

DIFERENCIAS ENTRE AGENTES RACIONALES Y AGENTES RACIONALMENTE LIMITADOS: UN EXPERIMENTO.

POR GONZALO PARDO CAMPOS¹

SANTIAGO, 11 DE NOVIEMBRE DE 2008

En este ensayo mostraré, para un juego particular de ultimátum de negociación, que los resultados de la teoría económica respaldada por el supuesto de la racionalidad difieren considerablemente cuando los agentes que enfrentan el juego son agentes con racionalidad limitada. Mientras los agentes racionales actúan egoístamente, ofreciendo el mínimo al otro jugador, los niños, en representación de agentes racionalmente limitados se acercan mucho a la repartición igualitaria. Esta diferencia se debe más que nada a factores sociales.

I. INTRODUCCIÓN.

En economía, se vuelve costumbre trabajar con el poderoso supuesto de la racionalidad, que simplifica mucho las matemáticas a la hora de resolver modelos, pero pocas veces este supuesto es puesto en duda y rara vez son analizadas las implicancias que su ausencia pueda implicar.

Mediante un experimento con niños de 11-12 años, correspondientes a alumnos de sexto básico, a los que haré enfrentar un juego de ultimátum de negociación. Buscaré diferencias entre lo que la teoría predice para agentes racionales y lo que ocurre en la práctica con agentes racionalmente limitados.

Este trabajo consistirá en 6 partes además de esta introducción: Una especie de marco teórico, la solución racional de mi experimento, lo que pasó en la práctica, un análisis en busca de las causas de las diferencias encontradas, las conclusiones del trabajo y un apartado bibliográfico.

II. UN POCO DE TEORÍA.

Antes de continuar, se vuelve necesario definir un par de conceptos que se utilizarán a lo

¹ Estudiante de Ingeniería Comercial de la Universidad de Chile. E-mail: gpardoca@fen.uchile.cl

Mis más sinceros agradecimientos a las directoras de los colegios San Francisco de Sales y Halley por todas las facilidades concedidas para poder llevar a cabo mi experimento. También a los alumnos de 6° básico de ambos colegios, en particular a mi hermana, y a sus profesoras. Finalmente, agradezco especialmente a Carla Morán y Carlos Salazar por su invaluable ayuda y apoyo.

largo de este trabajo y así me aseguro de que el lector esté sintonizado con las ideas que se propondrán en este texto.

Para comenzar, definiremos un juego como una situación en la que dos o más agentes saben que sus decisiones son estratégicamente interdependientes: el resultado de las decisiones tomadas por un agente depende de las decisiones del otro o de los otros. Y, en este contexto, la teoría de juegos es una disciplina que se ocupa del estudio de estos problemas de decisión².

Cada juego tiene elementos clave que determinan su solución. Estos son³:

- § El conjunto de jugadores, que corresponde a los agentes que participan en el juego tomando decisiones.
- § El conjunto de acciones disponibles para cada jugador, que son las distintas opciones que pueden elegir los jugadores.
- § El momento en que tienen lugar las decisiones de actuación de los jugadores. Esto habla de si los jugadores toman su decisión simultáneamente, no cronológicamente, sino que toman su decisión sin saber la decisión que tomó el otro; o juega uno primero y el otro después conociendo la decisión del que jugó antes.
- § Los pagos para cada jugador que resultan de todas las posibles jugadas.
- § El conjunto de estrategias disponibles para cada jugador. Una estrategia es un curso de acción completo con el cual podemos obtener un resultado para cada una de las contingencias a las que al jugador le toque responder.
- § La información que posee el jugador del juego en sí, que corresponde a si el jugador conoce y entiende todo lo que hay que saber del juego: pagos, cantidad de jugadores, características del juego, etc.
- § La viabilidad de compromisos vinculantes para elegir ciertas acciones en ciertas circunstancias en el transcurso del juego, es decir, si es posible que los jugadores se pongan de acuerdo o no para poder seguir una estrategia determinada.

Antes de definir lo que es un Equilibrio Perfecto en Subjuegos, se hacen necesarias algunas definiciones adicionales.

Un nodo es cada punto del juego en el que un jugador debe tomar una decisión. Dos o más nodos pueden pertenecer al mismo conjunto

² Gravelle y Rees (2006).

³ Gravelle y Rees (2006) y Beteta (2008).

de información si es que el jugador que debe tomar la decisión no puede saber en cuál de los 2 está situado, es decir, no conoce al menos una de las decisiones que fueron tomadas antes que la suya.

Un subjuego es cualquier juego que parte de uno de los nodos no-finales del juego e incluye todos los nodos siguientes y que contiene todos los conjuntos de información que se pueden alcanzar desde ese nodo⁴.

Una estrategia para el jugador A es una mejor respuesta a una estrategia dada del jugador B si le proporciona unos pagos al menos tan elevados como cualquiera de sus otras estrategias. Un par de estrategias es un Equilibrio de Nash cuando estas estrategias son mejores respuestas mutuamente.

Ahora sí, un Equilibrio Perfecto en Subjuegos de un juego G corresponde a una lista de estrategias, una para cada jugador, que produzca un Equilibrio de Nash en cada subjuego de G. Un Resultado Perfecto en Subjuegos es los pagos que recibe cada jugador si siguen las estrategias de Equilibrio Perfecto en Subjuegos.

Un juego de negociación es un juego en el que se juega para definir un problema de distribución. Esta clase de juegos tiene información perfecta si cada jugador conoce todas las decisiones tomadas antes de la suya, o dicho en otras palabras, no hay decisiones simultáneas⁵.

Este juego de negociación será llamado un juego de ultimátum de negociación si tiene información perfecta, un número finito de jugadas y la última decisión de cada jugada es elegir entre dos resultados predeterminados. Es decir, en una negociación de dos personas, uno habla de ultimátum si una de las partes puede restringir el set de posibles acuerdos a una sola proposición que el otro deberá aceptar o rechazar.

Además, diremos que un individuo cumple con el supuesto de racionalidad cuando existe coherencia entre lo que el individuo quiere y lo que el individuo hace⁶. Esto se traduce en 6 supuestos respecto a la ordenación de sus preferencias: Completitud, Transitividad, Reflexibilidad, No-saturación, Continuidad y Convexidad estricta⁷. Así, una decisión ra-

cional debe cumplir con los siguientes requisitos⁸:

- § El agente racional debe tener en cuenta todas las alternativas viables y descartar todas las alternativas inviables.
- § Debe tomar en cuenta la información directamente disponible y también la que merece la pena recabar, con el fin de valorar las consecuencias derivadas de elegir cada una de las alternativas.
- § Ha de clasificar las alternativas en orden de preferencia y satisfaciendo este orden asunciones de completitud y consistencia.
- § Elige la alternativa más valorada en esta ordenación, es decir, aquella cuyas consecuencias resultan preferidas a las consecuencias del resto de las alternativas disponibles.

En otras palabras, un individuo racional es capaz de fijar un objetivo cuantificable y definir exhaustivamente cada una de las alternativas de las que dispone, además es capaz de procesar toda la información que está a su alcance y de tomar una decisión basándose en encontrar el óptimo.

Finalmente, reconoceremos la existencia de la racionalidad limitada como una contraparte a la racionalidad recién descrita. La racionalidad limitada no implica que el individuo sea irracional, sino que su racionalidad está circunscrita a ciertos límites que le impiden incluso la articulación de un objetivo singular y, por cierto, de la capacidad de procesar un conjunto ilimitado de alternativas. En este contexto, el individuo racionalmente limitado no optimiza, sino que se conforma con encontrar una alternativa satisfactoria. No busca incansablemente llegar al óptimo, sino que se detiene cuando encuentra una solución satisfactoria para sus necesidades⁹.

III. EL EXPERIMENTO Y SU SOLUCIÓN RACIONAL.

He mencionado repetidas veces el experimento, pero hasta ahora, no he mencionado en qué consiste.

El experimento es un juego de ultimátum de negociación entre dos jugadores: A y B. El jugador A recibe diez dulces, que debe repartirlos entre él y B. Para repartirlos, debe hacer una oferta de dulces a B, y B deberá decidir si acepta o rechaza. Si B acepta, se procede a repartir los dulces ofrecidos, pero si B rechaza, ambos se quedan sin dulces.

⁴ Este párrafo y los dos siguientes fueron tomados de Gravelle y Rees (2006).

⁵ Este párrafo y el siguiente fueron tomados de Güth *et al* (1982).

⁶ Rivera (2008).

⁷ Paredes (2007).

⁸ La lista a continuación fue tomada de Gravelle y Rees (2006).

⁹ Hax (2007).

Entonces, cada jugador se enfrenta a una decisión. B debe elegir si castiga a A y rechaza su oferta asumiendo el costo de perder los dulces que A le ofreció o bien acepta la oferta de A y recibe los dulces que le fueron ofrecidos. Por su parte, A debe anticipar la elección de B e internalizarla a la hora de hacer su oferta: debe intentar sacar el máximo provecho de la situación obteniendo la mayor cantidad de dulces para sí mismo y a la vez debe procurar ofrecer una cantidad lo suficientemente atractiva a B para que B no rechace su oferta, ya que en ese caso, ambos quedarían sin dulces.

Notemos que mientras más tacaña sea la oferta de A, menor es el costo de B de rechazar la oferta, y por lo tanto, existen más incentivos a que lo haga.

Si asumimos que los jugadores son agentes racionales que intentan quedarse con la mayor cantidad de dulces posibles, podemos usar la técnica de inducción hacia atrás para resolver este juego: partir por el final del juego y resolver los subjuegos del que juega al final y de ahí ir retrocediendo hasta llegar al principio del juego. Así obtenemos un Resultado Perfecto en Subjuegos¹⁰.

En este caso, eso significa que ponemos a B frente a los 11 casos de decisión posibles que puede enfrentar: que A le ofrezca 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 y 0 dulces y ver qué acción le conviene más: aceptar o no aceptar.

Es trivial darse cuenta que si A le ofrece una cantidad superior a 0, a B le conviene más aceptar que rechazar, ya que si acepta queda con una cantidad positiva de dulces mientras que si rechaza se queda con cero. Particular es el caso en el que A le ofrece 0 dulces: B debería encontrarse indiferente entre aceptar y rechazar, ya que con ambas opciones quedará sin dulces. Entonces podemos decir que a B le conviene aceptar cualquier cantidad positiva ofrecida por A. Su mejor estrategia es aceptar todas las ofertas de A, excepto si A le ofrece 0 dulces¹¹.

Teniendo eso en mente, pasamos a la decisión de A. A debe decidir cuál de las 11 acciones que tiene disponibles le ofrece a B, con la intención de maximizar el pago que recibirá al final del juego, es decir, la cantidad de dulces con la que se quedará. Si A se

pone en el lugar de B para anticipar su acción, se puede dar cuenta de que B aceptará cualquier cantidad positiva de dulces que le ofrezca, y por lo tanto, A sólo debe elegir aquella acción cuyo pago sea mayor para sí mismo y que a la vez contenga una cantidad positiva de dulces para B, para conseguir que éste no le rechace la oferta. Entonces, su mejor estrategia es ofrecer 1 dulce y quedarse con 9.

Este par de estrategias (A ofrece 1 dulce a B y B de acepta toda cantidad positiva de dulces) constituyen un Equilibrio de Nash, ya que ambas son simultáneamente la mejor respuesta a la acción del otro. A la vez, estas estrategias forman un Equilibrio Perfecto en Subjuegos, y su Resultado Perfecto en Subjuegos es 9 dulces para A y 1 para B. A la estrategia de A de ofrecer 1 dulce a B le diremos “oferta óptima” de aquí en adelante.

IV. EL EXPERIMENTO CON AGENTES RACIONALMENTE LIMITADOS.

A la hora de pensar en agentes racionalmente limitados, creo que el mejor ejemplo son los niños. Los niños actúan de acuerdo a un objetivo, pero simplemente su capacidad de análisis no tan poderosa les impide tomar decisiones óptimas.

Teniendo eso en mente, decidí testear mi experimento con niños de sexto básico, considerando que es una edad con la suficiente madurez como para que entiendan las instrucciones del juego, pero a la que no se cuenta con un entrenamiento riguroso en las ciencias matemáticas ni económicas.

Por eso, acudí a 2 colegios: el Colegio San Francisco de Sales, un colegio católico, y el Colegio Halley, un colegio laico, ambos ubicados en la comuna de Maipú, en la ciudad de Santiago, Chile. En ambos colegios conseguí que me facilitaran un curso de sexto año básico para llevar a cabo mi experimento.

En ambos colegios, el procedimiento fue el mismo. Se les informó a los niños de todas las características del juego y se resolvieron todas las dudas que plantearon, en un proceso no exento de anécdotas, para así poder decir que el juego tiene información completa, es decir, que los jugadores comprenden el juego y conocen la estructura de pagos para todos los resultados posibles¹². En este sentido, lo simple del juego propuesto fue una gran ventaja.

Luego, separé a los niños en parejas, y en cada pareja de niños, asigné a uno el papel de

¹⁰ Beteta (2008).

¹¹ Otra mejor estrategia para B podría ser aceptar toda oferta de A, ya que el pago por aceptar 0 dulces es exactamente el mismo que el que recibe por rechazar la oferta. Sin embargo, excluí esta estrategia porque A no es capaz de anticipar si B aceptará o rechazará la oferta de 0 dulces. Si consideramos ésta como la mejor estrategia de B, el Equilibrio de Nash se dará cuando A ofrezca 0 dulces a B.

¹² Beteta (2008).

A y a otro el papel de B. Después, a cada niño le entregué una hoja que debían llenar con los resultados del juego y además con un apartado para comentarios personales que informaran del por qué de sus decisiones (por qué ofrecen esa cantidad, por qué la aceptan, por qué la rechazan, etc.) y se les explicó cómo llenar la hoja. Este punto era importante de clarificar a los niños, ya que yo recolectaría los resultados de las hojas, así que necesitaba que la información que pusieran en ella fuera la correcta.

Terminada toda la parte protocolar, procedí a entregar una bolsa sellada con 10 dulces, a los niños A de cada pareja, con la instrucción de no abrirla, para que procedieran a hacer sus ofertas, sin intercambiar palabras para evitar colusiones, mediante la hoja que se les entregó. Inmediatamente después se buscaron las ofertas rechazadas y se permitió a los niños abrir las bolsas y repartir los dulces.

Luego se invirtieron los papeles: los A pasaron a ser B y los B pasaron a ser A, y se repitió el procedimiento. Esto se hizo con 2 fines. El primero era aumentar la muestra, ya que los cursos contaban con menos de 40 alumnos cada uno, lo que se traduce en menos de 20 muestras, si es que no repetía el experimento. La segunda razón es más personal: claramente el niño A tiene ventaja a la hora de jugar este juego, lo que era injusto con el niño B, así que le di la oportunidad a B de desquitarse.

Después de recolectar los datos, armé una base de datos para el programa Stata® con los datos obtenidos en el experimento¹³, de manera de poder hacer análisis estadístico simple.

Los datos que obtuve a partir de 74 observaciones dicen que, en promedio, los niños A ofrecen a los niños B 4,432 dulces, con cotas de 1 y 7, y una desviación estándar de 1,171. Estos resultados, como el lector se debe haber dado cuenta, distan mucho de la oferta óptima que predijimos en la sección anterior. Además, 3 ofertas fueron rechazadas que corresponden a menos de un 5% del total de ofertas. Las ofertas rechazadas fueron dos de 2 dulces y una de 3 dulces. Finalmente, de las 74 observaciones, hubo 3 ofertas óptimas y las 3 fueron aceptadas.

V. ALGUNAS RAZONES PARA ESTAS DIFERENCIAS.

Me imagino la cara del lector, shockeado por estos resultados. Debo reconocer que a mí

también me sorprendieron. Así que ahora procederé a buscar algunas causas que puedan explicar estas distorsiones.

En primer lugar, hay factores sociales que influyen en la oferta que A hace a B y que también influyen en la decisión de B de aceptar o no. Entre ellos, el factor más importante es el sentido de la justicia y la equidad.

Según la Teoría de la Equidad, las personas comparan los procesos y resultados de sus acciones con los de otras personas y, acto seguido, responden para terminar con las desigualdades que pudieran existir¹⁴. En este contexto, se explican algunos de los rechazos a ofertas con una cantidad de dulces superior a cero (2 y 3, según los datos): los niños B que rechazaron estas ofertas sintieron que el niño A que les ofrecía estaba sacando demasiado provecho y actuaron para terminar con las desigualdades a un costo de 2 y 3 dulces respectivamente. Esta hipótesis se respalda con las palabras de los niños en el apartado para comentarios personales, en el que dijeron que los dulces ofrecidos eran muy pocos en relación al total.

También, esto afectaría al que ofrece, que teme que su oferta sea rechazada a pesar de que sea positiva y por lo tanto, ofrece una cantidad mayor, e incluso igual a la que se dejan para ellos, en muchos casos. De hecho, mis datos corroboran esta teoría: de 74 observaciones, 50 fueron ofertas de 5 dulces, que corresponden a un 67% de las observaciones, y en los comentarios personales la mayoría argumentaba que hacían esa oferta porque “era lo más justo”.

Incluso podríamos considerar que los niños poseen una función de utilidad, pero que esta función de utilidad no depende sólo de la cantidad de dulces obtenidos, sino que depende también de la relación con sus compañeros y de una que otra perturbación (bullying, romances, etc.) que hace que su oferta óptima (suponiendo que optimizan) no sea la que la teoría predice. Estas distorsiones no pudieron ser eliminadas por la manera de llevar a cabo el experimento¹⁵.

Dicho esto, se puede decir que el comportamiento de los niños es el siguiente: El jugador B aceptará si el jugador A le ofrece una cantidad justa; si no, lo castigará eligiendo rechazar la oferta. El jugador A, a su vez, debe elegir una cantidad para B que haga que el costo de rechazar la oferta sea muy alto, o

¹⁴ Adams (1963).

¹⁵ La influencia de factores como el “bullying”, romances y otras distorsiones no pudieron ser eliminados del experimento debido a que los niños sabían a quién le estaban ofreciendo los dulces. Este fue un error en el planteamiento de mi experimento.

¹³ Esta base de datos y el do-file que muestra los comandos utilizados para obtener las conclusiones están disponibles para que el lector pueda reproducirlos en: <http://docs.elreydeldomino.com/g.pardo.2008.zip>

dicho de otra manera, que para B aceptar la oferta sea atractivo.

Antes de revisar los resultados, tenía el prejuicio de que los niños del Colegio San Francisco de Sales serían más generosos a la hora de hacer sus ofertas, pensando que su formación estaba más orientada a los valores que los colegios laicos. En este punto, me llevé una enorme sorpresa. Los alumnos del Colegio Halley, en promedio, ofrecieron 0,778 dulces más que sus pares del Colegio San Francisco de Sales. Esta diferencia es estadísticamente significativa al 95% de confianza (e incluso al 99%), lo que no sólo invalida mi prejuicio, sino que muestra que la tendencia es contraria a la que yo pensaba. Sin embargo, dos colegios como muestra son insuficientes para sacar conclusiones a nivel agregado.

VI. CONCLUSIONES.

Con toda la información expuesta a lo largo de este trabajo, se vuelve evidente que los agentes racionales no se comportan igual a los agentes racionalmente limitados.

En este juego particular, los resultados calculados por la aplicación de la teoría económica sobre el juego en cuestión difieren mucho de los resultados obtenidos mediante la aplicación del mismo juego a niños de sexto básico, que representan a agentes racionalmente limitados.

Por una parte, la teoría económica predice que si se trata de agentes racionales, el jugador A debería actuar egoístamente y ofrecer 1 dulce a B y quedarse con 9 dulces para sí mismo, y B debería aceptar esta oferta.

Por otro lado, los datos obtenidos empíricamente con niños de sexto básico muestran que las ofertas que hacían los que jugaban el rol de A se acercaban a la repartición igualitaria, y que, en algunos casos, cuando se alejaba de esta repartición, las ofertas eran rechazadas por los que hacían de B.

Estas diferencias en la manera de enfrentar el juego se deben, más que nada, a factores sociales como el sentimiento de equidad y justicia, además de la posibilidad de distorsiones producidas por situaciones especiales como bullying o romances entre el jugador A y el jugador B.

Se descartó la posibilidad de que los niños pudieran ser más generosos a la hora de enfrentar este juego por venir de un colegio de corte religioso, en comparación con uno laico. Incluso, los datos del experimento muestran que esto ocurre al revés, aunque la mues-

tra es muy pequeña para extrapolar esta conclusión a nivel agregado.

Por lo tanto, hay que tener cuidado con el supuesto de la racionalidad. Si bien simplifica mucho las matemáticas en economía, hay que abrirse a la posibilidad de que este supuesto no se cumpla y ver las implicancias que el no-cumplimiento de este supuesto tiene en las conclusiones que se sacan, que pueden ser muy distintas a las que se obtienen suponiendo racionalidad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- § Adams, Stacey, 1963: "Toward an Understanding of Inequity".
- § Beteta, Edmundo, 2008: Materia de clases de Organización Industrial, Universidad de Chile.
- § Gravelle, Hugh y Rees Ray, 2006: "Microeconomía", 3ª edición. Páginas 6 y 7 (Capítulo 1) y páginas 387-389 (Capítulo 15).
- § Güth, Werner; Schmittberger, Rolf y Schwarze, Bernd, 1982: "An Experimental Analysis of Ultimatum Bargaining".
- § Hax, Arnoldo, 2007: "Evolución del Pensamiento Académico en la Gestión de Organizaciones: Una Reflexión Personal". Páginas 12 y 13.
- § Paredes, Valentina, 2007: Materia de clases de Microeconomía I, Universidad de Chile.
- § Rivera, Jorge, 2008: Materia de clases de Microeconomía II, Universidad de Chile.