

ABM y servicios financieros de los hogares. Una revisión de la literatura

(Recibido: mayo/011–aprobado: septiembre/011)

*Owen Eli Ceballos Mina**

*Gloria de la Luz Juárez***

*Josafath Ernesto Díaz González****

Resumen

Las microfinanzas son uno de los ámbitos más dinámicos en términos del uso de herramientas analíticas, aun cuando el empleo de los modelos basados en agentes (ABM, por sus siglas en inglés) ha proliferado poco en este campo. El estudio de los servicios financieros de los hogares posee especial relevancia ya sea desde la perspectiva de microfinanzas, de la economía del desarrollo o de la economía pública; sin embargo, los ABM no han sido explotados en el estudio de esta problemática. Este ensayo constituye una revisión de la literatura sobre los ABM, explora las ventajas de su uso y por qué es viable emplearlos al estudiar los servicios financieros de los hogares.

Palabras clave: hogares, servicios financieros, microfinanzas, CAS, ABM.

Clasificación JEL: B49, C63, G21.

* Doctorante en Economía por el COLMEX (oeceballos@colmex.mx).

** Profesora-Investigadora del Departamento de Economía de la UAM-Azcapotzalco (gloriadelaluzj@yahoo.com).

*** Egresado de la Licenciatura en Economía por la UAM-Azcapotzalco (josafath.diaz@gmail.com).

Introducción

La modelación basada en agentes surge como una importante herramienta analítica para el estudio de las problemáticas en las ciencias sociales desde la perspectiva de los sistemas adaptativos complejos (CAS, por sus siglas en inglés), este enfoque posee la ventaja de representar relaciones de interdependencia, heterogeneidad, jerarquías anidadas, entre otras características propias de los CAS y de la realidad económica —propiedades que no se identifican con el instrumental analítico de la teoría económica tradicional.¹ Es por ello que el empleo de ABM para estudiar temas tales como dinámica de mercados, competencia imperfecta, fluctuaciones macroeconómicas y ciclos de negocios, mercados financieros, economía regional, redes políticas e institucionales, modelos de elección popular, por mencionar algunos, ha tenido un acelerado crecimiento durante los últimos años.

En el caso particular de los mercados financieros, los ABM se han utilizado para la simulación de redes y competencia bancaria, demanda por liquidez, transmisión monetaria, fijación de tasas de interés, pero en menor medida se han preocupado por problemáticas como las microfinanzas y la relación entre entidades financieras y los hogares. Este ensayo hace una revisión de la literatura sobre ABM y servicios financieros de los hogares, con dicho fin se hace un planteamiento de la relevancia del problema y se identifica la forma cómo la economía tradicional ha enfrentado la problemática; posteriormente se hace una revisión de artículos representativos que han usado la modelación basada en agentes para abordar el tema y algunos de sus aspectos relacionados. Finalmente, se concluye sobre las ventajas del estudio de los servicios bancarios y de financiamiento de los hogares desde la perspectiva de los CAS usando como herramienta analítica los ABM.

1. Los servicios financieros y el enfoque tradicional para su estudio

A pesar del gran número de discusiones en la literatura acerca de la relación entre el desarrollo del sector financiero y el crecimiento económico, parece existir un relativo consenso sobre que un mayor desarrollo financiero contribuye a un mayor crecimiento y forma parte importante del proceso de desarrollo económico (Levine, 1997 y 2005; Caprio y Honohan, 2001). Mientras algunos trabajos de la economía tradicional a nivel macroeconómico intentan mostrar causalidad entre desarrollo

¹ Para una exposición más amplia véase Rojí (2005).

financiero y crecimiento, otros sugieren evidencia a nivel micro de que mejoras en el acceso y la profundización financiera tienen efectos positivos sobre la estabilización del consumo y sobre los niveles de riqueza de los hogares (Castellanos y Garrido, 2010).

La literatura económica ha incrementado el énfasis en el concepto de “acceso a servicios financieros” para describir la capacidad de una población para utilizar dichos servicios sin restricciones y ha hecho un esfuerzo por diferenciarlo de la noción de “profundización financiera”, el cual refiere las tradicionales razones crédito/PIB y depósitos/PIB. Esta literatura sugiere que una mayor profundización financiera está positivamente relacionada con un mayor crecimiento económico, y que un mayor acceso de los grupos de menor ingreso a los servicios financieros puede contribuir a la disminución de la pobreza y a una mejora en la distribución del ingreso (Morfin, 2009; Claessens, 2005; Burgess y Pande, 2005; Department for International Development, 2004); estas relaciones se fundamentan en que la utilización amplia y profunda de servicios financieros conduce a una adecuada canalización de recursos de ahorro y crédito hacia actividades productivas (Debraj, 2002).

Deaton (1990)—haciendo referencia al ahorro— plantea que algunas de las razones por las cuales es importante el estudio de los servicios bancarios y de financiamiento en países en desarrollo, es porque los hogares tienden a ser más grandes y pobres generando mayor incertidumbre sobre los flujos de ingreso futuros. La hipótesis es que los servicios bancarios y financieros relacionados con el ahorro y el crédito tienden a reducir la incertidumbre de los hogares y estabilizar o suavizar el consumo como proponen Vonderlack y Schreiner (2001) y Castellanos y Garrido (2010); estos autores parten de la hipótesis del ingreso permanente de Friedman (1957) la cual establece en su modelo que el consumo corriente es proporcional al ingreso permanente y que ante cambios no anticipados del ingreso corriente, la tenencia de ahorro o crédito permitirá hacer frente a dichos eventos y mantener el nivel de consumo de los hogares.

El Banco Mundial (2008) plantea que la penetración y el acceso a servicios financieros en México son relativamente bajos frente a países desarrollados como EUA y la mayoría de países europeos; sin embargo, aclara que el desarrollo mexicano en dicho sector es importante en comparación con el resto de América Latina y el Caribe. Algunos estudios también han evidenciado que las clases mexicanas más necesitadas son las de menor acceso a los servicios bancarios y financieros (CGAP y McKinsey, 2011) y que como respuesta a dicha problemática empiezan a aparecer instituciones dedicadas a brindar servicios de microfinanzas para los hogares (Cotler y Rodríguez-Oreggia 2010).

El acuerdo de la literatura económica sobre los beneficios de los servicios bancarios y financieros ha conducido el esfuerzo de algunos autores por identificar los determinantes de los servicios financieros en los hogares alrededor de dos líneas principales. Una primera vertiente de estudios, a pesar de que un hogar como agente económico nos refiere al consumo y por tanto a la demanda, lo hace desde la perspectiva de la oferta de servicios y de la competencia entre entidades bancarias; desde esta óptica la problemática es abordada bajo el instrumental de análisis de la organización industrial, se estudian el grado de concentración y los determinantes de la localización de la industria bancaria usando como herramienta analítica la modelación econométrica. Esta línea se ha preocupado más por el análisis de la empresa y menos de la relación de los bancos con los hogares —el objetivo principal de la mayoría de los intermediarios financieros son las empresas ya que obtienen mayores rendimientos de dicha actividad—, por lo que en términos de los servicios relacionados con los hogares la otra vertiente de estudios resulta más apropiada desde la perspectiva de los hogares.

Pese la previa aclaración, algunos autores han pretendido acercarse a la problemática desde el estudio de la instituciones de microfinanzas y plantean que “(...) ante la necesidad de obtener una rentabilidad, dichas entidades tienden a elevar el valor del préstamo promedio (monto mínimo y tasa de interés). Ante ello orientan sus servicios a segmentos de la población con mayores ingresos (...)” (Cotler y Rodríguez-Oreggia, 2008: 150). Bajo el marco tradicional, este comportamiento se explica por la racionalidad de los agentes, en este caso los bancos basan sus decisiones en la maximización de beneficios.

La segunda línea de estudio de determinantes se enfoca del lado de la demanda, esta vertiente también apoyada en el análisis econométrico, identifica las relaciones de los servicios financieros con variables de las condiciones demográficas y la riqueza de los hogares, la edad, el nivel de educación, la escolaridad, el nivel de ingresos, la tenencia de vehículos, el estado civil, entre otras; son identificadas como aspectos relevantes en la tenencia y uso de tarjetas de crédito, en el ahorro voluntario de los hogares o la tenencia y uso de servicios financieros en general.

Butelmann & Gallego (2001) por ejemplo, realizaron un estudio sobre los determinantes del ahorro voluntario de los hogares en Chile mediante dos cortes transversales para el periodo 1988-1997, e identifican empíricamente una relación positiva entre las tasas de ahorro de los hogares y el nivel de ingreso corriente. Los autores también encuentran evidencia en favor de la literatura que propone una relación positiva entre ahorro y niveles de educación tal y como lo hicieron Brow-

ning y Lusardi (1996) y Attanasio y Székely (1998); pero su primera conclusión se relaciona con el hecho de que las variaciones más importantes en los niveles de ahorro se deben a la influencia de la edad y el ciclo de vida.

En México, trabajos específicos sobre la tenencia de servicios bancarios y financieros conducen al trabajo de Woodruff y Martínez (2009) sobre la evolución y cambios en el acceso a servicios financieros de los hogares. El estudio pretende determinar el impacto del Programa de Fortalecimiento del Sector de Ahorro y Crédito Popular en los hogares y se basa en una encuesta de panel a 5,768 hogares mexicanos entre 2004 y 2007. Los autores determinan las características de los hogares que acceden a los servicios financieros mediante un modelo *probit*, y usan variables como escolaridad, edad del jefe del hogar, género, recibir transferencias o remesas, tenencia de negocio y tenencia de activos. Encuentran relaciones significativas entre las variables; sin embargo, plantean la problemática que implica en términos causales la interpretación de sus resultados: ¿la riqueza incrementa la tenencia de servicios financieros? o ¿la tenencia de dichos servicios incrementa la riqueza?

Castellanos y Garrido (2010) elaboraron un estudio sobre la tenencia y usos de tarjetas de crédito en México a partir de un módulo especializado en la *Encuesta de Ingresos y Gastos de los Hogares* (ENIGH) en su edición 2006 publicada por el INEGI. Mediante el uso del modelo de selección de Heckman en dos etapas, los autores intentan relacionar la tenencia de tarjetas de crédito con variables como ingreso de los hogares, localización geográfica, propiedad de automóvil y de vivienda, edad y, de manera muy importante, escolaridad. La selección de las variables para la primera etapa de su estudio se basa en que De la Cerda y Negrín (2002) sugieren para México estas variables como los principales determinantes de la tenencia de tarjetas de crédito, encuentran que el género y las variables relacionadas con el trabajo no resultan relevantes en el análisis.

El instrumento analítico aplicado a la primera etapa de Castellanos y Garrido (2010) es un modelo *tobit* para argumentar que existe un proceso de autoselección de los individuos en el uso de las tarjetas de crédito; esto permite identificar la relevancia de las variables mas no sus efectos causales sobre la tenencia de tarjetas de crédito, ya que enfrenta la misma problemática de endogeneidad planteada por Woodruff y Martínez (2009). El planteamiento de Castellanos y Garrido (2010) lleva a circunscribir la tenencia del servicio en un estado de la naturaleza influido por esas variables (el estado de la naturaleza refiere a la tenencia o no de una tarjeta de crédito sin importar cuáles son las restricciones de acceso), aunque en apartados del artículo se refieren a las variables como los determinantes de la tenencia.

En términos generales, la literatura tradicional, sin importar si el enfoque es de oferta o de demanda, se vale del instrumental econométrico como herramienta analítica y asienta sus bases en los principios teóricos establecidos por la economía neoclásica de la siguiente manera:

- a) Equilibrio: oferta y demanda de servicios financieros de los hogares son elementos de un mercado en equilibrio o que se encuentra en un proceso de ajuste hacia el equilibrio, razón por la cual una revisión desde la perspectiva de la oferta –estudio de optimización de la industria bancaria y servicios de intermediación– o desde la demanda –estudio de los determinantes de los hogares como tomadores de decisiones óptimas en la maximización de la utilidad de demandar servicios financieros– son dos caminos que conducen al mismo resultado.
- b) Agentes representativos: por el lado de la oferta, todas las instituciones de intermediación financiera parten del mismo comportamiento optimizador de sus rendimientos y de su localización en el espacio, estas entidades compiten por los hogares demandantes de servicios financieros; sin embargo, dadas las condiciones previas bajo esta óptica, el estudio de una sola empresa representativa es suficiente para entender el conjunto. Algo similar ocurre desde la óptica de la demanda, donde se modela un solo hogar el cual con base en sus características toma su decisión de demanda o no de servicios financieros, y con modelar un único agente también se alcanza el comportamiento del conjunto vía una sencilla agregación.
- c) Racionalidad extrema, perfecta o ilimitada y preferencias exógenas: los hogares y los bancos o instituciones financieras conocen toda la información disponible del mercado y la usan en la toma de sus decisiones óptimas. Todos los agentes intervienen en el mercado bajo su lógica de optimización –es como si cada agente conociera su ecuación–, mas sus preferencias se han formado de manera exógena y cumplen con axiomas como completitud y transitividad.
- d) Egoísmo: los individuos no se preocupan unos por otros, se preocupan por ellos mismos y sólo compiten como resultado de sus procesos optimizadores y de su racionalidad extrema.

2. Sobre los ABM

En este apartado se ofrece un panorama sobre los ABM y luego se realiza un recuento de sus aplicaciones en la economía. De acuerdo con Cardoso, Bert y Podestá (s.f.) los ABM se fundamentan en una colección de entidades autónomas de toma de decisiones llamadas agentes, los cuales evalúan su situación y toman decisiones a partir de un conjunto de reglas; la interacción de los agentes genera un patrón de comportamiento a nivel de sistema conocido como fenómeno de emergencia. Ello implica que los ABM tienen un enfoque *bottom up* en tanto el equilibrio se genera a partir de los agentes; en contraste, los métodos analíticos “tradicionales” con un enfoque *top down* tienen por objetivo modelar y caracterizar el equilibrio de un sistema. Ahora bien, la emergencia se refiere a que:

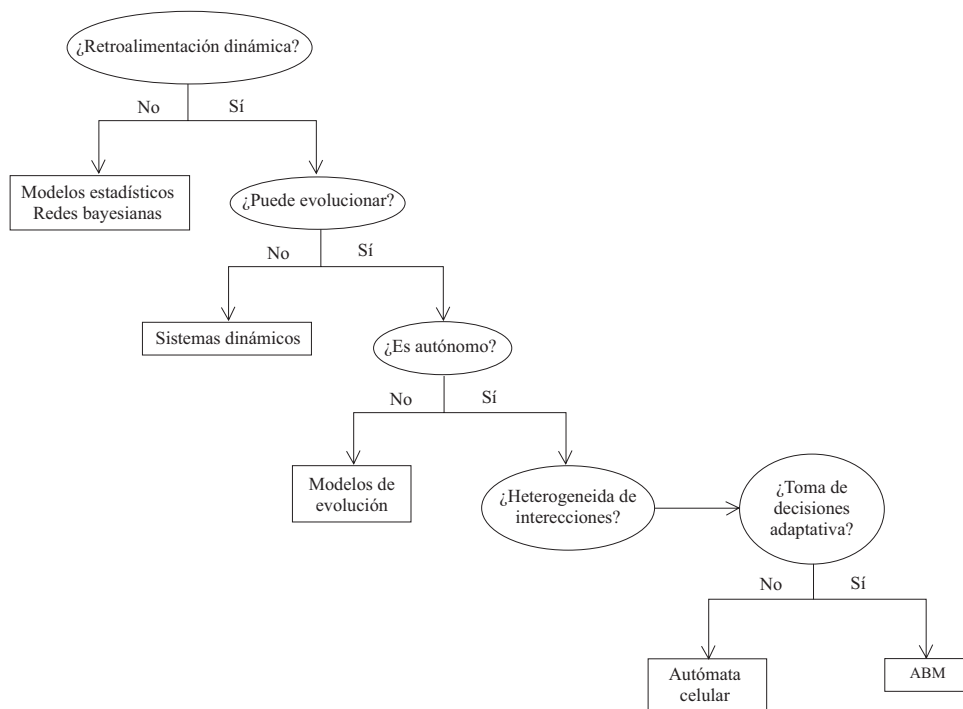
Dadas las interdependencias, heterogeneidades y jerarquías de un sistema complejo, el comportamiento global del mismo no puede explicarse a través de la extrapolación del comportamiento de sus componentes individuales. Es decir, las propiedades y dinámica a escala global de un sistema complejo son diferentes de las de la escala local e impredecibles en base al análisis de esas propiedades locales [...] (Cardoso, Bert y Podestá, s.f.: 3).

De esta manera, los ABM incorporan la premisa de que el todo es más que la suma de sus partes, el comportamiento global emerge de las interdependencias, heterogeneidades y jerarquías de los componentes de un sistema complejo; esta es la característica más relevante de los ABM como herramienta analítica.

Todo proceso de modelación se basa en la caracterización del sistema que se desea evaluar, la elección del tipo de modelo debe ser congruente con las propiedades del sistema, no obstante la elección de la herramienta analítica apropiada para el estudio del sistema muchas veces puede ser confusa. Desde luego, los ABM son sólo una opción del amplio instrumental que hoy día existe en la economía y en las ciencias sociales, su uso es pertinente cuando el objeto de estudio contiene: interacciones complejas, poblaciones heterogéneas, complejidad topológica, comportamientos complejos, componentes espaciales o una combinación de estas características (Cardoso, Bert y Podestá, s.f.: 6); y como sucede con cualquier tipo de modelo, recae en el modelador el hacer abstracción de las variables, relaciones y características sustantivas del objeto de estudio. Heckbert, Baynes y Reeson (2010) construyeron el siguiente diagrama como guía para elegir el tipo de modelo más apropiado para el estudio de un sistema con base en sus propiedades o características:

Diagrama 1

Elección entre modelos según las características del sistema: modelos estadísticos, redes bayesianas, modelos de evolución, autómatas celulares y ABM



Fuente: Adaptado de Heckbert, Baynes y Reeson (2010: 42).

Como sucede con cualquier herramienta analítica, los ABM han sido utilizados en varias áreas de la ciencia económica: macroeconomía, economía financiera, economía ambiental, economía regional, evaluación de políticas, microeconomía, entre otros; ello al margen del debate teórico sobre la validez de las proposiciones entre las diferentes líneas de pensamiento —p. e., entre *mainstream* y heterodoxos—. Entre los trabajos revisados para este ensayo, destacan dos por sus implicaciones en términos del uso de ABM en el estudio de los fenómenos económicos. El primero corresponde a Salzano (2005) quien realizó una simulación de una economía con agentes heterogéneos que interactúan entre sí y lo comparó con un modelo keynesiano tradicional con un agente representativo. La simulación es consistente con el enfoque nekeynesiano basado en la heterogeneidad de los agentes, además el com-

portamiento microeconómico determina al macroeconómico, en otras palabras, el desempeño macroeconómico emerge de la interacción a nivel microeconómico.

El segundo es de Oeffner (2009), autor que planteó un modelo macro monetario en un ambiente basado en agentes con el objetivo de plantear un primer enfoque de simulación basada en agentes para la macroeconomía monetaria, donde el banco central fija las tasas de interés nominal para influir sobre los niveles de producción e inflación. En sus conclusiones expone que su modelo es congruente con varios fenómenos macro relacionados con la política y teoría monetarias:

1) *Hechos estilizados del ciclo de negocios*: el modelo se ajusta con respecto a las series de tiempo de la inflación y brecha del producto. Aquí, se emplearon el primero y segundo momentos de ambas series como valores de referencia. El valor esperado y la desviación estándar de ambas series, encontradas vía corridas de simulación, se aproximan a los datos del mundo real.

2) *Relación de la curva de Phillips*: adicionalmente, ambas series de tiempo tienen una correlación positiva significativa. Por tanto, se puede esperar que si el banco central [...] puede controlar la brecha de producción, la inflación será controlada indirectamente.

3) *Curso regular del ciclo de negocios*: el procedimiento de calibración garantiza que dentro de una corrida de simulación se generarán varias alzas y bajas de la actividad económica. De acuerdo con esto, un logro del proceso de “validación” es que fue posible superar problemas de abrumadoras inflaciones o deflaciones.

4) *Equilibrio keynesiano del ciclo de negocios*: el concepto de equilibrio “keynesiano” funciona en la simulación. Hasta ahora fue posible calibrar el modelo con respecto a este concepto de equilibrio. Ello garantiza el curso regular del ciclo de negocios [...]. Llama la atención que el concepto de equilibrio emerge *bottom-up*, a partir de los comportamientos individuales en vez de ser impuesto exógenamente a nivel agregado. De cualquier manera, estamos convencidos que el modelo se comporta de manera “keynesiana”.

5) *Transmisión monetaria*: se investigó y verificó que el banco central en el modelo tiene la capacidad de afectar el nivel agregado de actividad económica vía el “canal de inversión wickesliano”. En la “validación” estadística y las “revisiones de posibilidad” finales se comprobó que este canal es efectivo. No obstante, las interrelaciones son complejas y las condiciones para los inversores netos son diversas, de tal suerte que es claro que la transmisión monetaria no trabaja mecánicamente, si el banco central reduce la tasa de interés crediticia. Sin embargo, es efectiva bajo varias circunstancias. Más aún, se identificó que la restricción de cota inferior cero influencia significativamente a la política monetaria en el caso de una deflación prolongada, lo cual implica una “política monetaria impotente” en caso de deflación.

6) *Revisión de posibilidad*: finalmente, se investigaron varias corridas de “validación frontal” con respecto a la “posibilidad” de los aspectos previos. Aunado a ello, se revisó y verificó el rol de las ganancias agregadas de negocio. Por último pero no menos importante, se encontró que la “paradoja keynesiana de la frugalidad” es un fenómeno importante en el ciclo de negocio del modelo (traducción propia) (Oeffner: 2009: 272-273).

3. Los ABM y servicios financieros de los hogares

A diferencia de otros temas relacionados con los mercados financieros, los servicios financieros de los hogares y las microfinanzas son una problemática poco abordada desde la modelación basada en agentes; sin embargo, hay importantes trabajos desde la perspectiva de los CASy los ABM que han abordado temas relacionados. Específicamente existen publicaciones que exploran mediante la modelación basada en agentes la función de la banca como intermediaria financiera en la economía, la forma cómo la banca se expande –formación de bancos– y se localiza, ABM relacionados con las instituciones que ofrecen microcréditos a los hogares, e incluso un modelo relacionado con la asignación de crédito rural en comunidades agrícolas. Asimismo, se identificó un grupo de trabajos menos relacionados con el tema pero que de alguna manera tienen aspectos importantes que pueden ser extrapolados al análisis de la problemática. El Cuadro 1 presenta una descripción de los documentos más relevantes considerados en esta revisión, así como algunos textos que tienen un papel auxiliar.

Cuadro 1
Artículos sobre ABM y servicios financieros de los hogares

<i>Nombre del artículo</i>	<i>Descripción</i>	<i>Autores</i>
<i>Publicaciones principales</i>		
Banks, market organization, and macroeconomic: An agent-based computational analysis	Modela bancos como intermediarios financieros y su rol como aceleradores macro y estabilizadores micro.	Ashraf, Gershman y Howitt (2011)
Agent-based model of a banking network as example of a turbulent environment	Modela una red de bancos y consumidores para el estudio de las estrategias bancarias bajo un ambiente de complejidad.	Robertson (2003)
Modern microfinance: cross sector partnerships with motivated agents	Modelo basado en agentes de la oferta de microcréditos en países industrializados con importante intervención gubernamental.	Villa y Yusupov (2010)
An agent-based model of a minimal economy	Modela hogares, bancos y productores de bienes de consumo para ver como los bancos facilitan los flujos de efectivo entre productores y hogares.	Chan (2008)
Multi-agent simulations to explore rules for rural credit in a highland farming community of Northern Thailand	Se modelan granjeros e instituciones informales de crédito para ver como dichas instituciones toman las decisiones de a quién prestar.	Barnaud, Bousquet y Trébuil (2008)
An agent-based model for bank formation, runs and interbank networks	Modela un sistema financiero en que los bancos nacen y se asocian con otros formando redes.	Grasselli (2011)
<i>Publicaciones auxiliares</i>		
La complejidad: un nuevo enfoque de la economía financiera	Se aborda el por qué modelar la economía financiera desde los CAS.	Rojí (2005)
Multi-agentbased simulation of consumer behaviour: Towards a new marketing approach	Los autores modelan el comportamiento de los agentes consumidores, incluyendo el consumo de servicios financieros.	Ben, Drogoul y Bouron (2001)

Fuente: Elaboración propia.

La elección de un ABM como herramienta analítica para estudiar la problemática sobre los servicios bancarios y el financiamiento de los hogares tiene su justificación en el hecho de que el enfoque tradicional parte de supuestos los cuales disminuyen la denominada realidad científica, en consecuencia, los supuestos enunciados en la sección anterior se sustituyen por lo que podrían considerarse ventajas del uso de la modelación basada en agentes de la siguiente manera:

- a) Se prescinde del supuesto de la existencia de un equilibrio *ex ante*, vale decir vaciamiento de mercados: ello permite estudiar la transición de una situación inicial arbitraria hacia un equilibrio en caso de que exista; alternatively, es

posible observar bajo cuáles alteraciones en las variables del sistema es posible transitar de un equilibrio a otro.

- b) Se modelan agentes heterogéneos: esta es una de las cualidades más importantes de los ABM y permite brindar realismo a la problemática en estudio. No todos los hogares toman de igual forma sus decisiones para acceder a servicios bancarios y al financiamiento: algunos heredan la cultura de sus padres o se ven influenciados por redes culturales, otros son motivados por la cercanía de las instituciones que brindan dichos servicios.
- c) Los agentes pueden modelarse con racionalidad acotada y pueden interactuar con la estructura, la dimensión espacial o ambas. La localización de las instituciones de intermediación financiera también es una variable determinante de la relación entre instituciones y hogares. Las decisiones de los hogares y los bancos no siempre corresponde a procesos de optimización.

En principio vale la pena mencionar que todos los artículos revisados en este apartado comparten algunos aspectos generales en términos de cómo abordan a los mercados financieros desde una perspectiva de los CAS, donde la conducta de los agentes es resultado de un conjunto de hipótesis representadas en reglas sencillas que rigen el comportamiento. Es de la interacción entre estos agentes independientes –hogares y entidades financieras en nuestro caso– y de los agentes con el espacio que resulta un patrón emergente el cual posee ciertas regularidades estadísticas provenientes de relaciones no lineales en un mercado descentralizado. A continuación se hace una breve descripción de los elementos que constituyen algunos de los modelos, o del modelo en términos generales.

Villa y Yusupov (2010) decidieron construir de un ABM para modelar la oferta de microcréditos planteandola existencia de multiplicidad de agentes cuya interacción arroja como resultado que no es una sola entidad la responsable del microfinanciamiento; este resultado va en contra de lo que plantean los modelos teóricos tradicionales y la relación con el concepto de eficiencia y optimización de las entidades que ofrecen este tipo de servicios. Los autores describen tres tipos de participantes en la oferta moderna de microcréditos y que son incorporados en el modelo: 1) grandes instituciones con orientación social como agencias públicas, organizaciones internacionales, etc.; 2) instituciones especializadas con información superior acerca del objetivo de la comunidad, por ejemplo los bancos tradicionales; y concluye sobre la coordinación de esfuerzos de esos dos tipos de agentes que resulta en la oferta de microcréditos.

Por otro lado, Robertson (2003) plantea un modelo de ambiente turbulento para una red bancaria con las siguientes características:

- 1) Dos tipos de agentes: bancos y clientes; para cada tipo de agente se definen reglas de comportamientos.
- 2) El ambiente contiene fuentes de ventaja competitiva insertadas en la topología (aunque el autor las restringe a la localización de los clientes, puede haber otras fuentes); las ventajas permiten los vínculos entre los agentes (bancos) y el ambiente definido en términos de clientes.
- 3) Los cambios en el ambiente (desde la perspectiva de los bancos) pueden ser vistos como cambios en los vínculos ambiente-agentes generadores de valor (clientes, por simplicidad del modelo).
- 4) Las estrategias se representan en un “hipercubo estratégico” n -dimensional, cada empresa tiene un conjunto de coordenadas que describen su estrategia.
- 5) En el espacio de estrategias se distribuyen empresas y clientes (al igual que los agentes generadores de valor quienes por simplicidad son los clientes). Inicialmente la posición de los clientes está determinada por un conjunto de requerimientos; de manera similar la posición de los bancos está en función de las estrategias que adoptan (es importante tener presente que la estrategia de un banco es más que su posición estática, también comprende el movimiento dentro del espacio de estrategias).
- 6) Los clientes establecen relaciones con los bancos en función de la proximidad del posicionamiento estratégico de los bancos con respecto a los requerimientos estratégicos de los clientes, en otras palabras, los clientes eligen a los bancos más cercanos en el espacio de estrategias.
- 7) Los clientes no son perfectamente racionales, pueden elegir un banco que no sea el más cercano en tanto cubra un nivel de satisfacción mínimo (racionalidad acotada de los clientes).

El modelo contempla los siguientes aspectos para su parametrización:

Clientes: tienen un nivel de satisfacción asociado proporcionalmente con la distancia entre el cliente y el banco con el cual tiene relaciones, ésta es calculada mediante geometría euclidiana, lo que permite extender el cálculo a n dimensiones. Los niveles de satisfacción son comparados en intervalos discretos de tiempo con el mínimo nivel de satisfacción tolerado. Si la distancia es menor al mínimo no cambian banco; en caso contrario se busca otro banco que cumpla mejor sus necesidades; se asume que cuando un cliente se encuentra insatisfecho buscará vincularse con el siguiente banco más cercano.

Bancos: ocupan un lugar en el espacio de estrategias, de su localización se deriva la competitividad; luego el nivel de competitividad es influenciado por

la posición de sus competidores. La única fuente de ventaja competitiva (por simplicidad) se deriva por las relaciones que se tienen y se mantienen con los agentes generadores de valor (clientes generadores de ganancias para los bancos). Bajo el supuesto de que otros bancos son estacionarios, un banco tiene tres estrategias posibles: no cambiar, seguir al banco líder o moverse al centro de la masa de clientes.

Turbulencia: la existencia de un ambiente turbulento se representa mediante una caminata aleatoria en el espacio por parte de los clientes, si se mantuvieran estáticos no habría turbulencia en el ambiente.

Emergencia: se da cuando los bancos deciden cambiar su posición (estrategias de seguir al líder o moverse al centro de la masa de clientes), más aún, su estrategia es resultado del aprendizaje sobre su ambiente. En cuanto a los resultados del modelo con respecto a las estrategias, no cambiar en un ambiente turbulento representa muy pocos beneficios en tanto los bancos tienden a distribuirse uniformemente. Elegir seguir al líder depende del nivel mínimo de satisfacción de los clientes: si es cero esta estrategia es preferible a no cambiar; si es moderado se prefiere no cambiar; y si es alto los clientes no tienden a modificar su posición por lo que se alcanzan los beneficios de no cambiar. Por último, la estrategia de centro de masa de clientes representa beneficios cuando el ambiente es turbulento, hay mayor probabilidad de rentabilidad que un ambiente no turbulento bajo esta estrategia.

Un tercer trabajo al cual nos gustaría hacer referencia es el de Chan (2008) quien plantea un modelo de una economía mínima cuyos principales componentes son hogares, empresas, intermediarios financieros que facilitan los flujos de dinero entre un grupo y otro; los agentes y supuestos del modelo se pueden resumir de la siguiente manera.

Los “hogares” son en su mayoría trabajadores y perciben salarios al emplearse con las empresas; el resto son dueños de las empresas y su ingreso deviene de las ganancias de la única empresa que poseen (los hogares sólo pueden poseer una empresa a la vez pero una empresa puede tener varios dueños). Las “empresas” son granjas, bancos comerciales o fábricas de tractores que contratan trabajadores para la producción de bienes y servicios los cuales son vendidos a otras empresas o trabajadores; todas determinan la producción para cada periodo y fijan precios que maximizan sus beneficios.

Hogares y empresas son agentes independientes (se usan funciones de maximización de consumo o beneficio respectivamente) que conjuntamente participan en el ciclo de producción y consumo de la economía. Se asume como principal bien la comida la cual es representativa para todos los bienes de consumo.

En cada periodo las granjas determinan el volumen de producción de comida y fijan su precio atendiendo a sus situaciones particulares y la demanda del mercado de comida del periodo anterior, y venden la comida a los trabajadores. Adicionalmente, la comida es perecedera en tanto sólo dura un periodo, ello asegura que no exista acumulación de inventarios.

Existe un “sector bancario”, esencial para canalizar el flujo de dinero entre hogares y empresas, con un sistema de reserva fraccionario y varios instrumentos de deuda, los cuales son manejados exclusivamente por los bancos comerciales. Cada hogar, granja y fábrica de tractores mantiene una cuenta de cheques de cero interés (no obtienen intereses por sus depósitos) con un único banco, los agentes pueden realizar depósitos o retiros en cualquier momento. Los hogares pueden invertir en depósitos de ahorro ofrecidos por los bancos, pero canjeables sólo al final de la duración del depósito.

Los bancos ofrecen préstamos a tasa fija para obtener ganancias de sus operaciones, con todos los intereses pagados al vencimiento, mediante estos préstamos las granjas y fábricas de tractores deben financiar sus costos de producción. Los bancos también incurren en costos por préstamos proporcionales al interés que deben por depósitos de ahorro y el trabajo requerido por la prestación de sus préstamos. Los bancos fijan tasas de interés (precios) y sólo ofrecen depósitos de ahorro (instrumento) y préstamos para maximizar sus beneficios.

En términos de la economía cerrada monetaria, inicialmente se distribuye un nivel de oferta monetaria y después sólo puede haber inyecciones exógenas por parte de un único banco central vía préstamos temporales. Ello no se opone la expansión endógena de la oferta monetaria mediante el sistema de reserva fraccionario.

Los “mercados” sirven como mecanismos de vaciamiento entre demanda y oferta; un mecanismo de subasta discriminador de precios donde primero se sitúa una oferta (fijando precio y cantidad) y luego tiene lugar una puja (demanda); proveen información a los agentes que participan en ellos. Existen cinco mercados: comida, tractores, trabajo, préstamos y depósitos de ahorro.

La distribución del ingreso se basa en el modelo *buffer-stock savings* desarrollado por Deaton (1961) y Carroll (1992), en el cual los ahorros actúan como un impulso que suaviza el consumo de los hogares en el tiempo; más que maximizar el consumo en cada periodo, se ahorra una fracción del ingreso excedente para periodos de desempleo o de ingresos escasos.

La propiedad de las empresas es de responsabilidad limitada vía acciones, sólo se permite la posesión de acciones de una empresa a la vez adquiridas mediante su pago a precios fijos (no existe mercado accionario). Aunque sus activos netos

son similares a los de los trabajadores, su ingreso sólo proviene de los dividendos pagados por las acciones y los intereses pagados por los depósitos de ahorro.

De esta manera las empresas son compañías privadas de capital variado (distintos accionistas) cuyo objetivo es maximizar ganancias para sus accionistas, mantienen una base de reserva como colateral paracumplir con obligaciones de deuda que no pueden ser cubiertas vía ganancias. Cuando la base de reserva es cero se declara insolvente. Adicionalmente, existe aprendizaje reforzado en la toma de decisiones: empresas con racionalidad acotada.

En cuanto a la “producción”, el sector productivo crea comida (perecedera, para un solo periodo) y tractores (bienes de capital que pueden sustituir al trabajo). Las empresas determinan su nivel de producción, por ende el financiamiento necesario para adquirir los factores productivos. En virtud de que los mercados son mecanismos de subasta, se incorpora un marco que vuelve aleatorio el orden en que las empresas producen.

Las granjas tienen una función lineal de producción con trabajo y tractores como insumos, la decisión entre comprar tractores y contratar trabajadores se basa en la comparación de los valores netos de los insumos, en primera instancia se opta por el que tenga mayor valor neto. Por su parte, las fábricas de tractores actúan de manera similar a las granjas, su función de producción es lineal y depende del número de trabajadores contratados y su productividad, mientras que su función de costos atiende al costo financiero de la masa salarial

El sector bancario tiene a los bancos comerciales tienen como fuente principal para préstamos los depósitos, el banco central fija una tasa de reserva. Adicionalmente, existe un mercado de tasa de descuento a tasa fija (préstamos para bancos que no pueden cubrir sus requerimientos de retiros) para proveer de estabilidad adicional a la economía. El costo de las actividades bancarias es lineal, se representa como la suma que tiene que pagar por la masa salarial, todos los depósitos recibidos y los préstamos contratados en el mercado de tasa de descuento. La estrategia de préstamos y depósitos arroja un monto de préstamos objetivo, una tasa de depósito y un margen de ganancia. El banco central actúa como prestamista de última instancia ofreciendo préstamos de tasa fija en el mercado de tasa de descuento, en esencia es un agente pasivo.

En algunas simulaciones se observa:

- a) La mayor parte de la riqueza pertenece a los trabajadores, aunque parece que periódicamente los dueños de empresas se adueñan de alguna de esta riqueza de los trabajadores.
- b) Ocurre la producción de largo plazo de comida y tractores.

- c) Los precios de la comida y el trabajo (salario) son relativamente estables mientras que el de los tractores es volátil en cierta medida.
- d) No se registraron más de tres (de un total de 20) empresas en bancarota al mismo tiempo, lo cual muestra que las estrategias de autoaprendizaje reforzado de las empresas fueron capaces de ajustar efectivamente niveles de producción y precios.
- e) Las tasas de depósito fueron esencialmente cero, ello implica que los bancos comerciales rara vez ofrecieron depósitos de ahorro (instrumentos). Los autores plantean que esta situación obedece a una demanda de préstamos inadecuada, se requiere de préstamos por parte de los hogares e interbancarios para estimular la demanda de préstamos para que los bancos comerciales encuentren rentable ofrecer depósitos de ahorro (instrumentos).

En suma, la economía mínima conformada por agentes con racionalidad acotada –hogares, granjas, fábricas de tractores y bancos–, representa un sistema económico cerrado que depende completamente del autoaprendizaje de agentes con racionalidad acotada. Las simulaciones sugieren que puede emerger estabilidad de largo plazo en los niveles de producción y precios.

Conclusiones

Sin duda los ABM presentan ventajas puntuales frente a la forma en que la economía tradicional aborda la problemática de los servicios bancarios y financieros de los hogares, permiten acceder a un mayor realismo científico dado que es posible modelar heterogeneidad de agentes, no se asume una situación de equilibrio *ex ante* ni racionalidad extrema –completa– y es posible incorporar relaciones no lineales entre agentes como resultado de su interacción. El análisis econométrico tradicional enfrenta problemas como la endogeneidad y precisar el sentido de la causalidad.

Queda claro que la problemática planteada en este trabajo no tiene un gran recorrido bajo la modelación basada en agentes; sin embargo algunos trabajos relacionados con el tema o que abordan temas adyacentes han arrojado luz acerca de cómo enfrentar la problemática de los servicios financieros de los hogares. Es evidente que los servicios financieros de los hogares tienen todas las características de un CAS –heterogeneidad de agentes, relaciones no lineales, procesos de adaptación y evolución– y que dichas características potencian el uso de los ABM como herramienta de análisis.

Un aspecto que destaca es que los ABM permiten explorar un sistema mediante las interacciones de sus componentes, esto es que las interacciones entre

los distintos agentes económicos generan patrones de comportamiento que pueden conducir o no a un equilibrio (o equilibrios); además, al usar ABM es posible estudiar el mercado de los servicios financieros de los hogares en su totalidad sin tener que adscribirse a un enfoque de oferta o demanda ni partir de un equilibrio dado, lo cual pudiera traducirse en que el equilibrio determina el comportamiento, las decisiones de los agentes.

Finalmente, la relevancia de la problemática que intenta abordar este ensayo tiene fuertes implicaciones sobre las posibles repercusiones de política pública; los servicios financieros han venido siendo reconocidos como factor relevante en el camino hacia el desarrollo, y a nivel específico de los hogares, en tanto se relacionan con procesos como la estabilización del consumo. México no es la excepción en términos de la expansión y aplicación de políticas para llevar este tipo de servicios en mayor cuantía a los hogares. El análisis sustentado en ABM podría arrojar luces más claras sobre la problemática y el cómo enfrentarla.

Referencias bibliográficas

- Ashraf, Quamrul, Boris Gershman & Peter Howitt (2011). "Banks, Market Organization, and Macroeconomic Performance: An Agent-Based Computational Analysis" *NBER Working Paper 17102*.
- Attanasio, O. y M. Székely (1998). "Ahorro de los hogares y distribución del ingreso", *Economía Mexicana, Nueva Época*, 8 (2), pp. 267-338.
- Barnaud, C., F. Bousquet & G. Trébuil (2008). "Multi-Agent Simulations to Explore Rules for Rural Credit in a Highland Farming Community of Northern Thailand", *Ecological Economics*, 66 (4), pp. 615-627.
- Ben, L. Said, A. Drougol & T. Bouron (2001). "Multi-Agent Based Simulation of Consumer Behaviour: Towards a New Marketing Approach", *Proceedings of the International Congress On Modelling And Simulation (MODISM'01)*, December, Canberra, Australia, pp. 1373-1379.
- Browning, M. & A. Lusardi (1996). "Household Saving: Micro Theories and Micro Facts", *Journal of Economic Literature*, 34 (4), pp. 1797-1855.
- Burgess, R. & P. Pande (2005). "Can Rural Banks reduce Poverty? Evidence from the Indian Social Banking Experiment", *American Economic Review*, no. 95, pp. 780-795.
- Butelmann, Andrea y Francisco Gallego (2001). "Estimaciones de los determinantes del ahorro voluntario de los hogares en Chile (1988 y 1997)", en Felipe Morandé y Rodrigo Vergara, *Análisis empírico del ahorro en Chile*, Santiago de Chile: Banco Central de Chile.

- Caprio, G. & P. Honohan (2001). *Finance for Growth: Policy choices in a volatile World*, New York: Oxford University Press/World Bank.
- Cardoso, Carolina, Federico Bert y Guillermo Podestá (s.f.). “Modelos Basados en Agentes (ABM): definiciones alcances y limitaciones”, *Instituto Interamericano para la investigación del cambio global*.
- Carroll, C. D. (1992). “The Buffer-Stock Theory of Saving: Some Macroeconomic Evidence”, *Brookings Papers on Economic Activity*, vol. (2), pp. 61-156.
- Castellanos, Sara G. y Daniel Garrido (2010). “Tenencia y uso de tarjetas de crédito en México. Un análisis de los datos de la Encuesta de Ingresos y Gastos de los Hogares 2006”, *El Trimestre Económico*, vol. LXXVII (1), núm. 305, enero-marzo.
- Cerda, Clara de la y José Luis Negrín (2002). “Evolucion de la calidad de los usuarios de tarjetas de crédito en Mexico: un enfoque microeconómico”, *Serie documentos de investigación/Banco de México*, Dirección General de Investigación Económica, México: BANXICO.
- CGAP y McKinsey (2011). “Necesidades de servicios financieros de clientes de ingresos bajos de México”(www.cgap.org/gm/document-1.9.55527/Mexico_BoP_Segmentation.pdf).
- Claessens, Stijn (2005). “Access to Financial Services: A Review of the Issues and Public Policy Objectives”, *World Bank Policy Research Working Paper 3589*, May.
- Cotler, Pablo y Eduardo Rodríguez-Oreggia (2008). “Rentabilidad y tamaño de las microfinanzas en México. Un estudio de caso”, *Economía mexicana, Nueva Época*, vol. XVII, núm. 2, segundo semestre.
- Chan, Christopher K. (2008). “An Agent-Based Model of a Minimal Economy”, Princeton University.
- Deaton, A. (1990). “Saving in Developing Countries: Theory and Review”, *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics*, World Bank, pp. 61-96.
- Deaton, C. (1961). “Savings and Liquidity Constraints”, *Econometrica*, vol. 59 (5), pp. 1221-1248.
- Debraj, R. (2002). *Economía del desarrollo*, Barcelona: Antoni Bosch.
- Department for International Development (2004). “The importance for financial sector development for the growth and poverty reduction”, *Policy Division Working Paper*, no. PD030.
- Friedman, M. (1957). *A Theory of the Consumption Function*, USA: Princeton University Press.
- Grasselli, M. (2011). “An Agent-based Model for bank formation, runs and inter-bank networks”, *Center for Research in Financial Mathematics and Statistics Seminar*, Canada: McMaster University.

- Heckbert, S., T. Baynes & A. Reeson (2010). "Agent-based modeling in ecological economics", *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1185, pp. 39-53.
- Hermes, Lensink and Meesters (2011). "Outreach and Efficiency of Microfinance Institutions", *Research Report*, University of Groninge, Research Institute SON (Systems, Organisation and Management).
- Lenginick, Matthias & Hans-Werner Wohltmann (2011). "Agent-Based Financial Markets and New Keynesian Macroeconomics –A Synthesis–", *Economics Working Paper No. 2011-09*, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Levine, R. (2005). "Finance and Growth: Theory and Evidence", in P. Aghion & S. Durlauf (eds), *Handbook of Economic Growth*, Amsterdam: Elsevier.
- (1997). "Financial Development and Economic Growth: Views and Agenda", *Journal of Economic Literature*, vol. 35, no. 2, pp. 688-726.
- Morfin, Antonio Maciel (2009). "Banca de desarrollo y el apoyo al acceso (México)", *Serie financiamiento del desarrollo*, Santiago de Chile: CEPAL.
- Negrín, José L., Paúl de la Cruz, Mai Linh Le Thi y Diadelfa Ocampo (2005). "La introducción de cuentas básicas en México para enfrentar el problema de acceso al sistema bancario: diseño e impacto esperado", *Bienestar y política social*, vol. 2, núm. 1, pp. 47-76.
- Oeffner, Marc (2008). *Agent-based Keynesian macroeconomics—An evolutionary model embbded in an agent-based computer simulation*, tesis doctoral, Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät, Bayerischen Julius–Maximilians–Universität Würzburg.
- Parker, D., S. M. Manson, M. A. Janssen, M. J. Hoffmann & P. Deadman (2003). "Multi-agent systems for the simulation of land-use and land-cover change", *Annals of the Association of American Geographers*, 94, pp. 314-337.
- Robertson, Duncan A. (2003). "Agent-Based Models of a Banking Network as an Example of a Turbulent Environment: The Deliberate vs. Emergent Strategy Debate Revisited", *Emergence*, vol. 5, no. 2, pp. 56-71.
- Rojí Ferrara, Salvador (2005). "La complejidad: un nuevo enfoque de la economía financiera", *Contaduría y Administración*, núm. 216, mayo-agosto.
- Salzano, M. (2005). "Economic policy hints from heterogenous agents simulation", *Dipartimento Scienze Economiche e Statistiche*, Università di Palermo.
- Steels, L. (1995). "Building Agents out of Autonomous Behavior Systems", in L. Steels & R. Brooks, *The Artificial Life Route to Artificial Intelligence*, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Villa, C. & N. Yusupov (2010). "Modern Microfinance: Cross Sector Partnerships with Motivated Agents", *Third International Workshop on Microfinance*, Netherlands: University of Groningen.

- Vonderlack R. y M. Schreiner (2001). “Mujeres, Microfinanzas, y ahorro: Lecciones y propuestas”, *Center for Social Development Washington University in St. Louis*, EUA.
- Wang, Da, Rob van Tulder, Boudewijn Sterk & Daphne Willems (2010). “Partnerships in Microfinance: Games and Gains”, *Second European Research Conference on Microfinances*, University of Groningen, Netherlands
- Westerhoff, F. (2008). “The Use of Agent-Based Financial Market Models to Test the Effectiveness of Regulatory Policies”, *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik (Journal of Economics and Statistics)*, no. 228, pp. 195-227.
- Woodruff, Christopher y José Martínez (2009). “Evolución de los cambios en el acceso a servicios financieros de los hogares en México: un análisis de la encuesta de panel BANSEFI/SAGARPA 2004-2007”, *Bienestar y política social*, vol. 2, núm. 1, pp. 77-117.
- World Bank (2008). *Finance for all? Policies and Pitfalls in Expanding Access*, World Bank.