



JOURNAL
ETHICS,
ECONOMICS
AND COMMON GOODS

N° 21 (1), JANUARY - JUNE 2024.

EE & CG
ETHICS,
ECONOMICS
COMMON
GOODS

JOURNAL
ETHICS,
ECONOMICS
AND COMMON GOODS

N° 21 (1), JANUARY - JUNE 2024.

EE & **CG**
ETHICS,
ECONOMICS COMMON
GOODS

Journal Ethics, Economics & Common Goods, Vol. 21, No. 1 January-July 2024 biannual publication edited by the Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla A. C, calle 21 sur 1103, Col. Santiago, C.P 72410, Puebla, Puebla. Tel. (222) 2299400, <https://ethics-and-economics.com/> jeecg@upaep.mx. Editors: María Teresa Herrera Rendón-Nebel, Shashi Motilal. Exclusive use rights reserved No. 04-2022-071213543400-102, ISSN 2954 - 4254, both granted by the Instituto Nacional del Derecho de Autor. Technical responsible: Alejandra Isabel Ponce Sabido, Dulce María Vera Medel, Vanessa Zavala Mazón.

ISSN: 2954-4254

ESSENTIAL IDENTIFICATION

Title: Journal Ethics, Economics and Common Goods

Frequency: Bi-annual

Dissemination: International

ISSN online: 2954 - 4254

Place of edition: Mexico

Year founded: 2003

DIRECTORY

Editor

María Teresa Herrera Rendón Nebel
Universidad Popular Autónoma del Estado
de Puebla. México. *México*

Facultad de Contaduría y Finanzas
Shashi Motilal. Université of Delhi. *India*

Design

Alejandra Isabel Ponce Sabido

EDITORIAL BOARD

Jérôme Ballet. Université de Bordeaux.
France

Shashi Motilal. Université of Delhi. *India*

Mathias Nebel. Universidad Popular
Autónoma del Estado de Puebla. *México*

Patrizio Piraino. University of Notre Dame.
United States of America

GENERAL INFORMATION

The Journal Ethics, Economics and Common Goods aims to be a space for debate and discussion on issues of social and economic ethics. Topics and issues range from theory to practical ethical questions affecting our contemporary societies. The journal is especially, but not exclusively, concerned with the relationship between ethics, economics and the different aspects of common goods perspective in social ethics.

Social and economic ethics is a rapidly changing field. The systems of thought and ideologies inherited from the 20th century seem to be exhausted and prove incapable of responding to the challenges posed by, among others, artificial intelligence, the transformation of labor and capital, the financialization of the economy, the stagnation of middle-class wages, and the growing ideological polarization of our societies.

The Journal Ethics, Economics and the Common Goods promotes contributions to scientific debates that combine high academic rigor with originality of thought. In the face of the return of ideologies and the rise of moral neopharisaisms in the Anglo-Saxon world, the journal aims to be a space for rational, free, serious and open dialogue. All articles in the journal undergo a process of double anonymous peer review. In addition, it guarantees authors a rapid review of the articles submitted to it. It is an electronic journal that publishes its articles under a creative commons license and is therefore open access.

Research articles, research reports, essays and responses are double-blind refereed. The journal is bi-annual and publishes two issues per year, in July and December. At least one of these two issues is thematic. The journal is pleased to publish articles in French, English and Spanish.

SCIENTIFIC BOARD

Alain Anquetil. ESSCA. France
Alejandra Boni. Universitat Politècnica de València. Spain
Andrew Crabtree. Copenhagen Business School. Denmark
Byaruhanga Rukooko Archangel. Makerere University. Uganda
Clemens Sedmak. University of Notre Dame. United States of America
David Robichaud. Université d'Ottawa. Canada
Demuijnck Geert. EDHEC Business School. France
Des Gasper. International Institute of Social Studies. Netherlands
Flavio Commin. IQS School of Management. España
François- Régis Mahieu. Fonds pour la recherche en éthique économique. France
Felipe Adrián Vásquez Gálvez. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. México
Javier María Iguñiz Echevarría. Universidad Pontificia de Lima. Perú
Jay Drydyk. Carleton Univeristy. Canada
Jean Marcel Koffi. Université de Bouaké. Côte d'Ivoire
Jean-Luc Dubois. Institute de recherche sur le Développement. France
Jhonatan A. Clausen L. Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú
John Francis Díaz. Chung Yuan Christian University. Taiwan
Luigino Bruni. Università Lumen y Sophia. Italia
Mahefasoa Randrianalijaona. Université d'Antananarivo. Madagascar
Marianne Camerer. University of Capetown. South Africa
Mario Biggeri. Università di Firenze. Italia
Mario Maggioni. Università Cattolica del Sacro Cuore. Italia
Mario Solis. Universidad de Costa Rica. Costa Rica
Michel Dion. Université de Sherbrooke. Canada
Mladjo Ivanovic. Northern Michigan University. United States of America
Óscar Garza Vázquez. Universidad de las Américas Puebla. México
Óscar Ibáñez. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. México
Patrick Riordan. University of Oxford. United Kingdom
Pawel Dembinski. Université de Fribourg. Switzerland
Pedro Flores Crespo. Universidad Autónoma de Querétaro. México
Rebecca Gutwald. Ludwig-Maximilians Universität. Deutschland
Sandra Regina Martini. Universidade Ritter. Brasil
Simona Beretta. Università Cattolica del Sacro Cuore. Italia
Stacy Kosko. University of Maryland. United States of America
Steve Viner. Middlebury College. United States of America
Volkert Jürgen. Hochschule Pforzheim. Deutschland

INDEX

RESEARCH ARTICLES

- p. 8-39 El derecho a la educación y su incumplimiento. Un análisis de la interrupción de trayectorias escolares en el sistema educativo mexicano.
Dulce Carolina Mendoza Cázares
- p. 40-67 Le travail et la responsabilité morale dans le secteur du travail et la population active mexicaine.
María Teresa Herrera Rendón Nebel
- p. 68- 93 El uso de modelos computacionales (ABM) en economía y sus implicaciones éticas: el caso del análisis de la dinámica de variación de precios en un ambiente de complejidad financiera.
Emmanuel Olivera Pérez y María Teresa Herrera Rendón Nebel
- p. 94-103 Amartya Sen et la stratégie du Blob.
François-Régis Mahieu et Jérôme Ballet

BOOK REVIEW

- p. 105-111 Clemens Sedmak, Enacting Catholic Social Tradition. The Deep Practice of Human Dignity.
Mathias Nebel
- p. 112-115 Guillaume Vallet, La fabrique du muscle.
Jérôme Ballet

INTERVIEW

- p. 117-121 Interview with Clemens Sedmak on his Book “Enacting Catholic Social Tradition”.
Mathias Nebel

RESEARCH ARTICLES

El uso de modelos computacionales (ABM) en economía y sus implicaciones éticas: el caso del análisis de la dinámica de variación de precios en un ambiente de complejidad financiera

Emmanuel Olivera Pérez. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología.

ORCID: 0000-0003-0663-6897

María Teresa Herrera Rendón Nebel. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Facultad de Administración Financiera y Bursátil.

ORCID : 0000-0003-3725-8390

Resumen

El objetivo de este trabajo es ofrecer al lector una mejor perspectiva de la dinámica de precios en los mercados financieros, adoptando supuestos de la teoría de la complejidad. La motivación es hacer una presentación formal pero accesible de la aplicación de los Agent Base Model (ABM) en los mercados financieros. La importancia de incluir una combinación entre la teoría de la complejidad y los ABM para la economía desde una perspectiva ética, es reconocer que la adopción de supuestos que se adapten mejor a la realidad de los procesos económicos y la verificación de resultados, son indispensables para obtener conclusiones adecuadas a dichos procesos económicos. Por otra parte, el análisis de la variación de precios en los mercados financieros bajo supuestos de la teoría de la complejidad, es de suma importancia para entender su dinámica. Por un lado, el número de participantes tiene un efecto de profundidad en la variación de los precios, pero por el otro, el rendimiento del activo tiene un efecto de intensidad, los cuales son provocados por la iteración de las expectativas de dichos participantes. Finalmente, la contribución de este trabajo busca exponer de cómo con el análisis de tan solo dos factores que son inherentes a los mercados financieros, se puede crear un ambiente de complejidad financiera.

Palabras Clave: Agente, Complejidad, Finanzas, Precio, Volatilidad.

Abstract

The aim of this paper is to provide the reader with a better insight into the pricing dynamics of financial markets by adopting assumptions from complexity theory. The motivation is to make a formal but accessible presentation of the application of the Agent Base Model (ABM) in financial markets. The importance of including a combination of complexity theory and ABMs for economics from an ethical perspective is to recognize that the adoption of assumptions that are better adapted to the reality of economic processes and the verification of results are indispensable to obtain conclusions appropriate to these economic processes. On the other hand, the analysis of price variation in financial markets under assumptions of complexity theory is of utmost importance to understand their dynamics. On the one hand,

Olivera, E. & Herrera, M.T. (2024) 'El uso de modelos computacionales (ABM) en economía y sus implicaciones éticas: el caso del análisis de la dinámica de variación de precios en un ambiente de complejidad financiera', *Journal of Ethics, Economics and Common Goods*, 21(1) p 68-93.

the number of participants has a depth effect on price variation, but on the other hand, asset returns have an intensity effect, which are caused by the iteration of participants' expectations. Finally, the contribution of this paper seeks to expose how the analysis of only two factors that are inherent to financial markets can create an environment of financial complexity.

Keywords: Agent, Complexity, Finance, Price, Volatility.

JEL Classification: G10, G13, G17.

Introduction

Uno de los problemas a resolver con la introducción de los supuestos de la teoría de la complejidad es hacer por una parte, más realistas los resultados, y esto se logra permitiendo que la interacción entre los participantes de los mercados financieros tenga mucha importancia, y como resultado de esta interacción se den los mecanismos adecuados de análisis para su estudio, y por otra parte, la identificación de regularidades o patrones en los mercados financieros que permiten una mejor forma de entender los factores que influyen en el comportamiento de los precios financieros. Para este trabajo es muy significativo hacer un análisis tomando en cuenta a la teoría de la complejidad y explicar cómo estos supuestos bajo el análisis de las expectativas de los agentes económicos en la formación de estrategias en los mercados financieros y su interacción, pueden verificar el comportamiento real en dichos mercados (Chen and Yeh, 2012). Respecto a este tema se han escrito demasiado, por un lado, explicando la interacción de múltiples factores para verificar la complejidad de sus simulaciones con la realidad y por el otro, adoptando solo unos cuantos factores con mucho poder explicativo más que de verificación.

Los modelos de agentes computacionales (ABM) han emergido como herramientas poderosas para entender la dinámica de los mercados financieros y, en particular, las variaciones en los precios de las acciones (Lux and Zwinkels, 2018). Estos modelos utilizan simulaciones basadas en agentes individuales que interactúan dentro de un entorno definido por reglas específicas, lo que permite explorar fenómenos emergentes que resultan de estas interacciones. En este sentido existen ventajas y desventajas de usar ABM para explicar las variaciones de los precios de las acciones en los mercados financieros, destacando cómo estos modelos pueden proporcionar una comprensión más rica y detallada de los mecanismos subyacentes, así como las limitaciones y desafíos que enfrentan (Axtell, 2016).

Ventajas de Usar Modelos de Agentes Computacionales

1. Representación Realista de la Heterogeneidad de los Agentes

Una de las principales ventajas de los ABM es su capacidad para representar la heterogeneidad entre los agentes del mercado. A diferencia de los modelos tradicionales basados en la hipótesis del agente representativo, los ABM permiten la inclusión de diversos tipos de

agentes con diferentes estrategias, horizontes temporales y niveles de información. Esta diversidad es crucial para capturar la complejidad de los mercados financieros reales, donde los participantes pueden variar significativamente en términos de sus comportamientos y objetivos.

2. Simulación de Interacciones Complejas

Los ABM facilitan la simulación de interacciones complejas entre los agentes. Estas interacciones pueden incluir transacciones directas, influencias sociales y aprendizaje adaptativo, lo que permite a los investigadores observar cómo emergen los patrones macroeconómicos a partir de comportamientos microeconómicos. Esta capacidad de modelar interacciones a múltiples niveles proporciona una visión más completa de cómo se forman los precios de las acciones y cómo se propagan las perturbaciones en el mercado.

3. Análisis de Dinámicas de Mercado No Lineales

Los mercados financieros exhiben dinámicas no lineales que pueden ser difíciles de capturar con modelos tradicionales basados en ecuaciones lineales. Los ABM son particularmente adecuados para modelar estos comportamientos no lineales, como burbujas y crisis financieras, al permitir que los agentes ajusten sus estrategias en respuesta a cambios en el entorno del mercado. Esto puede llevar a la identificación de comportamientos emergentes que son cruciales para entender fenómenos como la volatilidad y la autocorrelación en los precios de las acciones.

4. Exploración de Escenarios Contrafactuales

Otra ventaja significativa de los ABM es su capacidad para explorar escenarios contrafactuales. Al modificar las reglas de comportamiento de los agentes o las condiciones del mercado, los investigadores pueden simular cómo diferentes políticas o eventos podrían afectar los precios de las acciones. Esto es particularmente útil para evaluar el impacto potencial de intervenciones regulatorias o cambios en las condiciones macroeconómicas, proporcionando a los responsables de políticas una herramienta valiosa para la toma de decisiones.

5. Incorporación de Información Asimétrica y Sesgos Comportamentales

Los ABM permiten la incorporación de información asimétrica y sesgos comportamentales, que son características comunes en los mercados financieros. Los agentes pueden tener diferentes niveles de acceso a la información y pueden tomar decisiones basadas en heurísticas o sesgos cognitivos. Esto ayuda a capturar fenómenos como el trading basado en rumores o el pánico financiero, proporcionando una representación más realista de cómo se comportan los mercados en situaciones de incertidumbre.

Desventajas de Usar Modelos de Agentes Computacionales

1. Complejidad y Costos Computacionales

Una de las desventajas más significativas de los ABM es su complejidad y los altos costos computacionales asociados con su implementación. Los modelos pueden requerir una gran cantidad de recursos computacionales para simular un número significativo de agentes y sus interacciones, especialmente cuando se trata de mercados financieros complejos y de gran escala. Esto puede limitar la capacidad de los investigadores para realizar simulaciones detalladas y prolongadas, y puede requerir acceso a infraestructuras de computación avanzada.

2. Dificultades en la Calibración y Validación

La calibración y validación de los ABM puede ser un desafío importante. Los modelos deben ser ajustados para reflejar con precisión los comportamientos y las características de los agentes del mundo real, lo que puede ser complicado debido a la falta de datos detallados o precisos sobre las decisiones individuales de los agentes. Además, validar los resultados de las simulaciones contra datos empíricos puede ser difícil, ya que los mercados financieros son sistemas dinámicos y en constante cambio, lo que complica la comparación directa entre modelos y observaciones reales.

3. Simplificación de Comportamientos y Estrategias

Aunque los ABM permiten la inclusión de una diversidad de agentes, a menudo es necesario simplificar los comportamientos y estrategias de los agentes para mantener la viabilidad del modelo. Estas simplificaciones pueden llevar a la omisión de factores importantes que afectan los precios de las acciones, como las complejas estrategias de trading utilizadas por las instituciones financieras o las influencias macroeconómicas globales. Esto puede resultar en una representación incompleta o inexacta del mercado.

4. Sensibilidad a los Supuestos del Modelo

Los resultados de los ABM pueden ser altamente sensibles a los supuestos y parámetros del modelo. Pequeñas variaciones en las reglas de comportamiento de los agentes o en las condiciones iniciales del mercado pueden llevar a resultados significativamente diferentes. Esta sensibilidad puede dificultar la interpretación de los resultados y reducir la confiabilidad de las predicciones del modelo. Además, puede ser difícil determinar qué parte de los resultados se debe a los supuestos específicos del modelo en lugar de a los comportamientos reales del mercado.

5. Limitaciones en la Captura de Efectos Macroeconómicos

Aunque los ABM son efectivos para modelar interacciones microeconómicas, pueden tener limitaciones para capturar efectos macroeconómicos a gran escala. Los modelos a menudo se centran en la dinámica dentro de un mercado específico, lo que puede llevar a la subestimación de la influencia de factores macroeconómicos como la política monetaria, las condiciones económicas globales y las interacciones entre diferentes mercados financieros. Esto puede limitar la capacidad del modelo para proporcionar una visión completa de todas las fuerzas que afectan los precios de las acciones.

En general, los modelos de agentes computacionales ofrecen numerosas ventajas para el estudio de las variaciones en los precios de las acciones en los mercados financieros, incluyendo la capacidad de representar la heterogeneidad de los agentes, simular interacciones complejas, analizar dinámicas no lineales, explorar escenarios contrafactuales e incorporar información asimétrica y sesgos comportamentales. Sin embargo, también presentan desventajas significativas, como la complejidad y los costos computacionales, dificultades en la calibración y validación, simplificaciones necesarias de comportamientos y estrategias, sensibilidad a los supuestos del modelo y limitaciones en la captura de efectos macroeconómicos (LeBaron and Tesfatsion, 2008).

A pesar de estos desafíos, los ABM siguen siendo una herramienta valiosa para los investigadores y profesionales del mercado financiero. Al proporcionar una plataforma flexible y detallada para simular y analizar el comportamiento del mercado, estos modelos pueden contribuir a una comprensión más profunda de las dinámicas de los precios de las acciones y ayudar a informar decisiones de política pública (Napoletano, Gaffard and Sapio, 2014) y estrategia en un entorno financiero en constante evolución.

En este trabajo se busca explicar cuáles son las causas que provocan la variación tan dinámica y caótica de los precios, y para entender este fenómeno se adoptan solo dos factores explicativos: el rendimiento de un activo y el número de participantes que interactúan en un mercado financiero. Estos dos factores son determinantes en un ambiente de complejidad financiera, como se verá más adelante; tomando en cuenta estos dos únicos factores se puede analizar cómo es que a partir de la formación de expectativas de todos los agentes económicos respecto al rendimiento de un activo, se forma un “océano” de estrategias (Mazzoli and Montagna, 2015) con las cuales estos agentes interactúan entre sí, y con esto se dan propiedades emergentes inherentes a la dinámica de interacción entre ellos. Dos propiedades emergentes fundamentales resultado de esta investigación son -como veremos a lo largo de este trabajo- la propiedad de intensidad y profundidad de la variación del precio de un activo.

Tenemos aquí presente el típico caso de lo que el modelo de mercado llama el funcionamiento perfecto del mercado, que es atribuido al mercado financiero, la compra y venta de acciones y/o de divisas. En este caso tomamos el caso del precio de la acción en un mercado llamado perfecto porque no hay intervención del gobierno.

Olivera, E. & Herrera, M.T. (2024) 'El uso de modelos computacionales (ABM) en economía y sus implicaciones éticas: el caso del análisis de la dinámica de variación de precios en un ambiente de complejidad financiera', *Journal of Ethics, Economics and Common Goods*, 21(1) p 68-93.

Sin embargo, veremos a aquí dos implicaciones éticas de este mercado, primero es el hecho de que en estos mercados ya no existe un comprador y un vendedor que se ponen de acuerdo en el precio de un bien o servicio, que es una parte importante del mecanismo de mercado a la base. Aquí son máquinas las que ahora fijan como bien veremos más adelante, el precio (Deminski y Beretta, 2014).

Segundo esta el problema de la especulación, constante de los mercados que hacen que el precio de la acción al momento de emitirse tenga una gran diferencia entre el precio de la acción cuando esta llega al mercado del mercado.

1. Sustento teórico de la construcción computacional

Una simulación basada en agentes es una construcción computacional que sustenta la creación de agentes artificiales con propiedades de inteligencia -también artificial-, la cual permite la interacción entre dichos agentes (Thurner, 2012), pero sobre todo permite el análisis de experimentos con el objetivo de verificar hipótesis diseñadas a partir de la realidad. El objetivo básico de estos modelos es describir y explicar regularidades y patrones que se dan en los mercados financieros y determinar las causas que provocan esta complejidad en dichos mercados (Farmer and Foley, 2009). Dada la múltiple interacción que despliegan los mercados financieros, estos modelos permiten la adopción de las siguientes propiedades (Winddrum and Fagiolo and Moneta, 2012): 1) Cognitivas, 2) Racionalidad acotada, 3) Heterogeneidad de los agentes y 4) Aleatoriedad en los procesos.

Estas cuatro propiedades crean un mundo virtual de alta complejidad, resultado de la interacción entre agentes artificiales en los mercados financieros. Además, el principio de heterogeneidad entre agentes ayuda a una mejor comprensión de los procesos económicos y los múltiples escenarios posibles que pueden darse como consecuencia de la interacción de estrategias heterogéneas.

Existen numerosos antecedentes sobre la modelación del comportamiento humano adoptando la complejidad de la interacción de múltiples estrategias y la dificultad que crea esto en el comportamiento financiero. Dentro de los más destacados antecedentes usando métodos computacionales para simular la dinámica del comportamiento financiero se encuentran (Hommes and Wagener, 2010), en el cual se analiza el impacto del comportamiento aleatorio de los agentes en varias estructuras de mercado. Otra publicación que se destaca dentro de la literatura es (LeBaron, 2012), el cual analiza la interacción de estrategias específicas de múltiples agentes. Dentro de los más importantes, se destaca (LeBaron and Tesfatsion, 2008)) el cual trata acerca de la dinámica financiera de mercados externos. En (Lux, 2009) se analizan los principios estadísticos para la aplicación de fenómenos económicos en un ambiente de complejidad con la formación de estrategias de los agentes. Dentro de la literatura sobre los antecedentes para el análisis de estrategias de los agentes e interacción entre los agentes económicos en los mercados financieros, los anteriores forman la parte formal y potencial de los estudios posteriores que siguen la línea concerniente a la simulación computacional. Respecto a los ABM, en cuanto al análisis interactivo de los agentes

en los mercados financieros se destaca (Alfarano, Lux and Wagner, 2011; Iori and Porter, 2012; Pluchino, Biondo and Rapisarda, 2019; Zhang, 2011) en los cuales se utilizan algoritmos físicos y genéticos para la simulación interactiva entre agentes. En (Westerhoff and Franke, 2012; Kirman, 2010) se analiza un enfoque de simulación de formación de estrategias de intercambio co-evolutivas. En (Mandel and Schnabl, 2011) y (Sornette, 2014) son dos literaturas en las cuales se analizan elementos como la aversión constante relativa al riesgo en las preferencias de los agentes con supuestos de memoria larga. Finalmente, en (Chen and Yeh, 2012) se pueden mencionar la aplicación de redes neuronales en la simulación de estrategias de los agentes, donde su principal aportación es la adopción de la sofisticación cognitiva de los agentes. En (Chiarella, He and Hommes, 2010; Schredelseker and Hauser, 2008) en los cuales se analiza a profundidad la metodología para simular un ambiente financiero artificial.

1.1. El modelo

La simulación de este modelo se llevará a cabo en NetLogo el cual es un software para la simulación de modelos de programación en ciencias naturales y sociales, creado por Uri Wilensky en 1999 y su desarrollo tuvo lugar en el Centro para Aprendizaje Conectado y Modelaje Basado en métodos Computacionales.

Realizar una simulación utilizando NetLogo implica varios pasos y elementos esenciales para asegurar que el modelo sea funcional, preciso y útil para los propósitos de investigación o educación. NetLogo es una plataforma potente y flexible para construir modelos de sistemas complejos, permitiendo a los usuarios crear, ejecutar y analizar simulaciones basadas en agentes. A continuación, se describen los elementos clave necesarios para realizar una simulación con NetLogo:

Definición del Problema y Objetivos

Antes de comenzar con la simulación, es fundamental tener una comprensión clara del problema que se desea modelar y los objetivos específicos de la simulación. Esto incluye:

- **Identificación del sistema:** Determinar el sistema que se va a simular, por ejemplo, un ecosistema, un mercado financiero, un sistema de tráfico, etc.
- **Objetivos de la simulación:** Definir los objetivos específicos, como entender ciertos comportamientos del sistema, probar hipótesis, analizar impactos de políticas, etc.
- **Variables de interés:** Identificar las variables clave que se van a observar y medir durante la simulación.

Olivera, E. & Herrera, M.T. (2024) 'El uso de modelos computacionales (ABM) en economía y sus implicaciones éticas: el caso del análisis de la dinámica de variación de precios en un ambiente de complejidad financiera', *Journal of Ethics, Economics and Common Goods*, 21(1) p 68-93.

Diseño Conceptual del Modelo

El diseño conceptual es la etapa donde se define cómo se representará el sistema real en el modelo de simulación. Esto incluye:

- **Agentes:** Identificar los diferentes tipos de agentes que existirán en la simulación y sus características. Los agentes pueden ser individuos, organizaciones, vehículos, etc.
- **Entorno:** Definir el entorno en el que operarán los agentes. Esto puede incluir un espacio físico (como una cuadrícula o un plano) y cualquier recurso o condición ambiental.
- **Interacciones:** Especificar cómo interactúan los agentes entre sí y con el entorno. Esto incluye reglas de comportamiento, intercambio de información, movimiento, etc.
- **Parámetros del modelo:** Identificar los parámetros que afectarán el comportamiento del modelo, como tasas de nacimiento y muerte, precios, políticas, etc.
- **Implementación del Modelo en NetLogo**

Una vez que se tiene un diseño conceptual claro, se puede proceder a implementar el modelo en NetLogo.

Los pasos principales son:

a. Configuración del Entorno

- **Espacio de la simulación:** Configurar el mundo de NetLogo, que generalmente es una cuadrícula de parches (cells) donde los agentes pueden moverse y actuar.
- **Interfaz de usuario:** Diseñar la interfaz de usuario, incluyendo botones, deslizadores, gráficos y monitores que permitirán interactuar con la simulación y observar sus resultados.

b. Creación de Agentes

- **Definición de razas (breeds):** Crear diferentes tipos de agentes (breeds) en NetLogo utilizando el comando `breed`.
- **Atributos de los agentes:** Definir los atributos (variables) de los agentes que serán utilizados para almacenar sus estados y características.

c. Programación de Comportamientos

- **Procedimientos y reglas:** Escribir los procedimientos que definan los comportamientos de los agentes y las reglas del modelo. Esto se hace en el código de NetLogo utilizando la sección `to` y `to-report`.

d. Inicialización del Modelo

- **Setup:** Crear un procedimiento de configuración (`setup`) que inicialice el modelo, estableciendo los agentes, sus estados iniciales, y las condiciones del entorno.

1.2. Ejecución y Experimentación

Después de implementar el modelo, es importante realizar experimentos y ejecutar la simulación bajo diferentes condiciones para observar y analizar los resultados.

- **Run:** Definir un procedimiento de ejecución (go) que se ejecute en cada tick (unidad de tiempo) de la simulación. Esto controla el flujo de la simulación y las acciones repetitivas de los agentes.
- **Parámetros de experimentación:** Utilizar deslizadores y otros controles en la interfaz de usuario para modificar los parámetros del modelo y observar cómo cambian los resultados.

1.3. Validación y Verificación

Validar y verificar el modelo es crucial para asegurarse de que el modelo simulado represente adecuadamente el sistema real y que el código no contenga errores.

- **Verificación:** Comprobar que el modelo funciona según lo previsto sin errores de programación.
- **Validación:** Comparar los resultados del modelo con datos reales o resultados esperados para asegurar que el modelo es realista.

1.4. Análisis de Resultados

Una vez que el modelo ha sido validado y verificado, se puede proceder al análisis de los resultados obtenidos de las simulaciones.

- **Gráficos y Monitores:** Utilizar gráficos y monitores en NetLogo para visualizar los resultados en tiempo real. Por ejemplo, un gráfico de la población de lobos y ovejas a lo largo del tiempo.
- **Recolección de Datos:** Utilizar los comandos de recolección de datos de NetLogo para exportar resultados y analizarlos posteriormente con herramientas estadísticas.

1.5. Documentación y Presentación

Finalmente, es crucial documentar el modelo y sus resultados de manera adecuada para que otros puedan entender, reproducir y evaluar el trabajo realizado.

Documentación del Código: Incluir comentarios y descripciones detalladas en el código para explicar su funcionamiento.

Informe de Resultados: Redactar un informe que describa el modelo, los experimentos realizados, los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas.

Olivera, E. & Herrera, M.T. (2024) 'El uso de modelos computacionales (ABM) en economía y sus implicaciones éticas: el caso del análisis de la dinámica de variación de precios en un ambiente de complejidad financiera', *Journal of Ethics, Economics and Common Goods*, 21(1) p 68-93.

Realizar una simulación usando NetLogo implica una serie de pasos estructurados que van desde la definición del problema hasta la documentación y presentación de los resultados. La clave para una simulación exitosa es un diseño conceptual claro, una implementación cuidadosa, y una validación rigurosa del modelo. Con estos elementos, NetLogo puede ser una herramienta extremadamente poderosa para explorar y entender sistemas complejos a través de la simulación basada en agentes.

El modelo que se plantea en este trabajo está basado en ABM, el cual contempla estrategias diferenciadas de los agentes económicos. Estas estrategias están basadas en las expectativas que tengan los agentes del comportamiento de los precios en el periodo futuro, pero además de las expectativas de los demás agentes, por lo que la expectativa de cualquier agente del comportamiento futuro de los precios es una interacción de todas las expectativas de los demás agentes. Estas expectativas están en función del rendimiento o dividendo del activo y están basadas en información respecto a ese comportamiento. Un punto a resaltar es que esta información a pesar de ser la misma para todos, los agentes la interpretan de manera diferenciada (Alfarano, Lux and Wagner, 2011), desde que los agentes son heterogéneos; esta información como se verá más adelante, puede variar desde una evaluación formal hasta rumores o noticias novedosas. El número de agentes que interactúan es determinante. Desde que los agentes toman decisiones de compra-venta de los activos, en el modelo se plantea que todos los agentes involucrados son o compradores o vendedores, pero no ambos, no obstante, se acepta que bien un comprador en un periodo t , puede ser un vendedor en el periodo $t + 1$, lo cual verifica la alta aleatoriedad de los agentes económicos en cuanto a la adopción de sus estrategias. Cabe mencionar que la activación asincrónica permite que la interacción de las estrategias de los agentes económicos se active diferenciadamente periodo a periodo, por lo que cada agente tiene una estrategia diferente en todos los periodos.

El escenario financiero del modelo está compuesto de N agentes heterogéneos, los cuales interactúan entre sí, por lo que la formación del precio es una propiedad emergente de la iteración de estrategias de los N agentes y en este sentido la dinámica de comportamiento del precio es a su vez un patrón emergente, compuesto por la multiplicidad de estrategias. Estas estrategias están determinadas por la expectativa del rendimiento del activo, por la interacción de las demás expectativas y por la información disponible. En este modelo solo se consideran dos únicos factores que determinan la dinámica de comportamiento del precio de un activo financiero: el rendimiento del activo y el número de inversionistas. Aquí suponemos que la expectativa de los precios solo puede ir en tres direcciones subir, bajar o permanecer constante para el siguiente periodo, sin embargo, la magnitud de cambio es estocástico y totalmente aleatoria, que es determinada por la interacción de las estrategias de todos los agentes económicos. Suponemos solo un activo, el cual no es libre de riesgo y su rendimiento se considera exógeno en el modelo. En esta parte del modelo, en la cual el rendimiento del activo es considerado exógeno es una novedad en los modelos de simulación basados en ABM. En los trabajos más notables existen hasta dos tipos de activos y regularmente uno es de riesgo y otro es libre de riesgo (Mandel and Schnabl, 2011), sin embargo, no existe ninguna complicación que el rendimiento sea considerado exógenos, desde que en la simulación es un factor que sigue siendo aleatorio y no determinista. Además, este factor

es tomado como un proceso estocástico desde el punto de vista del observador en el algoritmo genético (Naticchioni, Ricci and Pirol, 2012). En este punto asumimos que existe información disponible para contrarrestar la incertidumbre. Esta información disponible denominada por I_t consiste de precios pasados, rendimientos pasados, indicadores económicos, rumores, noticias y corazonadas, así como evaluaciones sofisticadas o cualquier mecanismo diseñando para contrarrestar la incertidumbre. Esta información está disponible para cualquier periodo en el tiempo t para todos los agentes. Un principio fundamental de esta información a diferencia de la información perfecta en los modelos neoclásicos es que a pesar de que está disponible en cualquier momento, se asume que la heterogeneidad de los agentes no les permite adoptar o interpretar esta información por igual [40], y esto implica racionalidad acotada, contrario a lo que asume la teoría neoclásica con información perfecta.

Primero, asumimos N agentes heterogéneos:

Sea $n \in N$, donde $n = 1, 2, \dots, N$, si $n_i \neq n_j, \forall i \neq j$, donde $i, j = 1, 2, \dots, N$ entonces fijamos al agente n_i :

Se asume que los agentes forman sus expectativas tomando I_t , de la siguiente forma:

Propiedad 1. El agente n_i y n_j toman la información disponible en el periodo t (I_t), pero el agente n_i desconoce cual es la expectativa respecto al rendimiento del activo del individuo n_j en el mismo periodo. Esto implica que las expectativas de los agentes son subjetivas por la racionalidad acotada. Además, cada agente i, j , adopta una expectativa diferente respecto al precio, con lo cual se forman las estrategias a seguir.

Propiedad 2. De lo anterior se desprende que no existe posibilidad de coordinación de estrategias, desde que todos los agentes adoptan la información disponible de forma diferenciada y cada uno desconoce las expectativas de los demás, entonces no existe posibilidad de acuerdos de coordinación entre ellos.

Estas dos propiedades importantes implican: dado que el agente n_i desconoce las expectativas de los demás, pero este agente sabe que el agente n_j posee la misma información que él, entonces la formación de la expectativa del agente n_i se basa en la expectativa del agente n_j , que a su vez forma sus expectativas en función de las expectativas de los demás n_k .

Propiedad 3. Asumiendo expectativas individuales respecto al rendimiento (exógeno) y respecto al precio, ambos en el periodo $t + 1$, tenemos:

Olivera, E. & Herrera, M.T. (2024) 'El uso de modelos computacionales (ABM) en economía y sus implicaciones éticas: el caso del análisis de la dinámica de variación de precios en un ambiente de complejidad financiera,' *Journal of Ethics, Economics and Common Goods*, 21(1) p 68-93.

Sea r el rendimiento del activo, el cual tiene un factor de descuento de la forma: $\beta = 1/(1+v)$, donde v es la tasa de interés de mercado, entonces la expectativa del rendimiento en el periodo $t + 1$ y del precio en el mismo periodo queda:

$$\begin{matrix} E_i \left[\frac{r_{t+1}}{I_t} \right] \\ E_i \left[\frac{p_{t+1}}{I_t} \right] \end{matrix} \quad \forall i \in n$$

Aquí se ve claramente que las expectativas son adoptadas de forma individual dada la información que utilizan.

Propiedad 4. La expectativa de los precios para el periodo t , en base a la forma en la se realizan

$$P_t = \beta \sum_{i=1}^n \frac{1}{N} (E_i[P_{t+1}/I_t] + E_i[r_{t+1}/I_t])$$

Donde el precio en el periodo t contiene expectativas del precio en el siguiente periodo.

Propiedad 5. El agente i forma sus expectativas de manera subjetiva, es decir, trata de deducirla aplicando la ecuación (1) en el periodo $t + 1$:

$$E_i[p_{t+1}/I_t] = \beta E_i \left[\sum_j \frac{1}{N} (E_j[p_{t+2}/I_t] + \beta E_j \left[\sum_k \frac{1}{N} (E_k[p_{t+3}/I_t] + E_k[r_{t+3}/I_t]) \right]) \right]$$

$\forall i, j, k \in n$

Esta ecuación implica que, para todo agente i , su expectativa está formada por todas las expectativas de los demás agentes acerca del rendimiento del activo y del precio en el tiempo $t + 2$. Este es resultado de hacer la interacción de las expectativas de todos los agentes, por lo que la expectativa en el periodo $t + 1$, depende del periodo $t + 2$ y así continuamente.

Propiedad 5. Finalmente sustituyendo la expectativa del precio obtenida en la propiedad 4 en la ecuación uno, tenemos:

Esta ecuación implica que el agente i al adoptar su expectativa toma en cuenta las expectativas de otros que a su vez también forman expectativas de los demás, por lo que la interacción de las expectativas se hace eminente en la ecuación anterior (expectativas acerca del rendimiento y del precio del activo). En pocas palabras, la expectativa de cualquier agente es la expectativa promedio de todos los demás, por lo que su expectativa también corresponde al promedio de todas las expectativas. Se observa claramente que la expectativa del agente i depende ahora de la iteración de las expectativas del agente j y k . Esta expectativa está formada por inducción [40], la cual es altamente compleja desde el punto de vista de su verificación formal mediante herramientas tradicionales. Debido a que la formación de expectativas es altamente subjetiva, ya que están en función de las demás expectativas que a su vez también son subjetivas, estas interacciones resultan

infinitas en función del número de inversores que formen sus expectativas, pero, además, debido a que estas están cambiando constantemente, implica que existe incertidumbre en cada periodo, por lo que los agentes deciden cambiar sus expectativas de manera muy dinámica periodo a periodo (Lux and Zwinkels, 2018). Sin métodos computacionales a utilizar, la iteración de las expectativas resulta no cuantificable, por la alta inestabilidad que trae consigo este escenario respecto a las expectativas. La anterior es una prueba importante de la alta complejidad que se vive en los mercados financieros.

Analizando esta última ecuación, podemos resaltar que si la expectativa del precio de un inversor i al periodo $t + 1$, depende de las expectativas de otros inversores pero ahora del periodo $t + 2$, entonces el patrón que sigue estas iteraciones depende de la creencia que todos los inversores tengan acerca de formación de expectativas como promedio de todas las demás, es decir, si un inversionista cree que el precio se incrementara, el revisara su estrategia en base a esta expectativa y la modificara para anticipar la subida del precio, lo cual implica validar sus expectativas. Por el contrario, si él cree que todos los demás creen que el precio bajara, entonces el modifica sus expectativas para anticipar el precio hacia abajo. En general todos se refuerzan sus expectativas en creencias subjetivas respecto a los demás inversores de cómo se comportará el precio, dada la información disponible para todos. Bajo heterogeneidad, la lógica deductiva las expectativas son inestables e indeterminadas. Finalmente, haciendo alusión a la dificultad que presentan los fenómenos económicos, la racionalidad acotada representa una de las mayores complejidades en los mercados financieros, porque los inversores no saben cuál será la dinámica del precio, y aun mas no saben cómo su expectativa respecto a las expectativas de los demás impactara en el resultado final de la formación de precio del activo.

2. Resultados

Los experimentos se clasifican en 2 partes: 1) Experimentos con interacción de un observador pasivo y 2) Experimentos con interacción de un observador activo.

Ambos tipos de experimentaciones están definidas por el observador, sin embargo, en la primera a diferencia de la segunda, el experimento se evalúa considerando solo las siguientes condiciones iniciales: 1) Rendimiento del Activo, 2) Número de Inversionistas y 3) Precio del Activo, mientras que en el segundo tipo se modifican las condiciones iniciales durante la simulación. Como se ha dicho a lo largo del trabajo, las dos únicas variables que consideramos exógenas y determinantes para el proceso de simulación son el número de inversionistas, los cuales tomas decisiones aleatorias de compra-venta y el rendimiento del activo. Además, como factores de complementación a la simulación se destaca un índice de volatilidad que depende del precio del activo únicamente. Estos dos factores también se plantean como exógenos, pero cabe mencionar que solo se plantean de forma complementaria al a simulación como información importante que el observador deseara saber. El índice de volatilidad se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Indice de Volatilidad} = \text{abs} \left[\frac{(\text{Variación porcentual del Precio}) * (\text{Precio del Activo})}{\text{Rendimiento del Activo}} \right] (6)$$

Donde abs indica el valor absoluto.

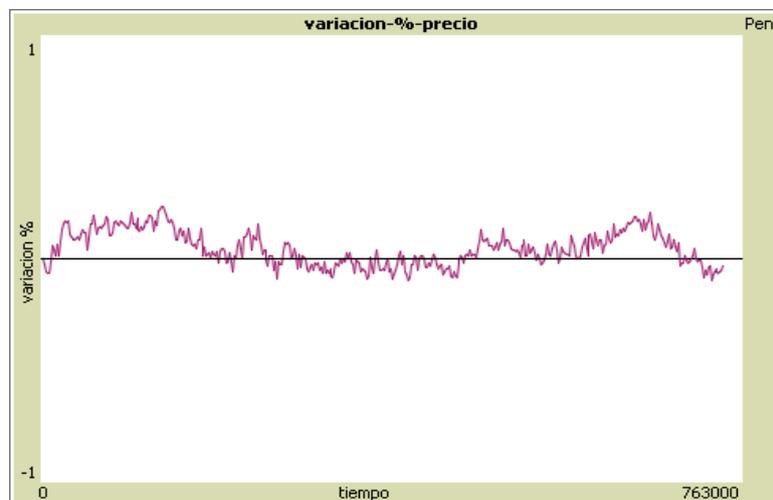
Olivera, E. & Herrera, M.T. (2024) 'El uso de modelos computacionales (ABM) en economía y sus implicaciones éticas: el caso del análisis de la dinámica de variación de precios en un ambiente de complejidad financiera,' *Journal of Ethics, Economics and Common Goods*, 21(1) p 68-93.

También se debe de considerar que el precio de la acción es exógeno en la simulación y su función esta exclusivamente en el cálculo del índice de volatilidad que como ya lo hemos dicho depende también de la variación porcentual del activo, el cual es determinado por la simulación. Finalmente, hagamos distinción en la simulación de los datos y de los resultados. Los resultados tales como: 1) Variación Porcentual del Precio, 2) Tiempo y 3) Volatilidad, son aquellos que el proceso de simulación manda al observador, mientras que los datos son las condiciones iniciales con las cuales se da el proceso de interacción. Bajo las condiciones de simulación, se caracterizan dos propiedades emergentes: propiedad de intensidad y propiedad de profundidad. La propiedad de intensidad se refiere una dinámica de la variación del precio que es muy diferenciada periodo a periodo, es decir, la variación del precio en el periodo $t + n$, no depende respecto al periodo $t + (n - 1)$. La propiedad de profundidad de la variación del precio, se refiere a una dinámica donde la variación del precio en el periodo $t + 1$, además de ser diferenciada en el periodo $t + (n - 1)$, la variación es asimétricamente mayor a las variaciones en el periodo $t + (n - 1)$.

Hipótesis con observador pasivo

Hipótesis 1 (Efecto de interacción): Dada una tasa de rendimiento pequeña, un número pequeño de participantes determina una variación relativamente pequeña de los precios. Por lo que la intensidad y profundidad de la variación del precio es pequeña.

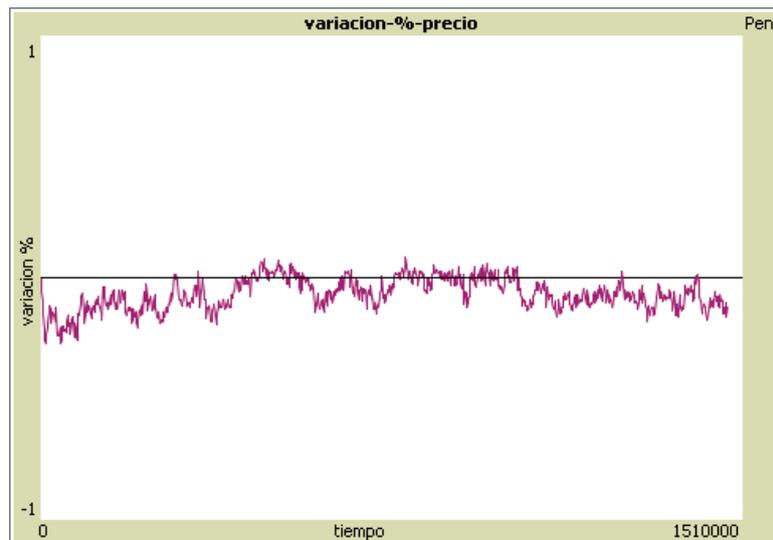
Gráfica 1



Experimento realizado con número de participantes 10 y una tasa de rendimiento igual a 5%. Los resultados finales fueron: el índice de volatilidad es de 6.306 con un precio final de del activo 9.654 (precio inicial 10), con una variación final de -.032. En esta grafica apreciamos que la propiedad de intensidad y profundidad son muy pequeñas y relativas. Con tan solo 10 participantes, la dinámica no es tan caótica en este escenario financiero. Cuando un número de participantes relativamente pequeño forma sus expectativas respecto al precio y el rendimiento futuro de un activo, su variación porcentual es muy dinámica pero no es muy profunda y tampoco intensa,

no obstante, si observamos el tiempo, podremos destacar que este factor es determinante en el comportamiento de los precios, ya que cada segundo el precio de una acción cambia. Esta medición del tiempo es continua y no tiene una escala definida (en este caso el tiempo es igual a 743002). Este escenario es totalmente aleatorio, ya que la condición inicial es aleatoria y cabe esperar que bajo este mismo escenario se de otro proceso muy diferente como lo demuestra la siguiente gráfica:

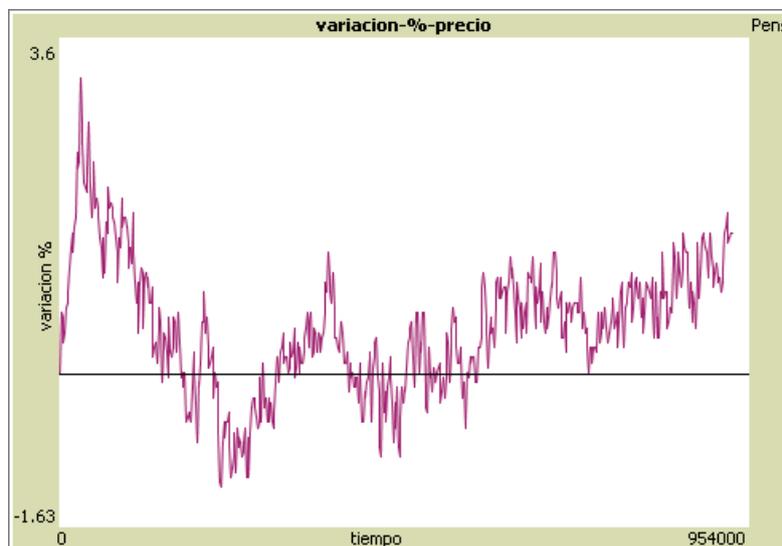
Gráfica 2



Esto demuestra que, bajo el mismo escenario, la condición de aleatoriedad de la simulación presenta seria evidencia del comportamiento dinámico e impredecible de los mercados financieros.

Hipótesis 2 (Efecto de interacción): Dada una tasa de rendimiento pequeña, un número grande de participantes determinan una dinámica profunda y muy intensa de los precios:

Gráfica 3

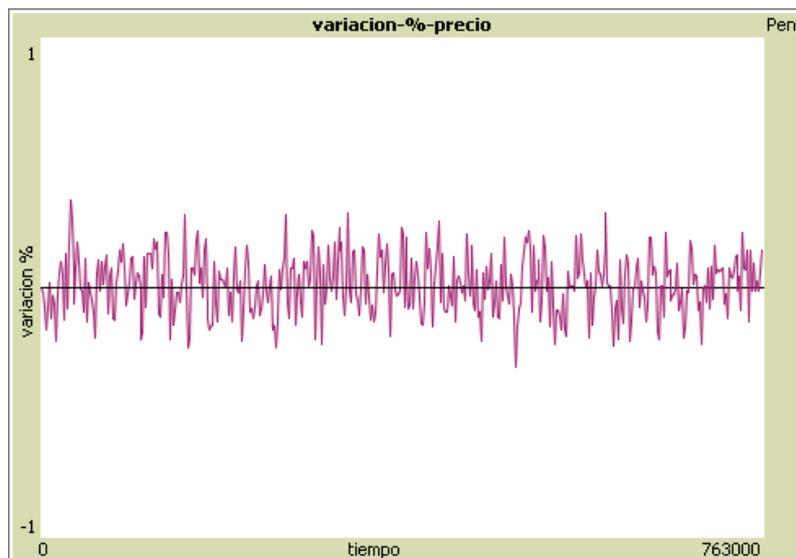


Olivera, E. & Herrera, M.T. (2024) 'El uso de modelos computacionales (ABM) en economía y sus implicaciones éticas: el caso del análisis de la dinámica de variación de precios en un ambiente de complejidad financiera,' *Journal of Ethics, Economics and Common Goods*, 21(1) p 68-93.

Esta grafica corresponde a un número de participantes de 90 y con las mismas condiciones iniciales anteriores del experimento anterior. Los resultados de la simulación son: tiempo transcurrido de 931274 con un índice de volatibilidad de 303.629. La variación final del precio fue de 1.518. El efecto del número de participantes, como le hemos denominado aquí, se ve reflejado en la alta dinámica del comportamiento de la variación del precio del activo (el precio se ubicó en 25.181 y el precio inicial al igual que en la hipótesis anterior es de 10). Al respecto podemos determinar que la complejidad de la variación del precio de un activo financiero se ve reflejada en relación directa con el número de participantes que interactúan en los mercados financieros. El índice de volatibilidad es mucho mayor en este experimento que en el anterior (6.306 y 303.629). Bajo esta hipótesis la propiedad de profundidad de la variación del precio es planamente identificable (profundidad alta), así como lo es la propiedad de intensidad.

Hipótesis 3 (Efecto de interacción): Dado un número pequeño de inversionistas, un rendimiento del activo muy grande tiene un efecto sobre la dinámica de precios denominada “caótica estable”, la cual implica que existe un comportamiento bastante intenso, pero poco profundo, tal como lo demuestra la siguiente gráfica:

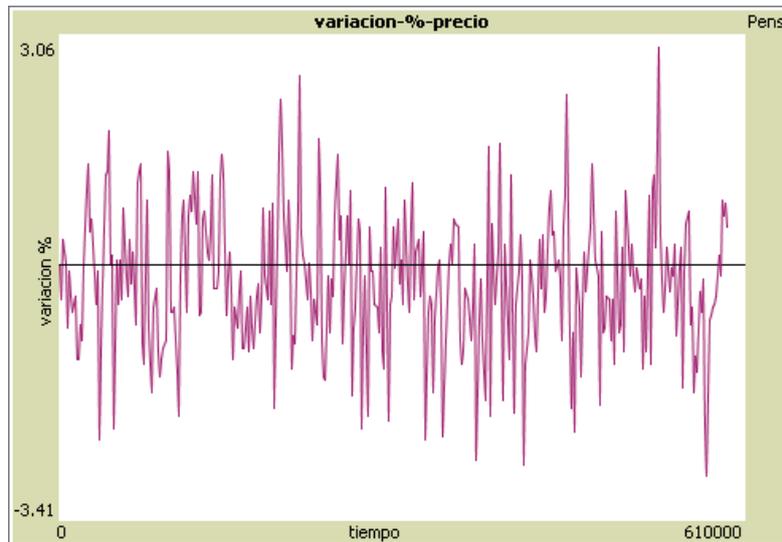
Gráfica 4



Las condiciones iniciales son iguales a la del experimento de la hipótesis 1, salvo que aquí tenemos una tasa de rendimiento de .9 (90%). Resultados de la simulación: la volatibilidad es de 1.626, el tiempo es de 761493, el precio del activo se ubicó en 11.463 y la variación final del precio fue de .146. En este experimento se hace presente una dinámica poco profunda, debido a que el rendimiento del activo a pesar de ser alto, existen pocos inversionistas quienes están tomando sus expectativas respecto a este rendimiento, por lo que existe una menor interacción de estrategias.

Hipótesis 4 (Efecto de interacción): Dado un número grande de inversionistas, cuando el rendimiento es muy grande, el comportamiento del precio del activo financiero tiende a ser muy intenso y muy profundo. Esto se muestra en la siguiente gráfica:

Gráfica 5

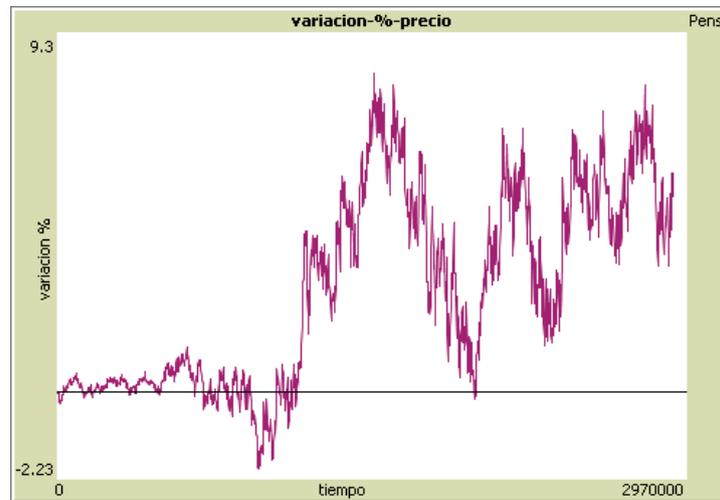


Las condiciones iniciales siguen siendo las mismas que en el experimento anterior, salvo que el número de participantes ha aumentado a 90. La volatilidad fue de 5.44, el tiempo transcurrido fue de 595074, el precio del activo terminó en 14.896 y la variación final del precio fue de .49. En esta hipótesis apreciamos una variación del precio muy dinámica con la propiedad de intensidad plenamente identificable, así como la propiedad de profundidad, lo cual implica que dado un número grande de inversionistas, cuando la tasa de rendimiento es elevada, el conjunto de expectativas tiene una variabilidad mayor, por lo que las iteraciones de las estrategias aumentan demasiado, sin embargo, como se puede apreciar en la gráfica, las variaciones se mantienen en una brecha más o menos uniforme, lo que implica que es de esperarse que exista la misma probabilidad de que las expectativas se formen de manera muy diferenciada y aleatoria entre el mismo número de inversionistas periodo a periodo.

Hipótesis con observador activo: Bajo este tipo de hipótesis, se observará el comportamiento de la variación del precio del activo, pero involucrando la dinámica del observador. Esto implica que mientras la simulación está activa, se modifiquen las condiciones iniciales. Cabe mencionar que este tipo de experimentos resaltan de una mejor manera los patrones emergentes que podemos encontrar en el mercado financiero electrónico que hemos construido.

Olivera, E. & Herrera, M.T. (2024) 'El uso de modelos computacionales (ABM) en economía y sus implicaciones éticas: el caso del análisis de la dinámica de variación de precios en un ambiente de complejidad financiera', *Journal of Ethics, Economics and Common Goods*, 21(1) p 68-93.

Gráfica 6

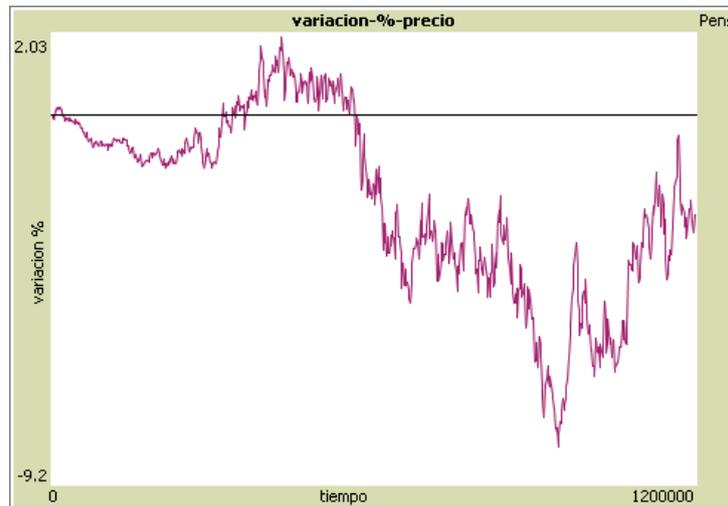


Hipótesis 1 (Efecto de interacción dinámica): Dado un rendimiento pequeño, el incremento del número de participantes, tiene una respuesta aleatoria en la variación del precio, con la siguiente dinámica: hay una tendencia aleatoria muy profunda en la variación del precio, la cual es relativamente intensa. Sin embargo, a medida que el número de participantes aumenta esta tendencia se torna cada vez menos profunda

Las condiciones iniciales de este experimento fueron: rendimiento igual a .1, número de participantes 10, el precio inicial fue de 10. Cuando se incrementa dinámicamente durante la simulación el número de participantes hasta llegar a 90 -en la gráfica se aprecia claramente que el tiempo transcurrido inicialmente- la variación es muy pequeña, sin embargo a medida que el número de participantes se incrementa durante la simulación, la variación del precio sigue una tendencia claramente identificable, pero no hay olvidar que este escenario es totalmente aleatorio, es decir, los patrones de comportamiento pueden ser semejantes pero nunca iguales. El tiempo total transcurrido fue de 2908130 y la variación final y el precio resultante fueron de 5.667 y 66.675, finalmente el índice de volatilidad se ubicó en 566.746. Nuevamente volviendo en el gráfico, podemos apreciar un cambio sustancial en el comportamiento del precio a medida que el número de participantes va aumentando, este comportamiento se ve caracterizado por una tendencia al alza muy profunda al inicio, pero cuando el número de participantes es mucho mayor, se aprecia claramente que la tendencia se torna relativamente profunda. En ambos casos la intensidad del comportamiento es relativamente intensa. Este comportamiento puede interpretarse desde el punto de vista de las iteraciones de las estrategias: cuando el número de participantes crece dinámicamente, las expectativas de los agentes cambian radicalmente sus expectativas a favor de las de los nuevos inversionistas, pero a medida que existe un gran número de ellos, la iteración de expectativas aumenta y la variación del precio como promedio de todas ellas es más dinámica, por lo que el comportamiento es muy profundo al inicio pero posterior a este lapso de tiempo, el comportamiento se vuelve

poco profundo. Este tipo de comportamiento es claramente un patrón emergente. Para verificar que esta dinámica es aleatoria, se presenta la siguiente gráfica, con las mismas condiciones iniciales y la misma modificación dinámica respecto al número de participantes.

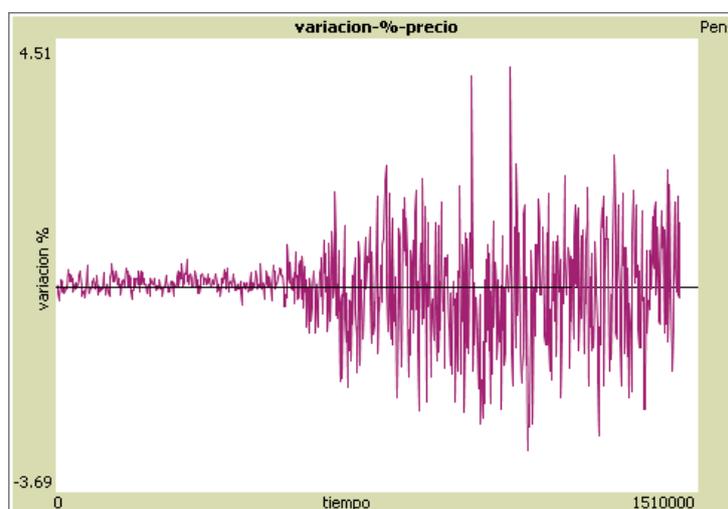
Gráfica 7



Experimento con los siguientes indicadores finales de la simulación: volatilidad 249.97, precio del activo 2.857, tiempo de 1196872 y una variación final de -2.5. En esta grafica se presentan la misma caracterización de las propiedades emergentes de intensidad y profundidad, pero bajo un escenario diferente (escenarios aleatorios).

Hipótesis 2 (Efecto de interacción dinámica): Dado un rendimiento elevado, el incremento del número de participantes tiene un efecto sobre la variación del precio del activo en un aumento de la variabilidad del precio con una intensidad muy grande y con una profundidad relativamente grande.

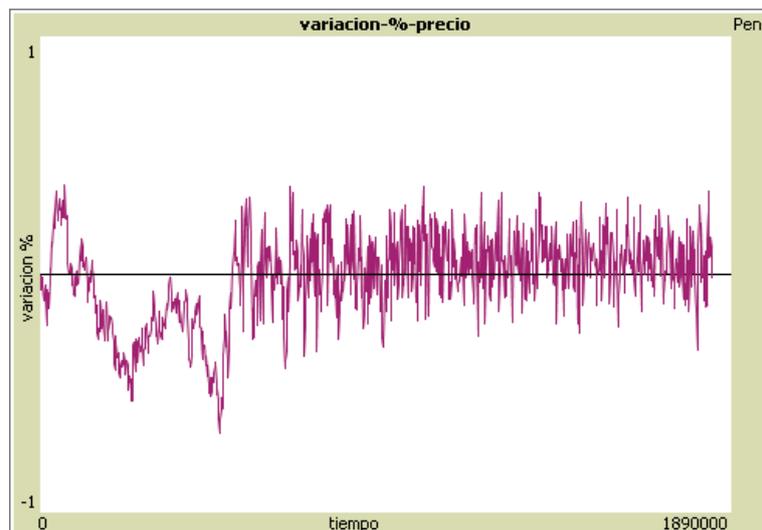
Gráfica 8



Olivera, E. & Herrera, M.T. (2024) 'El uso de modelos computacionales (ABM) en economía y sus implicaciones éticas: el caso del análisis de la dinámica de variación de precios en un ambiente de complejidad financiera,' *Journal of Ethics, Economics and Common Goods*, 21(1) p 68-93.

Las condiciones iniciales son: número de inversionistas 10, rendimiento igual a .85 y precio de la acción 10 (como se ha diseñado desde el inicio). Cuando el rendimiento es alto y el número de inversionistas se mantiene en 10, podemos apreciar que la variabilidad del precio se mantiene poco intensa y poco profunda, pero cuando aumentamos el número de participantes a 90 (dinámicamente) se va a preciado una mayor intensidad y profundidad de la variación del precio. Esto se debe a que sencillamente al número de iteraciones de las expectativas tan dinámicas que se forman, por lo que la variación del precio se torna demasiado dinámica por el aumento de la iteración, sin embargo, hay que observar que, en esta dinámica de la variación del precio, la propiedad de profundidad se mantiene en una brecha relativamente estable, lo cual se implica, que, dado un rendimiento elevado, los inversionistas tienen expectativas muy contrarias sobre la variación del precio. Las condiciones finales fueron: volatilidad de 13.752, tiempo de 1469124, variación final del precio del activo de 1.169 y el precio del activo se ubicó en 21.689

Gráfica 9



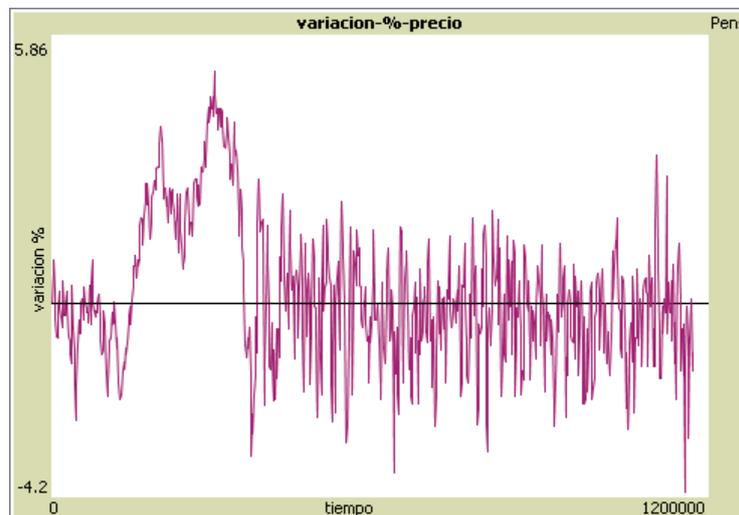
Hipótesis 3 (Efecto de interacción dinámica): Dado un número de inversionistas pequeño, cuando el rendimiento aumenta, la variación del precio es relativamente profunda e intensa, pero a medida que se incrementa demasiado, la variación del precio se torna muy intensa pero menos profunda.

Las condiciones iniciales son: número de participantes 10, precio inicial de 10 y un rendimiento de 10. Tal como lo resalta la gráfica, cuando el rendimiento es pequeño, las variaciones tienen brechas plenamente identificadas (poca intensidad) y una relativa profundidad, pero a medida que este rendimiento aumenta, la dinámica de la variación del precio es más intensa pero poco profunda. Esto se puede explicar de la siguiente forma: Dado que el rendimiento es pequeño, las expectativas de los agentes económicos se mantienen por más tiempo y tienden a ser cada vez más similares entre ellas, sin embargo, cuando aumenta el

rendimiento, estas expectativas son más dinámicas y tienden a ser muy diferenciadas, pero dado que hay un número de participantes pequeño, estas variaciones se tornan de pequeña profundidad. Los resultados finales son: volatilidad de .178, tiempo de 1840695, la variación final del precio fue de -.16 y el precio del activo se ubicó en 9.842 (poco abajo del precio inicial).

Hipótesis 3 (Efecto de Interacción Dinámica): Dado un número grandes de inversionistas, cuando el rendimiento aumenta, la variación del precio se torna relativamente más intensa pero poco profunda. A medida que el rendimiento aumenta demasiado, la variación del precio es menos intensa pero relativamente más profunda. Cuando el rendimiento ha aumentado demasiado, la variación del precio se torna muy intensa y relativamente profunda, dando lugar a un patrón con una brecha identificable de la variación del precio.

Gráfica 10



Las condiciones iniciales son: número de inversionistas 85, precio inicial 10 y rendimiento de .1. Cuando incrementamos dinámicamente el rendimiento hasta .9, en la gráfica se aprecia 3 patrones diferentes, el primero cuando el rendimiento es pequeño, el segundo cuando recién se está incrementando y el tercero cuando ha subido demasiado. Esta dinámica que se torna muy intensa pero relativamente profunda, se debe a que las expectativas cuando el rendimiento se incrementa son muy diferenciadas, pero a medida que este crece demasiado, la iteración de las expectativas también crece, por lo que se torna cada vez más intensa pero poco profunda, ya que el número de inversionistas se mantiene fijo.

Olivera, E. & Herrera, M.T. (2024) 'El uso de modelos computacionales (ABM) en economía y sus implicaciones éticas: el caso del análisis de la dinámica de variación de precios en un ambiente de complejidad financiera', *Journal of Ethics, Economics and Common Goods*, 21(1) p 68-93.

3. Implicaciones y conclusiones

En este trabajo si bien hemos tratado de predecir mediante estos modelos de simulación el precio futuro de las acciones y las posibles fallas del mercado, tenemos que especificar las implicaciones éticas y las desventajas de estos modelos.

Por un lado, hemos destacado dos efectos: el de interacción y de interacción dinámica. En el primero, la simulación correspondía simplemente a la observación pasiva y en el segundo a la observación activa. En estos dos efectos analizados se expusieron dos dinámicas respecto al comportamiento de la variación del precio: de intensidad y de profundidad. Los resultados fundamentales del presente trabajo fueron: haciendo una diferencia entre las propiedades de intensidad y profundidad del comportamiento del precio del activo analizado, el rendimiento de un activo tiene un efecto de mayor magnitud en la intensidad de la variación del precio del activo y por otro lado el número de participantes tiene un efecto de mayor magnitud en la profundidad de la dinámica de variación del precio.

Estos hallazgos obedecen a la iteración de las expectativas de los agentes o a la especulación, cuando esta es grande implica que existe un mayor número de inversionistas, la variación del precio del activo tiende a ser muy profunda, ya que es de esperarse que una gran cantidad de iteraciones de esas expectativas, es decir, se asume que la expectativa individual tiene un impacto en la variación del precio muy dinámica, y este impacto puede ser pequeño o muy grande, pero entre más inversionistas hay, este impacto tiende a reforzarse y provocar el efecto de profundidad. Respecto al rendimiento, en el cual domina el efecto de la intensidad, puede verse claramente que las expectativas formadas están en función de dicho rendimiento. Cuando se forman las expectativas, estas se forman en base al rendimiento y el rendimiento a su vez determina la expectativa del precio del activo, por lo que un rendimiento cada vez mayor forma expectativas bastante muy diferenciadas, por lo que el promedio de estas, tiende a ser muy grande, lo cual implica que las iteraciones de estas estrategias varían demasiado rápido periodo a periodo. Es evidente que existen propiedades intermedias entre los resultados, las cuales explican mejor los patrones emergentes, a decir, se ubicaron dos patrones emergentes básicos, el primero de ellos está relacionado con la intensidad y el segundo con la profundidad de la dinámica del precio:

1) Sea cual sean las condiciones iniciales, entre mayor es el rendimiento del activo la variación del precio es más intensa pero la brecha de profundidad siempre es relativamente pequeña.

2) Sea cual sean las condiciones iniciales, entre mayor es el número de inversionistas la variación del precio es demasiado profunda, pero en un inicio esta profundidad es relativa y a medida que el número de participantes se hace muy grande esta tiende a ser menos profunda.

La contribución de este trabajo está enfocada a enriquecer el campo de la economía con una simulación simplificada del ambiente financiero, que se distingue por adoptar supuestos más reales para el análisis financiero respecto a los agentes involucrados.

Los modelos de simulación basados en agentes proporcionan una herramienta poderosa para aumentar la transparencia en los mercados financieros. Al simular el comportamiento de diferentes tipos de agentes y sus interacciones, estos modelos pueden revelar patrones y comportamientos que de otra manera serían difíciles de detectar. Esto es crucial para los reguladores, ya que les permite identificar posibles riesgos y puntos débiles en el sistema financiero.

Por ejemplo, la simulación puede ayudar a supervisar el impacto de las prácticas de negociación de alta frecuencia (HFT), que han sido criticadas por su potencial para desestabilizar los mercados. Al modelar estas prácticas, los reguladores pueden entender mejor sus efectos y diseñar políticas que mitiguen los riesgos asociados.

Los mercados financieros a menudo están dominados por un pequeño número de grandes actores, lo que puede llevar a comportamientos oligopólicos y manipulación del mercado. Los ABM pueden simular cómo la concentración del mercado afecta la competencia y la estabilidad. Esto permite a los reguladores diseñar políticas antimonopolio más efectivas para promover un mercado más competitivo y equilibrado.

Tenemos aquí presente el típico caso de lo que el modelo de mercado llama el funcionamiento perfecto del mercado, que es atribuido al mercado financiero, la compra y venta de acciones y/o de divisas. En este caso tomamos el caso del precio de la acción en un mercado llamado perfecto porque no hay intervención del gobierno.

Sin embargo, vemos aquí dos implicaciones éticas suplementarias de este mercado, primero es el hecho de que en estos mercados ya no existe un comprador y un vendedor que se ponen de acuerdo en el precio de un bien o servicio, que es una parte importante del mecanismo de mercado a la base. Aquí son máquinas las que ahora fijan como bien veremos más adelante, el precio (Deminski y Beretta, 2014).

Si bien una de las ventajas de los modelos de simulación de precios es su capacidad para prever crisis financieras. Al simular diferentes escenarios y choques externos, estos modelos pueden ayudar a identificar condiciones que podrían llevar a una crisis.

Esto no resuelve la pregunta de ¿quién es responsable? ¿A quién se le va a asumir la responsabilidad de sus actos específicamente en los casos de las crisis financieras. Este es un tema importante y se tiene que establecer la reglamentación adecuada, antes de que se produzcan y se detecten las fallas de los mercados. No solo necesitamos prever sino también evitar con otros mecanismos de sanciones específicas las fallas del mercado debidas a la especulación.

Por ejemplo, durante la crisis financiera de 2008, los modelos de simulación podrían haber sido utilizados para evaluar la efectividad de diferentes programas de rescate bancario y sus impactos a corto y largo plazo en la economía. Pero si hubiera existido un sistema normativo con sanciones específicas a los especuladores, se hubiera evitado la crisis.

Olivera, E. & Herrera, M.T. (2024) 'El uso de modelos computacionales (ABM) en economía y sus implicaciones éticas: el caso del análisis de la dinámica de variación de precios en un ambiente de complejidad financiera,' *Journal of Ethics, Economics and Common Goods*, 21(1) p 68-93.

Gomes (2013:31) menciona acertadamente que antes de la crisis del 2008, se escuchaba a menudo en el sistema financiero hablar de "La codicia es Buena", este mensaje seguía y sigue la lógica de que la codicia conducía a mercados eficientes, en los últimos años este mensaje ha perdido su encanto y después de la crisis del 2008, viene siendo más habitual oír que la codicia es "irresponsable".

Segundo esta el problema de la especulación constante de los mercados que hacen que el precio de la acción al momento de emitirse tenga una gran diferencia entre el precio de la acción cuando esta llega al mercado del mercado, que como bien vimos esta tienen una intensidad diferente y depende mucho del número de los inversionistas, pero no solamente, este precio puede ser manipulado desde antes como bien lo demuestra

La volatilidad del mercado es una preocupación constante para los reguladores y los inversores. Los modelos de simulación pueden ayudar a identificar las causas subyacentes de la volatilidad y diseñar políticas para reducirla. Una de las propuestas de Deminski, es fijar tiempo, es decir que la emisión y la compra y venta de la acción tenga un límite puede ser de dos días, esto eliminaría el proceso de creación de burbujas especulativas, por ejemplo (Deminski y Beretta, 2014).

Una de las principales desventajas de los modelos de simulación basados en agentes es su complejidad. Estos modelos pueden ser difíciles de construir y validar, y sus resultados pueden ser sensibles a las suposiciones subyacentes. Esto puede limitar su utilidad para la formulación de políticas, ya que los responsables de la toma de decisiones pueden ser reacios a basar sus acciones en modelos que no entienden completamente o que no pueden ser validados de manera robusta. En este sentido los modelos de simulación requieren datos detallados y precisos para ser efectivos. La obtención y calibración de estos datos puede ser un desafío, especialmente en mercados financieros complejos y dinámicos. Sin datos adecuados, los resultados de las simulaciones pueden ser inexactos o engañosos.

Los mercados financieros están en constante evolución, y los modelos de simulación deben adaptarse a estos cambios para seguir siendo relevantes. Esto requiere una actualización continua de los datos y las suposiciones del modelo, lo que puede ser costoso y laborioso. O puede ser erróneo cuando no se tiene la información completa.

Los modelos de simulación de precios en mercados financieros, y en particular los basados en agentes, ofrecen una herramienta poderosa para la formulación de políticas públicas, pero como vimos tienen sus limitantes, por lo cual en realidad un comportamiento ético de todos los autores es necesario, incluyendo las universidades.

Roncella y Roncella (2019), hacen un interesante estudio de las universidades que imparten maestrías en finanzas, muestran las 25 mejores universidades, subrayan que las primeras seis mejores universidades a nivel mundial no cuentan con cursos de ética.

Bibliografía

- Alfarano, S., Lux, T. y Wagner, F., 2011. Time-variation of higher moments in a financial market with heterogeneous agents: An analytical approach. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 35(1), pp.136-149.
- Axtell, R.L., 2016. 30 years of agent-based modeling in the social sciences: A review. *Complexity*, 21(S2), pp.15-20.
- Aymanns, C. y Farmer, J.D., 2015. The dynamics of the leverage cycle. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 50, pp.155-179.
- Biondo, A.E., Pluchino, A., Rapisarda, A. y Helbing, D., 2013. Are random trading strategies more successful than technical ones? *PLoS ONE*, 8(7).
- Boss, M., Elsinger, H., Summer, M. y Thurner, S., 2004. Network topology of the interbank market. *Quantitative Finance*, 4(6), pp.677-684.
- Chiarella, C., He, X.Z. y Hommes, C., 2010. A dynamic analysis of moving average rules. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 34(5), pp.935-948.
- Chen, S.H. y Yeh, C.H., 2012. Evolving traders and the business school with genetic programming: A new architecture of the agent-based artificial stock market. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 36(4), pp.603-617.
- Cristelli, M., Batty, M. y Pietronero, L., 2012. There is more than a power law in Zipf. *Scientific Reports*, 2(1), p.812.
- Dembinski P. y Beretta, S. 2014. Beyond the Financial Crisis. Towards a Christian Perspective for Action, ed. The Caritas in Veritate Foundation Working Papers, Mathias Nebel and Joseph Godal, pp.11-97.
- Farmer, J.D. y Foley, D., 2009. The economy needs agent-based modelling. *Nature*, 460(7256), pp.685-686.
- Gatti, D.D., Desiderio, S., Gaffeo, E., Cirillo, P. y Gallegati, M., 2011. *Macroeconomics from the bottom-up*. Springer.
- Gerding, E.H., Robu, V., Stein, S., Parkes, D.C., Rogers, A. y Jennings, N.R., 2011. Online mechanism design for electric vehicle charging. *AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 26(1), pp.1343-1349.
- Gomes, R. 2013. "La responsabilidad económica empresarial: una regulación ética para unos mercados financieros ordenados", *Finance and Common good Journal*, No. 40-41, pp. 31-50
- Hommes, C. y Wagener, F., 2010. Complex evolutionary systems in behavioral finance. *Handbook of Behavioral Finance*, pp.217-250.
- Iori, G. y Porter, J., 2012. Agent-based modeling for financial markets. *Handbook of Computational Economics*, 4, pp.527-564.
- Kirman, A., 2010. The economic crisis is a crisis for economic theory. *CESifo Economic Studies*, 56(4), pp.498-535.
- LeBaron, B., 2011. Heterogeneous gain learning and the dynamics of asset prices. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 78(3), pp.206-223.
- LeBaron, B. y Tesfatsion, L., 2008. Modeling macroeconomies as open-ended dynamic systems of interacting agents. *American Economic Review*, 98(2), pp.246-250.
- Lux, T., 2009. Applications of statistical physics in finance and economics. *A New Order of Things*, pp.213-258.

Olivera, E. & Herrera, M.T. (2024) 'El uso de modelos computacionales (ABM) en economía y sus implicaciones éticas: el caso del análisis de la dinámica de variación de precios en un ambiente de complejidad financiera', *Journal of Ethics, Economics and Common Goods*, 21(1) p 68-93.

Lux, T. y Zwinkels, R.C., 2018. Empirical validation of agent-based models. *Handbook of Computational Economics*, 4, pp.437-488.

Mandel, A. and Schnabl, G., 2011. The role of risk management for systemic risk. *Journal of Banking & Finance*, 35(12), pp.3288-3301.

Marengo, L., Pasquali, C. y Valente, M., 2013. Financial constraints and endogenous technical change. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 37(11), pp.2253-2273.

Mazzoli, M. y Montagna, L., 2015. A complex network approach to portfolio theory and risk management. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 436, pp.188-203.

Napoletano, M., Gaffard, J.L. y Sapio, S., 2014. Agent-based models and economic policy. *Revue de l'OFCE*, (134), pp.69-103.

Naticchioni, P., Ricci, A. y Piroli, G., 2012. The evolution of social norms in agent-based models. *Journal of Economic Interaction and Coordination*, 7(2), pp.169-188.

Nguyen, T.T. y Tran, Q.B., 2012. Modeling the impact of environmental policies on economic growth and financial development: An agent-based approach. *Environmental and Resource Economics*, 53(3), pp.393-418.

Pluchino, A., Biondo, A.E. y Rapisarda, A., 2019. Talent vs luck: The role of randomness in success and failure. *Advances in Complex Systems*, 22(3-4).

Raberto, M., Cincotti, S., Focardi, S.M. y Marchesi, M., 2001. Agent-based simulation of a financial market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 299(1-2), pp.319-327.

Roncella, A. y Roncella, L. 2019. "Finance Needs "Bilinguals" Too», *Finance and Common good Journal*, No. 46-47, pp. 43-58.

Schredelseker, K. y Hauser, F. eds., 2008. *Complexity and artificial markets*. Springer Science & Business Media.

Sornette, D., 2014. Physics and financial economics (1776-2014): Puzzles, Ising and agent-based models. *Reports on Progress in Physics*, 77(6).

Thurner, S., Farmer, J.D. y Geanakoplos, J., 2012. Leverage causes fat tails and clustered volatility. *Quantitative Finance*, 12(5), pp.695-707.

Thurner, S., 2017. Quantitative agent-based modeling of socio-economic systems. *Physics Reports*, 876, pp.1-86.

Tiziana, D., Cincotti, S., Raberto, M. y Teglio, A., 2010. Macroprudential policies in an agent-based artificial economy. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 75(3), pp.234-254.

Westerhoff, F.H. y Franke, R., 2012. Agent-based models for economic policy design: Introduction to the special issue. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 83(3), pp.423-428.

Windrum, P., Fagiolo, G. y Moneta, A., 2007. Empirical validation of agent-based models: Alternatives and prospects. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 10(2), p.8.

Zhang, W.B., 2011. A synthetic economic model of wealth distribution, social status, and financial crisis. *Journal of Economic Interaction and Coordination*, 6(2), pp.181-204.

Zhou, W.X. y Sornette, D., 2009. A case study of speculative financial bubbles in the South African stock market 2003-2006. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 388(6), pp.869-880.

Amartya Sen et la stratégie du Blob

François-Régis Mahieu: Fonds pour la recherche en éthique économique.

ORCID: 0000-0002-1090-6418

Jérôme Ballet: UMR CNRS 5319 Passages, Université de Bordeaux, et Fonds pour la recherche en éthique économique

ORCID: 0000-0002-3980-2671

Résumé:

Dans cet article, nous soulignons que, malgré une affirmation souvent tranchée de certains commentateurs des capacités, Amartya Sen a bien construit une théorie de la capacité. Nous défendons également qu'il a construit une théorie de la justice. Et que dans cette dernière, les capacités sont amenées à jouer un rôle central. C'est donc bien un programme de recherche scientifique au sens de Lakatos que Sen élabore. En affirmant le contraire, Sen utilise une stratégie de dépassement des autres théories par englobement, faisant des autres théories des cas particuliers de sa propre théorie. Ce que nous appelons la stratégie du Blob. Toutefois, ce programme repose sur une conception de la liberté qui confond personne libre et personne possédant des libertés. En ce sens, la capacité est une version faible de la capacité proposée par Ricoeur.

Mots-clés: Capacité, Théorie, Justice, Liberté

Abstract:

In this article, we emphasize that, despite the often trenchant assertions of certain commentators on capability, Amartya Sen did indeed construct a theory of capability. We also underline he constructed a theory of justice. And that in the latter, capabilities are destined to play a central role. It is therefore a scientific research program in the Lakatos sense that Sen is developing. In asserting the contrary, Sen himself is using a strategy of overcoming other theories by engulfing them, making other theories special cases of his own theory. We call this the Blob strategy. However, this program is based on a conception of freedom that confuses a free person with a person with freedoms. In this sense, capability is a weak version of the capacity proposed by Ricoeur.

Keywords: Capability, Theory, Justice, Freedom

Introduction

Au sein des capacités, l'hésitation récurrente à utiliser le concept de « théorie » et à préférer celui « d'approche » reflète une idée plus ou moins consensuelle qu'Amartya Sen a développé une approche plutôt qu'une théorie. Baujard et Gilardone (2016) affirment d'ailleurs que Sen n'est pas un théoricien de la capacité. Leur point de vue s'appuie sur le fait que Sen ne construit pas une théorie de la capacité comme justice. Mais il est différent de dire que Sen n'est pas un théoricien de la capacité comme justice et n'est pas un théoricien de la capacité. On peut défendre que Sen est un théoricien de la capacité, même s'il n'est pas un théoricien de la capacité comme justice.

Aron (1967, p.838) rappelait qu'une théorie, au sens d'une théorie scientifique « est un système hypothético-déductif, constitué par un ensemble de propositions dont les termes sont rigoureusement définis [...] ; les axiomes ou les relations les plus abstraites commandent le système et permettent au savant de retrouver par déduction soit des apparences désormais expliquées, soit des faits, saisissables par des appareils sinon par les sens, qui confirment provisoirement la théorie ou la falsifient, la falsification obligeant à une rectification, la confirmation ne constituant jamais une preuve absolue de vérité ». La définition de Aron ne peut cependant s'appliquer à une théorie normative dans la mesure où par nature, la pertinence des théories normatives ne dépend pas de leur concrétisation. Il est préférable de se référer à Lakatos (1978a, b). Rappelons que selon Lakatos, il existe des grappes de théories interdépendantes qui connaissent des « noyaux » résistants et des parties flexibles et enfin une heuristique positive (en tant que capacité de s'adapter à la réalité). Le développement scientifique modifie cette structure, en dégénéralisant certaines parties, et en recomposant d'autres ; certains programmes de recherche scientifique peuvent être progressifs, d'autres dégénéralisants. Lakatos souligne que cette recombinaison peut s'effectuer par particularisation et généralisation.

Amartya Sen développe-t-il une théorie au sens d'un programme de recherche scientifique ou développe-t-il plutôt une approche qui ne s'oppose pas aux théories alternatives mais peut être intégrée à celles-ci ? Choisir de parler d'approche n'est-il pas un moyen de submerger les autres théories, tel un Blob, pour reprendre le titre d'un film des années 1950 où une chose informe s'immisce sur la Terre et l'envahit progressivement¹.

Nous défendons, d'une part que Sen est un théoricien de la capacité, et d'autre part, qu'il est bien un théoricien de la justice ; ce qui ne signifie pas qu'il soit un théoricien de la capacité comme justice. Néanmoins, la capacité est amenée à jouer un rôle fondamental dans sa théorie de la justice.

¹ The Blob est un film sorti en 1958, réalisé par [Irvin S. Yeaworth Jr.](#), avec Steve McQueen comme acteur principal. Un remake a été réalisé en 1988 par Chuck Russell.

Nous défendons, que du point de vue épistémologique, la capabilité est le noyau d'un programme de recherche scientifique, au sens de Lakatos (1978a, b), noyau certes entouré de propos très divers, sur les femmes, l'identité, l'écologie, etc. La démarche de Sen est d'ailleurs très caractéristique. Pour appuyer sa découverte de la capabilité, il pratique une lecture récurrente, faisant appel aux fondateurs de l'analyse économique, tel William Petty (1751). Sen procède à une relecture de l'histoire de la pensée économique pour en faire une téléologie axée sur sa capabilité ; il cite ainsi Petty (Sen, 1985a), censé s'occuper des conditions de vie et du bonheur ; précurseur ainsi du « standard de vie » et donc des types de vie. Toutefois, Petty était plus soucieux de s'appropriier les meilleures terres, révélées par son survey, que du bonheur des citoyens, en particulier des Irlandais (Mahieu, 1997). Cette lecture récurrente porte sur sa conception de la liberté issue du paradoxe du libéral parétien (Sen, 1970). Il montre ainsi que le passé converge vers sa recherche présente, à savoir la capabilité. Certes nous pouvons toujours trouver des affirmations de Sen affichant qu'il n'est pas un théoricien de la capabilité et qu'il s'agit plus d'une approche que d'une théorie. Mais cette approche à tous les traits déguisés d'une théorie. En ce sens, Sen adopte la stratégie du Blob. L'objectif de cet article est ainsi de défendre l'idée que Sen propose bien une théorie de la capabilité, et qu'il propose aussi une théorie de la justice.

Nous soulignons d'abord comment la capabilité a constitué le ciment des deux principaux champs d'analyse de Sen, le choix social et le développement. Nous défendons ensuite que Sen propose bien une théorie alternative de la justice, théorie dans laquelle la capabilité peut devenir centrale. Enfin, nous soulignons que cette révolution conceptuelle qu'est la capabilité possède une limite en confondant une personne libre avec une personne qui possède certaines libertés.

La capabilité : un premier noyau dur, ciment de deux domaines

La recherche d'Amartya Sen est dualiste, alliant la théorie du choix social à l'économie du développement. Le concept apte à fusionner ces deux problématiques est la liberté de choix (sous-entendu la capabilité), qui devient un procédé récurrent d'unification de son œuvre. Sen a pu jouer de cette division ; division marquée par deux sociétés, *Human Development and Capability Approach* (HDCA) d'un côté et société du *Social Choice* de l'autre, sans recherche d'unité. Cette division favorise le système des remarques croisées entre le développement et le choix social.

La théorie des capabilités d'Amartya Sen apparaît au début des années 1980. Baujard et Gildardone (2016) relèvent que la capabilité est alors une voie de contestation du welfarisme fondé sur l'utilité. Mais il faut surtout voir dans la capabilité un lien avec le choix social. Sen (2009) indique d'ailleurs que parmi les champs de l'analyse économique, il a un ancrage particulier dans celui du choix social :

“Of course like everyone who has lived a long life I had the chance to work on many different fields. But it is the discipline of Social Choice Theory with which I feel more strongly involved, and had been involved in this way, for nearly half a century” (Sen, 2009, p.264).

Or la capabilité, ou liberté de choisir parmi des alternatives que les gens ont de bonnes raisons de valoriser, est extirpée du choix social. Après tout, le paradoxe du libéral parétien (Sen, 1970) peut se lire comme un problème de liberté de choix et d'opportunités alternatives. D'ailleurs, en 1985 dans l'article « Rights and Capabilities » (Sen, 1985b), la capabilité reflète « la liberté de mener différents types de vie », ce qui n'est pas sans rappeler le problème du libéral parétien.

Mais la capabilité est aussi un concept qui émerge au moment où sa recherche sur les famines est universellement reconnue (Sen, 1981). Cette recherche sur les famines culmine avec *Hunger and Public Action* en 1989 (Drèze et Sen, 1989). La démonstration est effectuée par la carte d'échange des droits (*entitlements*). La personne (ou le ménage) peut établir sa maîtrise sur n'importe quel groupe de marchandises en utilisant ses dotations (*endowments*) et la carte des droits à l'échange (*entitlements*), qui reflètent à la fois les possibilités et les conditions d'échange et de production. Cette approche est une première rupture avec l'analyse de la famine centrée sur l'offre et le marché (Ravallion, 1987). La carte d'échange des droits a connu immédiatement de nombreux prolongements ; en admettant qu'insérée dans un environnement social, la personne intègre d'autres personnes dans ses préférences, et donc puisse bénéficier de droits sur cet environnement ; droits qu'elle peut activer afin d'obtenir des transferts².

Avec la capabilité, cette carte d'échange prend une nouvelle dimension, elle s'élargit et devient liberté de choix. Ainsi Sen effectue une coupure épistémologique dans le domaine du développement : il passe de sa recherche standard sur les famines, sans l'abandonner, à une refondation du développement par la liberté positive dont il tire les capacités et les modes de fonctionnement (*functionings*). La capabilité est conçue comme une potentialité d'obtenir des modes de fonctionnement ou encore comme une transformation objective d'un vecteur de dotations en biens, en vecteur de disponibilités alternatives. À partir de ce moment, la théorie des capacités inspire largement la réflexion sur le développement.

Surtout, très vite, le concept s'avère glissant et n'appartient plus au seul développement, mais à tous les domaines des recherches en sciences sociales. Il tend à devenir une théorie de la liberté de choix basée sur la conception de la liberté positive. Cette dispersion amène Ingrid Robeyns (2005) a proposé un premier cadrage de la notion, puis un « cœur commun » ou noyau à l'approche et des parties mouvantes ou flexibles (Robeyns, 2016). Robeyns établit ainsi un Programme de recherche scientifique au sens de Lakatos. Ce sont donc ses disciples qui tentent de codifier le cœur de cette théorie. Et bien que les disciples répugnent,

² Voir le compte rendu de lecture de l'ouvrage de Sen par Dravie et al. (1985), et la publication de *Hunger and Public Action* en 1989.

tout comme Sen, à utiliser le terme de théorie pour préférer celui d'approche, il s'agit bien d'une théorie, en tout cas elle en a toutes les caractéristiques. Elle correspond à une rupture épistémologique, elle se constitue autour d'un noyau dur et se développe par grappes autour de ce noyau.

Faire de la liberté de choix le concept central de son œuvre permet à Amartya Sen de boucler avec élégance sa conception de l'économie par son concept de liberté, extirpé de la théorie du choix social. Ainsi le dualisme caractéristique de la démarche de Sen (un pied dans le choix social, l'autre dans l'économie du développement) devient une démarche unique.

Sen et la théorie de la justice

Les théories de la justice actuelles, depuis la *Theory of Justice* de Rawls (1971), constituent un programme de recherche scientifique spécifique sur la justice. Rawls a de ce point de vue initié lui aussi une rupture (ou un renouvellement) épistémologique. Mais considérer que toute approche qui n'entre pas dans le cadre strict défini par ce programme n'est pas une théorie revient à se soumettre à une forme d'aveuglement qui est souvent le propre des théories dominantes. Les théories de la justice actuelles ne sont qu'un programme particulier de recherche scientifique. L'objectif n'est cependant pas ici de discuter des théories de la justice. Il s'agit simplement de souligner que la théorie de la capacité rejoint le programme de recherche scientifique des théories de la justice initié par Rawls. Nous défendons également que Sen propose une théorie de la justice alternative.

En ce sens, quand Nussbaum (2011) propose d'utiliser l'approche des capacités pour construire une théorie basique de la justice sociale, elle prolonge bien le programme de recherche scientifique des capacités. Robeyns (2016), en contestant l'approche de Nussbaum, ne fait que relever une liste de critères propres au programme de recherche scientifique inauguré avec les capacités.

Sen (2009) en se positionnant à l'encontre de la théorie dominante de la justice développée par Rawls propose bien une nouvelle théorie de la justice, au sens de la constitution d'un nouveau programme de recherche scientifique ; nouveau programme dans lequel la capacité est destinée à jouer un rôle fondamental. Il s'agit, pour Sen, de développer une théorie qui sorte des débats conceptuels pour faire le lien avec des problèmes concrets de pauvreté et de discrimination. Il ne s'agit donc plus d'entreprendre une théorie de la justice idéale, intemporelle, indépendante des systèmes qui la portent, et construisant des principes parfaits. Il s'agit au contraire d'élaborer une théorie-pratique qui permet d'atteindre un « agreement, based on public reasoning, on rankings of alternatives that can be realized » (Sen, 2009, p.7). Sen n'hésite pas encore à faire le lien avec les « partial orderings » du choix social. Dans un texte de 2011, il fait le lien explicite entre le choix social et son ouvrage *Idea of Justice* (Sen, 2011). Il regrette les dégâts occasionnés par le théorème d'impossibilité de Arrow (1951),

comme il souligne que les théories de la justice qui visent des principes parfaits, en vertu de l'incomplétude de l'information et de ce théorème ne peuvent aboutir à des décisions satisfaisantes.

“Thus, for reasons both of incomplete individual evaluations and of incomplete congruence between different individuals' assessments, persistent incompleteness maybe a hardy feature of judgements of social justice. This can be problematic for the identification of a just society; and make transcendental conclusions difficult to derive” (Sen, 2009, 105).

Ce qui, en revanche, n'élimine pas la possibilité d'établir des rankings:

“And yet, such incompleteness would not prevent making comparative judgements about justice in a great many cases-where there might be faire agreement on particular pairwise rankings-about how to enhance justice and reduce injustice” (Sen, 2009, 105).

En adoptant une telle position, d'une part Sen puise encore dans le choix social, tout en proposant une solution au problème usuel d'impossibilité, d'autre part renouvelle le débat sur la justice en donnant une place de choix à la capacité qui n'est, de fait, rien de plus qu'une perspective par laquelle il est possible d'évaluer raisonnablement les avantages et les désavantages d'une personne. Lors des comparaisons, la capacité peut donc occuper une place centrale. Bien sûr, il ne s'agit pas de réduire sa position sur la justice à un artifice de promotion de la capacité. Mais il serait aussi tout à fait dénué de sens de considérer qu'étant donnée l'énergie que Sen a porté à la capacité, le lien avec sa théorie de la justice ne soit pas évident. Sa théorie de la justice est, en ce sens, un prolongement et une manière de résoudre certains problèmes du choix social.

Sen propose par ailleurs, avec sa théorie de la justice, de dépasser deux autres théories ; celle de Rawls bien sûr, mais également celle d'Habermas (1990, 2003). En fait, Sen, sans le dire, se range derrière l'éthique de la discussion telle qu'elle est élaborée par Jürgen Habermas. L'éthique de la discussion s'en prend à l'éthique kantienne et ses hypothèses dites par Habermas « déontologiques, cognitivistes, formalistes et universalistes fondamentales ». Elle défend le primat d'une éthique de l'agir juste sur celle du bien. En ce sens, il s'agit bien d'un programme de recherche qui se fonde sur une perspective alternative et pas simplement un retour à des préoccupations empiriques d'un économiste. D'ailleurs, si Sen (2009) accorde une place majeure à la démocratie dans son analyse de la justice, reprenant l'idée de gouvernement par la délibération, Habermas est certainement un des auteurs qui a le plus discuté de la démocratie délibérative (Vitale, 2006 ; Lubenow, 2012 ; Susen, 2017).

Mais Sen, sans qu'il en soit fait référence explicite, rejoint également Aristote dans son Ethique à *Nicomaque*. Comme le rappellent Clément et al. (2008) Aristote insiste sur le fait que le terme *justice* a plusieurs sens qui ne sont pas toujours faciles à différencier. Il établit ainsi une différence entre justice *générale* et justice *particulière*. Au sens de la justice générale, l'homme injuste est celui qui viole la loi. L'injuste est le caractère de ce qui est contraire à la loi. La justice générale est avant toute chose une justice politique, qui s'évalue à l'aune du respect des lois supposées justes. La justice particulière est au contraire une vertu éthique indépendante des lois et des règles en vigueur. La justice particulière nécessite un « sens du juste », une délibération de l'agent sur le juste. C'est par la discussion, la délibération, que les hommes se mettent d'accord sur leurs conceptions du juste au sens de la justice particulière. Selon Clément et al. (2008), c'est la justice particulière qui est pour Aristote la plus importante. De ce point de vue, on peut dire que Sen se situe parfaitement dans une approche aristotélicienne de la justice particulière, dans laquelle la capabilité constitue un critère de jugement particulièrement important.

Il nous semble d'ailleurs assez surprenant que si Nussbaum (2007, 2011) a largement souligné les points aveugles de la théorie de la justice de Rawls, et revendique s'en inspirer largement, elle maintient une position en faveur d'une liste de capabilités prédéfinies, à l'inverse de Sen. Sur cet aspect, Sen est plus aristotélicien que Nussbaum, et, pour cette raison, il provoque une rupture épistémologique, là où Nussbaum n'ose pas la franchir. Sa théorie de la justice apparaît alors comme un second noyau dur en cohérence avec le premier noyau qu'est la capabilité.

Un programme de recherche limité

Selon Ricoeur (2004), Amartya Sen effectue une révolution conceptuelle avec la capabilité. Cependant, la capabilité n'est qu'une version faible de la capacité. L'achèvement de la rupture épistémologique nécessite de forger une conception plus profonde de la capabilité. Sen reste en effet très axé sur une conception fonctionnelle de la capabilité (Ballet *et al.*, 2013). La capabilité est un ensemble de capabilités sous forme d'attributs collés à un individu. D'où l'ambiguïté sur le fait de mettre capabilité au singulier ou au pluriel. En se réduisant à la liberté de choix, à savoir de choisir la vie que l'on a envie d'assumer, la capabilité perd aussi son originalité. La capabilité était déjà présente dans les travaux de Margaret Mead (1928) qui évoquait la liberté de choisir entre plusieurs modes de vie et les coûts associés à ces changements. Le coût des changements de mode de vie n'est pas abordé par Sen. La liberté ne se confond pas, en effet, avec la liberté de choix. Si Sen (2009) énonce que personne ne peut nier que l'absence de choix soit une négation de la liberté, en revanche l'existence de choix n'est pas *a contrario* une preuve de liberté. Qui autorise le choix, qui a le choix et comment s'effectue-t-il ? Autant de modalités qui font que la liberté de choix peut se faire dans la pire des dépendances. Ainsi, l'élargissement des choix possibles n'améliore pas fatalement le bien-être. On retrouve ici le paradoxe de la redistribution optimale qui, pour assumer la liberté de choix des donateurs, implique une société totalitaire (Mahieu et Bhukuth, 2009).

Le problème de la formulation de la capabilité comme liberté de choix se trouve, de fait, déjà dans la formalisation du libéral parétien de 1970. Comme l'a bien souligné Mahieu (1991), Arrow (1951), avec son théorème d'impossibilité, utilise une formalisation mathématique non adaptée car ne respectant pas les règles de la logique formelle. Il en déduit des expressions triviales. Sen reprend la même notation et commet la même erreur. À l'origine de cette erreur, une formalisation qui permet d'écrire une norme comme si elle était automatiquement réalisée. La liberté est ainsi un concept général que l'on peut attribuer-distribuer mais qui ne passe pas par la personne. Ainsi, la capabilité comme liberté de choix est détachée de la personne. La question que pose la capabilité n'est pas celle de la personne libre, mais celle de l'individu qui possède certaines libertés. Ces libertés sont des attributs que l'on peut adosser à une personne mais qui ne sont pas constitutives de la personne. Comme si le fait d'attribuer des libertés à une personne en font une personne libre. On retrouve là le problème de la norme automatiquement réalisée. Un dictateur peut imposer des libertés ! D'où peut-être l'insistance d'Amartya Sen sur la démocratie ?

De ce point de vue, malgré l'éloge que Ricoeur (2004) fait de l'approche des capacités, en tant que libertés de choix, la capabilité n'est qu'un aspect des capacités de la personne que Ricoeur propose dans la phénoménologie de l'homme capable : dire, faire, s'imputer, narrer. La capabilité de la liberté est une capacité partielle. Pour obtenir une théorie de la capacité, il faut pousser le raisonnement de sorte que l'individu ne soit plus cette entité abstraite des économistes, quand bien même on lui collerait des attributs sous forme de capacités.

Conclusion

Dans cet article, nous avons voulu souligner que malgré une affirmation souvent tranchée de certains commentateurs des capacités (comme Baujard et Gikardone, 2017), Amartya Sen a bien construit une théorie de la capabilité, et qu'il a bien construit également une théorie de la justice. Dans cette dernière, les capacités sont amenées à jouer un rôle central. C'est donc bien un programme de recherche scientifique au sens de Lakatos que Sen élabore. En affirmant le contraire, Sen utilise une stratégie de dépassement des autres théories par englobement, faisant des autres théories des cas particuliers de sa propre théorie. Ce que nous appelons la stratégie du Blob. Toutefois, ce programme repose sur une conception de la liberté qui confond personne libre et personne possédant des libertés. En ce sens, la capabilité est une version faible de la capacité proposée par Ricoeur.

Références

- Aron, R. (1967) *Les étapes de la pensée sociologique*, Paris : Gallimard.
- Arrow, K. J. (1951) *Social choice and individual values*, New Jersey : John Wiley & Sons.
- Ballet, J., Bazin, D., Dubois, J. L., & Mahieu, F. R. (2013) *Freedom, responsibility and economics of the person*, London : Routledge.
- Baujard, A., & Gilardone, M. (2017) 'Sen is not a capability theorist', *Journal of Economic Methodology*, 24(1), p1-19.
- Clément, V., Le Clainche, C. et Serra, D. (2008) *Économie de la justice et de l'équité*, Paris : Economica.
- Dravie, C., Mahieu, R., & Requier-Desjardins, D. (1985) 'Poverty and famines: an essay on entitlement and deprivation A. K. Sen. *Revue Tiers Monde*', 26(104), p932-943.
- Dreze, J., & Sen, A. (1989) *Hunger and public action*. Oxford : Clarendon Press.
- Habermas, J. (2003) *Discourse Ethics*. In Harry Gensler, Earl Spurgin, James Swindal (eds), *Ethics: Contemporary Readings*, London : Routledge.
- Habermas, J. (1990) *Moral consciousness and communicative action*. Cambridge (Mass.) : MIT press.
- Lakatos, I. (1978b) 'Science and pseudoscience', *Philosophical papers*, 1, p1-7.
- Lakatos, I. (1978a) *The methodology of scientific research programmes*, Cambridge : Cambridge University Press.
- Lubenow, J. A. (2012) 'Public sphere and deliberative democracy in Jürgen Habermas: Theoretical model and critical discourses', *American Journal of Sociological Research*, 2(4), p58-71.
- Mahieu, F. R. (1997) *William Petty (1623-1687): fondateur de l'économie politique*, Paris : Economica.
- Mahieu, F. R. (1991) 'Dictature» et expression des normes dans la théorie économique des choix collectifs', *Revue économique*, 42(3), p459-468.
- Mahieu, F.R., Bhukuth, A., (2009) 'Is a liberal justice, totalitarian?' *Working paper FREE n°1-2009* [Online]. Available at : <https://www.ethique-economique.fr/uploaded/augendracompensation.pdf>
- Mead, M. (1928) *Coming of age in Samoa: A psychological study of primitive youth for western civilization*, New York : William Morrow & Co.
- Nussbaum, M. (2011), *Creating Capabilities: The Human Development Approach*, Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Nussbaum, M. (2007) *Frontiers of Justice : Disability, Nationality, Species Membership*, Cambridge (Mass), Harvard University Press : The Belknap Press
- Petty, W. (1751) *Political Arithmetic*, Glasgow : Robert and Andrew Foulis.
- Ravallion, M. (1987) *Markets and Famines*, Oxford : Oxford University Press.
- Rawls, J. (1971) *A theory of justice*, Cambridge (Mass.) : Harvard University Press.
- Ricœur, P. (2004) *Parcours de la reconnaissance*, Paris : Stock.
- Robeyns, I. (2016) 'Capabilitarianism', *Journal of Human Development and Capabilities*, 17(3), p397-414.
- Robeyns, I. (2005) 'The capability approach: a theoretical survey', *Journal of human development*, 6(1), p93-117.
- Sen, A. (2011) 'Social Choice and the Idea of Justice', *Lecture at conference Charles Gide*, Toulouse, [Online]. Available at : <http://alain.alcouffe.free.fr/fullpapers/SCT-JUS.TOU-1.pdf>
- Sen, A. (2009) *The Idea of Justice*, Allen Lane : New York.

François-Régis, M. & Ballet, J. (2024) 'Amartya Sen et la stratégie du Blob', *Journal of Ethics, Economics and Common Goods*, 21(1) p 94-103.

Sen, A. (1985a) *The Standard of Living*, The Tanner Lectures, Clare Hall : Cambridge.

Sen, A. (1985b) 'Rights and Capabilities. In Ted Honderich' (ed.), *Morality and Objectivity*, Chapter VII, London : Routledge.

Sen, A. (1981) *Poverty and famines: an essay on entitlement and deprivation*. Oxford : Oxford university press.

Sen, A. (1970) 'The impossibility of a Paretian liberal', *Journal of political economy*, 78(1), p152-157.

Susen, S. (2017) 'Jürgen Habermas: Between democratic deliberation and deliberative democracy. In Wodak, R. and Forchtner, B'. (eds.), *The Routledge Handbook of Language and Politics*, p. 43-66. Abingdon : Routledge.

Vitale, D. (2006) 'Between deliberative and participatory democracy: A contribution on Habermas', *Philosophy & social criticism*, 32(6), p739-766.

EE & **CG**
ETHICS,
ECONOMICS COMMON
GOODS

**JOURNAL ETHICS,
ECONOMICS AND
COMMON GOODS**

**N° 21 (1),
JANUARY - JUNE 2024.**