

HEURÍSTICAS DE RACIONALIDAD LIMITADA EN MODELOS DE SIMULACIÓN BASADOS EN AGENTES PARA LA CREACIÓN DE EMPRESAS

Alejandro Valencia

Estudiante de Maestría en Ingeniería de Sistemas
Universidad Nacional de Colombia – sede Medellín. Carrera 80 No 65-223 - Facultad de Minas,
Medellín, Colombia
javalenca@unal.edu.co

Lorena Cadavid

Estudiante de Doctorado en Ingeniería de Sistemas
Universidad Nacional de Colombia – sede Medellín. Carrera 80 No 65-223 - Facultad de Minas,
Medellín, Colombia
dlcadavi@unal.edu.co

Gabriel Awad

Profesor Escuela de la Ingeniería de la Organización
Universidad Nacional de Colombia – sede Medellín. Carrera 80 No 65-223 - Facultad de Minas,
Medellín, Colombia
gawad@unal.edu.co

RESUMEN

El objetivo de este artículo es analizar la conducta emprendedora en una sociedad mediante la simulación basada en agentes y haciendo uso de una heurística para la toma de decisiones. Inicialmente se exponen los principales elementos de la racionalidad limitada y se introduce el concepto de heurística; luego, se presenta el marco teórico del modelado basado en agentes, y los lineamientos desde la teoría de la creación de empresas que intentan dar cuenta de por qué un individuo se convierte o no en emprendedor. Finalmente se presenta la metodología seguida para el desarrollo de una heurística en la creación de empresas y su implementación en un modelo de simulación basado en agentes. Se concluye que la disminución en la tasa de fracasos de los emprendimientos es la medida más eficiente para lograr un incremento en la tasa emprendedora, y se sugieren algunas posibles mejoras a la heurística desarrollada.

PALABRAS CLAVE: heurísticas, modelado basado en agentes, racionalidad limitada.

ABSTRACT

The aim of this paper is to analyze entrepreneurial behavior in a society through an agent-based simulation, that uses heuristics for decision making. Initially, we introduce the main elements of bounded rationality and the *heuristic* concept; then, we expose the theoretical framework of agent-based modeling, and explore the guidelines from the entrepreneurship theory to explain why an individual becomes an entrepreneur. Finally we present the methodology used to develop a heuristic decision on entrepreneurship and their implementation in a agent-based model. We conclude that the decrease in failure rate of entrepreneurship is the most efficient way to achieve an increase in the rate of entrepreneurship, and suggest some possible improvements to the developed heuristic.

KEYWORDS: heuristics, agent-based modeling, entrepreneurship

1. Introducción

La racionalidad se define como el proceso humano que busca, procesa y configura inferencias a partir de la información obtenida. Este concepto plantea que para decidir se requiere revisar el conjunto de alternativas de acción, visualizar y calcular sus posibles consecuencias y, finalmente, considerar como decisión aquella que reporta el mejor resultado (Secchi, 2011). Las ciencias económicas utilizan el concepto de *racionalidad perfecta*; sin embargo, dado que en la vida real existen dificultades tanto para el acceso a la información como para el procesamiento de la mismas se propone como concepto alternativo la *racionalidad limitada* (Simon, 1955).

La racionalidad limitada se ha conceptualizado a través de diversos modelos que relajan los supuestos de información perfecta del entorno o de capacidad de cálculo infinita de los individuos; en términos generales, estos modelos pueden agruparse bajo el concepto de *heurísticas* (Kahneman, 2003), cuya implementación en modelos de simulación basados en agentes resulta de especial valor en la representación de muchos fenómenos sociales caracterizados por su complejidad (Izquierdo, Galán Ordax, Santos, & Olmo Martínez, 2008). El emprendimiento, como uno de estos, reconoce desde sus lineamientos teóricos las asimetrías en la información disponible y la importancia de las heurísticas y connotaciones cognitivas para que un individuo decida convertirse o no en emprendedor.

El objetivo de este artículo es analizar la conducta emprendedora en una sociedad mediante la simulación basada en agentes y haciendo uso de una heurística para la toma de decisiones. Luego de presentar el marco teórico sobre las heurísticas en la racionalidad limitada, el modelado basado en agentes, los aportes potenciales de las heurísticas en este campo, y el fenómeno del emprendimiento como resultado de procesos de racionalidad limitada, se presenta la metodología seguida para el desarrollo de una heurística de decisión en la creación de empresas y su implementación en un modelo de simulación basado en agentes.

2. Las heurísticas en la racionalidad limitada

En una crítica a los supuestos de la racionalidad perfecta, Simon (1955) señaló que los individuos no disponen de información completa, disponible y concreta para tomar sus decisiones, y que aun disponiendo de dicha información poseen una capacidad de cálculo reducida que les impide evaluar a cabalidad las consecuencias de todas las posibles acciones. Por ello, sostuvo el autor que el individuo busca en sus elecciones la satisfacción en lugar de la optimización, haciendo frente con éxito a las condiciones limitadas de tiempo, conocimiento y capacidades de cálculo (Gigerenzer & Goldstein, 1996).

La toma de una decisión en términos de racionalidad limitada comprende cuatro elementos: (1) un conjunto de alternativas de comportamiento (alternativas de elección o decisión); (2) un subconjunto de alternativas de conducta que el individuo considera, es decir, el individuo puede hacer su elección dentro de un conjunto de alternativas más limitado que toda la gama objetivamente a su disposición; (3) los posibles resultados de cada elección; y (4) una función que represente la satisfacción del individuo en cada uno de los posibles resultados de la elección (Simon, 1955).

Según el enfoque de racionalidad limitada, los individuos no pueden, en la mayoría de situaciones, emplear estrategias de optimización en la búsqueda de soluciones debido a sus capacidades cognitivas limitadas o a la falta de información, por lo que suelen simplificar sus decisiones a través de la sustitución de la meta de maximización hacia objetivos de satisfacción que les permitan encontrar cursos de acción “suficientemente buenos”. Cuando las alternativas de elección exceden un cierto criterio, por lo general, en términos de nivel de utilidad, generan para el individuo un nivel de satisfacción que hace que finalice la búsqueda (Mallard, 2011).

Los modelos de racionalidad limitada se pueden clasificar en dos categorías: (1) modelos de optimización restringida, donde se incluyen los modelos que mantienen la hipótesis de la optimización en la toma de decisiones individuales y agregan restricciones a la información, a las capacidades de cálculo (a través de la capacidad de cálculo o de limitaciones cognitivas como

sesgos y errores de juicio) o a las alternativas consideradas, y (2) modelos de no optimización, que incluyen los modelos que prescinden de esta hipótesis. Dentro de estos últimos se encuentran las heurísticas (Starmer, 2000 citado por Mallard, 2011).

Una heurística es una abreviación a los procesos mentales activos que ahorra o conserva recursos mentales (Kahneman, 2003); estos procesos cognitivos son de mucha utilidad para razonar en situaciones específicas, cuando el individuo se ve enfrentado a condiciones repetidas y aprende a sacarle provecho a sus limitaciones (Orozco, 2011). Aunque las heurísticas pueden verse como fuente de sesgo, proporcionan una solución económica adecuada, mientras que los enfoques más elaborados podrían resultar excesivamente costosos (Conlisk, 1996).

El concepto de aprendizaje es de gran uso en las heurísticas; en este sentido, algunas heurísticas se denominan adaptativas, cuando en su definición consideran siempre las mismas variables del entorno, la elección de los individuos varía de acuerdo con la información de éste; lo cual genera un comportamiento dinámico en los individuos, pues involucra procesos de aprendizaje y posible mejora de las elecciones en el tiempo (Mallard, 2011).

Sin embargo, no es posible establecer de cuántas ni de cuáles heurísticas se valen los individuos para tomar decisiones en alguna situación específica, así como no es posible afirmar con certeza que una heurística exitosa en cierto contexto lo sea en otro, aunque se encuentre en condiciones similares (Orozco, 2011). Quizá por esta razón la colección de heurísticas disponibles en la literatura para modelar el comportamiento de los individuos es amplia. Puede afirmarse que cada investigador desarrolla y modela su propia heurística en función del contexto y a su propio gusto. A pesar de ello, algunos autores han adelantado desarrollos teóricos alrededor de las heurísticas que orientan e inspiran los desarrollos puntuales (Gigerenzer&Todd, 1999; Gigerenzer, 2001; Kahneman, 2003; Costa & Pedersen, 2011).

Para estudiar las heurísticas en detalle es crucial desarrollar modelos computacionales que especifiquen los pasos precisos para la consecución de la información y el procesamiento implicados en la toma de la decisión. Estos modelos deben abordar tres fases: (1) búsqueda de la información, (2) evaluación de las opciones y (3) criterio de selección o mecanismo de parada; la fase 2 es la fase más estudiada en los modelos de procesos cognitivos (Todd&Gigerenzer, 2003).

3. Modelado basado en agentes y heurísticas

La metodología basada en agentes es utilizada para modelar fenómenos en los que partiendo de reglas que determinan el comportamiento de los individuos, se pretende inferir el comportamiento de todo el sistema. La razón para ello es que esta metodología tiene el potencial de complementar tanto los modelos no formales (como representaciones mentales y verbales) como los modelos matemáticos más abstractos que representan los sistemas complejos, pues a menudo los primeros carecen del rigor formal necesario para valorar su coherencia lógica y para generalizar a partir de ellos, y los segundos son de difícil tratamiento (Izquierdo et al., 2008).

Un modelo basado en agentes permite mejorar la comprensión de la toma de decisiones mediante la representación de actores, a partir de su autonomía, heterogeneidad y de los entes con que interactúa (Manson, 2006).

Un sistema puede ser modelado por medio de agentes cuando presenta las siguientes características (Izquierdo et al., 2008): (1) componentes individuales heterogéneos; (2) componentes individuales del sistema capaces de aprender; (3) interacciones entre varios componentes o actores del sistema que pueden estar influenciadas por diversos factores además del espacio físico. En este sentido, la racionalidad limitada se modela a menudo en estos sistemas como una forma de adaptación dinámica usando la observación y la intuición, de manera que los modeladores dotan a los agentes con reglas de comportamiento de adaptación para interactuar dentro de un entorno y establecen la dinámica de sus movimientos (Conlisk, 1996).

De esta manera, la racionalidad limitada permite representar las principales características de los individuos, tales como el aprendizaje a través del tiempo, el acceso limitado a la información y la escasez de recursos computacionales (Epstein, 1999). Por ello, es frecuente que los modeladores

que usan técnicas basadas en agentes para tratar fenómenos propios de los sistemas complejos acoten los recursos de la información y las capacidades de cálculo al modelar la toma de decisiones de los agentes involucrados en el proceso (Binmore, Castelfranchi, Doran, & Wooldridge, 1998).

No existe una metodología que indique cómo incorporar la racionalidad limitada en los modelos basados en agentes; sin embargo, Blank (2002) propone seis pasos en la toma de decisiones bajo racionalidad limitada que pueden inspirar este propósito: (1) fijar un objetivo al que se pretende llegar o definir el problema que se va a solucionar; (2) establecer un nivel apropiado de aspiración o un nivel de criterio adecuado; (3) utilizar una heurística para reducir el problema a un único curso de acción (si no es posible elegir un único curso de acción se debe modificar el nivel de aspiración y comenzar la búsqueda de una nueva solución); (4) evaluar el curso de acción viable para determinar su aceptabilidad (se opta por la primera opción que satisface un "nivel de aspiración" definido (Costa & Pedersen, 2011)); (5) comenzar la búsqueda de un nuevo curso de acción si el previamente identificado no es aceptable; (6) implementar el curso de acción cuando éste resulte aceptable.

Si bien no se encontró en la literatura una implementación basada en agentes que represente el comportamiento emprendedor de una sociedad, la teoría detrás de la creación de empresas da orientaciones que pueden ser útiles en este propósito. Estas ideas se desarrollan a continuación.

4. Racionalidad limitada en el emprendimiento

El enfoque clásico plantea que los empresarios exhiben una perfecta racionalidad y tienen preferencias consistentes con la maximización de la rentabilidad y utilidad esperada (Leiser & Azar, 2008), siendo motivados por ganancias financieras (Barbosa, Gerhardt, & Kickul, 2007). Esta perspectiva derivó en la construcción de un perfil racional de los emprendedores, que integraba la rentabilidad potencial como un principio rector de las intenciones de creación de empresas (Thomas & Wickramasinghe, 2008) y daba por hecho que los sesgos cognitivos y las emociones no tenían cabida en el proceso de toma de decisiones (Dequech, 2006).

Sin embargo, estudios hechos sobre individuos que se convierten en empresarios mientras otros igualmente o más capacitados no lo hacen, o sobre individuos que convierten sus ideas en oportunidades de negocio mientras otros sólo admiten haber pensado en eso (Mitchell et al., 2007), llevaron a la conclusión de que el marco de la racionalidad perfecta no se ajustaba de forma integral al fenómeno del emprendimiento. Surge así la idea de que los emprendedores eligen como curso de acción la primera opción que cumple con un criterio de pre-aceptación, momento en el cual dejan de realizar la búsqueda de oportunidades; esto se fundamenta en el hecho de que estos individuos no poseen un conocimiento amplio del mercado y no tienen la posibilidad de prever las consecuencias de cada una de las alternativas posibles (Bryant, 2007).

A partir de este momento, se adoptó en la literatura de emprendimiento un enfoque de racionalidad limitada, desde donde se sostiene que las decisiones que implica la creación de empresas se ven fundamentadas en la identificación de nuevas oportunidades en entornos dinámicos con recursos e información limitada. Por ello, a fin de tomar decisiones efectivas en estas condiciones, es necesario explorar los aspectos cognitivos que influyen en la toma de decisiones bajo condiciones de incertidumbre que caracterizan el emprendimiento, así como el uso de atajos heurísticos que se pueden dar en este proceso (Bryant, 2007).

El impacto del uso de heurísticas en la decisión de crear o no una empresa es reconocido por la literatura. Al crear una empresa se deben tomar decisiones sin la disponibilidad de tendencias históricas y bajo la existencia de poca información específica del mercado, por lo que los esfuerzos de los emprendedores para reducir la incertidumbre en la toma de decisiones tienden a ser muy costosos y poco eficaces, dándose así un mayor uso de heurísticas como guías para la toma eficiente de decisiones (Busenitz & Barney, 1997; Mitchell et al., 2007). El uso de heurísticas puede llevar a subestimar el riesgo en la evaluación de las oportunidades empresariales dado que los más emprendedores tienden a generalizar a partir de una experiencia

limitada (representatividad), lo cual viene acompañado de un exceso de confianza que los lleva a pensar que serán capaces de dominar los principales obstáculos (Keh, Foo, & Lim, 2002; Dunham, 2010); por ello, aquellos individuos más susceptibles a la utilización de heurísticas como la representatividad tienen más probabilidades de convertirse en emprendedores, mientras los más prudentes tienden a ser atraídos por las grandes empresas (Busenitz & Barney, 1997; Barbosa et al., 2007; Burmeister & Schade, 2007).

5. Metodología

Con el fin de analizar el surgimiento del emprendimiento en una sociedad, se desarrolló un modelo de simulación basado en agentes, en el cual los individuos pueden elegir entre ser empleados o emprender una nueva empresa. El modelo fue desarrollado en el lenguaje y entorno Netlogo (Willensky, 2012), y el horizonte de simulación corresponde a 120 períodos (meses).

En el momento cero de la simulación, todos los individuos se encuentran en la búsqueda de una alternativa. Así, en cada período, cada individuo debe elegir entre convertirse en emprendedor, un empleado o seguir en la búsqueda de alguno de estos dos oficios; una vez se decida por una oportunidad o empleo, estos se consideran no disponibles para ser elegidos por otro individuo. Asimismo, es posible que en función de la tasa de fracasos de los emprendimientos o los despidos y renunciaciones en los empleos, un individuo eventualmente abandone su elección y emprenda una nueva búsqueda; en este caso, la alternativa abandonada pasa a considerarse disponible para ser ocupada por otro individuo o, incluso, por él mismo. Igualmente, el modelo considera una tasa de crecimiento de la economía y una tasa de crecimiento de las oportunidades, las cuales se representan a través de la generación de nuevos empleos ofrecidos y nuevas oportunidades de emprendimiento disponibles.

Los componentes de la heurística desarrollada para representar el proceso de toma de decisiones de los individuos se explican a continuación.

1. Búsqueda de información: las oportunidades y los empleos, representadas en forma de *patches*, están repartidos de manera aleatoria en el mundo de simulación en función de los valores iniciales para ello. Cada agente, que se supone *buscador*, navega de manera aleatoria por dicho mundo y, en cada paso de simulación, puede encontrarse con una oportunidad de emprendimiento, con un empleo, con ambos o con ninguno.

2. Proceso de evaluación:

Evaluación de los empleos: un individuo evalúa un empleo encontrado considerando el salario y la estabilidad que éste le ofrece. Para ello, se supuso un nivel de salario que se encuentra repartido de manera aleatoria-normal entre todos los empleos ofrecidos en la economía; de manera similar sucede con la estabilidad laboral. Así, el individuo elabora un promedio ponderado entre el salario y la estabilidad, cuyo resultado arroja el valor que le representa el empleo en ese momento; los pesos de cada elemento en este cálculo se supusieron repartidos de manera aleatoria-normal entre la población.

Evaluación de las oportunidades: un individuo evalúa una oportunidad de emprendimiento considerando las ganancias potenciales que ésta le ofrece y su probabilidad de éxito, arrojando como resultado la utilidad esperada de esta oportunidad en ese momento para ese individuo. Para ello, se supuso que las utilidades potenciales se encuentran repartidas de manera aleatoria-normal entre las oportunidades de la economía; una lógica similar ocurre para las probabilidades de éxito.

Nótese que este proceso de evaluación depende exclusivamente de la información disponible para el individuo en el momento puntual del análisis, es decir, se sume que el individuo desconoce el valor que otros empleos y otras oportunidades podrían representar.

3. Criterio de selección: haciendo uso del concepto de satisfacción introducido por (Simon, 1955), se supone que el individuo dispone de un umbral por encima del cual las oportunidades de emprendimiento le resultan satisfactorias (umbral de oportunidad), y un umbral por encima del cual los empleos le resultan satisfactorios (umbral de empleo). Dichos umbrales se modifican en función de la información de la que el individuo disponga producto de su experiencia personal, representando un proceso de aprendizaje. En cada paso de simulación el individuo selecciona una alternativa en función de la situación en la cual se encuentre, a saber:

Situación 1. El individuo sabe de la existencia de una oportunidad de emprendimiento. En este caso, el individuo verifica que la valoración que dio a dicha oportunidad supere su umbral de oportunidad; de hacerlo, el individuo se convierte en emprendedor y aumenta su umbral de oportunidad hasta el valor de la oportunidad que acaba de aceptar. En caso contrario, el individuo continúa en la búsqueda y disminuye su umbral de oportunidad una fracción de la diferencia entre su umbral actual y el valor de la oportunidad que acaba de rechazar.

Situación 2. El individuo sabe de la existencia de un empleo. La lógica en este caso es igual a la empleada en la situación 1, si bien el individuo compara el valor del empleo frente a su umbral de empleo.

Situación 3. El individuo sabe de la existencia de una oportunidad de emprendimiento y de un empleo. De esta manera, puede encontrarse en uno de 4 casos:

Caso 1. La oportunidad domina al empleo (es decir, la oportunidad supera su umbral de oportunidad y el empleo no supera su umbral de empleo). En este caso, el individuo se comporta como se describió en la situación 1.

Caso 2. El empleo domina a la oportunidad. En este caso, el individuo se comporta como se describió en la situación 2.

Caso 3. Tanto la oportunidad como el empleo superan sus respectivos umbrales. El individuo es incapaz de tomar una decisión, y continúa en la búsqueda.

Caso 4. Tanto la oportunidad como el empleo se encuentran por debajo de sus respectivos umbrales. El individuo no encuentra satisfacción en ninguna alternativa y continúa en la búsqueda.

Nótese que el proceso de aprendizaje representado hace alusión a la experiencia personal de cada individuo, es decir, no responde a un monitoreo que el individuo hace sobre su entorno sino a las situaciones específicas por las cuales éste ha atravesado.

6. Experimentación y resultados

Se construyó un escenario base sobre el cual evaluar el surgimiento del emprendimiento bajo diferentes condiciones de la economía, algunas de las cuales podrían considerarse objeto de políticas gubernamentales. De esta manera, se evaluaron cinco escenarios además del escenario base, a saber:

Escenario 1. Crecimiento de la economía. Representa una situación de auge en la economía, en la cual el surgimiento de nuevos empleos en cada paso de simulación es el doble del considerado en el escenario base.

Escenario 2. Crecimiento de las oportunidades de emprendimiento. Representa una situación de auge en las oportunidades de emprendimiento en la economía, en la cual el surgimiento de dichas oportunidades en cada paso de simulación es el doble del considerado en el escenario base.

Escenario 3. Aumento salarios empleo. Representa una situación en la cual las empresas aumentan los salarios ofrecidos; para ello, se supuso que la media del salario de los empleos es dos veces la considerada en el escenario base.

Escenario 4. Disminución en la tasa de fracasos. Representa una situación en la cual la tasa de fracasos de las oportunidades de emprendimiento es la mitad de la considerada en el escenario base.

La configuración de las variables iniciales del escenario base se presenta en la **Tabla 1**, en la cual se señalan las variables modificadas en cada escenario, así como su respectivo valor; la

calibración del escenario base fue realizada de una manera tal que representara las condiciones del mercado colombiano al respecto al crecimiento anual de la economía, la tasa anual de despidos o renuncias y reprodujera de manera adecuada la tasa de empleo (Banco Mundial, 2010) y las tasa de emprendimiento (Bosma, Wennekers, & Amorós, 2011).

Tabla 1. Valor de las variables en los escenarios de experimentación

Variables	Escenario base			
	Valor	Media	Desvest	
Población	Peso salario	NA	0.6	0.1
	Umbral de empleo	NA	0.4	0.1
	Umbral de oportunidades	NA	0.6	0.15
Empleos	Porcentaje inicial de empleos	50%	NA	NA
	Crecimiento anual empleos	2.7% (1)	NA	NA
	Tasa de despidos	20%	NA	NA
	Salario empleos	NA	0.7 (3)	0.15
Oportunid.	Estabilidad empleos	NA	0.7	0.15
	Porcentaje inicial de oportunidades	0.2	NA	NA
	Crecimiento anual oportunidades	2.5% (2)	NA	NA
	Tasa de fracasos oportunidades en 5 años	NA	0.8 (4)	0.1
	Utilidad oportunidades	NA	2	0.1

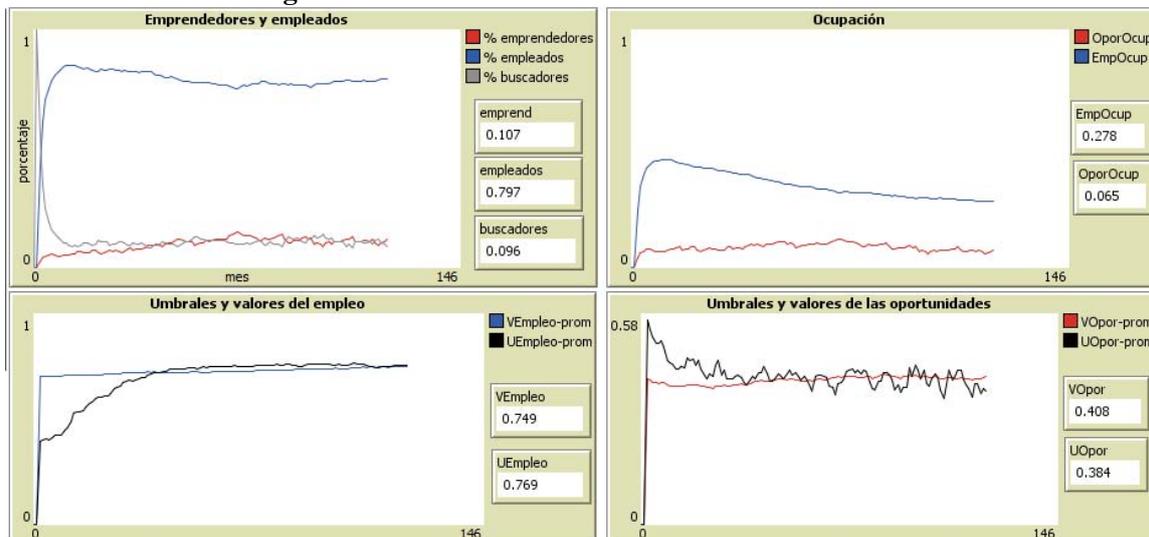
Valores de las variables modificadas en los escenarios: (1) 5.4%, (2) 5%, (3) 1.4, (4) 0.4

Fuente: elaboración propia

Dada la estocasticidad en el modelado de algunas variables, un mismo escenario fue ejecutado 1000 veces a fin de recoger esta variabilidad; las siguientes variables se consideraron de interés especial: (1) % emprendedores, empleados y buscadores en la economía; (2) tasa de ocupación de los empleos y de las oportunidades; (3) umbrales y valores de empleo, promedio para todos los individuos que se encuentran en la búsqueda de alternativas; y (4) umbrales y valores de las oportunidades, promedio para todos los individuos que se encuentran en la búsqueda de alternativas.

De manera ilustrativa, la **Figura 1** presenta los resultados de la simulación en una corrida en el escenario base; el comportamiento de las variables a lo largo del tiempo es similar entre corridas de un mismo escenario.

Figura 1. Resultados de la simulación – escenario base



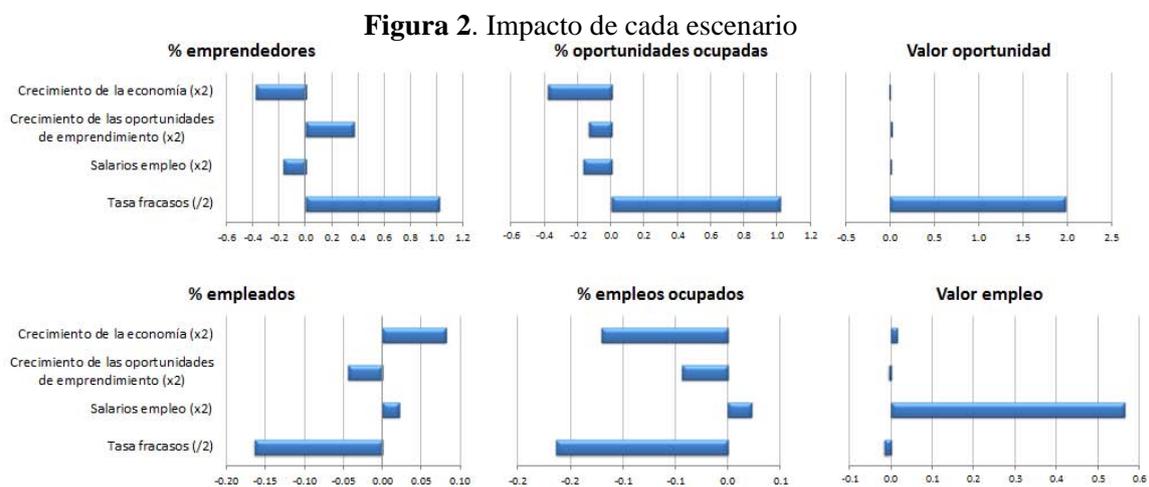
Fuente: elaboración propia, a partir de resultados de modelo de simulación

Se observa que la tasa de emprendedores oscila alrededor del 12% en el escenario base. A lo largo del tiempo, esta tasa evidencia pequeños saltos producto de los fracasos. Alrededor del 80% de los individuos se encuentra empleado, y el restante está a la búsqueda de alguna alternativa. Producto del crecimiento de los empleos en cada paso, la tasa de ocupación de los empleos disminuye con el tiempo; ello se explica porque bajo este escenario hay más oportunidades de empleo que individuos, de manera que un crecimiento en las primeras bajo una estabilidad de los segundos originará una disminución en la tasa de ocupación de los empleos.

Los umbrales de empleo y oportunidad de los individuos tienden a ajustarse alrededor del valor de los empleos y las oportunidades, respectivamente; si bien el procedimiento de ajuste en ambos casos es el mismo, el ajuste sucede de manera más rápida y exacta en el caso de los empleos; esto es explicado por la abundancia de empleos, la cual origina que los individuos acumulen experiencia en este aspecto a una mayor velocidad de la que acumulan al respecto de las oportunidades de emprendimiento, pues su contacto con las mismas es menor.

Para el análisis de los demás escenarios, la **Figura 2** presenta el impacto de cada escenario en las variables más relevantes de análisis, respecto al escenario base.

Dos escenarios tienen un impacto positivo en la tasa de emprendimientos: el crecimiento de las oportunidades y la disminución de la tasa de fracasos. De acuerdo con los resultados, duplicar el crecimiento de las oportunidades de emprendimiento incrementa la tasa de emprendedores en un 40% y disminuir a la mitad la tasa de fracasos de los emprendimientos duplica la tasa de emprendedores, convirtiéndose este escenario en el que mayor impacto tiene sobre esta variable. Cuando la tasa de fracasos disminuye a la mitad, el porcentaje de oportunidades usadas se duplica, y el valor que los individuos perciben de las mismas alcanza hasta 3 veces su valor inicial; esto último se explica porque una disminución a la mitad de la tasa de fracasos significa una triplicación de la tasa de éxito con la que se valoran las oportunidades. De esta manera, reducir la tasa de fracasos tiene efecto, no solamente en la menor tasa de salida de los emprendedores en la economía, sino en la mejor valoración que realizan los individuos de las oportunidades.



Fuente: elaboración propia, a partir de resultados del modelo de simulación

Por su parte, cuando son las oportunidades las que se duplican, el uso de las oportunidades disminuye en un 18%; es decir, que habrá más oportunidades y con ello aumentará la tasa de emprendimiento en la medida en que con una mayor probabilidad los individuos se enterarán de ellas antes de insertarse en el mercado laboral, pero también habrá una mayor proporción de oportunidades sin explotar en la economía. Dicho de otra forma, no es una cuestión de generar más oportunidades de emprendimiento en la economía, sino de generar oportunidades de mayor valor para los individuos, o bien, de fortalecer las existentes mejorando las condiciones para garantizar una mayor tasa de éxito.

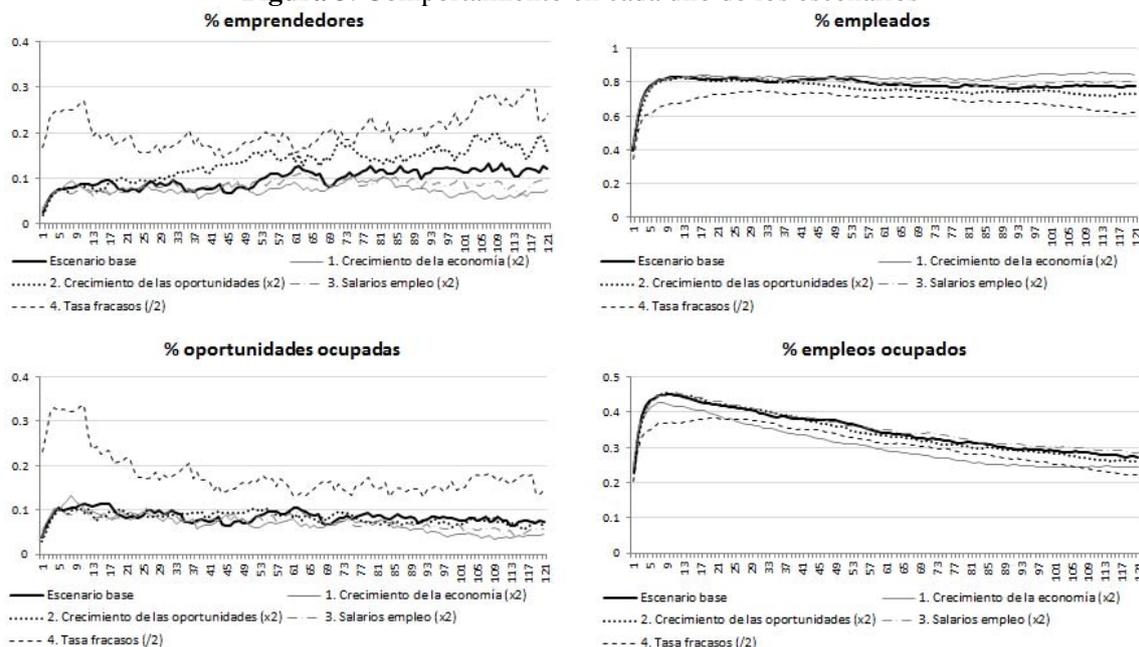
Duplicar el crecimiento de la economía y duplicar el nivel de salario en los empleos generan una disminución de la tasa de emprendimiento, en un 40% y un 18%, respectivamente, y aumentan la tasa de empleados en un 13% y 2.5%, respectivamente. Contrario al efecto amplificador evidenciado en el escenario de los emprendimientos, duplicar el nivel de salarios no triplica la valoración que los individuos realizan de las oportunidades laborales, sino que solamente lo incrementa en un 57%; esto se explica porque el salario es solamente uno de los factores considerados en la valoración de un empleo, mientras que la tasa de éxito es determinante en la valoración de una oportunidad.

Adicionalmente, la duplicación en el crecimiento de las oportunidades de emprendimiento no sólo tiene efecto en la reducción del porcentaje de oportunidades ocupadas, sino también una reducción cercana al 5% en el porcentaje de empleos ocupados, pues una mayor cantidad de personas encuentra ahora una oportunidad de emprendimiento antes de insertarse en el mercado laboral. Es decir, esta medida se convierte en un camino ineficiente para localizar los recursos, no sólo para los emprendimientos sino también para el mercado laboral.

La **Figura 3** presenta el comportamiento de las variables más relevantes en cada uno de los escenarios. Como anexo se presentan los estadísticos más importantes en los valores finales de las variables de interés en cada escenario.

El escenario en el cual se duplica el crecimiento de las oportunidades, la tasa de emprendimientos se incrementa con el tiempo a una velocidad mayor de lo que lo hace en el escenario base. Esto se explica porque cuanto mayor sea la cantidad de emprendimientos en la economía, mayor oportunidad tienen los individuos de encontrar una de ellas; de esta manera, individuos que en el escenario base terminaban insertos en el mercado laboral de manera prematura por falta de conocimiento de oportunidades de emprendimiento, ahora pueden optar por emprender.

Figura 3. Comportamiento en cada uno de los escenarios



Fuente: elaboración propia

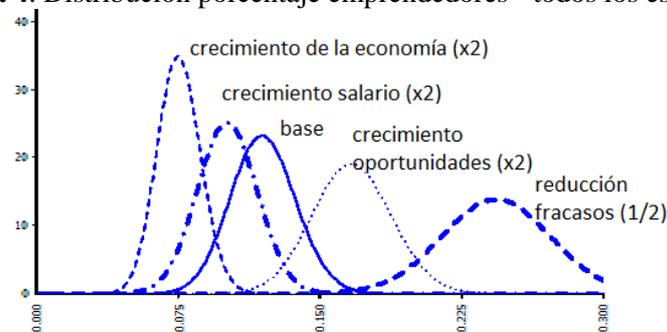
En el escenario en el cual la tasa de fracasos disminuye a la mitad de su valor en el escenario base, el comportamiento de la tasa de emprendedores en la sociedad presenta una forma de U. La recesión inicial de esta tasa se explica por la disminución temprana de las oportunidades disponibles como resultado de una menor tasa de fracasos, de manera que los individuos que están a la búsqueda deben optar por convertirse en empleados en una mayor medida de lo que optan en los demás escenarios; sin embargo, el crecimiento de las oportunidades a lo largo del

tiempo elevan nuevamente esta tasa, de la misma manera en que sucede con los demás escenarios aunque en una menor escala.

Los análisis de las demás variables se explican a partir de los dos anteriores, dado que son una consecuencia de ellos.

La **Figura 4** presenta la distribución en el valor final de la tasa de emprendimiento de la economía en cada uno de los escenarios. Se observa que en la medida en que la tasa de emprendedores aumenta, la dispersión en los resultados de cada escenario también aumenta; esto sucede como resultado de que las políticas modeladas estuvieron orientadas al aumento o disminución en el valor promedio de una variable, sin alterar la variabilidad de la misma, el cual es el caso más frecuente en el diseño de políticas. Otras políticas orientadas a disminuir la variabilidad de los elementos que intervienen en el sistema, por ejemplo, a través de la estandarización de los procesos de emprendimiento o de la naturaleza de las alternativas ofrecidas, tanto laborales como emprendedoras, podrían arrojar mediciones con una menor desviación estándar.

Figura 4. Distribución porcentaje emprendedores - todos los escenarios



Fuente: elaboración propia, haciendo uso del software @Risk© (2012)

7. Conclusiones y recomendaciones

Este artículo propuso una heurística para analizar el surgimiento del emprendimiento en una economía, la cual fue implementada en un modelo de simulación basado en agentes. La heurística consta de un módulo de búsqueda de información que refleja características de información perfecta, un módulo de evaluación de la información que refleja capacidades de cálculo limitadas, y un módulo de selección que hace uso del criterio de satisfacción y exhibe atributos de aprendizaje.

A nivel práctico, los resultados muestran que el crecimiento de la economía y el aumento en el nivel de salarios de los empleos contraen la actividad emprendedora, mientras que el aumento en la tasa de oportunidades y la disminución en la tasa de fracasos de los emprendimientos incrementan esta actividad. En este sentido, políticas encaminadas a la reducción de la tasa de fracasos aumentarán de manera proporcional la tasa de emprendedores en la sociedad, mientras que otras políticas que intenten aumentar la cantidad de oportunidades en la sociedad tendrán un impacto menor en la tasa de emprendimientos como resultado de la alta tasa de fracasos, constituyéndose como medidas menos eficientes.

A nivel metodológico, la investigación muestra las potencialidades del uso de modelos basados en agentes para evaluar los resultados de diferentes políticas que intentan promocionar el emprendimiento; asimismo, proporciona elementos que dan guía para el desarrollo de heurísticas que representen el comportamiento emprendedor de los individuos, e integren dentro de éste los atributos de otras decisiones asociadas con oportunidades laborales.

Si bien la heurística fue desarrollada en función de los lineamientos encontrados en la literatura, es conveniente adelantar investigaciones que validen y complementen la propuesta, pues la literatura pone en evidencia un desconocimiento generalizado al respecto de los factores que

intervienen en la decisión emprendedora de un individuo, de manera que estas limitaciones se reflejan en la heurística. De igual modo, el desarrollo de las heurísticas basadas en umbrales se encuentra sujeta a las mediciones de umbrales que se hagan sobre la población real, y este tipo de estudios aún es precario. Asimismo, la heurística desarrollada es susceptible de mejoras; por ejemplo, consideraciones hechas sobre la incidencia de los emprendimientos exitosos en el crecimiento de la economía, y sobre el impacto de un crecimiento poblacional superior al crecimiento de las oportunidades o los empleos, podrían incrementar el tipo de resultados a analizar.

Anexo. Estadísticos en cada escenario

Escenario	% emprendedores					% empleados					% buscadores				
	Min	Max	Prom	Desvest	Disp	Min	Max	Prom	Desvest	Disp	Min	Max	Prom	Desvest	Disp
Escenario base	7.1%	19.4%	12.1%	1.7%	14.2%	73.2%	85.1%	77.6%	1.2%	1.6%	6.8%	14.3%	10.4%	1.3%	12.8%
1. Crecimiento de la economía (x2)	4.3%	11.6%	7.5%	1.2%	15.7%	76.7%	86.7%	83.9%	1.0%	1.2%	6.0%	12.5%	8.6%	0.9%	10.5%
2. Crecimiento de las oportunidades (x2)	10.2%	22.9%	16.6%	2.2%	13.3%	69.3%	79.1%	74.2%	1.5%	2.1%	5.4%	16.0%	9.3%	1.7%	17.8%
3. Salarios empleo (x2)	5.8%	22.1%	10.1%	1.5%	15.4%	66.4%	82.7%	79.3%	1.3%	1.7%	7.8%	15.7%	10.7%	1.2%	11.0%
4. Tasa fracasos (f2)	16.2%	32.4%	24.4%	2.8%	11.7%	60.0%	72.8%	64.8%	1.5%	2.3%	5.2%	18.4%	10.8%	2.3%	21.3%
Escenario	Empleos usados					Oportunidades usadas									
	Min	Max	Prom	Desvest	Disp	Min	Max	Prom	Desvest	Disp					
Escenario base	24.4%	28.9%	27.4%	0.5%	1.7%	4.3%	11.9%	7.3%	1.0%	14.2%					
1. Crecimiento de la economía (x2)	23.2%	26.6%	24.1%	0.3%	1.2%	2.6%	6.9%	4.5%	0.7%	15.6%					
2. Crecimiento de las oportunidades (x2)	24.6%	28.1%	26.7%	0.6%	2.1%	3.9%	8.7%	6.3%	0.8%	13.2%					
3. Salarios empleo (x2)	23.6%	29.5%	28.0%	0.5%	1.8%	3.5%	13.2%	6.1%	0.9%	15.3%					
4. Tasa fracasos (f2)	21.1%	25.6%	22.9%	0.6%	2.4%	7.5%	19.2%	14.6%	1.7%	11.7%					
Escenario	Valor empleo					Valor oportunidad									
	Min	Max	Prom	Desvest	Disp	Min	Max	Prom	Desvest	Disp					
Escenario base	73.6%	76.8%	74.7%	0.4%	0.5%	38.2%	43.5%	40.7%	0.8%	2.1%					
1. Crecimiento de la economía (x2)	74.6%	116.9%	75.8%	1.3%	1.8%	37.4%	42.7%	40.3%	0.9%	2.2%					
2. Crecimiento de las oportunidades (x2)	73.0%	75.5%	74.2%	0.4%	0.5%	38.9%	43.8%	41.4%	0.8%	2.0%					
3. Salarios empleo (x2)	73.5%	118.1%	116.8%	1.4%	1.2%	37.9%	119.8%	40.7%	2.6%	6.5%					
4. Tasa fracasos (f2)	72.4%	74.5%	73.5%	0.3%	0.5%	118.2%	124.1%	121.1%	0.9%	0.7%					
Escenario	Umbral empleo					Umbral oportunidad									
	Min	Max	Prom	Desvest	Disp	Min	Max	Prom	Desvest	Disp					
Escenario base	74.7%	78.9%	76.6%	0.7%	0.9%	31.3%	45.9%	39.5%	2.4%	6.0%					
1. Crecimiento de la economía (x2)	74.7%	119.9%	77.1%	1.6%	2.0%	31.7%	46.8%	39.9%	2.5%	6.3%					
2. Crecimiento de las oportunidades (x2)	74.2%	79.1%	76.7%	0.7%	1.0%	29.5%	47.7%	39.2%	2.8%	7.2%					
3. Salarios empleo (x2)	73.8%	121.8%	118.5%	1.8%	1.5%	32.7%	115.7%	40.3%	3.2%	7.8%					
4. Tasa fracasos (f2)	72.8%	77.7%	75.1%	0.7%	1.0%	35.8%	124.1%	114.9%	4.2%	3.7%					

Fuente: elaboración propia

8. Bibliografía

- Banco Mundial.** (2010). Los Indicadores del desarrollo mundial (IDM). Recuperado abril 30, 2012, a partir de <http://datos.bancomundial.org/indicador>
- Barbosa, S. D., Gerhardt, M. W., & Kickul, J. R.** (2007). The role of cognitive style and risk preference on entrepreneurial self-efficacy and entrepreneurial intentions. *Journal of Leadership & Organizational Studies*, 13(4), 86–104.
- Binmore, K., Castelfranchi, C., Doran, J., & Wooldridge, M.** (1998). Rationality in multi-agent systems. *Knowledge Engineering Review*, 13(3), 309–314.
- Blank Babis, L.** (2002). *La administración de organizaciones: un enfoque estratégico*. Universidad del Valle (Cali, Colombia) Facultad de Ciencias de la Administración. Recuperado a partir de <http://www.lalibreriadela.com/a-p28459>
- Bosma, N., Wennekers, S., & Amorós, E.** (2011). *Global Entrepreneurship Monitor 2011 Extended Report: Entrepreneurs and Entrepreneurial Employees Across the Globe*. Recuperado a partir de <http://www.gemconsortium.org/docs/2200/gem-2011-global-report-extended>
- Bryant, P.** (2007). Self-regulation and decision heuristics in entrepreneurial opportunity evaluation and exploitation. *Management Decision*, 45(4), 732–748.
- Burmeister, K., & Schade, C.** (2007). Are entrepreneurs' decisions more biased? An experimental investigation of the susceptibility to status quo bias. *Journal of Business Venturing*, 22(3), 340–362.
- Busenitz, L. W., & Barney, J. B.** (1997). Differences between entrepreneurs and managers in

- large organizations: Biases and heuristics in strategic decision-making. *Journal of Business Venturing*, 12(1), 9–30.
- Conlisk, J.** (1996). Why bounded rationality? *Journal of economic literature*, 34(2), 669–700.
- Costa, H. A., & Pedersen, A. P.** (2011). Bounded Rationality: Models for Some Fast and Frugal Heuristics. *Games, Norms and Reasons*, 1–21.
- Dequech, D.** (2006). The new institutional economics and the theory of behaviour under uncertainty. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 59(1), 109–131.
- Dunham, L. C.** (2010). From rational to wise action: Recasting our theories of entrepreneurship. *Journal of business ethics*, 92(4), 513–530.
- Epstein, J. M.** (1999). Agent-based computational models and generative social science. *Generative Social Science: Studies in Agent-Based Computational Modeling*, 4–46.
- Gigerenzer, G.** (2001). The adaptive toolbox: Toward a Darwinian rationality. *Nebraska symposium on motivation* (Vol. 47, pp. 113–144).
- Gigerenzer, G., & Goldstein, D. G.** (1996). Reasoning the fast and frugal way: models of bounded rationality. *Psychological review*, 103(4), 650.
- Gigerenzer, G., & Todd, P. M.** (1999). *Fast and frugal heuristics: The adaptive toolbox. Simple heuristics that make us smart*. New York: Oxford University Press.
- Izquierdo, L., Galán Ordax, J. M., Santos, J. I., & Olmo Martínez, R.** (2008). Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas. *Empiria: Revista de metodología de ciencias sociales*, (16), 85–112.
- Kahneman, D.** (2003). Maps of bounded rationality: Psychology for behavioral economics. *The American economic review*, 93(5), 1449–1475.
- Keh, H. T., Foo, M. D., & Lim, B. C.** (2002). Opportunity evaluation under risky conditions: The cognitive processes of entrepreneurs. *Entrepreneurship theory and practice*, 27(2), 125–148.
- Leiser, D., & Azar, O. H.** (2008). Behavioral economics and decision making: Applying insights from psychology to understand how people make economic decisions. *Journal of Economic Psychology*, 29(5), 613–618.
- Mallard, G.** (2011). Modelling cognitively bounded rationality: an evaluative taxonomy. *Journal of Economic Surveys*. doi:10.1111/j.1467-6419.2010.00673.x
- Manson, S. M.** (2006). Bounded rationality in agent-based models: experiments with evolutionary programs. *International Journal of Geographical Information Science*, 20(9), 991–1012.
- Mitchell, R. K., Busenitz, L. W., Bird, B., Marie Gaglio, C., McMullen, J. S., Morse, E. A., & Smith, J. B.** (2007). The central question in entrepreneurial cognition research 2007. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 31(1), 1–27.
- Orozco, A.** (2011). Elección racional y adaptación: claves para una comprensión pragmatista de la acción (Vol. 2). Presentado en II Coloquio Internacional Pragmatista: Filosofía, Psicología, Política, Córdoba, Argentina.
- Palisade.** (2012). @RISK: Risk Analysis Software using Monte Carlo Simulation. Recuperado mayo 12, 2012, a partir de <http://www.palisade.com/risk/>
- Secchi, D.** (2011). *Extendable Rationality* (Springer Science+Business Media.). Estados Unidos.
- Simon, H. A.** (1955). A behavioral model of rational choice. *The quarterly journal of economics*, 69(1), 99–118.
- Thomas, K. J. D., & Wickramasinghe, D.** (2008). Bounded emotionality in entrepreneurship: an alternative framework. *International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research*, 14(4), 242–258.
- Todd, P. M., & Gigerenzer, G.** (2003). Bounding rationality to the world. *Journal of Economic Psychology*, 24(2), 143–165.
- Willensky, U.** (2012). *NetLogo*. Northwestern University: The Center for Connected Learning (CCL) and Computer-Based Modeling. Recuperado a partir de <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/index.shtml>