

Carreras armamentistas. Innovación y evolución del capitalismo desde el enfoque de la teoría de juegos evolucionista

Bernardo Bolaños¹ y Elodie Ségal²

Resumen

Las organizaciones que compiten en la economía de mercado interactúan de manera compleja, dado que las consecuencias de las decisiones de cada empresa dependen no sólo de ella misma sino de lo que, a su vez, hacen sus competidoras y éstas de lo que hace aquella y otras (y así sucesivamente). Las teorías de la racionalidad limitada muestran que en términos de costo/beneficio es inviable calcular exhaustivamente las decisiones óptimas en estos casos. Como alternativa, existen heurísticas que recomiendan a las organizaciones innovar permanentemente. Defendemos la idea de que algunas consecuencias de esta dinámica de la innovación en el capitalismo global, igual que como ocurre con la evolución biológica, pueden ser analizadas gracias a los avances de la teoría de juegos evolucionista. La dinámica de la innovación coincide con un tipo de proceso que en teoría de juegos evolucionista se llama una carrera armamentista.

Palabras clave.- economía, innovación, teoría de juegos, teoría de juegos evolucionista, carrera armamentista.

Summary

The organizations that compete in the economy's market interrelate each other in a complex manner. The fact about the consequences of each company's decisions, are also up to what other competitors are doing and so forth. The limited rationality theory proves in terms of cost/benefit that is unfeasible to calculate in detail, the optimum decisions for such cases. As an alternative, there're research techniques that promote to the organizations to permanently innovate. We state the idea that some consequences of this

¹ Profesor-investigador del Departamento de Humanidades de la UAM-Cuajimalpa. Investigador nacional S.N.I. 1. Licenciado en derecho y doctor en filosofía por la Universidad de París 1. bbolanos@correo.cua.uam.mx

² Profesora-investigadora del Departamento de Estudios Institucionales de la UAM-Cuajimalpa. Investigadora nacional S.N.I. 1. Doctora en sociología por el Centro Pierre Naville, Francia. segalelodie@yahoo.com

dynamic of innovation in the global capitalism –same as in biology evolution- can be analyzed throughout by the progress of the gaming evolution theory. The dynamic of innovation matches with certain process from the gaming evolution theory called: weaponry race.

Keywords: economy, innovation, gaming theory, gaming evolution theory, weaponry race.

Introducción

La noción de carrera armamentista ha sido usada en biología para explicar la dinámica de la innovación entre especies competidoras. Ehrlich y Raven (1964) emplearon esta metáfora para referirse a la coevolución de cazadores y presas. Pero fue en 1973 cuando, junto a los principios de variación, lucha por la existencia, selección natural y especiación, el biomatemático Van Valen postuló de manera rigurosa la existencia de una nueva ley de la evolución, hoy conocida como “hipótesis de la reina roja”. Asociaremos estos antecedentes con la especulación que la escuela heterodoxa en economía ha lanzado acerca del capitalismo posfordista y toyotista, cuya dinámica sería impredecible, una especie de maquinaria incontrolable, en la cual ni accionistas, ni directivos de organizaciones, ni clientes imprimirían dirección al sistema.

En la misma dirección, Aoki (2010) desde la teoría de juegos ha mencionado como uno de los factores explicativos de las grandes crisis financieras globales la “carrera de ratas” (*rat race*) entre ingenieros financieros que buscan ofrecer

productos siempre más lucrativos que los del competidor.

Pero la aportación del presente trabajo será conectar explícitamente la noción literal de “carrera armamentista” que fue teorizada durante la Guerra Fría por los teóricos de la decisión racional con su versión en biología teórica. En segundo lugar, argumentaremos que el marco formal que modela la dinámica de la innovación en biología puede servir de soporte teórico a las especulaciones acerca de los sistemas económicos en el capitalismo globalizado. Más que postular la naturalización de los sistemas económicos, concluiremos que la existencia de modelos matemáticos de la interacción estratégica, concretamente modelos de la teoría de juegos, sirven como explicaciones plausibles en biología y economía.

De la teoría de la racionalidad clásica en economía

La teoría de juegos es quizá el campo de aplicación más importante de la teoría de la decisión racional. Un juego estándar es un

conjunto de decisiones interdependientes, pues cada jugador toma decisiones tomando en cuenta las decisiones que tomarán los otros jugadores. Las jugadas de los participantes reciben recompensas definidas por las reglas del juego. Los jugadores son normalmente concebidos como agentes racionales que deciden gracias a sus conocimientos y expectativas. Sin embargo, en la teoría de juegos evolucionista que representa originalmente la lucha entre especies por la sobrevivencia, los jugadores son agentes racionalmente limitados y carecen de suficiente información acerca del juego. Es fácil pensar en juegos en los cuales los jugadores no deliberan racionalmente acerca de la estrategia de sus rivales o socios, porque intuyen que poseen una estrategia dominante iterada (es decir, una estrategia dominante que no deja de ser dominante al conocer la estrategia dominante de los demás jugadores). Por ejemplo, un peatón suele tener interés en caminar con precaución, independientemente de que los conductores sean irresponsables o sean buenos conductores. O bien, los jugadores no deliberan simplemente porque no son capaces de deliberar y actúan según algoritmos predeterminados, instintos animales o azarosamente. Las interacciones entre un jaguar y su presa e incluso entre un virus y un paciente infectado pueden satisfacer la definición de “juego”, aunque las decisiones de felinos y patógenos microscópicos no sean resultado de cálculos conscientes. Cuando los jugadores aplican estrategias que son la mejor respuesta a la

elección estratégica de otros jugadores, se puede alcanzar una situación llamada “equilibrio de Nash” (Nash, 1950a; 1950b). Pero no en todos los juegos existen soluciones que sean equilibrios de Nash, o puede ocurrir que exista más de un equilibrio de Nash. Las mejores estrategias de los jugadores pueden no producir una situación estable.

A continuación ofrecemos dos ejemplos prácticos y de gran actualidad³. En el juego del cuadro 1 que sirve para representar las negociaciones para detener el cambio climático (semejantes al juego llamado en la literatura “de la caza del ciervo”) existen al menos dos equilibrios de Nash: la estrategia cooperativa de un país en la reducción de emisiones de efecto invernadero es la mejor respuesta a la estrategia cooperativa del otro país, pero no habiendo certeza de la cooperación, la mejor respuesta a la estrategia egoísta es también la conducta egoísta. Como se observa, el país A ganaría 10 si redujese sus emisiones pero, ante el riesgo de que el país B no haga lo propio, le conviene actuar egoístamente y no reducir sus emisiones (de esa manera no ganará 10, sino 8, pero no perderá todo, porque si bien el calentamiento global le perjudicará, habrá acumulado recursos para enfrentar sus consecuencias).

³ Si el lector no está familiarizado con los conceptos fundamentales de la teoría de juegos es recomendable que consulte algún texto introductorio al respecto.

Cuadro 1. Negociaciones para frenar el cambio climático

Estrategias país A	Estrategias país B	
	<i>reducir emisiones</i>	<i>no reducir emisiones</i>
<i>reducir emisiones</i>	10, 10	0, 8
<i>no reducir emisiones</i>	8, 0	8, 8

Fuente: elaboración propia.

El ejemplo anterior muestra que suelen existir situaciones donde los estímulos para la cooperación no son suficientes. En este caso, el problema es el de dar el “primer paso”, pues A reduciría sus emisiones si B hubiese dado el primer paso y viceversa. Veamos un segundo ejemplo. Este puede explicar problemas de interacción en instituciones como el sistema de justicia criminal. Tomemos el caso de la ciudadana francesa Florence Cassez, condenada en México a 60 años de prisión por el delito de secuestro (Vigna y Devalpo, 2010; De Mauleón, 2011). Una prueba fehaciente de su relación con la presunta banda de secuestradores “Los zodiaco” fueron las fotografías, encontradas por la policía, en las que aparece en la intimidad con uno de los delincuentes. Sin embargo, los testimonios iniciales de las víctimas de secuestro eran débiles para incriminar a Florence Cassez directamente (la mayoría no la reconocieron como una de las plagiarias). Dadas las reglas del derecho procesal penal mexicano, policía y fiscal tenían el incentivo de acusar a los presuntos culpables y a Cassez que era, al menos, acompañante de aquéllos. Por su parte, Florence Cassez y su defensa tenían interés

en declarar que durante la detención habían existido irregularidades.

Cuadro 2. Caso de Florence Cassez (1)

Estrategias de la acusada	Estrategias de la Coalición MP, policía y víctimas		
		<i>Acusa sólo a los culpables</i>	<i>Acusa a los culpables y a sus acompañantes</i>
	<i>Declara que hubo un montaje para salvarse.</i>	El acompañante es testigo de descargo y salen todos.	El acompañante puede ir a la cárcel y los culpables también.
<i>No declara que hubo un montaje.</i>	El acompañante sale libre, los culpables van a prisión.	El acompañante va a la cárcel, los culpables también.	

Fuente: elaboración propia.

Si representamos este juego de manera cuantitativa, vemos que el diseño institucional de la justicia en México puede generar estímulos para condenar a falsos culpables. Cuando la policía tiene un incentivo inicial (no iterado) para acusar no sólo a los culpables sino a sus acompañantes y cuando, a su vez, la acusada tiene incentivos para denunciar las irregularidades de la acusación (por ejemplo, que hubo un montaje dramatizado de la captura para la televisión mexicana), la estrategia dominante iterada de la policía seguirá siendo la de acusar también a los acompañantes (dado que de esa manera disminuirá la credibilidad de la denuncia de montaje por parte de la acusada y evitará que la acusada se convierta en testigo de descargo del resto de la banda). El problema de este juego es que no existe un equilibrio de Nash donde se maximice la probabilidad de alcanzar la verdad y la justicia. Por ejemplo, una vez que la fiscalía

acusó tanto a los presuntos secuestradores como a la acompañante de uno de éstos y que ella denunció públicamente el montaje, se generaron estímulos estratégicos para que la fiscalía fuese aún más severa en su acusación (y, probablemente, que promoviera que las víctimas que no habían acusado a la acompañante, cambiasen de opinión). Como narra De Mauleón, “el 14 de febrero de 2006, a sólo unos días de que Florence Cassez llamara por teléfono al programa de Denisse Maerker para afirmar que Genaro García Luna (entonces director de la Agencia Federal de Investigación) había mentido, Christian (una de las víctimas de secuestro) dio un giro repentino a su historia. Decidió acudir ‘voluntariamente’ a ampliar su testimonio” (De Mauleón, 2011: 36). Lo mismo ocurrió con otro testigo.

Cuadro 3. Caso Florence Cassez (2)

Estrategias de la Acusada	Estrategias de la Coalición policía y víctimas		
		Acusa sólo a los culpables	Acusa a los culpables y a sus acompañantes
	Declara que hubo un montaje.	10, -10	0, 5
	No declara que hubo un montaje.	5, 0	-10, 10

Fuente: elaboración propia.

Si no existe un y sólo un equilibrio de Nash, la interacción social de que se trate será frustrante, conflictiva y ni siquiera los tribunales podrán aplicar un criterio uniforme de ponderación de intereses pues no existirá una única respuesta correcta (Bolaños, 2010a). En conclusión, existen

marcos institucionales, reglas de juego, que no conducen a resultados satisfactorios para ninguna de las partes. Ahora, veamos el caso extremo de estas situaciones frustrantes, las llamadas carreras armamentistas (en sentido literal, es decir, militar, y figurado, en biología y economía).

En plena Guerra Fría, en su famoso manual de teoría de la decisión racional, Richard Jeffrey (1965), autor estadounidense, “calculaba” por qué, supuestamente, era racional continuar la carrera armamentista contra el bloque soviético a pesar de que la vida en la tierra corría el riesgo de desaparecer:

Cuadro 4. Implicaciones de la teoría de la decisión racional propuesta por Jeffrey

	Guerra	Paz
Armarse nuclearmente	Extinción de la vida	Continuidad de la vida bajo Guerra Fría
Desarmarse	Continuidad abyecta de la vida bajo dominio del enemigo	Edad de oro

Fuente: elaboración propia.

Jeffrey reconocía que en una situación de guerra era preferible (es decir, tenía más utilidad) el dominio abyecto del enemigo que la extinción de la vida en la tierra y, en caso de paz, era mejor alcanzar la paz mundial que vivir bajo una Guerra Fría. Pero este célebre autor calculaba que la decisión racional ante la incertidumbre no era necesariamente el desarme. La razón era que las *utilidades* no pueden sumarse

aisladamente, sino como *utilidades esperadas* (es decir, probabilizadas).

Cuadro 5. Utilidades esperadas

	Guerra	Paz
Armarse nuclearmente	-100 x .1	0 x .9
Desarmarse	-50 x .8	50 x .2

Fuente: elaboración propia.

Así, el escenario catastrófico (-100) pero menos probable (.1), sumado al escenario de Guerra Fría (0) muy probable (.9), eran conjuntamente preferibles al escenario abyecto (-50) muy probable (.8) sumado al escenario ideal (50) poco probable. En efecto, si aceptamos las utilidades y las probabilidades asignadas por Jeffrey en el cuadro anterior, la utilidad esperada de desarmarse es -30, mientras que la utilidad esperada de armarse nuclearmente es -10. Conclusión de Jeffrey: no era necesariamente irracional continuar con la carrera armamentista. Dicho de otro modo, desde el punto de vista de un jugador (los Estados Unidos), asumir el riesgo de la extinción de la vida en la tierra era compensado por otras consideraciones. Si en la teoría de juegos el famoso dilema del prisionero ha suscitado tanto interés por apuntar a la supuesta racionalidad del egoísmo, el ejemplo anterior nos recuerda que la destrucción del planeta ha sido vista, desde la racionalidad clásica, como un riesgo que vale la pena tomar. Así ocurría durante la Guerra Fría y así parece ocurrir en la actualidad cuando se evalúan escenarios catastróficos desde el punto de vista ambiental.

Los biólogos teóricos han observado que existe una conexión estrecha entre los juegos con equilibrios de Nash y la teoría de la evolución en biología. Si la aptitud de una especie animal es vista como la ganancia en un juego, entonces los procesos de ajuste que favorecen a las especies más aptas en perjuicio de las menos aptas se detienen al alcanzarse un equilibrio de Nash, cuando éste es posible. En ese caso, las especies sobrevivientes serán tan aptas como sea posible dadas las circunstancias del entorno natural (Binmore, 2009: 26). Por ejemplo ¿por qué canarios, cenizales y ruiseñores cantan al inicio de la primavera?

La causa próxima es larga y difícil. Esta molécula chocó contra aquella. La reacción química es catalizada por tal enzima. Pero la causa última es que los pájaros están señalando su territorio a otros para evitar conflictos innecesarios (Binmore, 2009: 13).

Las aves cantoras hacen lo que hacen sin deliberar racionalmente. Pero el resultado de sus conductas interdependientes es, a fin de cuentas, un equilibrio de Nash, se comportan como si hubiesen escogido racionalmente maximizar su utilidad.

La teoría de juegos evolucionista es empleada en economía y estudios organizacionales porque existen muchos juegos que presentan equilibrios de Nash y modelan adecuadamente las dinámicas de los mercados y las instituciones. Una vez que se identifican tales equilibrios, se convierten en anticipaciones y modelos de

la realidad. Algunos autores (Vincent y Brown, 2005) incluso creen que toda dinámica de poblaciones puede ser representada mediante un juego evolucionista, para lo cual se requiere conocer las estrategias de los jugadores, clasificar sus respectivos grados de aptitud y los índices de crecimiento de las poblaciones.

Lewontin (1961) fue el primero en formalizar la teoría de juegos evolucionista. Luego, Maynard Smith definió el concepto de “estrategia estable evolutiva” (Smith, 1972, 1982; Maynard Smith y Price, 1973). Teóricamente, la teoría de juegos permitiría a biólogos y economistas predecir el resultado de ciertos procesos evolutivos al calcular los equilibrios de Nash, sin necesidad de conocer la posición de moléculas, genes, intenciones o planes estratégicos de inversión. En ciertos ambientes confinados, como una cueva, por ejemplo, es posible anticipar que los animales desarrollarán ciertas características (ojos rudimentarios, despigmentación, bajo metabolismo, desarrollo de quimiorreceptores, control de la talla de la población mediante la extensión de la vida, entre otras) (Krimbas, 2001: 304). Biólogos y economistas también podrían calcular las probabilidades de que un equilibrio entre cazador y presa o entre empresas oligopólicas se altere. Por ejemplo, los epidemiólogos saben que una simple mutación del virus de la influenza que lo haga mortal para el hombre y resistente a los medicamentos actuales, le

daría la “aptitud” para matar a millones de seres humanos en el “juego de los estornudos”, dada cierta capacidad de respuesta de los laboratorios con que contamos hoy en día. Como veremos enseguida, sin embargo, quienes confían en el potencial de predicción de la teoría de juegos evolucionista lo hacen desde un enfoque clásico de la racionalidad. Desde una teoría de la racionalidad llamada “ecológica”, las capacidades predictivas de la teoría de juegos evolucionista se ven muy limitadas por factores como son la “dependencia de trayectoria”, la “hipótesis de la reina roja” y la complejidad inherente a la mayoría de los escenarios de interacción. O bien, como veremos, la predicción del resultado de la competencia evolutiva se convierte en la predicción de un proceso autodestructivo en el largo plazo, pues el resultado de una carrera armamentista no es necesariamente un equilibrio de fuerzas sino la destrucción de los jugadores (por la hegemonía no sustentable de una sola especie animal, por una conflagración atómica, por la pérdida de control en el sistema financiero, entre otras).

...a la teoría de la racionalidad evolucionista en biología

La teoría de la decisión bayesiana nos permite modelar alternativas cuando estamos frente a un problema con pocas variables y cuyas funciones de utilidad y de

distribución de probabilidad son solucionables (Bolaños, 2010b). Este tipo de contextos restringidos fue llamado “pequeño mundo” por el propio axiomatizador de la teoría de la decisión bayesiana, Leonard Savage, quien reconocía que no podía extenderse a toda clase de problemas (pensemos en las políticas macroeconómicas) (Savage, 1972). Las condiciones de la racionalidad clásica, bayesiana, son: la consistencia lógica de las utilidades del agente, la ausencia de contradicciones entre sus creencias y preferencias, el hecho de que la distribución de probabilidades cumpla con los axiomas de Kolmogorov y que las preferencias del agente sean transitivas (es decir que, cuando prefiera A a B y B a C, prefiera también A a C) (Kolmogorov, 1950).

Para que un jugador cumpla con los estándares clásicos de racionalidad bayesiana tendría que pensar en listas exhaustivas de consecuencias posibles de sus decisiones. Posteriormente, tendría que estimar la probabilidad de cada una de dichas consecuencias. Pero muchos problemas de las personas y de las empresas no son susceptibles de ser encorsetados dentro de este tipo de razonamientos ambiciosos.

Además, los juegos clásicos, como decíamos, asumen el postulado idealista de que los jugadores poseen un conocimiento

compartido de las reglas del juego. Este supuesto se abandona en la teoría de juegos evolucionista. Desde Aristóteles, se concibe a los seres humanos como animales sociales y racionales, lo que implica que la cultura y la deliberación rigen muchos de nuestros comportamientos. El resto de los animales, por su parte, además de tener una cognición limitada, heredan la mayoría de sus comportamientos. En ese sentido, son jugadores instintivos y cortoplacistas. Sin embargo, tanto los humanos como el resto de los animales interactuamos estratégicamente. Por lo que se refiere a colectividades como los estados, las empresas mercantiles y las organizaciones en general, aunque estén formadas de individuos racionales están sujetas a las paradojas de la acción colectiva, lo que dificulta la aplicación de la racionalidad estándar. Arrow (1951) y la teoría de la elección social ponen en evidencia que no siempre es posible agregar las preferencias individuales para producir elecciones sociales satisfactorias.

En vez de hablar de recompensas, la teoría de juegos evolucionista contempla utilidades obtenidas por los jugadores y define a los mejores jugadores como los más aptos. Gran parte de la aptitud biológica es atribuida a la capacidad de reproducción. En el caso de las empresas e instituciones, la aptitud depende de lograr el control del mercado o el acceso al poder.

También existe una diferencia en la importancia atribuida a los equilibrios (de Nash y otros) entre el enfoque clásico de la racionalidad bayesiana y en la teoría de juegos evolucionista que modela resultados de procesos de larga duración que pueden tener equilibrios precarios y cambiantes. Como veremos, la llamada “hipótesis de la reina roja” es una ley evolutiva postulada en los años 70 del siglo XX y supone que las estrategias de los competidores cambian permanentemente por la presión de los rivales, en una verdadera carrera armamentista. Por ejemplo, el murciélago desarrolla mecanismos de ecolocalización mediante gritos y, su presa, la polilla, responde desarrollando la capacidad de detectar los gritos de aquel y actuar para evitar ser devorada, a lo cual el murciélago perfecciona su sistema y así sucesivamente.

La noción de “estrategia estable evolutiva” de Maynard Smith y Price es también propia del paradigma clásico de la racionalidad, pues hoy se acepta que la frecuencia de las estrategias cambia en las poblaciones. La teoría de juegos evolutiva actual ya no define a los agentes como informados, coherentes y, ni siquiera, estratégicamente constantes, prefiere describir sus comportamientos potencialmente cambiantes y su aptitud guiada por ensayos y errores. Así, en resumen, los teóricos de juegos han dado lugar a lo que podemos llamar “concepciones ecológicas de la racionalidad”. A continuación veremos en qué consisten estas concepciones.

Criterios clásicos de racionalidad como la consistencia o el respeto de los axiomas de Kolmogorov son relajados y se obtienen así concepciones de la racionalidad limitada. Es posible desarrollar axiomatizaciones sin principio de aditividad o de monotonía lógica, que empleen probabilidades cualitativas, que no cumplan el principio de transitividad, etcétera. Cada una de estas visiones alternativas da cuenta de un tipo de limitación de la racionalidad correspondiente al comportamiento animal, al colectivo o, incluso, al comportamiento humano individual pero no idealizado, sino al observado empíricamente.

Sin embargo, existen partidarios del modelo de racionalidad clásica que piensan que es posible aplicar principios como el de “calidad total”, “cero tolerancia” u otras estrategias maximalistas. Según esta visión, la racionalidad limitada operaría sólo en el caso de decisiones personales de carácter íntimo y subjetivo. Se concede que la gente aplicaría intuiciones y se abstendría de calcular minuciosamente cuando elige a su pareja o incluso tratándose de ciertas decisiones de ingeniería, pero se afirma que no ocurriría así cuando un laboratorio transnacional como el Centro de Investigación Nuclear Europeo (CERN) construye un acelerador de partículas. Tampoco se emplearían los modelos de racionalidad limitada, según los partidarios de la teoría clásica, para administrar una compañía transnacional automotriz. El CERN o la Volkswagen serían supuestamente dos ejemplos de cómo en el

mundo global, ser capaz de aplicar criterios clásicos de racionalidad produce liderazgo científico, económico, industrial o tecnológico mediante mayor productividad. La racionalidad clásica operaría entonces en algunos “mundo de élite” aunque los propios científicos del CERN y los socios de la Volkswagen elijan a sus parejas heurística o intuitivamente.

Sin embargo, existen contraejemplos claros a la visión anterior. Basta mencionar la reciente decisión del gobierno alemán de cerrar todas las plantas nucleares, a pesar de que un cálculo de costo/beneficio clásico aconsejaría corregir los errores experimentados en Chernóbil y Fukushima, en vez del cierre de las plantas. En los estudios organizacionales, se ha observado que las organizaciones poseen grandes limitaciones para enfrentar la complejidad (Burgelman, 1994), por lo cual las estrategias organizacionales realmente aplicadas no son producto de planes estratégicos detallados sino de ajustes permanentes (Mintzberg y McHugh, 1985).

En conclusión, la evidencia empírica muestra que la racionalidad realmente operante es local y responde al entorno inmediato (March y Simon, 1958). Se trata de la mal llamada racionalidad “ecológica” (Chase, Hertwig y Gigerenzer, 1998; Barnett y Hansen, 1996). El término “ecológica” es engañoso, porque, como veremos, no significa sustentable, sino

dependiente del entorno. ¿En qué consiste la racionalidad ecológica? De acuerdo con los críticos del modelo estándar, tanto en el caso de las personas como de las empresas, el espacio de posibilidades que idealmente podría ser relevante para tomar una decisión es prácticamente ilimitado. Y aún suponiendo que el espacio de posibilidades estuviese acotado y el conocimiento del agente fuese completo, la optimización sería imposible de alcanzar debido a la complejidad calculatoria o computacional. Las llamadas heurísticas rápidas y frugales son estrategias de decisión que aconsejan seguir el interés inmediato. Se ha mostrado que estas heurísticas son óptimas en ambientes donde basta con determinar una estrategia estrictamente dominante, sin necesidad de anticipar lo que harán otros jugadores. Recordemos el ejemplo del peatón al que le conviene marchar con precaución, en toda circunstancia. La pregunta que nos interesa es: ¿La heurística que sugiere a las organizaciones innovar permanentemente es óptima?

Por lo pronto, hemos llegado a las siguientes conclusiones: la definición clásica de racionalidad en teoría de la decisión y en teoría de juegos no sirve para describir la dinámica animal, ni la organizacional. Los modelos de racionalidad limitada o ecológica, en cambio, describen bien el comportamiento de los agentes pero no garantizan la racionalidad de los resultados globales.

Paradójicamente, como veremos a continuación, la llamada “racionalidad ecológica” en materia de innovación produce carreras armamentistas que son procesos autodestructivos.

Innovación y carrera evolutiva: nuevos enfoques

A partir de un estudio de caso del sistema financiero, Barnett y Hansen (1996) ofrecen evidencia empírica de que la racionalidad ecológica a la que responden las organizaciones es acorde con lo que predice la teoría evolutiva, en particular la llamada “hipótesis de la reina roja”. Como ejemplificamos con el murciélago y la polilla, esta última describe el sistema de causalidad recíproca presente en la competencia biológica y organizacional. Dicha hipótesis es una conjetura teórica en biología evolutiva que afirma que las especies deben mejorar permanentemente si quieren sobrevivir en su entorno. Fue elaborada por Leigh Van Valen como parte de su “ley de las extinciones” (Van Valen, 1973). La “reina roja” alude al famoso libro Lewis Carroll, *A través del espejo*, en donde se describe a los habitantes de un país donde es preciso correr para permanecer en el mismo lugar. La razón es que el país se mueve con ellos (Carroll, 1982). Alicia se sorprende de que ha estado bajo el mismo árbol todo el tiempo a pesar de tratar de correr. “Hace falta correr todo cuanto una pueda para permanecer en el mismo sitio -explica la Reina roja- y si se

quiere llegar a otra parte hay que correr por lo menos dos veces más rápido”.

Dado un sistema evolutivo, es necesario que mejore permanentemente sólo para conservar su posición con respecto a los sistemas con los que está en competencia (o coevolución). La hipótesis de la “reina roja” es una tentativa de explicación microevolutiva y macroevolutiva. Es decir, en primer lugar se puede aplicar para tratar de explicar la ventaja de la reproducción sexual al nivel de los individuos, dado que cada individuo al vivir pone a prueba una combinación particular de genes de sus padres. En segundo lugar, la hipótesis de Van Valen es que la probabilidad de extinción para un grupo de seres vivos es constante, no mejora con el tiempo dado que predadores y presas ganan lo que otros pierden. Por ejemplo, para aludir a un ejemplo distinto al del murciélago y la polilla, las toxinas químicas que una planta desarrolla contra los insectos que la devoran pueden ser superadas mediante el desarrollo de técnicas de desintoxicación de éstas, seguidas de nuevas toxinas producidas por la planta y así sucesivamente.

Como veíamos en la primera sección, la teoría de juegos permite predecir el resultado de algunas interacciones estratégicas entre especies, empresas, naciones, etcétera. En particular tratándose de ambientes confinados. Como explica Binmore, las aves “sólo hacen lo que hacen. Pero el efecto neto de un inmensamente

complicado proceso evolutivo es que los pájaros cantores se comportan *como si* hubieran escogido racionalmente maximizar su aptitud (*fitness*) [...] esto permite a los biólogos usar consideraciones de racionalidad para predecir el resultado de una proceso evolutivo, sin necesidad de seguir cada vuelco complicado” (Binmore, 2009: 13). Pero ahora debemos matizar tal afirmación, pues es discutible si características como el pulgar oponible en los humanos o la difusión mundial de la Coca-Cola podrían teóricamente haber sido previstas. No todas las estrategias son baratas y predecibles. Además, aunque así fuera, la hipótesis de la reina roja pone en duda que las carreras armamentistas pudiesen garantizar la duración de los equilibrios de Nash. ¿Cuánto durará la especie humana con todo y su pulgar oponible si ella misma genera la crisis ambiental que la amenaza? ¿Un mundo cuyas instituciones financieras compiten innovando permanentemente puede evitar las crisis financieras que destruyan masivamente riqueza?

Para mostrar la pertinencia de la hipótesis de la reina roja en los estudios organizacionales, es preciso tomar en cuenta que las organizaciones actúan en condiciones de incertidumbre y poseen una racionalidad limitada. Sus estrategias de innovación proceden mediante ajustes incrementales (Barnett y Hansen, 1996). La innovación en las empresas es promovida

no sólo por los altos directivos sino en niveles inferiores. Las heurísticas que recomiendan comenzar o detener la innovación han sido descritas por March (1981, 1988): se trata de adaptaciones rutinarias menores, excepto cuando la organización se da cuenta que su desempeño ha caído por debajo de un nivel tolerable y que está amenazado su desempeño. En este último caso, las adaptaciones son mayores y urgentes, lo que no quiere decir que sean “racionales” en términos clásicos, más bien son aceleradas y, por lo tanto, arriesgadas.

Los críticos de los modelos clásicos afirman que otra característica distintiva de la racionalidad “ecológica” que guía a las organizaciones es la relación costo/beneficio. En promedio, las organizaciones racionales aplican innovaciones que ofrecen beneficios superiores a los costos de implementación. Sin embargo, como vimos con el ejemplo del calentamiento global, el cálculo de costos ya sea según la visión estándar o la visión “ecológica” puede conducir a un resultado frustrante para todas las partes (el de saber que no existe un único equilibrio de Nash).

A diferencia de factores externos que perturban el desempeño de una organización de manera ocasional, como son la inestabilidad política o cambiaria y las reformas legales, la competencia entre

organizaciones produce un mecanismo de adaptación permanente. Pero, como vimos, esta carrera por la innovación ha sido identificada, en evolución, con la carrera armamentista (Ehrlich y Raven, 1964; Dawkins, 1982). La misma dinámica existe en el caso de las organizaciones humanas. Y no se trata exclusivamente de planes estratégicos ofensivos del tipo “la guerra de las colas” (Coca Cola contra Pepsi Cola). La racionalidad limitada que observan las organizaciones propulsa el cambio mediante pequeños ajustes incrementales y éstos pueden terminar dando como resultado una carrera armamentista. Este proceso se produce por los ajustes cotidianos que llevan a cabo incluso los trabajadores en los niveles inferiores. En el caso de las crisis económicas, los ingenieros financieros juegan un papel determinante (Aoki, 2010: 137-138).

Contra lo que nos podría hacer pensar la teoría de juegos clásica (Binmore, 2009: 26), los procesos de ajuste que favorecen a las especies más aptas en perjuicio de las menos aptas no siempre parecen congelarse de manera duradera mediante un conjunto de equilibrios de Nash. La hipótesis de la “reina roja” sugiere que la carrera armamentista no se detiene. Si bien es cierto que las aves cantoras han cantado durante miles de años y que animales marinos (peces, mamíferos o reptiles) han desarrollado aletas como soluciones óptimas a sus problemas evolutivos, estas estrategias no han producido un equilibrio global favorable a los individuos que las

emplean. La sobrevivencia de la mayoría de las aves cantoras silvestres y de los animales marinos está amenazada por el resultado de la carrera armamentista global.

Las ventajas alcanzadas por el hombre y unas cuantas especies más asociadas a este (el ganado, las especies endémicas de las grandes ciudades, microorganismos), hacen que los equilibrios de Nash locales no garanticen la sobrevivencia de los jugadores que los alcanzaron. La existencia de “estrategias estables evolutivas” que identificó Maynard Smith no supone que exista pluralismo y estabilidad en el número de especies, es decir, biodiversidad. La carrera armamentista intrínseca a la dinámica de competencia mediante la innovación supone un proceso impredecible, no estable, en el cual el proceso evolutivo mismo termina viéndose amenazado por el potencial armamentista del ganador. El equivalente biológico de una superpotencia estatal con capacidad nuclear para destruir al planeta es el de una especie con siete mil millones de individuos, los seres humanos, cuyo bienestar supone la extinción de miles de otras especies y, a largo plazo, quizá de ella misma. La innovación con la cual la especie humana venció en la carrera armamentista a las demás especies es, quizá, la investigación en laboratorio surgida en el siglo XVII y del cual derivan antibióticos, semillas mejoradas y otras tecnologías al

servicio de la reproducción humana.⁴ En segundo lugar, el surgimiento de la sociedad de consumo ha implicado una destrucción acelerada de los entornos naturales. A continuación, analizaremos cómo la carrera armamentista se produce también como resultado de la carrera hacia la innovación en las empresas.

La carrera armamentista por la innovación en las empresas

¿Podemos decir hoy que el trabajo ha cambiado? Desde la década de los 80, algunos expertos nos animan a creerlo. Las revoluciones postfordista y toyotista han permitido que las tareas de ejecución sean cada vez menos dolorosas. Al parecer, el trabajo está siendo menos exigente desde el punto de vista físico y ciertamente más gratificante. La automatización no ha llevado a la sustitución del hombre por la máquina, ni a un sistema de gestión de la actividad de trabajo donde no existan riesgos e incertidumbres (Ségal, 2009a). Por el contrario, se estaría abriendo la puerta a la iniciativa y a la autonomía de los empleados (Terssac, 1992). Además, el potencial de las tecnologías de la información y de la innovación permite una revolución del trabajo mediante la dimensión informacional (Lojkine, 1992),

⁴ Llamamos estilo de investigación en laboratorio a la observación experimental confinada que produce fenómenos inexistentes en el entorno natural (Hacking, 2009).

es decir, mediante el intercambio y la capitalización de la información. También permite la diversificación horizontal de las relaciones de trabajo a través de una sociedad renovada por las redes (Castells, 1998).

Paralelamente a la hipótesis de una mejor calidad de trabajo, otra mirada atraviesa el debate social, el de la intensificación del trabajo. La autonomía, la red, la comunicación, la calidad y la innovación también han cambiado la naturaleza de la dificultad en el trabajo. El discurso más presente en la escena social, en los medios de comunicación y en los debates intelectuales hace referencia a un análisis psicológico de las condiciones de trabajo. El estrés, el sufrimiento (Dejours, 1998), pero también el acoso moral y psicológico (Hirigoyen, 1998) ocupan un lugar preponderante en el análisis del capitalismo contemporáneo. Pascale Molinier, por ejemplo, en un artículo con el título provocador de “La depresión abajo de los neutrones, una encuesta en la industria de procesos” (Molinier, 2004), analiza el riesgo de depresión que implica la gestión del trabajo industrial, provocando la falta de implicación en la familia, consecuencia no deseada y sí lamentada por los trabajadores. Nuestra tesis propone abordar esta paradoja. Lógicamente, no podemos afirmar que existe tanto una mejora como una degradación del trabajo si empleamos la misma categoría explicativa. ¿No

deberíamos más bien matizar, entonces, las teorías que se centran en la mejora de las condiciones de trabajo (Durand, 2004)? Más allá de los análisis psicológicos del trabajo antes mencionados debemos regresar a analizar los factores económicos involucrados (Askenazy, 2004). Estudiar la innovación en las organizaciones de acuerdo a la luz que aportan las nuevas teorías de la evolución en biología (en particular la hipótesis de la “reina roja”) nos permitiría superar la psicologización del discurso, objetivar las nuevas formas de intensificación del trabajo y analizar la innovación como una nueva forma de competitividad empresarial más allá de sus propios actores, los directivos, los dueños del capital o los empleados. De hecho, la innovación está en el corazón de un sistema de evaluación del trabajo en la empresa, diseñado para tener en cuenta los cambios debidos a factores técnicos y organizativos, a nuevas formas de control, al crecimiento del nivel de formación y de los requisitos en el trabajo. En la innovación se cristalizan las dimensiones objetivas y subjetivas del trabajo en sus componentes individuales (habilidades) y de la comunidad (la empresa y las relaciones sociales capitalistas). La innovación es, probablemente, el desafío central de la recomposición del trabajo en un enfoque más amplio que el de la empresa. Ésta puede ser vista como el “espejo” de los cambios del modelo de producción en su conjunto.

Con Ford, la organización del trabajo tomaba en cuenta el cliente, pero el cliente no tenía influencia directa sobre el flujo de producción. El modelo de producción seguía básicamente el ritmo de las máquinas y no la naturaleza de la satisfacción del cliente. Hoy en día, la satisfacción del cliente se ha convertido en una de las causas del funcionamiento del flujo producción. Los clientes presentan requisitos de tiempo, precio e innovación. Las exigencias de rapidez y economía son inseparables de la tensión del flujo de trabajo, entrando sin embargo en contradicción en sus lógicas propias. Principios tales como “competitividad tiempo” y “competitividad mediante disminución de costos” o “economización” tienen lógicas en lo general opuestas y, sin embargo, son los principios que determinan la producción y los procesos de innovación en la lógica de la empresa.

La adaptación del flujo de producción a las demandas de los clientes se da principalmente a través de servicios de “Investigación y Desarrollo”. La innovación se puede fomentar, por ejemplo, mediante el establecimiento de un concurso anual para premiar los mejores proyectos. Pero la innovación es principalmente utilizada en las organizaciones para justificar los nuevos estándares de calidad y la normalización de la actividad laboral entre los empleados. Coutrot muestra que la empresa neoliberal orientada por los accionistas es una forma de organización determinada por la financiarización de la

empresa y de la economía en su conjunto. Boyer (1993) subraya que “el nuevo modelo productivo” está atravesado por cuatro características: “La descentralización de la producción”, “compartir experiencias”, “los empleados calificados y adaptables” y “relaciones de trabajo cooperativas y orientándose hacia la innovación”. La relación salarial definida por esta nueva organización se basa en la demanda a largo plazo de compromiso entre la dirección y los empleados mediante el intercambio de “competencia laborales y lealtad a cambio de un empleo estable y/o al hecho de compartir los resultados financieros de la empresa” (Boyer, 1993: 45). Pero incluso si ante la ley del mercado todos los individuos de la empresa han tenido históricamente que colaborar para alcanzar el buen entendimiento y la armonía, la realidad de la empresa actual es particular y diferente porque la cooperación está siendo impuesta por los mercados. Se exige a las personas ser *sujetos* en su trabajo, a pesar de que son *objetos* de la relación laboral.

La innovación en las organizaciones no es, como hemos mostrado en la sección 2, producto de planes estratégicos elaborados a partir de un conocimiento exhaustivo del mercado, de los competidores y de las consecuencias probables de las acciones. La racionalidad con la cual operan las organizaciones implica más una dinámica de acumulación de ajustes incrementales

que un plan estratégico exhaustivo (Quinn, 1980; Mintzberg y McHugh, 1985; Barnett y Hansen, 1996).

La dinámica de la innovación no es producto, pues, del modelo clásico de racionalidad. Ya hemos citado el modelo de aprendizaje organizacional de March (1981, 1988) que describe las reglas heurísticas o de racionalidad limitada empleadas para empezar y detener nuevas rutinas en las organizaciones. Las prácticas que tienen un desempeño adecuado suelen ser conservadas, aunque existan prácticas aún mejores. De ese modo, no se producen las mejores rutinas organizacionales posibles, aunque exista amplio espacio para innovar y mejorar en la competitividad. No existen, entonces, los equilibrios de Nash que permitirían detener la carrera permanente hacia la innovación parcialmente útil. Es solamente cuando el desempeño de una organización se desploma por debajo de cierto nivel que se intenta innovar de manera planificada y acelerada. Suponiendo que ello se logra, esta mejora en el desempeño sólo completa el ciclo de adaptación incremental.

Ahora bien, si las organizaciones innovan de manera permanente para enfrentar la competencia, pero lo hacen desde una racionalidad limitada, el resultado es una dinámica que les escapa. El crecimiento capitalista no está siendo el resultado de decisiones concientes de inversionistas y

empleadores, sino que es propulsado por la estructura misma del juego. La teoría de juegos evolucionistas y la hipótesis de la reina roja, aplicadas a los estudios organizacionales, nos dicen:

1. La existencia de equilibrios locales entre la oferta y la demanda, defendidos por la teoría económica clásica, no suponen que los procesos de innovación se detengan cuando se alcanza un equilibrio.
2. Los procesos de innovación en las organizaciones que resultan de ajustes incrementales de sus rutinas configuran una carrera por la innovación que tiene la estructura de una carrera armamentista entre competidores.
3. La carrera por la innovación no está guiada principalmente por planes estratégicos en manos de los directores ejecutivos de las organizaciones.
4. Las consecuencias de la carrera por la innovación conducen, como en el caso de las carreras armamentistas en biología o en la guerra fría, al predominio temporal de unas cuantas organizaciones y a la autodestrucción en el largo plazo del sistema.

La escuela de la regulación ha analizado las características de las crisis económicas y el surgimiento de nuevos modelos productivos. Nuestra última sección invita a realizar una reflexión a partir de estos precedentes teóricos y de las críticas que han recibido. Muchos investigadores han

demostrado que la evolución del capitalismo se ha desplazado hacia el proceso de auto-destrucción de los recursos colectivos, pero la contribución de la teoría evolutiva de juegos en biología nos alerta mostrando la gran dificultad de identificar a los actores de dicho proceso.

La fuerza de los mercados financieros

El concepto de “cooperación forzada”, de acuerdo con Thomas Coutrot, caracteriza al régimen de movilización neoliberal. Aquel se define como “un elemento central de las relaciones salariales: se trata de un conjunto coherente de normas para resolver las incertidumbres que afectan a la reproducción del capital individual y transformar la fuerza de trabajo en trabajo efectivo” (Coutrot, 1998: 12). Así, el análisis del sistema permite entender los mecanismos de movilización establecidos por la empresa para atraer y comprometer a su personal. Estos dispositivos son muy potentes desde la década de 1990. No solamente la incertidumbre en el empleo sino también el aumento del desempleo y de los despidos han sido acompañados por la aparición de nuevos modelos productivos. Estos nuevos modelos se han centrado en la comunicación, la confianza, la cultura corporativa y la innovación pero no han abolido, por lo tanto, los métodos coercitivos. Coutrot sostiene que, hoy en día, el concepto de “cooperación forzada” puede revelar estas nuevas formas de

coerción. Es a través del estímulo de la cooperación en las empresas neoliberales que la mayoría de las restricciones macro-sociales se introducen en las situaciones de trabajo; sin embargo, como veremos, eso no significa que los accionistas puedan ser identificados como actores estratégicos conscientes en la dinámica del sistema. Coutrot identifica principalmente a los accionistas mayoritarios como a la nueva forma de presión que está transformando al colectivo productivo de las empresas. Los mercados financieros representan una amenaza de sanciones para aquellos colectivos de trabajo que no alcanzan los estándares económicos que se les han fijado. Los mercados financieros imponen nuevas reglas de organización-especialmente en relación con la gestión de personal- que afectan específicamente a los empleados y a su actividad laboral.

Plihon subraya también estos cambios (Plihon, 2000). Se hace la suposición de que:

se pueden explicar, en gran parte, algunos cambios económicos y financieros que tienen lugar en Europa al final del siglo XX por el cambio de régimen macro-financiero (Plihon, 2000:118).

Nos hemos movido desde la década de 1980 de un sistema de la deuda –en donde las empresas se financiaban con deuda bancaria– a un régimen de capital propio. Ese nuevo modo de financiación tiene dos consecuencias: en primer lugar, el aumento

de la inestabilidad financiera internacional y, en segundo lugar, una relación cada vez más desigual entre capital y trabajo. La financiarización de la economía aparece en la empresa a través de las políticas de propiedad de acciones para empleados. Sin embargo, no encontramos una relación directa entre la participación y la propiedad de acciones. D. Plihon subraya que, de hecho, tres tipos de inversionistas tienen una cantidad considerable de capital, lo que les permite disminuir el valor del desarrollo de la actividad y del empleo a fin de centrarse en “la creación de valor para los accionistas”: los fondos de pensiones anglosajones, los fondos mutuos y las compañías de seguros.

Es a través de las reglas de gestión que los principales accionistas están tratando de imponer a los gerentes y los departamentos de recursos humanos el valor de las acciones. De esa manera, la rentabilidad financiera requerida por los accionistas se ha convertido en una prioridad clave en la empresa.

Philippe Faucher y Christian De Bresson (1991) formulan una crítica de las posibilidades presentadas por la “escuela de la regulación” para explicar el cambio tecnológico. Según ellos, esta corriente teórica no puede explicar cómo los agentes económicos interactúan con la tecnología y la innovación. Otras teorías económicas clásicas o schumpeterianas estarían en

mejores condiciones para considerar a los agentes económicos como sujetos activos, no sólo actores que reaccionan. La contribución de las nuevas teorías de la evolución en la biología, en particular la hipótesis de la “reina roja”, es que nos permiten analizar el capitalismo como un sistema impulsado por la dinámica de la innovación que no es otra que la lógica de la carrera armamentista. Este proceso no se detiene e incluso supera la fuerza estratégica utilitarista de los propios actores del sistema.

Los debates en torno al conflicto entre capital/trabajo han identificado tradicionalmente a los dueños del capital como actores principales en la lógica de la acumulación. Hoy en día, en cambio, tal parece que los accionistas, al igual que los grandes patrones y los gobiernos, están ellos mismos dominados por el sistema. Muchos ejemplos son alarmantes y exigen una reflexión sobre la creación de instituciones capaces de hacer frente a un sistema económico no regulado. En particular, Frederic Lordon (2003) da luz sobre la dependencia de las empresas con respecto a los mercados financieros en términos de sus sistemas de financiación.

Los Estados se vuelven meros facilitadores frente a las lógicas financieras y a sus vaivenes. La mutación del capitalismo lo volvió flexible e innovador, rompió con los viejos sistemas burocráticos y permite el acceso a tecnologías renovadas. Pero el sistema se ha vuelto ingobernable para los

propios Estados, impotentes frente a la miseria social y a la destrucción de los recursos naturales.

Conclusión

Las decisiones de las organizaciones que participan en el mercado son interdependientes y, dado el carácter global del capitalismo contemporáneo, esta interdependencia es aún más compleja hoy en día. Las revoluciones postfordista y toyotista han modificado en buena medida el trabajo en las organizaciones humanas. La automatización del proceso productivo ha dado como resultado una organización impredecible y flexible. Los trabajadores se adaptan a la innovación con el desarrollo de competencias laborales más adaptables y polivalentes (Ségal, 2009b). En la ideología capitalista, el cliente y sus preferencias se usan como discurso para hacer cambiar las mentalidades de los empleados al trabajar. Ser más comprometido, fiel, atento y motivado con la empresa son actitudes claves para desarrollarse en la organización innovadora. Hemos analizado la innovación como un nuevo proceso de control que se desarrolla en la lógica capitalista. Esta tiene una gran influencia sobre el flujo de producción y sobre el aumento de la complejidad e imposibilidad de anticipación en el sistema capitalista. Además, los procesos de innovación dependen de procesos que colisionan entre sí como los de “competitividad tiempo” y “economización”, de tal manera que la

producción está hoy enfrentada a tensiones irresolubles. Finalmente, ni siquiera los accionistas son los actores estratégicos que pueden explicar la dinámica del sistema. A partir de la década de 1980, el régimen de capital propio mediante emisión de acciones ha agravado la inestabilidad financiera internacional.

Todo ello conduce a la imposibilidad de calcular equilibrios de Nash y óptimos en términos de costos y beneficios. Desde la teoría de juegos, Aoki (2010) ha mostrado recientemente que las interacciones económicas estratégicas en algunas economías (Japón, Francia, Alemania) se han vuelto procesos impredecibles. Sin embargo, las ciencias administrativas siguen sugiriendo a las organizaciones adoptar estrategias de innovación permanente, tanto desde un enfoque clásico de la racionalidad como desde la supuesta “racionalidad ecológica”. En contraste, para prevenir nuevas crisis financieras, Aoki ha recomendado revertir algunas innovaciones económicas y volver a la división clásica de funciones entre bancos, casas de bolsa, aseguradoras, fondos de inversión y otras instituciones financieras. Nosotros hemos tratado de mostrar que las consecuencias de la heurística que invita a la innovación permanente, tal como se le aplica hoy en día, han producido lo que los teóricos de juegos evolucionistas llaman una carrera armamentista. Este proceso no concluye en un equilibrio estable mutuamente benéfico

para las partes involucradas y el resto de la sociedad, sino en agotamiento de los recursos naturales, alienación tecnológica y nuevas formas de exclusión. Nuestra conclusión principal es que la dinámica de la innovación suele coincidir con lo que desde la teoría de juegos evolucionista podemos llamar una carrera armamentista y con sus efectos no deseados para el conjunto del sistema.

Bibliografía

- Aoki, M. (2010), *Corporations in evolving diversity*, Oxford: Oxford University Press.
- Arrow, K. J. (1951), *Social Choice and Individual Values*, Nueva York: Wiley.
- Askenazy, P. (2004), *Les désordres du travail: enquête sur le nouveau productivisme*, París: Le Seuil.
- Barnett, W. y M. Hansen (1996), “The Red Queen in Organizational Evolution”, *Strategic Management Journal* 17, pp. 139-157.
- Binmore, K. (2009), *Rational Decisions*. New Jersey: Princeton University Press.
- Bolaños, B. (2010a), “Balancing and legal decision theory”. En Sieckmann, Jan-Reinard (editor), *Legal Reasoning: The Methods of Balancing*, Stuttgart: Franz Steiner Verlag, pp. 63-72.
- (2010b), “De la razón ilustrada a la elección racional”. En Jaime Labastida y Violeta Aréchiga, *Identidad y diferencia*, México: Siglo XXI, pp. 165-181.
- Boyer, R. (1993), “Comment émerge un nouveau système productif?”, en J.-P. Durand, dir., *Vers un nouveau modèle productif ?*, París: Syros, pp. 31-92.
- Burgelman, R. A. (1994), “Fading memories: A process study of strategic business exit in dynamic environments”, *Administrative Science Quarterly*, 39, pp. 24-56.
- Carroll, L. (1982), *The Complete Illustrated Works of Lewis Carroll*, Nueva York: Avenel Books.
- Castells, M. (1998), *La société en réseaux: l'ère de l'information*, París: Fayard.

- Chase, V.M, R. Hertwig y G. Gigerenzer (1998), "Visions of rationality". *Trends Cogn. Sci.* 2(6), pp. 206-214.
- Coutrot T., (1998), *L'entreprise néo-libérale, nouvelle utopie capitaliste?*, París: Éd. la Découverte.
- Dawkins, R. (1982), *The Extended Phenotype*, Oxford: Oxford University Press.
- De Mauleón, H. (2011), "Florence Cassez. La verdad secuestrada", *Nexos*, 403, pp. 26-39.
- Dejours, C. (1998), *Souffrance en France: la banalisation de l'injustice sociale*, París: Le Seuil.
- Durand, J.-P. (2004), *La chaîne invisible: travailler aujourd'hui: flux tendu et servitude volontaire*, París: Le Seuil.
- Ehrlich, P. y P. H. Raven (1964), "Butterflies and plants: a study in coevolution", *Evolution*, 18, pp. 586-608.
- Faucher, P. y Ch. De Bresson (1991), "L'Ecole de la régulation et le changement technologique?" *Revue d'économie industrielle*, 58 (4), pp.28-46.
- Gigerenzer G. y D. Goldstein (1996), "Reasoning the fast and frugal way: models of bounded rationality". *Psychol. Rev.* 103, pp. 650-669.
- Gigerenzer, G. y P. Todd (1999), "Fast and frugal heuristics: The adaptive toolbox", en Gigerenzer, G., P.M. Todd y el ABC Research Group, *Simple heuristics that make us smart*, Oxford University Press, pp. 3-34.
- Hacking, I. (1996), *Representar e intervenir*, México: Paidós-UNAM.
- Hacking, I. (2009), *Scientific Reason*, Taipei: National Taiwan University Press.
- Hirigoyen, M.-F. (1998), *Le harcèlement moral. La violence perverse au quotidien*, París: Syros.
- Hodgson, G. y K. Huang (2010). "Evolutionary game theory and evolutionary economics: are they different species?" *Journal of Evolutionary Economics*.
- Jeffrey, R. (1965), *The logic of decision*, Chicago: University of Chicago Press. Segunda edición de 1983.
- Kolmogorov, A. N., (1950), *Foundations of Probability*, Nueva York: Chelsea Publishing Company.
- Krimbas, C. B. (2001), "In Defense of Neo-Darwinism. Popper's 'Darwinism as a Metaphysical Programme' Revisited" en Singh R. S. et al. (coordinadores), *Thinking About Evolution. Historical, Philosophical, and Political Perspectives*, volumen II, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 292-308.
- Lee M.D. y T.D. Cummins (2004), "Evidence accumulation in decision making: Unifying the 'Take-the-best' and the 'rational' models". *Psychon. Bull. Rev.*11, pp. 343-352.
- Lojkin, J. (1992), *La révolution informationnelle*, París: PUF.
- Lewontin, R. C. (1961), "Evolution and the theory of games". *Jour. Theor. Biol.*1, pp. 382-403.
- Lordon, F. (2003), *Et la vertu sauvera le monde... : après la débâcle financière, le salut par l' "éthique"?*, París: Éditions Raisons d'agir.
- March, J. G. (1988), *Decisions and Organizations*, Nueva York: John Wiley.
- (1981), "Footnotes to organizational change", *Administrative Science Quarterly*, 26, pp. 563-577.
- March, J. G. y H.A Simon (1958), *Organizations*, Nueva York: John Wiley.
- Smith, J.M. (1982), *Evolutionary game theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- (1972). "Game theory and the evolution of fighting". En: Smith J.M. (coordinador) *On evolution*. Edinburgo: Edinburgh University Press , pp. 8-28.
- Smith, J.M. y G.R. Price (1973), "The logic of animal conflict". *Nature*, 246, pp. 15-18.
- Mintzberg, H. y A. McHugh (1985), "Strategy formation in an adhocracy", *Administrative Science Quarterly*, 30, pp. 160-197.
- Molinier, P. (2004), "Dépression sous les neutrons, une enquête dans l'industrie de process", *Les cahiers de genre*, 36, pp.121-144.
- Nash, J. (1950a), "Equilibrium Points in N-Person Games". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 36, pp. 48-49.
- (1950b), "The Bargaining Problem", *Econometrica*, 18, pp. 155-162.
- Plihon, D. (2000), "L'économie de fonds propres: Un nouveau régime d'accumulation financière", en F. Chesnais, D. Plihon, (eds.), *Les pièges de la finance mondiale*, París: Syros.
- Quinn, J. B. (1980), *Strategies for Change: Logical Incrementalism*. Irwin: Homewood
- Rosch, E. (2002), "Principles of categorization" en D. J. Levitin, D. J. (coordinador), *Foundations of cognitive psychology: core readings*, Cambridge, Mass: MIT Press, pp. 253-270.
- Savage, L. (1972), *The Foundations of Statistics*, Nueva York: Dover.
- Ségal, É. (2009a), *Modélisation des emplois des services et formalisation des compétences*, París: Ministère de la Jeunesse, l'Éducation Nationale et de la Recherche, Coll. CPC documents.
- Ségal, É. (2009b), *El título académico bajo la prueba de la lógica de las competencias. Un enfoque internacional*, en Congreso de la

Carreras armamentistas. Innovación y evolución del capitalismo desde el enfoque de la teoría de juegos evolucionista
Bernardo Bolaños y Elodie Ségal

- Asociación Latinoamericana de Sociología del Trabajo (ALAST), Ciudad de México, México, mayo.
- Simon, H.A. (1956), "Rational choice and the structure of the environment". *Psychol. Rev.* 63, pp. 129-138
- Terssac, G. (1992), *Autonomie dans le travail*, París: PUF.
- Van Valen, L. (1973). "A new evolutionary law", *Evolutionary Theory*, 1, pp. 1-30.
- Vigna, A. y A. Devalpo (2010), *Fábrica de culpables. Florence Cassez y otros casos de la injusticia mexicana*, México: Grijalbo.
- Vincent T.L. y J.S. Brown(2005), *Evolutionary game theory, natural selection, and Darwinian dynamics*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Von Neumann, J. y Morgenstern, O. (1944), *Theory of Games and Economic Behavior*, N. J.: Princeton University Press.