidado por completo la idea	Azul
1	Conoce o recuerda levemente la idea, pero no le es relevante	Verde
2	Conoce la idea y la maneja levemente	Amarillo
3	Conoce la idea, la maneja y reconoce su importancia	Naranja
4	Ha apropiado la idea, hace parte de su día a día y la difunde	Rojo

4. Cada persona tiene una red de amigos cuyas opiniones valora más que las otras. El número de amigos de su red personal es variable y en la implementación se define por una variable aleatoria. La relación de amistad es bidireccional. El valor promedio de la variable opinión de los amigos de cada individuo se utiliza para valorar las decisiones.
5. El efecto de las presiones sociales sobre las decisiones de adopción para cada individuo se representa por una variable relacionada con las opiniones prevalentes en la vecindad geográfica de cada agente. La vecindad se caracteriza por un radio *efectivo* dentro del cual se siente la influencia de los vecinos. El valor promedio de las opiniones de los otros individuos en su entorno se utiliza, de manera ponderada, para tomar la decisión.
6. La “personalidad” de los individuos con respecto a la innovación se describe por medio de dos atributos. La variable *influenciable*, en el rango $[0,1]$ caracteriza qué tan fácil es de convencer el individuo. Otro rasgo está dado por la variable *influyente* la cual caracteriza su liderazgo en cuanto a la aceptación de la idea. La opinión de los amigos es ponderada por su valor de la variable *influyente*.
7. Los efectos de la publicidad y de las campañas de difusión masiva también están consideradas. La publicidad afecta la probabilidad de hacer una transición de un estado de opinión a uno más alto. Es posible focalizar las campañas de publicidad hacia un “target” más influyente. En ese caso, la campaña solamente se enfoca en los individuos cuyo valor de *influyente* sea superior a un umbral predeterminado, que se espera que corresponda a la décima parte más influyente de la población.
8. Dentro de la dinámica de la difusión, cada agente evalúa la opinión de sus amigos y la de su entorno, además de la publicidad. A partir de esta información, se determina una probabilidad de que el agente aumente su nivel de aceptación de la innovación o siga en el

nivel actual. Dicho valor se calcula ponderando los tres valores. Esta probabilidad está también afectada por qué tan influenciable es el agente.

9. Por otro lado, si la aceptación o el conocimiento de una persona acerca de la innovación no aumenta, es posible que empiece a olvidarse de ella. Por lo tanto, cada persona tiene asignado un tiempo de olvido de la idea. Además, si una persona que ha apropiado la idea no logra que sus amigos se apropien de ella, empezará a perder entusiasmo y se resignará a no hacer más difusión. Este proceso se caracteriza por medio de un tiempo de resignación. Estos procesos se muestran en el diagrama 1 del estado de la difusión.
10. Los individuos tienen una movilidad limitada y eventualmente, pueden emigrar a otra parte de la geografía y cambiar su vecindad. En ese caso, conservan sus amigos.

2.1 El modelo

El modelo consta de una población de seres humanos que son los agentes móviles de la simulación. Para cada configuración se realiza un número de replicaciones. A partir de los resultados de las simulaciones se utilizan como medidas de desempeño el nivel de aceptación promedio y el número de veces que la innovación fue apropiada por la población. El modelo utilizado se describe a continuación de forma general, profundizando luego en la descripción de los agentes, sus atributos y los distintos parámetros y variables.

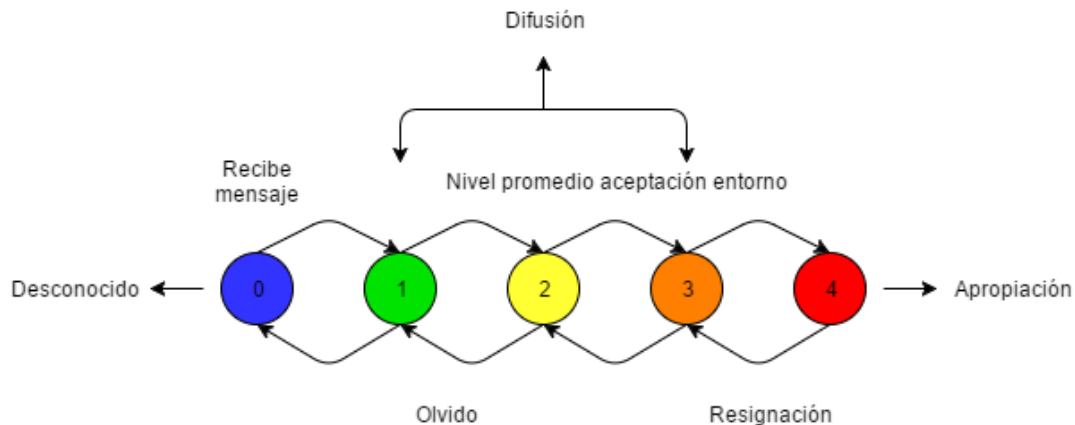


Figura 1: Estado de difusión de la idea según niveles de convencimiento.

Fuente: Elaboración propia

2.2 La simulación

La simulación depende de variables características de la población, ajustables por el usuario. Además, se incluye la opción de seleccionar si se quiere o no focalizar la publicidad, lo cual se

puede activar por medio de un interruptor. Estos parámetros se pueden ajustar, tal como se puede ver en la Figura 2.

- Tamaño de la vecindad: radio dentro del cual cada persona considera a los demás como vecinos.
- Porcentaje de innovadores iniciales: porcentaje inicial de la población de personas que tienen la idea apropiada y pueden difundirla.
- Tiempo mínimo de olvido: tiempo mínimo en el que los agentes olvidan la idea, si no la han apropiado. El tiempo máximo es el doble de este valor.
- Tiempo de resignación: tiempo que deben permanecer los amigos, en promedio, sin haber apropiado la idea y sin cambiar de nivel de convencimiento para que las personas que la han apropiado dejen de creer firmemente en ella.
- Tamaño de la población: número de personas a crear.
- (Interruptor) Publicidad focalizada: la publicidad de la idea innovadora se encuentra dirigida a los más influyentes o a toda la población.

A continuación, se muestra una imagen de la interfaz gráfica del modelo implementado en Netlogo.

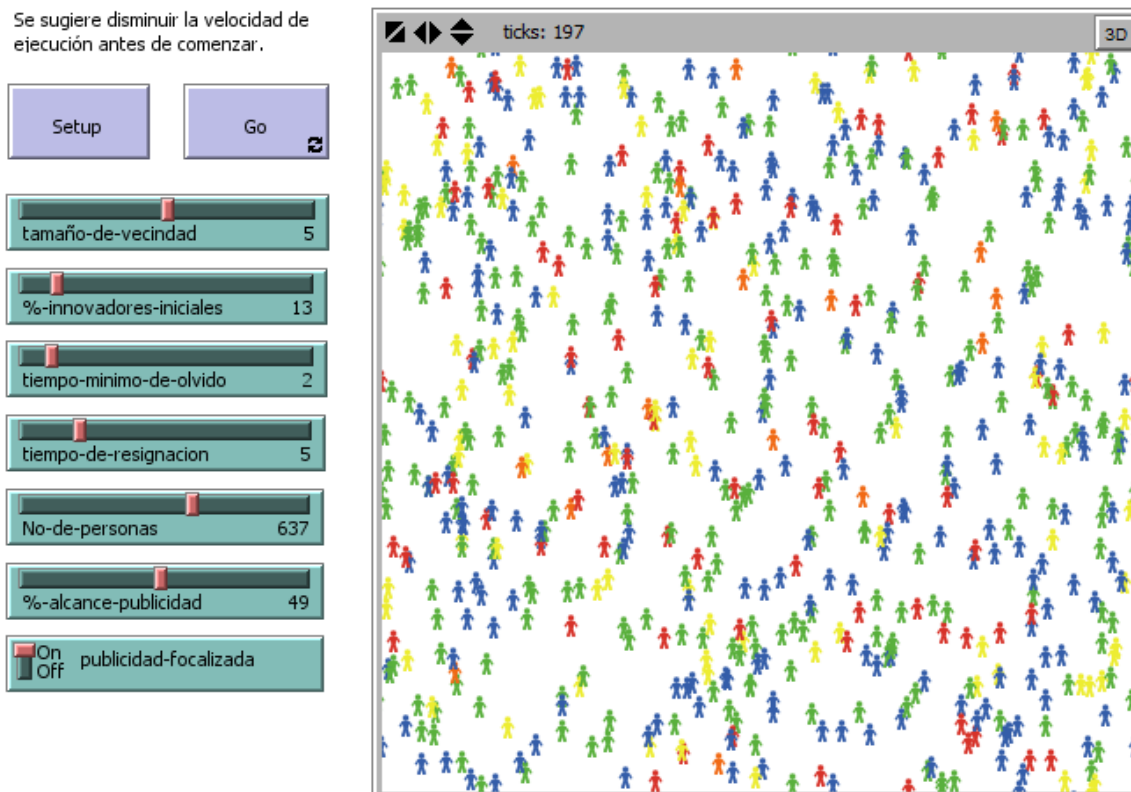


Figura 2: Interfaz del modelo.

La dinámica de la simulación se representa por medio de un diagrama de flujo del proceso de decisión, tal como se puede observar en la Figura 3.

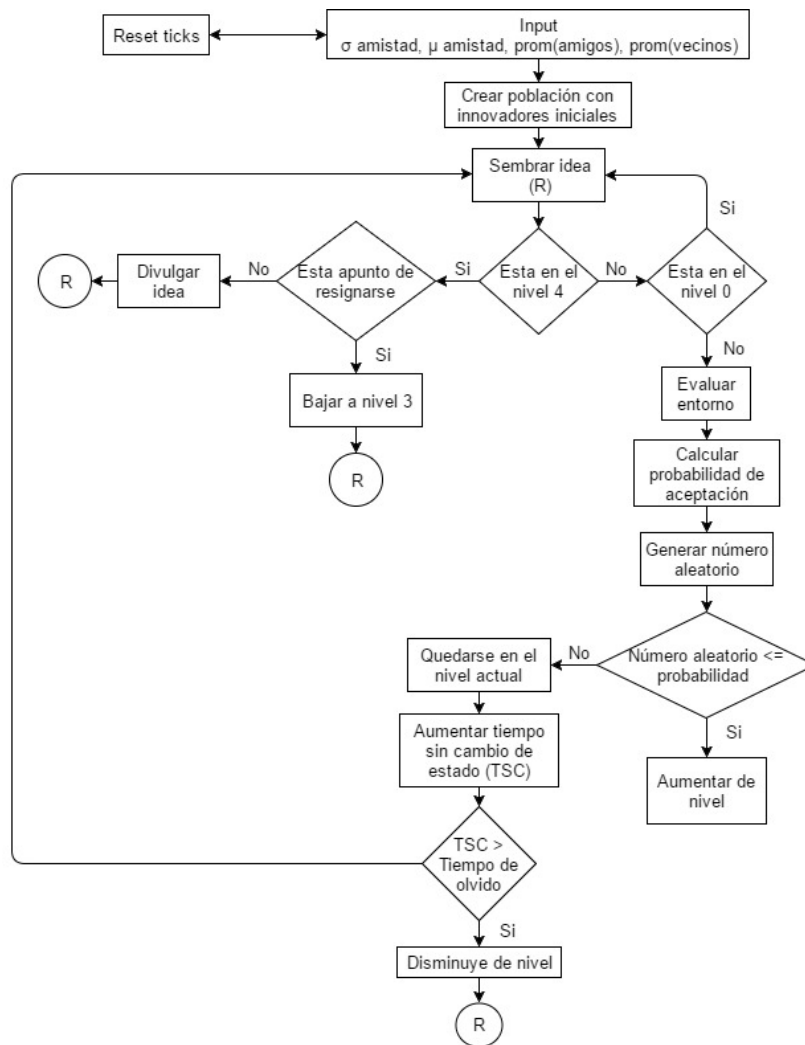


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de decisión

Fuente: Elaboración propia

La ejecución termina cuando la idea ha sido apropiada u olvidada por todos los agentes, o cuando el sistema no ha presentado cambios en mucho tiempo (100 periodos).

3. RESULTADOS

Para el análisis de la dinámica de difusión se muestran dos gráficas:

Estado de convencimiento - Es un histograma que representa el número de personas que se encuentra en cada uno de los niveles de convencimiento. Ver: figura 4.

Aceptación promedio - Representa el nivel de convencimiento promedio entre las personas de la población en un instante de tiempo. Ver: figura 5.

A partir de las simulaciones efectuadas se pudo observar que en las instancias donde había una población mayor, con los otros parámetros constantes, la probabilidad de que la innovación fuera adoptada era mayor. De hecho, en poblaciones pequeñas, era casi imposible que se adoptara la innovación.

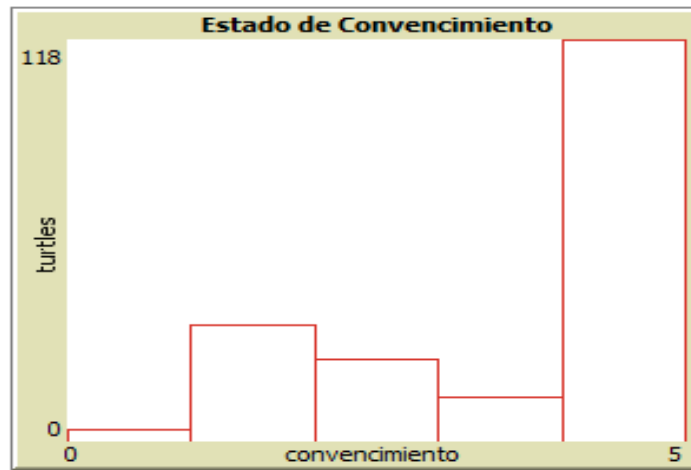


Figura 4: *Histograma del estado de convencimiento*

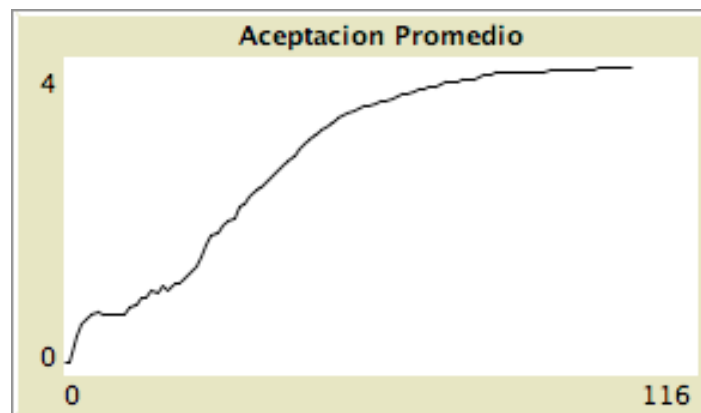


Figura 5: *Curva de aceptación promedio en el tiempo*

El tamaño de la vecindad que se usa para representar la influencia de la sociedad sobre las decisiones de adopción, con los otros parámetros constantes, también afecta de manera significativa la probabilidad de que la innovación sea adoptada. Cuando la vecindad es muy pequeña es más difícil apropiarse la innovación. Este efecto podría interpretarse como la efectividad de la comunicación entre habitantes de una región. Una vecindad *efectiva* grande implicaría que es fácil conocer las opiniones prevalentes de los vecinos a mayor distancia.

Los dos hechos anteriores parecen indicar que es la densidad de personas la que determina si la idea será adoptada y apropiada o no.

Es notable cómo el aumento en el porcentaje de innovadores iniciales, que se relaciona directamente con el número de personas que tienen la idea al comienzo de la simulación, hace más probable que la innovación sea adoptada por la población y que sea adoptada más rápidamente. Nuestros resultados indican que el porcentaje mínimo de innovadores iniciales que garantizan una cierta probabilidad de apropiación es mayor en poblaciones pequeñas.

Otro aspecto interesante lo constituyen los que hemos llamado tiempos de resignación y olvido. En escenarios donde el entorno es muy desfavorable y la apropiación de la innovación ocurre con una probabilidad muy baja, se puede cambiar drásticamente el panorama al variar estos tiempos. Comparando el efecto de éstos, se observa que el del tiempo de resignación es considerablemente mayor, pues permite que la idea sea adoptada en poblaciones pequeñas donde, bajo condiciones normales, no se adoptaría. Este efecto no se observa al aumentar el tiempo de olvido. Se resalta, sin embargo, que un valor muy bajo en cualquiera de los tiempos mencionados, hace que sea prácticamente imposible que la población apropie la idea: en poblaciones pequeñas la idea se pierde rápidamente y en poblaciones grandes hay un proceso constante de difusión, pero muy poca apropiación.

Respecto a la publicidad, no encontramos un efecto significativo sobre el porcentaje final de apropiación de la innovación. Su efecto es más importante en el tiempo que requiere la idea para ser apropiada por la población. Se tomó como valor umbral un nivel de convencimiento promedio de 3,90 en adelante, en la curva de aceptación promedio. De esta forma, con un alto porcentaje de cobertura de publicidad y una publicidad no focalizada, se obtiene menor tiempo de apropiación de la idea en comparación con una campaña de bajo porcentaje de cobertura, pero con una publicidad focalizada.

4. CONCLUSIONES

Se puede modelar el proceso de propagación y apropiación de una innovación social y estudiar el efecto de diferentes hipótesis, cambiando determinados parámetros. En el modelo basado en agentes diseñado cada individuo se ve influenciado no solo por su red de contactos, sino también por el ambiente, representado por los otros individuos que se encuentran en su vecindad y por la publicidad masiva.

La densidad poblacional, el grado de efectividad en la comunicación entre habitantes y el tiempo que la idea perdura en los agentes de forma individual se identifican en las simulaciones realizadas como los tres factores que mayor efecto tienen sobre la probabilidad de que una innovación social sea apropiada por la población. Por eso consideramos que conviene estimar sus valores cuidadosamente para estudiar la dinámica de apropiación de una innovación social determinada en una población específica.

La creación de estrategias específicas que surgen a partir del análisis de los efectos que tienen cada uno de los parámetros, permitiría reforzar la rapidez y el impacto que la idea pueda tener sobre la población.

Nuestras simulaciones indican que en una población que cumpla con parámetros que lleven a la apropiación de la idea, la publicidad que refuerce su proceso de difusión, permite reducir el tiempo para lograr dicho resultado. El valor de la reducción depende del alcance de la publicidad.

Así mismo, el modelo muestra que la densidad de personas que caracteriza la población en donde se busca apropiar la idea innovadora es clave para tener éxito en cualquiera de los casos. Bien sea por una población de gran tamaño o por una proporción significativa de personas con la idea apropiada y con niveles de influencia altos para difundirla. Una densidad alta garantiza una exposición frecuente a la idea.

La propagación de una innovación social suele encontrar cierta resistencia inicial, producto de la incredulidad y escepticismo; si ésta es vencida debido a la percepción de los beneficios de la innovación, se produce un movimiento masivo que lleva a su adopción y apropiación.

REFERENCIAS

- Berger T (2001) Agent-based spatial models applied to agriculture: a simulation tool for technology diffusion, resource use changes and policy analysis. *Agricultural Economics*, 25(2–3), 245–260.
- Borracci et al (2013) Diffusion and adoption of health care innovations in cardiology, in Argentina. *Revista Médica Chile*, 141, 49–57.
- Deffuant, G., Huet, S., & Amblard, F. (2005). An Individual-Based model of innovation diffusion mixing social value and individual benefit 1. *American Journal of Sociology*, 110(4), 1041-1069.
- Domanski, D., Howaldt, J. & Schröder, A. (2017). Social innovation in Latin America. *Journal of Human Development and Capabilities*. 18(2), 307–312.
- Domanski, D., Monge, N., Quitiaquez, G. & Rocha, D., eds. (2016). *Innovación social en Latinoamérica*. Bogotá, Colombia: Corporación Universitaria Minuto de Dios, Parque Científico de Innovación Social.
- Goldenberg J, Lowengart O, Shapira D. (2009). Zooming in: self-emergence of movements in new product growth. *Marketing Science* 28(2), 274–292.
- Jackson, Paul (2002). *Virtual working: social and organisational dynamics*. London: Routledge.
- Kiesling, E., Günther, M., Stummer, C., & Wakolbinger, L. M. (2012). Agent-based simulation of innovation diffusion: a review. *Central European Journal of Operations Research*, 20(2), 183-230.
- Montanari, Andrea, and Amin Saberi (2010). The spread of innovations in social networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107. 47, 20196-20201.
- Mulgan, G. (2012). Social Innovation Theories: Can Theory Catch Up with Practice?. *Challenge Social Innovation* (pp. 19-42). Springer Berlin Heidelberg.
- Phills, J. A., Deiglmeier, K., & Miller, D. T. (2008). Rediscovering social innovation. *Stanford Social Innovation Review*, 6(4), 34-43.
- Rey, N. y Tancredi, F.B. (2010), *De la innovación social a la política pública: Historias de éxito en América Latina y el Caribe*, Cepal, Naciones Unidas.
- Young, H. P. (2011). The dynamics of social innovation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(Supplement 4), 21285-21291.
- Westley, F. (2008). The social innovation dynamic. *Frances Westley, SiG@ Waterloo*.
- Zhang, T., Nuttall W. J. (2011). Evaluating government’s policies on promoting smart metering diffusion in retail electricity markets via agent-based simulation. *The Journal of Product Innovation Management*, 28(2), 169–186.