

MABS una aplicación “killer” en Economía y Organización: el proceso de ajuste Walrasiano y Marshaliano

Cesáreo Hernández, Marta Posada, Adolfo López-Paredes

Dpto. de Organización de Empresas. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad de Valladolid. Paseo del Cauce s/n. 47011 Valladolid . {posada, cesareo, adlo@eis.uva.es}

Resumen

Los Sistemas Multiagentes y la Inteligencia Artificial Distribuida son áreas de activa investigación, con aplicaciones muy satisfactorias en la ingeniería y en las ciencias sociales. Ambas tratan de dotar de inteligencia y capacidad decisoria a los objetos convirtiéndolos en agentes y desdibujando así la barrera entre sistemas físicos y sociales. De aquí su importancia como metodología común al amplio campo de Ingeniería de Organización. Los Modelos de Simulación Basados en Agentes (MABS) han pasado en menos de diez años a ser una herramienta complementaria de los métodos analíticos y estadísticos para el análisis de la complejidad en la interacción hombre/maquina/naturaleza. MABS ha supuesto un cambio radical en la Organización Computacional, antes reducida a la explotación de las propiedades numéricas de modelos analíticos agregados y será un aplicación “killer” en muchos ámbitos de la Ingeniería como ya los son en Economía y Organización. En este trabajo vamos a demostrar que los conceptos de estabilidad de mercado que enseñamos a nuestros alumnos en la asignatura de Economía en las Escuelas y Facultades son ambiguos y de escasa utilidad e incluso confusos, cuando se adopta un enfoque MABS (desde los micromotivos) y se especifica bien la triplete (AxEI): agentes, institución y entorno.

Palabras clave: Organización Computacional. Simulación Basada en Agentes Artificiales(MABS). Ajuste Walrasiano y Marshaliano del mercado y equilibrio competitivo. Organización Industrial.

1. Objetivo y alcance del trabajo

Objetivo. Los conceptos de ajuste y equilibrio Walrasiano y Marshaliano son ideas ejemplares que enseñamos a nuestros alumnos de Economía (una de las ramas básicas de la ingeniería de acuerdo con la administración española y con cualquier currículo en ingeniería) ¿Pero resisten el análisis resultante de la Economía Experimental (EE) y de la Simulación Basada en Agentes (MABS)? El objetivo de esta investigación es demostrar que es posible valorar su utilidad desde la conducta de los agentes. Que para una oferta de pendiente decreciente, el equilibrio resultante es Marshaliano cuando, según los criterios de equilibrio de mercado, debería ser Walrasiano. Este hecho refuerza y completa una conclusión importante a la que ya habíamos llegado con un enfoque micro, de abajo a arriba, al estudiar la dinámica de precios en una subasta doble continua (Posada *et al.*, 2004, 2005, 2006). Es posible simular y generar el proceso de equilibrio, además de calcular el equilibrio final de un mercado. Y no es necesario ni conveniente recurrir a los conceptos de equilibrio Marshaliano o Walrasiano (una analogía heredada de los campos de fuerzas de la mecánica) para explicar el ajuste hacia el precio de equilibrio. No es el mercado en primera instancia el “agente que ajusta” sino los propios agentes participantes ¿Deberíamos abandonar por confusos e irrealistas ambos conceptos en la enseñanza de la Economía? ¿Es una instrucción en MABS deseable para todo investigador en Ingeniería de Organización?

Alcance: Economía, Organización y MABS. Podría pensarse que el trabajo es interesante pero es una investigación de Teoría Económica y que, por tanto, no encaja bien en el ámbito

del *Congreso de Ingeniería de Organización*. Tal pensamiento es acertadamente equivocado. Siguiendo la indicación de los revisores hacemos algunas reflexiones previas que sitúen el trabajo en el contexto de la Ingeniería de Organización y la relevancia de la aproximación MABS.

Es cierto, si por Teoría Económica se entiende “el conjunto de los métodos analíticos que permiten explicar la asignación óptima de recursos escasos con usos alternativos”. Este punto de vista ha retrasado el progreso de la Ciencia Económica y la ha convertido en una aplicación de las Matemáticas y de la Investigación Operativa.

Es equivocado si la Teoría Económica es entendida “como la Ciencia Social que trata de explicar la generación de riqueza y su distribución”. Punto de vista que recupera la posición doctrinal de los empiricistas del siglo XIX y su carácter evolucionista (Marshall). Y aun más, ciertamente equivocado si entendemos la Empresa como “una Organización cuyos miembros deciden cooperar voluntariamente para conseguir un fin: la generación de riqueza sostenida y su distribución entre los *stakeholders* (socios)”. Porque en este caso los objetivos de la Organización de Empresas y de la Teoría Económica son coincidentes y para acomodar la naturaleza de su complejidad, no son suficientes modelos analíticos de comportamiento agregado. Compartimos ese pensamiento respecto a esa Teoría Económica Mecanicista y descontextualizada de la Organización. Pero si adoptamos la otra visión que hemos citado de la Economía y de la Empresa, no sólo contribuimos con esta investigación a una nueva forma de hacer Teoría Económica, sino a una nueva forma de entender la Organización y la complejidad.

Dada su dimensión social, la Economía hereda una complejidad inabordable salvo que aceptemos los principios de la Santísima Trinidad ortodoxa en términos de Colander (2002): racionalidad de los agentes, egoísmo y equilibrio. Y como ciencia, reclama que la experimentación complemente los datos históricos o de encuestas.

La Economía Experimental (EE) con humanos (método generativo) ha permitido un enfoque alternativo de la investigación en Economía y un contraste empírico de los principios de funcionamiento de los mercados e instituciones y ha recibido el merecido reconocimiento académico con la concesión de sucesivos premios Nobel de Economía (H.Simon, V. Smith, T. Schelling). Pero el comportamiento explícito de los agentes humanos participantes en el experimento no es directamente controlable. De ahí el interés de extender la EE mediante los MABS. Es en este sentido en el que vemos en MABS una aplicación “*killer*”(demoledora), pero constructiva, a la Ciencia Económica y a la Organización. Pues con este enfoque de micromotivos, Economía y Empresa quedan subsumidas en una Ingeniería de Organización, o Ingeniería de las Instituciones Económicas, sean éstas mercados o empresas.

En López *et al.* (2002) y Hernández (2004) extendemos y profundizamos en estas consideraciones sobre la relevancia de MABS en la investigación económica y organizativa.

Escasez y elección: racionalidad ecológica. Todos los años repetimos el experimento de mercado de la subasta doble con nuestros alumnos. Se entregan precios de reserva y costes marginales de reserva a compradores y vendedores, respectivamente, en cartulinas de diferentes colores que no pueden hacer públicas. Valores extraídos aleatoriamente de una oferta y demanda que ellos desconocen. En un mercado formado por 20 alumnos, en tres o cuatro rondas de seis minutos, todos los intercambios se realizan a los precios de equilibrio teórico. Nadie maximiza nada explícitamente. No conocen qué es una curva de utilidad. No han visto una oferta y una demanda. No necesitan el artificio del mercado para que emerja un equilibrio, en este caso, coincidente con el previsto por la Teoría Económica.

Del caos al orden. Sin información completa, el agente egoísta no perverso de Smith (la Riqueza de la Naciones) posibilita el orden. El conjunto del triplete IxAxE (I: institución, A: comportamiento de los agentes, E: entorno) no solamente resulta un calculador del equilibrio como el mejor econométra, sino que además explica el proceso hacia el equilibrio.

Más aun, si ahora modificamos la institución y los compradores sólo escuchan, la intuición nos indica que puesto que la información es valiosa, el precio de equilibrio será mas bajo que antes. Así resulta del experimento correspondiente pero es bastante difícil de justificar con el artificio de la oferta y la demanda.

El experimento demuestra también la eficiencia y capacidad de las subastas para resolver el problema más genérico de escasez y elección ¿Resultaría la experimentación MABS con mercados útil para resolver problemas de job-shop y secuenciación? ¿Problemas de coordinación como la cadena de suministro? La respuesta es sí. Las maquinas serían nuestros vendedores y las piezas nuestros compradores. Esta es una de las más interesantes aplicaciones del enfoque MABS (Arauzo, 2007). Así que esta forma de entender la Economía suministra una base común para avanzar tanto en Teoría Económica como en Organización. Ciertamente que la Teoría Económica permite poner orden en la jungla de la aproximación verbal y descriptiva a la Organización. El monopolio bilateral, por ejemplo, subyace a la teoría de la agencia e inmediatamente nos da pautas sobre políticas de incentivos, externalización y franquicia. Pero MABS a su vez permite poner orden en los modelos normativos de Teoría Económica, como vemos en nuestra contribución. Si descendemos en el nivel de abstracción desde los modelos agregados de micro o empresa hasta los modelos basados en agentes, podemos enriquecer la evidencia empírica que los sustenta y establecer una base común.

Aunque el objetivo del trabajo es en primera instancia el enunciado antes, es también una ilustración de cómo MABS puede enriquecer y servir para la resolución de problemas de ingeniería desde un enfoque de mercado.

2. Antecedentes

Una preocupación fundamental de la EE ha sido caracterizar la dinámica del mercado: el proceso hacia el precio de equilibrio, y la interacción estratégica de los agentes. Algo que la Teoría Económica Neoclásica soslaya y que la Teoría de Juegos resuelve en casos muy concretos y restrictivos. Para ello es necesario hacer explícito en todo modelo económico u organizativo, como señala Smith (1989), el triple AxAxE (ver Figura 1): el comportamiento de los agentes (A), la institución (I, el lenguaje de comunicación entre los agentes, las reglas que gobiernan el intercambio de información y la forma en la que se cierra el contrato) y el entorno (E, dotaciones iniciales de los agentes, preferencias y costes que motivan el intercambio). Por ejemplo, el precio y la distribución de riqueza del intercambio (excedentes) en un monopolio de oferta es muy distinto si la institución permite al comprador hacer ofertas de compra en respuesta a las ofertas de venta del monopolista (doble subasta continua, CDA) que si el comprador se limita a aceptar o rechazar ofertas (posted offer). Replicando los resultados de EE para distintas configuraciones (AxAxE) es posible contrastar desde la aproximación MABS las numerosas alternativas estratégicas y enriquecer la relevancia práctica de la Organización Industrial.



Figura 1. Componentes de todo modelo de mercado

El puzzle de la coordinación espontánea. En microeconomía ha sido, sin duda, la exigencia de rigor matemático lo que ha reducido su objetivo a la existencia y caracterización del equilibrio, más que al proceso que conduce al mismo. En la última década ha crecido el interés por el mecanismo de aprendizaje de los agentes que conduce a ese equilibrio. Pero el aprendizaje se refiere a los parámetros del modelo compatibles con el equilibrio. Suponer que el aprendizaje de los agentes consiste en primera instancia en aproximar los verdaderos valores de los parámetros de un modelo macro del mercado es totalmente irrealista y desde luego innecesario ¿Por qué habrían los agentes de tener una representación paramétrica del modelo del mercado y tratar de capturar los valores de estos parámetros?.

La EE prueba que, como en el experimento antes citado, el aprendizaje individual es inseparable del aprendizaje social. Si agentes no instruidos en Economía son capaces de aprender su camino al equilibrio, ¿será posible reproducir ese comportamiento con agentes artificiales de inteligencia cero? Tal pregunta suscitó una serie de investigaciones, que se recogen en (Posada *et al.*, 2004, 2005, 2006) y que han resuelto el puzzle. Si, la institución importa pero la inteligencia y estrategia de los agentes también, incluso en el caso extremo de competencia perfecta de la subasta doble continua El resultado es de relevancia teórica y práctica, dada la importancia creciente de mercados tipo subasta y el comercio electrónico. Como todo modelo de aprendizaje que conduce al equilibrio, supone a su vez un nuevo método predictivo (de comportamiento) complementario del econométrico y proyectivo (series temporales).

El puzzle del ajuste del mercado hacia el equilibrio: Walras o Marshal. En el modelo Marshaliano la cantidad se ajusta en respuesta a la diferencia entre los precios de reserva de los consumidores y los productores para esa cantidad (1). En el Walrasiano, el precio se ajusta en respuesta al exceso de demanda para ese precio (2)

$$dP/dt = k [(D(P) - O(P))] \quad (1)$$

$$dQ/dt = k [D^{-1}(Q) - S^{-1}(Q)] \quad (2)$$

Si hay alguna pregunta incómoda que el profesor de microeconomía enfrenta es: ¿quien hace el trabajo del así llamado ajuste del mercado? Y es que efectivamente: “*El proceso Walrasiano de ajuste y el Marshaliano representan soluciones matemáticamente elegantes del problema de ajuste del mercado. Pero carecen en gran medida de contenido económico...estos procesos de ajuste no representan ningún tipo de conducta optimizadota de los agentes económicos, sino que las ecuaciones diferenciales se han sacado más o menos de la nada...*”“*En última instancia esa especulación sobre la elección del mecanismo de ajuste apenas tiene sentido porque ni el mecanismo Walrasiano ni el Marshaliano reflejan la conducta real de, los agentes económicos.*”

Este comentario, procede de un libro de texto actual (Nicholson, 1997), de uso generalizado, y expresa perfectamente la situación ambigua si no desconcertante de ambos principios. En vista de los resultados anteriores la respuesta es evidente: los agentes (no el mercado). Eso si, en relación a unas reglas de intercambio específicas y un entorno (el triplete: AxExI).

¿Pero a pesar de ello tienen alguna validez práctica para caracterizar el equilibrio de precios cuando este existe? Siendo conceptos de equilibrio de modelos de comportamiento agregados tomados de la analogía mecánica de campos de fuerzas, pueden ser compatibles con diferentes comportamientos de los agentes, como hemos visto en las referencias citadas y para entornos con pendientes de oferta (demanda) positiva (negativa), ambos conceptos son consistentes (Figura 2a). Pero ¿qué ocurre si las pendientes son de signo contrario?

Ofertas con pendiente negativa (Figura 2b) son frecuentes cuando hay externalidades fuertes y economías de aprendizaje importantes como es el caso de los productos y servicios del sector de las tecnologías de la información. Demandas con pendiente positiva ocurren cuando hay externalidades de red, moda o efecto *bandwagon*. En estos casos si la demanda cruza la oferta desde arriba el equilibrio es estable Marshalliano (EM) e inestable Walrasiano (IW) y al contrario si la cruza desde abajo (ver Figura 2b).

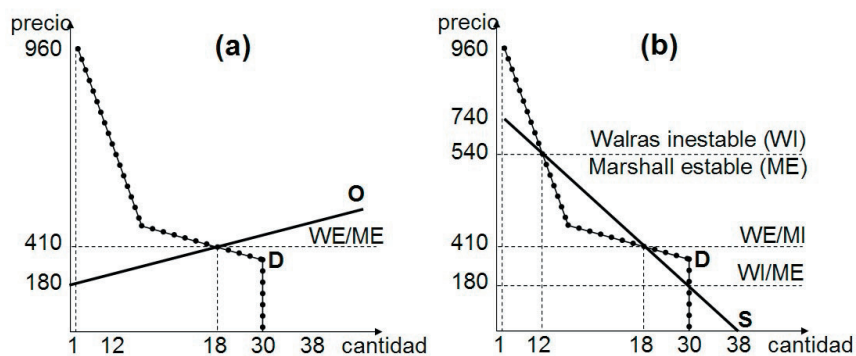


Figura 2. Entornos: (a) estándar; (b) oferta con pendiente negativa

Los experimentos de Plott y George (1992) con agentes humanos han demostrado que, para una oferta *de pendiente decreciente*, el equilibrio resultante es Marshalliano cuando según los criterios de equilibrio debía ser Walrasiano.

En este trabajo generalizamos con agentes artificiales este experimento para contestar a las siguientes preguntas ¿Es posible observar equilibrios que sean inestables en el sentido de Walras y estables en el de Marshall? En este caso, ¿cuál de los dos criterios predice correctamente el resultado? ¿Depende el resultado de la capacidad de aprendizaje de los agentes? En vista de esos resultados, ¿cuál es el interés de estos conceptos de estabilidad para el diseño y simulación de políticas?

3. Modelo

El modelo ha sido programado en SDML, un lenguaje estrictamente declarativo, desarrollado por el Centre for Policy Modelling at the Metropolitan Manchester University (<http://cfpm.org>). El código fuente puede solicitarse de los organizadores del Congreso.

3.1. La institución

Es una Subasta Doble Continua. Los participantes pueden enviar o aceptar órdenes en cualquier

momento del periodo de subasta. Toda puja debe mejorar las anteriores. La transacción se realiza cuando se hace una nueva orden de venta (*ask*) que es menor que una de compra (*bid*) preexistente, o cuando se hace una *bid* nueva que es mayor que un *ask* preexistente. El intercambio se realiza automáticamente por el valor de la puja preexistente.

3.2. El entorno

Es la oferta de pendiente negativa (Figura 1b). Los valores son los utilizados por Plott y George (1992) en su experimento con humanos.

Hay seis compradores de tres tipos (dos de cada uno), cada uno con seis unidades. Cada tipo de comprador tiene idénticos precios de reserva [960, 600, 440, 350, 330, 0] y [800, 720, 410, 390, 290, 0] que sólo él conoce. Hay seis vendedores de tres tipos (a,b,c) cada uno con ocho unidades.

Hay externalidades positivas en costes, de modo que el coste individual decrece al aumentar el volumen total de producción. Los costes individuales dependen de su volumen y del de los demás. Por lo que los vendedores deben aprender a estimar esta producción total. Los *CMa* de la primera unidad vendida si el volumen de los demás es 0, es 820 (para el tipo b es 800 y para el c 780); si el volumen es 1, es 790; etc. El aumento unitario del *CMa* es de 80. Al aumentar el volumen de los demás, el *CMa* individual decrece en 30 unidades. En la tabla 1 se recogen estos datos. Y en la tabla 2, los equilibrios resultantes de acuerdo con los modelos de ajuste Walrasiano y Marshaliano.

Tabla 1. Costes marginales del comprador tipo a

	Volumen								
	0	1	2	3	4	5	6	...	18
1ª unidad	820	790	760	730	700	620	590	...	130
2ª unidad	900	870	840	810	780	700	670	...	210
3ª unidad	980	950	920	890	860	780	750	...	290
...
8ª unidad	1380	1350	1320	1290	1260	1180	1150	...	690

Tabla 2. Equilibrios teóricos

precio	cantidad	Marshall	Walras
500-540	12	estable	inestable
380-410	18	inestable	estable
140-180	30	estable	inestable

3.3. Comportamiento de los agentes

Los vendedores deben estimar el volumen de ventas de los demás para poder estimar sus costes marginales. Suponemos un mecanismo simple adaptativo de aprendizaje (3).

$$\hat{q}_{n+1} = (1 - \lambda) \hat{q}_n + \lambda q_n \quad (3)$$

donde q_n es el volumen total del mercado, \hat{q}_n es el volumen total del mercado estimado y λ es la tasa de aprendizaje/ajuste.

Una vez que el vendedor ha estimado su coste marginal, como el vendedor debe resolver tres preguntas: ¿Cuál será el precio de su oferta? ¿Cuándo hacer la oferta? ¿Cuándo aceptar una

orden?

El precio de oferta. Vamos a experimentar con dos tipos de agentes: cero inteligentes (ZI) de Gode y Sunder (1993) y GD de Gjerstad y Dickhaut (1998). Los vendedores ZI deciden su oferta aleatoriamente entre su coste marginal estimado y la mejor oferta en ese momento en el mercado. Mientras que los vendedores GD eligen la oferta que maximiza su excedente esperado, definido como el producto de la diferencia de precio sobre su coste marginal (CM_a) por la probabilidad Π_a de que su oferta sea aceptada: $\max \Pi_a (price - CM_a)$. Para calcular esa probabilidad estima una función de creencia $q(a)$ mediante la expresión (4) que pondera la historia reciente de la actividad del mercado:

$$q(a) = \frac{AAG(a) + B(a)}{AAG(a) + B(a) + RAL(a)} \quad (4)$$

donde $AAG(a)$ el número de *asks* aceptadas mayores que ese valor de a , $BG(a)$ es el número de *bids* (aceptadas o no) mayores que a y $RAL(a)$ el número de *ask* rechazadas menores que a . Para obtener Π_a interpolamos sobre los valores de $q(a)$ que se corresponden con las a observadas.

¿Cuándo enviar la orden? Cuando un agente está activo puede enviar una orden (nueva o reemplazar una existente). Los agentes tienen una probabilidad de activación del 25%. Las órdenes tienen que mejorar las órdenes preexistentes.

¿Cuándo aceptan una orden viva? El vendedor acepta la *bid* actual si su *ask* (hecha pública o no) es igual o mayor que aquella.

Análogamente los compradores deben decidir sobre estas tres preguntas aunque, en este caso, conocen con certeza sus precios de reserva.

4. Principales resultados

Los agentes deben aprender dos tareas: a estimar la externalidad, representada por la cantidad total intercambiada y aprender a pujar. ¿Cuál es el funcionamiento de los agentes ZI y GD en términos de convergencia en precios?

Volatilidad de los precios. En la Figura 3, vemos la distribución de precios en 10 periodos de intercambio (cada uno de 100 rondas). En mercados con poblaciones ZI homogéneas los precios son mas volátiles que con poblaciones GD también homogéneas, donde la convergencia es clara. Las transacciones en poblaciones GD es mas cercana al equilibrio Marshalliano (540-500) si λ es 0.9 (memoria larga) que si es 0,1 (comportamiento miope).

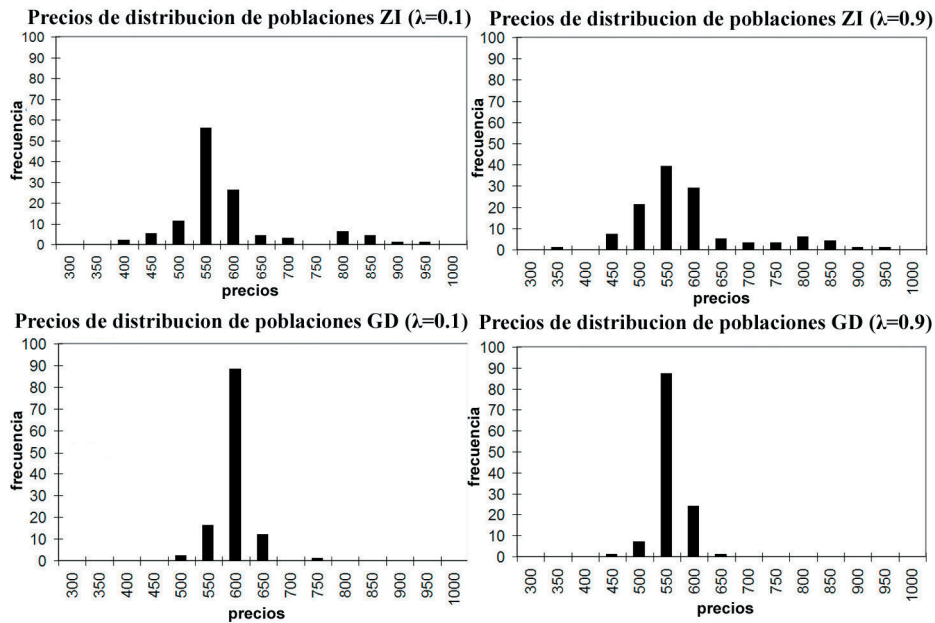


Figura 3. Volatilidad de los precios

Convergencia en el tiempo. En la Figura 4 se aprecia que la serie de precios de intercambio en poblaciones ZI no converge a un equilibrio. En la Figura 4 se recogen también las series de precios para poblaciones GD homogéneas. Hemos representado con líneas de trazos el rango (540-500) que corresponde a un equilibrio estable Marshalliano e inestable Walrasiano. Los precios se sitúan ligeramente por encima de 540 para $\lambda=0,1$ como ocurre en los experimentos con humanos, con un pequeño sesgo positivo y convergen sin sesgo al valor teórico de equilibrio (540-500) si $\lambda=0,9$.

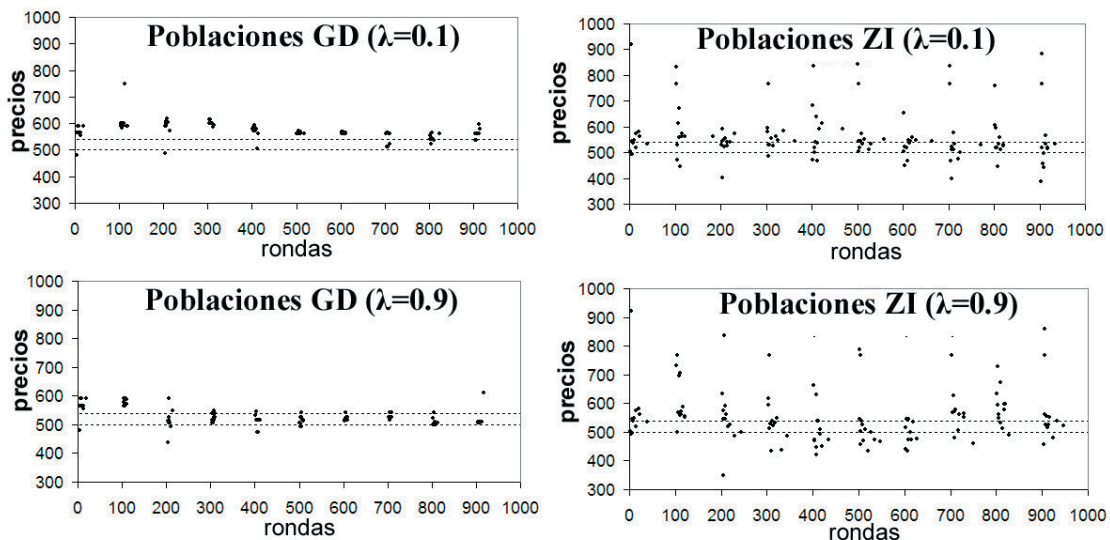


Figura 4. Evolución de la convergencia

En el caso de los agentes GD el sesgo surge de una pobre estimación de la externalidad (volumen intercambiado). Teniendo en cuenta que los agentes ZI puján aleatoriamente, pero estiman bien el volumen intercambiado, no es aventurado suponer que los humanos, que son más inteligentes que los ZI, también estimarán bien el volumen. Por tanto, conjeturamos que en los humanos el

origen del sesgo respecto al equilibrio Marshalliano teórico está en los errores en el proceso de pujas. Este es un ejemplo de que tanto MABS como la EE permiten contrastar teorías a nivel agregado, pero MABS además permite calibrar hasta qué punto el resultado de EE depende del comportamiento de los agentes humanos.

5. Conclusiones

Como en trabajos precedentes hemos demostrado que la MABS permite contrastar resultados de EE con humanos que han venido enriqueciendo la Teoría Económica en la últimas dos décadas.

En esta investigación hemos clarificado una de las más incómodas preguntas que un profesor de Economía o de “Managerial Economics” puede escuchar: *¿quien hace el trabajo en el llamado ajuste del mercado?* Ciertamente no el mercado sino los agentes en el contexto de una institución y un entorno concretos.

Hemos encontrado respuestas a esa pregunta y otras relacionadas ¿Es posible observar equilibrios estables e inestables? ¿Si el mercado tiene equilibrios estables, cuál de los dos modelos Walrasiano o Marshalliano conducen a una predicción correcta del equilibrio? ¿Son robustos los resultados anteriores respecto a las capacidades de aprendizaje de los agentes? ¿Dados estos resultados cual es el interés de ambos conceptos para el diseño y simulación de políticas de mercado?

El comportamiento micro de los agentes artificiales GD en un CDA con oferta de pendiente negativa conduce a un equilibrio Marshalliano pero no a uno Walrasiano, tal como demostraron con agentes humanos Plott y George (1992). Esto contesta a las dos primeras preguntas. Pero en un mercado CDA, con agentes ZI se alcanza eficiencia, y la correcta estimación del volumen intercambiado pero no emerge convergencia a un equilibrio de precios. La inteligencia de los agentes importa incluso en la CDA con este entorno.

Cuando el entorno es simétrico la simulación con agentes artificiales conduce a equilibrios compatibles con los dos conceptos de estabilidad. No así en entornos como el de este trabajo. ¿Si podemos reproducir no solo el equilibrio, sino el mecanismo de ajuste desde MABS, en cualquier entorno, es conveniente mantener esos dos conceptos ambiguos y en el caso estudiado equívocos de estabilidad y ajuste del mercado? Tal vez el comentario de Atxell (2005) es una apropiada respuesta (en inglés por razones de respeto a su sutileza): *“In the end we advocate not the jettisoning of this useful abstraction (Walrasian equilibrium) but merely its circumspect use whenever focused on questions for which it has limited ability to adjudicate an appropriate answer: distributional issues and actual prices....a direct consequence of the results described above is to at least cast a pale on the utility of such analysis, (Walrasian or Marshallian) if not vitiate them altogether”*.

Y en términos mas genéricos, si tenemos los instrumentos para el análisis de los mercados y de la empresa desde la metodología común de modelos de comportamiento de los agentes, de abajo a arriba, *generativos*, debemos utilizarlos para contrastar los modelos de arriba abajo, agregados, de ambas disciplinas. Si descendemos en el nivel de abstracción desde la micro o la empresa hasta los modelos basados en agentes, podemos enriquecer la evidencia empírica que los sustenta y establecer una base común.

Una apropiada instrucción en MABS parece aconsejable para complementar el método de investigación científica, en particular en los campos relacionados con la Ingeniería de Organización.

Agradecimientos

Este trabajo ha recibido soporte financiero del MEC, nº 2005-05676, y de la Junta de Castilla y León, nº VA029B06. Agradecemos a los revisores sus comentarios.

Referencias

- Axtell, R. (2005). The complexity of exchange. *Economic Journal*, Nº 115, pp. 193-210
- Arauzo, A. (2007). Tesis doctoral en curso.
- Colander, D. (1995) Marshallian General Equilibrium Analysis: *Eastern Economic Journal*, vol. 21, issue 3, pages 281-293.
- Gjerstad, S.; Dickhaut, J. (1998). Price formation in double auctions. *Games and Economic Behavior*, Nº 22, pp. 1-29.
- Gode, D.; Sunder, S. (1993). Allocative efficiency of market with zero-intelligent traders: Market as a partial substitute for individual rationality. *Journal of Political Economy*, Nº 101, pp. 119-137.
- Hernández C. (2004) Herbert A. Simon, 1916-2001, y el Futuro de la Ciencia Económica. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 13, Nº. 2, pp. 7-23.
- López-Paredes A.; Hernández C.; Pajares J. (2002). Towards a New Experimental Socio-economics. *Complex Behaviour in Bargaining*. *Journal of Socioeconomics* 31, 423-429.
- Nicholson, W. (1997). *Microeconomic Theory*. Dryden Press (7th ed).
- Plott, C.; George, G. (1992). Marshallian vs Walrasian stability in an experimental market. *The Economic Journal*, Nº 102, pp. 437-460.
- Posada, M; Hernández, C.; López-Paredes, A (2004). Aprendizaje Evolutivo en la Subasta Doble Continúa: Un Enfoque Multiagente. VIII Congreso de Ingeniería de Organización. Leganes. Madrid.
- Posada, M; Hernández, C.; López-Paredes, A. (2005). Learning in a Continuous Double Auction Market. In: Mathieu P., Beaufils B. and Brandouy O. (Eds), *Artificial Economics - Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Nº 564, pp. 41-52. Springer-Verlag New Cork.
- Posada, M; Hernández, C.; López-Paredes, A. (2006). Strategic behaviour in a Continuous Double Auction Market. In: Brunn C. (ed.): *Advances in Artificial Economics. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, 584, pp. 31-43. Springer-Verlag, New Cork.
- Smith, V. (1989). Theory, Experiment and Economics. *Journal of Economic Perspectives*, Winter, pp. 783-801.