Información y competencia en el modelo de Cournot: "evidencias del laboratorio"

Pablo Fajfar[1] [2]

Agosto de 2005

Resumen:

La configuración evolutiva del modelo de Cournot planteada por Vega-Redondo (1997) conlleva a que en escenarios de mayor información respecto a las estrategias de los rivales, la conducta de pura imitación de las empresas converge globalmente al equilibrio Walrasiano antes que al de Nash – Cournot. Los estudios experimentales de Huck, S.; Norman, H., y Oechssler, J. (1998), y (1999) convalidan esta hipótesis sobre la base que las firmas no pueden ajustar su producción en todos los periodos. En este trabajo se demuestra que, cuando las empresas pueden ajustar la producción en todos los periodos, la mayor información acerca de los rivales se torna irrelevante respecto a la performance competitiva del mercado.

Jel – números clasificatorios: L13, C92, C72, D83

[1]Centro de Investigación en Métodos Cuantitativos Aplicados a la Economía y la Gestión, Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires.
[2]Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad Abierta Interamericana.

I. Introducción

Los efectos de la mayor información sobre las estrategias de los rivales es una cuestión de recurrente discusión en temas ligados a la organización industrial de los mercados oligopólicos. En este aspecto, el debate se potencia cuando las unidades productoras compiten por cantidades en escenarios de tecnología y costos simétricos.[1]

Aplicada a modelos teóricos de competencia a la Cournot; y con equilibrios de Nash-Cournot simétricos, la consecuencia formal de la mayor información es que el nivel agregado de producción de las empresas se aproxima al equilibrio Walrasiano antes que al perfecto en subjuegos (equilibrio de Nash-Cournot). Basándose en patrones conductuales como el de seguir a la empresa más exitosa, Vega-Redondo (1997) demuestra que la dinámica de "pura imitación" converge globalmente al equilibrio Walrasiano.[2] [3] La razón para tal conclusión puede comprenderse espontáneamente suponiendo un simple mercado cuya demanda inversa y costos individuales de producción son conocidos por las empresas. En cada periodo, cada unidad productora debe decidir la cantidad que ha de producir observando el precio y la cantidad que prevaleció en el mercado en el periodo anterior.[4] En la medida que la información sobre la cantidad individual producida por los rivales sea conocida, esto es, "esté desagregada", la empresa que adopte el mecanismo de seguir a la más exitosa tenderá a producir una cantidad semejante a la empresa con mayor beneficio. Si el precio fue mayor al costo marginal (simétrico) y si se asume la inexistencia de costos fijos, la empresa con mayor beneficio ha de haber sido la que mayor cantidad produjo. Nótese entonces, que quien imite al mejor acabará incrementando necesariamente su producción, deprimiendo secuencialmente el precio del mercado. Asumiendo que el patrón conductual anteriormente descripto tenga un peso relativo relevante en las empresas que componen el mercado; la performace del mismo tenderá a aproximarse al equilibrio Walrasiano.

La evidencia experimental de Huck, S.; Norman, H., y Oechssler, J. (1998), y (1999) es consecuente al modelo de Vega-Redondo. En ambos trabajos se analizaron las cantidades agregadas e individuales producidas por un conjunto de cuatro empresas en el laboratorio. En todos los casos, la demanda inversa y los costos marginales (simétricos) fueron conocidos por y entre las empresas que componían el mercado. Adicionalmente, el número de periodos jugados fue de conocimiento común. En cada etapa del juego, cada empresa tenía una probabilidad de 2/3 de poder ajustar su producción en base a la información obtenida del periodo anterior.[5] Esta información, varió en base a dos grupos.[6] Uno de ellos, (el de menor información) conocía únicamente la cantidad agregada producida por los rivales así como el precio del mercado. El otro (el de mayor información) conocía puntualmente las cantidades individuales producidas por cada uno de los rivales así como el precio de mercado. Los resultados obtenidos en términos de las "cantidades agregadas" (1998) resultaron ser más próximos al equilibrio Walrasiano en los grupos de mayor información. En cuanto al estudio de las cantidades individuales (1999), los resultados obtenidos mostraron que la dinámica de ajuste en los mercados – grupos con mayor

[1] Los primeros referentes sobre el tema fueron Stigler (1964); Fouraker & Siegel (1963)

[2] El tratamiento de Vega-Redondo se basa en un enfoque "evolutivo" de la teoría de los juegos. En éste, los agentes observan los pagos relativos antes que los absolutos (enfoque clásico de la teoría de los juegos). En la medida que los agentes observen pagos relativos; la estabilidad evolutiva se explica por el hecho de que ningún jugador obtenga beneficios menores a los otros.

[3] En este trabajo no se cuestionará la estructura formal del modelo de Vega – Redondo, sino las evidencias experimentales.

[4] Formalmente, Vega Redondo, supone que existe una probabilidad "p" común a todas las empresas de no poder ajustar la producción en cada periodo. Este tema será abordado posteriormente.

[5] La inserción de la probabilidad de ajuste en las cantidades responde nuevamente a Vega-Redondo.

[6] Esta dicotomía se refiere al trabajo de 1998.

información se aproximó significativamente al mecanismo de imitar a la empresa más exitosa.[7]

En un ensayo anterior (2004), intenté repetir el experimento de H.-N.-O., encontrando que con independencia del nivel de información acerca de los rivales, las cantidades agregadas producidas por las empresas tendieron a aproximarse más al equilibrio de Nash-Cournot en las etapas terminales del juego.[8] Si bien el fenómeno de "mayor información" no fue tratado exhaustivamente, los resultados obtenidos no permitieron afirmar que la mayor información sobre los rivales ejerciera un impacto significativo sobre el nivel de competencia.[9]

En este trabajo procuraré profundizar mi ensayo anterior, incorporando suficiente evidencia experimental para cuestionar a priori que la disyuntiva Cournot o Walras sea producto del grado de información sobre los rivales. En esta cuestión, la única diferencia respecto a Huck, S.; Norman, H., y Oechssler, J. (1998) - (1999) es que las empresas pueden ajustar su producción en todos los periodos.

En la próxima sección se presentan las diversas visiones del modelo teórico. En la sección III se expone el experimento realizado, conjuntamente con las hipótesis de investigación. En la sección IV se presentan los resultados del experimento, y finalmente en la V las conclusiones.

[7] El trabajo incluyó también un estudio acerca de las cantidades agregadas. Las mismas fueron significativamente superiores en los grupos con mayor información.

[8] Este resultado no es común a los experimentos de "Rassenti, S.; Reynolds, S.; Smith, V.; Szidarovszky, F. (2000)", y "Huck, S.; Normann, H.; Oechssler, J. (2004)".

[9] La única evidencia encontrada fue que la proximidad al equilibrio de Nash-Cournot fue menor en los grupos con mayor información sobre los rivales para las últimas observaciones del juego.

II. El Modelo

Sea un conjunto de $i = \{1, 2, 3...N\}$ empresas que compiten de forma simultánea durante el periodo de tiempo $t = \{1, 2, 3, 4...T\}$ en un mercado cuya demanda inversa es conocida y definida como $P(Q_t) = \max\left[(a - bQ_t), 0\right]$ donde $Q_t = \sum_{i=1}^{N} q_{it}$ Considérese adicionalmente que los costos marginales de producción son simétricos y conocidos de forma que $\forall i \in N \wedge\ t \in T,\ C(q_{it}) = cq_{it}$, y que además no existe un factor de descuento intertemporal. En función de lo presentado, el único equilibro de Nash perfecto en subjuegos es el propio equilibrio de Cournot, esto es:

1. $\forall i \in N \wedge\ t \in T\ \ q_{it}^{BR} = \dfrac{(a-c)}{b(1+N)}$, siendo la cantidad total provista al mercado $Q_t = N\dfrac{(a-c)}{b(1+N)}$. Nótese que este resultado responde a la conjunción de mejores respuestas (comportamiento estratégico) de cada una de las empresas que componen el mercado.

Supóngase ahora un escenario de racionalidad limitada, en el cual las empresas utilizan únicamente la información histórica para diagramar sus estrategias. Formalmente, en cada periodo las empresas observan la cantidad total y el precio del periodo anterior; y en base a ello, realizan las ofertas. Partiendo de este supuesto, la función de beneficios de la firma $j \in N / j \neq i$ habrá de plantearse como:

2. $Max\ \pi_{q_{jt}}(q_{(N-j),t-1}) = \left[a - bq_{jt} - b\sum_{\substack{i=1 \\ i\neq j}}^{N-1} q_{i,t-1} - c \right] q_{jt}$, derivándose como función de mejor respuesta:

3. $q_{jt}^{BR}(q_{(N-j),t-1}) = \dfrac{a-c}{2b} - \dfrac{1}{2}\sum_{\substack{i=1 \\ i\neq j}}^{N-1} q_{i,t-1}$. Claramente, este sistema no converge asintoticamente al equilibrio de Nash - Cournot planteado en **1.,** dada la existencia de raíces fuera del círculo de la unidad.[10] Sin embargo, la inclusión de cierta inercia en el proceso de ajuste de las cantidades permite generar las condiciones para su convergencia. Formalmente, considérese que en cada etapa $t = 1, 2, 3....T$ del juego, cada empresa $i \in N$ tiene una probabilidad $p \in (0,1)$ de no poder ajustar su producción.[11] Esto es, la posibilidad de ajustar la producción queda vedada por razones técnicas o de costos en algunos periodos. Nótese que este proceso de ajuste parcial de las cantidades permite replantear la función de mejor respuesta presentada en **3.** como:

[10] La convergencia queda garantizada únicamente para el caso de un duopólio.
[11] Para un análisis completo de este proceso léase Szidarovszky, F., Rassenti, S., & Yen, J. (1994).

4. $q_{jt}^{BR}(q_{(N-j),t-1}) = \theta\, q_{j,t-1} + (1-\theta)\left[\frac{a-c}{2b} - \frac{1}{2}\sum_{\substack{i=1 \\ i\neq j}}^{N-1} q_{i,t-1}\right],\ \theta \in (0,1)$, cuya solución asintótica será que $\forall i, j \in N;\ q_{it} = q_{jt} = \frac{(a-c)}{b(1+N)}$.

Considérese ahora el planteo de Vega-Redondo (1997) presentado en la introducción. Para ello, supóngase que las empresas adoptan la actitud de "imitación al mejor" en los periodos que pueden ajustar su producción.[12] La condición necesaria para tal comportamiento es que las unidades productoras dispongan de información acerca de las cantidades individuales producidas por sus rivales (además del precio).[13] En este caso, el conjunto de información relevante en t para la determinación de cantidades en $t+1$ será:

5. $S_t = \left\{q_{it} / i \in \{1,2....N\} \wedge\ \pi q_{it} \geq \pi q_{i't} \forall i' = 1,2,3...N\right\}$ donde $\pi q_{i't} = \pi_{q_{i',t}}(q_{(N-i'),t})$

Nótese que la actitud de la empresa j representada en **4** pasará a ser ahora:

6. $q_{jt} = q_{i,t-1}$ donde $q_{i,t-1} \in S_{t-1}$.[14]

Intuitivamente este resultado es de sencilla comprensión: En la medida que el precio del periodo $t-1$ haya sido mayor que el costo marginal, la empresa con mayor beneficio ha de haber sido la que mayor cantidad produjo. Dado que el patrón conductual de las firmas es el de seguir a la empresa con mayor beneficio, las cantidades producidas tenderán secuencialmente a subir.[15]

Los experimentos realizados por Huck, S.; Norman, H., y Oechssler, J. (1998) - (1999) procuraron poner a prueba las ecuaciones **4** y **6** sobre la base de la mayor información respecto a los rivales. Basándose en un contexto donde la probabilidad de revisión de las cantidades era de 2/3, los resultados obtenidos en términos de las cantidades agregadas fueron significativamente mayores cuando los agentes disponían de información acerca a las cantidades individuales producidas por los rivales. Por su parte, respecto a la dinámica de ajuste individual, la ecuación **6** tuvo un poder explicativo mayor a la **4** en los grupos con información respecto a las cantidades producidas por los rivales.

[12] Considérese adicionalmente que la desviación respecto a esta conducta tiende a cero a medida que las etapas del juego se incrementan. Esto es, la probabilidad de mutación o bien; cometer errores, tiende a ser despreciable a medida que el juego se va desarrollando.

[13] Nótese que para el cumplimiento de **4.** sólo se requiere información acerca de la cantidad agregada y el precio.

[14] Nótese que mientras el resultado obtenido en 4. responde a un comportamiento estratégico en agentes cuya racionalidad es limitada, el de imitar al mejor no lo es. Esto es, no se deriva de la función de mejor respuesta.

[15] Si el precio fuese menor al costo marginal, la empresa con mayor beneficio (menor perdida) será aquella cuya cantidad producida fue menor. En este caso, las cantidades tenderían sistemáticamente a disminuir hasta que nuevamente el precio sea mayor al costo marginal. Luego de ello, la dinámica del juego volverá a aproximarse hacia el costo marginal.

III. El experimento; sus parámetros, y las hipótesis de comportamiento

El experimento fue realizado con alumnos de Microeconomía I y Matemática para Economistas de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires – Argentina, utilizando el programa *OLIGOP* creado por el Economic Science Laboratory de la Universidad de Arizona.[16] La edad promedio de los participantes fue de 22 años, siendo en todos los casos estudiantes de primer año del ciclo profesional de la carrera de economía. En total, se contó con un conjunto de 112 voluntarios, de los cuales se formaron 16 grupos de siete participantes cada uno seleccionados en forma aleatoria. Cabe aclarar, que en su mayoría desconocían la existencia del modelo de Cournot; y quienes lo conocían, solo lo habían leído en forma general en algún curso introductorio en la carrera. A cada participante le fue propuesta la opción de jugar en el programa de animación *OLIGOP* sabiendo que iba a recibir una cuantía monetaria en base a una escala de 1 peso argentino por cada 1000 unidades monetarias obtenidas en el juego.
Los 16 grupos distribuidos de a pares jugaron durante el transcurso de 8 sábados entre junio y septiembre de 2004 en el gabinete de computación de la facultad. A los 14 participantes de cada par, se los instruyo en forma conjunta respecto al juego y los comandos necesarios que debían utilizar. En todos los casos, se evitó el uso intensivo de formalismos matemáticos durante la instrucción. La duración exacta del juego no les fue comunicada a ninguno de ellos; *pero se les informo que la duración máxima no excedería las 35 etapas.*[17] Asimismo, se les transmitió que estaría vedado todo tipo de comunicación durante su transcurso. Luego de comprendidas las reglas del juego y los comandos a utilizar, se realizó una simple prueba de compresión en cada una de las 8 sesiones. De los 14 participantes en cada sesión, 7 de ellos comenzaban jugando, mientras los siete restantes esperaban su turno fuera del laboratorio.

Siguiendo los supuestos del modelo generalizado de Cournot, los siete participantes - competidores que componían cada mercado (cada grupo) conocían la función de demanda a la cual se enfrentaban así como su propia función de costos y la de sus rivales.
La información que cada competidor tenía respecto de las cantidades vendidas por sus oponentes fue la siguiente: En los "*grupos show*", cada participante conocía las cantidades individuales vendidas por sus rivales en el periodo anterior, mientras que en los *"grupos no show"* únicamente las agregadas.[18] De los 16 grupos estudiados, una mitad adoptó la categoría de *"show"*; y la otra la de *"no show"*. [19]
Cada etapa del juego finalizaba cuando todos los participantes fijaran las cantidades a vender.[20] Luego de ella, comenzaba la siguiente, en la cual cada participante conocía los beneficios obtenidos en la jugada anterior conjuntamente con el precio y la cantidad negociada (dependiendo esta última de la categoría del grupo que se tratase; esto es, "show" o "no show").

[16] El programa anima el modelo de Cournot para un conjunto de hasta 7 participantes. Cada uno de ellos juega en red compitiendo simultáneamente por cantidades durante un periodo determinado de veces. La duración del juego así como los parámetros utilizados en la simulación son discrecionales para el experimentador.
[17] Nótese que la condición terminal fue finita pero incierta para los agentes.
[18] Los grupos "show" contaban con mayor información acerca de las estrategias de sus rivales.
[19] En cada una de las 8 sesiones ingresaban 14 participantes al laboratorio, de los cuales 7 formarían parte de la categoría show, y 7 de la "no-show". Esta división fue de conocimiento exclusivo del experimentador, es decir, los participantes se enteraban una vez comenzado el juego.
[20] El tiempo límite para fijar las cantidades fue de 60 segundos por etapa. En el caso de que el participante – empresa no modificara sus cantidades durante este tiempo, el programa imputaba automáticamente la cantidad producida (vendida) en el periodo anterior.

Cabe aclarar, que el programa OLIGOP cuenta con una calculadora personal para cada participante, que le sugiere las cantidades óptimas a vender dadas las conjeturas subjetivas que el mismo tenga respecto a las de sus rivales en la etapa t.

La función de demanda inversa a la cual se enfrentaron todos los grupos fue:

7. $P(Q_t) = \max\left[100 - Q_t,\ 0\right]$; siendo $Q_t = \sum_{i=1}^{7} q_{it}$ la cantidad total vendida por el conjunto de las siete firmas que componían cada grupo (mercado).

La estructura de costos fue: $C(q_{it}) = 32q_{it}$ para los *"grupos show"* y $C(q_{it}) = 30q_{it}$ para los *"grupos no show"* respectivamente. El hecho de haber diferenciado los costos marginales, obedeció fundamentalmente a que en el lapso de recambio de los grupos en el laboratorio era frecuente el intercambio de palabras entre quienes salían e ingresaban.[21]
La duración del juego fue de 32 periodos para los 8 grupos pertenecientes a la categoría *"show",* y de 30 para la *"no-show"*. Vale la pena notificar, que en algunos grupos de ambas categorías, las duraciones del juego fueron modificadas respecto a la prefijada. La razón se debió a que entre sesión y sesión era común el dialogo entre los concursantes respecto a la finalización del juego.[22]

De acuerdo a los parámetros imputados en el programa, los equilibrios de Nash-Cournot perfectos en subjuegos son:

8. $Q_t = \sum_{i=1}^{7} q_{it} = 59.5 \ \wedge\ q_{it} = 8.5$, para los grupos pertenecientes a la categoría "show"; y

9. $Q_t = \sum_{i=1}^{7} q_{it} = 61.25 \ \wedge\ q_{it} = 8.75$, para los del "no show". Los beneficios individuales a recibir por cada participante (dada la escala fijada) compatibles con el SPE fueron 7.2/100 pesos argentinos para los "show" y 7.6/100 para los "no show".[23] Cabe considerarse, que en todos los casos los participantes comenzaron sin dotación monetaria alguna; y además, aquellos que terminasen con saldo negativo luego de finalizado el juego no debían pagar nada.

De acuerdo a los resultados obtenidos por Huck, S.; Norman, H., y Oechssler, J. (1998) - (1999), las hipótesis que se barajarán serán las siguientes:

$$H_1 : media\left[\frac{Q_t^{obsevado}}{Q_t^{Nash-Cournot}}\right]^{grupos\ \text{"show"}} > media\left[\frac{Q_t^{obsevado}}{Q_t^{Nash-Cournot}}\right]^{grupos\ \text{"no show"}},$$

$$para:\ t \in [1, T] \ \wedge\ t \in \left(\frac{1}{3}T, T\right].$$

[21] Reacuérdese nuevamente que en cada sesión de los días sábados participaban dos grupos del experimento.
[22] Formalmente, en tres grupos de la categoría "show" y tres de la "no show", las etapas difieren de los 32 y 30 periodos respectivamente.
[23] Estos beneficios se refieren al SPE de cada etapa.

$$H_2 : q_{jt} = prox\left[q_{i,t-1}^{\max \pi_{t-1}} \right] \text{ "grupos show" } \wedge\ q_{jt} = prox\left[35 - \frac{1}{2} \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{6} q_{i,t-1} \right]$$

$$\text{"grupos no show" para} : j \neq i;\ t \in [1, T] \ \wedge\ t \in \left(\frac{1}{3} T, T \right]$$

H_2' :La información respecto a la cantidad media producida por los rivales (de conocimiento común para ambos grupos) resultaría irrelevante.

La primera hipótesis sostiene que la razón entre las cantidades agregadas observadas y las predichas por el equilibrio de Nash-Cournot debe ser en promedio más elevada en los grupos con mayor información acerca a los rivales.[24]
La segunda, sostiene que la dinámica de ajuste de las cantidades individuales debe aproximarse a imitar al mejor en los grupos con mayor información, y a la *BRF* (con miopía pero sin inercia) en los de menor información. Asociada a ella, se incorpora una hipótesis ad-hoc la cual sostiene que la información respecto a la cantidad media producida por los rivales debería resultar irrelevante para el proceso de ajuste.[25]

[24] Esta hipótesis se plantea tanto para el total de los periodos jugados como para los dos últimos tercios del juego.
[25] Los periodos estudiados vuelven a ser los mismos que los de la hipótesis 1.

IV. Resultados del experimento

La tabla **1** que a continuación se presenta, expone las razones entre las cantidades agregadas observadas y las predichas por el equilibrio de Nash – Cournot para diferentes lapsos del juego. (La tabla **1.1** incluida en el apéndice, detalla la información por mercados).

Tabla 1:

Grupos[1] **y Períodos estudiados:**	**Estadístico:** $\frac{Q_t^{observado}}{Q_t^{Nash-Cournot}}$ **;** **Media (Desvío)**	**Mann – Whitney Z stat**[2] **& (P-value)**
Show; $t \in [1,T]$	1.11 (0.25)	-1.009 * (0.3128)
No Show; $t \in [1,T]$	1.28 (0.6)	
Show; $t \in \left(\frac{1}{3}T,T\right]$	1.10 (0.18)	-1.091* (0.2754)
No Show; $t \in \left(\frac{1}{3}T,T\right]$	1.13 (0.32)	
Show; $t \in \left[1,\frac{1}{3}T\right]$	1.14 (0.35)	2.86 ** (0.0038)
No Show; $t \in \left[1,\frac{1}{3}T\right]$	1.58 (0.87)	
Show; $t \in \left(\frac{1}{3}T,\frac{2}{3}T\right]$	1.08 (0.18)	0.726 * (0.468)
No Show; $t \in \left(\frac{1}{3}T,\frac{2}{3}T\right]$	1.17 (0.36)	
Show; $t \in \left(\frac{2}{3}T,T\right]$	1.11 (0.18)	-2.242 ** (0.024)
No Show; $t \in \left(\frac{2}{3}T,T\right]$	1.08 (0.26)	

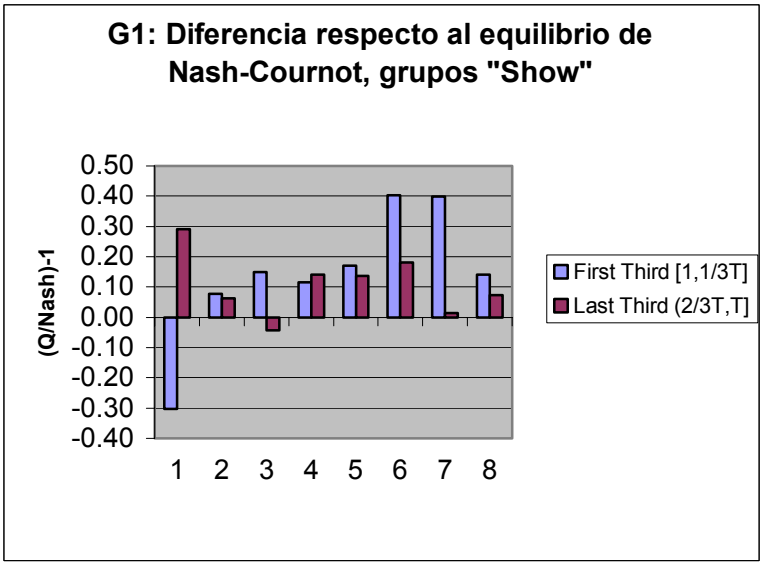
[1] Cada grupo incluye a los 8 mercados experimentados.

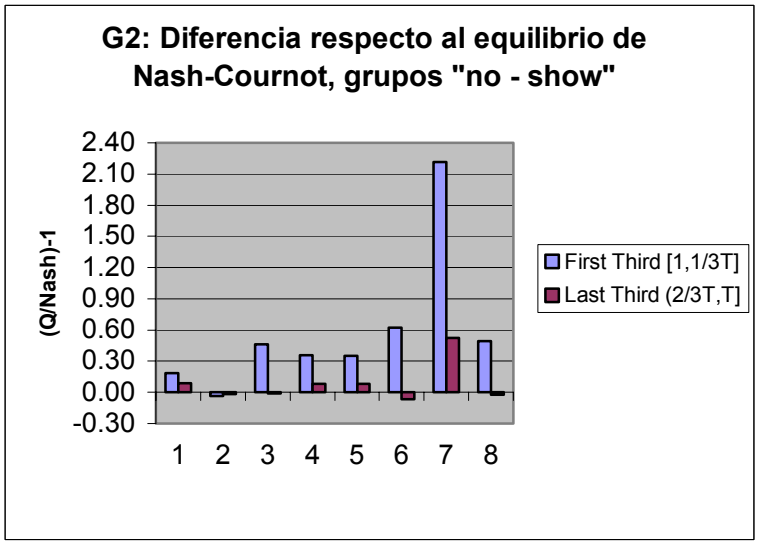
[2] La hipótesis nula contrastada mediante este test “no paramétrico”, es que la media de $\frac{Q_t^{observado}}{Q_t^{Nash-Cournot}}$ es la misma en ambos grupos.

(*) Bajo un 5% de significatividad no puede rechazarse la hipótesis de igualad entre las medias.
(**) Bajo un 5% de significatividad no puede aceptarse la hipótesis de igualdad entre las medias.

Nótese que en contraposición a la primera hipótesis propuesta, el ratio $\left[\frac{Q_t^{obsevado}}{Q_t^{Nash-Cournot}}\right]$ no es significativamente diferente en $t \in [1,T] \wedge t \in \left(\frac{1}{3}T, T\right]$ entre los grupos "show" y "No-Show".[26] [27]

Los gráficos 1 y 2 presentan las diferencias respecto al equilibrio de "Nash Cournot" en las primeras y ultimas etapas del juego para el total de los 16 mercados experimentados:





[26] Nótese que en caso de serlo, los ratios son mayores para los grupos "no-show".

[27] La única excepción encontrada (consecuente con los resultados obtenidos por H-N.-O.) fue para el último periodo del juego. En este aspecto, el motivo de tal resultado obedeció puntualmente al comportamiento del grupo 1 de la categoría "show". Este grupo comenzó produciendo cantidades significativamente bajas y asimilables a la de una estructura cooperativa. Luego de una defección, las cantidades se dispararon convirtiéndose en un mercado de características Walrasianas.

Nótese que en concordancia con Fajfar, P. (2004), la performance de los mercados en las etapas terminales del juego resultan ser más próximas al equilibrio perfecto en subjuegos con independencia del nivel de información. [28]

Para el estudio respecto a la dinámica de ajuste en las cantidades individuales se estimó el siguiente modelo:

10. $q_{it} - q_{i,t-1} = \beta_{0,i} + \beta_1(BRF_{i,t-1} - q_{i,t-1}) + \beta_2(q_{i,t-1}^{\max \pi_{t-1}} - q_{i,t-1}) + \beta_3(\frac{\sum_{j=1}^{6} q_{j,t-1}}{6} - q_{i,t-1})$, ó bien:

$q_{it} - q_{i,t-1} = \beta_{0,i} + \beta_1(lbest) + \beta_2(lsim) + \beta_3(lme\dim)$.

La variable *lbest* expresa que la dinámica de ajuste en $t, t-1$ de la empresa i se explica por la diferencia entre la cantidad óptima que debió haber producido y lo que realmente produjo en $t-1$.[29]

La variable *lsim* expresa que la dinámica de ajuste en $t, t-1$ de la empresa i se explica por la diferencia entre la cantidad producida por "la empresa de mayor beneficio en $t-1$" y la cantidad que efectivamente produjo i en $t-1$. [30]

Finalmente, la variable *lmedim* sostiene que la dinámica de ajuste en $t, t-1$ de la empresa i se explica por la diferencia entre la cantidad media producida por sus rivales en $t-1$ y la cantidad que efectivamente produjo i en $t-1$.[31]

Las tablas 2 y 3 que a continuación se presentan, exponen los resultados de la estimación por el método de efectos fijos en OLS. En la primera, se detallan los valores adoptados por los coeficientes en los 8 mercados de ambos grupos (show & no-show) para el total de los periodos jugados. En la segunda, se presentan los mismos datos para los dos últimos tercios del juego.

[28] De los 16 mercados experimentados, sólo 2 (pertenecientes a la categoría "show") presentaron discrepancias.

[29] Mejor respuesta miope sin inercia.

[30] Nótese que esta variable es relevante únicamente para los grupos "show".

[31] Esta variable (común para ambos grupos) se incorpora como producto de la hipótesis ad-hoc propuesta por el autor. Cabe aclarar, que en H-N.-O también fue incluida.

Tabla 2; OLS- efectos fijos, Show & No-Show $t \in [1,T]$:

Parámetros / Grupos y períodos estudiados:	β_1	β_2	β_3	Constante	R^2
Show; $t \in [1,T]$:					
Mercado 1	0.034 (0.032) P-Value=0.29	0.09 (0.035) P-Value=0.011	0.122 (0.051) P-Value=0.018	-0.12 (0.26) P-Value=0.64	0.15
Mercado 2	0.256 (0.052) P-Value=0.00	0.065 (0.038) P-Value=0.089	0.49 (0.064) P-Value=0.00	0.076 (0.3) P-Value=0.8	0.45
Mercado 3	0.234 (0.07) P-Value=0.001	0.095 (0.06) P-Value=0.114	0.337 (0.06) P-Value=0.00	-0.063 (0.38) P-Value=0.87	0.42
Mercado 4	0.105 (0.057) P-Value=0.06	0.088 (0.05) P-Value=0.108	0.45 (0.07) P-Value=0.00	0.187 (0.3) P-Value=0.54	0.35
Mercado 5	0.34 (0.073) P-Value=0.00	0.018 (0.041) P-Value=0.66	0.128 (0.05) P-Value=0.022	1.44 (0.43) P-Value=0.001	0.28
Mercado 6	0.17 (0.105) P-Value=0.105	0.036 (0.084) P-Value=0.672	0.49 (0.072) P-Value=0.00	1.22 (0.56) P-Value=0.031	0.36
Mercado 7	0.163 (0.101) P-Value=0.108	0.054 (0.09) P-Value=0.574	0.52 (0.07) P-Value=0.00	0.56 (0.54) P-Value=0.302	0.38
Mercado 8	0.022 (0.10) P-Value=0.826	0.277 (0.07) P-Value=0.00	0.33 (0.07) P-Value=0.00	-1.00 (0.58) P-Value=0.087	0.39
No Show; $t \in [1,T]$:					
Mercado 1	0.51 (0.086) P-Value=0.00		0.473 (0.09) P-Value=0.00	1.79 (0.65) P-Value=0.007	0.5
Mercado 2	0.29 (0.043) P-Value=0.00		0.48 (0.064) P-Value=0.00	-1.197 (0.17) P-Value=0.261	0.41
Mercado 3	0.226 (0.06) P-Value=0.00		0.413 (0.076) P-Value=0.00	0.97 (0.5) P-Value=0.056	0.32
Mercado 4	0.45 (0.07) P-Value=0.00		0.44 (0.08) P-Value=0.00	1.75 (0.613) P-Value=0.005	0.46
Mercado 5	0.44 (0.06) P-Value=0.00		0.31 (0.08) P-Value=0.00	1.92 (0.46) P-Value=0.00	0.37
Mercado 6	0.24 (0.06) P-Value=0.00		0.33 (0.08) P-Value=.00	0.5 (0.6) P-Value=0.406	0.29
Mercado 7	0.26 (0.1) P-Value=0.009		0.253 (0.1) P-Value=0.011	4.5 (1.92) P-Value=0.02	0.25
Mercado 8	0.42 (0.07) P-Value=0.00		0.36 (0.08) P-Value=0.00	0.86 (0.59) P-Value=0.148	0.4

Tabla 3; OLS- efectos fijos, Show & No-Show $t \in \left(\frac{1}{3}T, T\right]$:

Parámetros / Grupos y períodos estudiados:	β_1	β_2	β_3	Constante	R^2
Show; $t \in \left(\frac{1}{3}T, T\right]$:					
Mercado 1	0.0526 (0.08) P-Value=0.519	0.108 (0.047) P-Value=0.025	0.098 (0.063) P-Value=0.125	0.102 (0.48) P-Value=0.83	0.18
Mercado 2	0.345 (0.66) P-Value=0.00	0.054 (0.046) P-Value=0.243	0.489 (0.08) P-Value=0.00	0.325 (0.388) P-Value=0.405	0.52
Mercado 3	0.26 (0.06) P-Value=0.00	0.0005 (0.0618) P-Value=0.99	0.47 (0.08) P-Value=0.00	0.17 (0.33) P-Value=0.604	0.39
Mercado 4	0.15 (0.06) P-Value=0.015	-0.007 (0.06) P-Value=0.913	0.513 (0.08) P-Value=0.00	0.39 (0.34) P-Value=0.248	0.32
Mercado 5	0.21 (0.08) P-Value=0.008	0.019 (0.044) P-Value=0.661	0.463 (0.07) P-Value=0.00	0.858 (0.39) P-Value=0.029	0.38
Mercado 6	0.023 (0.13) P-Value=0.859	0.16 (0.099) P-Value=0.116	0.448 (0.8) P-Value=0.00	0.52 (0.61) P-Value=0.394	0.36
Mercado 7	0.26 (0.07) P-Value=0.001	0.033 (0.07) P-Value=0.64	0.62 (0.09) P-Value=0.00	0.366 (0.38) P-Value=0.347	0.48
Mercado 8	0.28 (0.08) P-Value=0.002	0.071 (0.053) P-Value=0.184	0.248 (0.08) P-Value=0.002	0.26 (0.44) P-Value=0.56	0.37
No Show; $t \in \left(\frac{1}{3}T, T\right]$:					
Mercado 1	0.63 (0.11) P-Value=0.00		0.46 (0.11) P-Value=0.00	1.77 (0.82) P-Value=0.033	0.55
Mercado 2	0.22 (0.049) P-Value=0.00		0.435 (0.07) P-Value=0.00	-0.052 (0.14) P-Value=0.708	0.35
Mercado 3	0.295 (0.04) P-Value=0.00		0.173 (0.07) P-Value=0.014	0.14 (0.26) P-Value=0.588	0.32
Mercado 4	0.473 (0.08) P-Value=0.00		0.482 (0.09) P-Value=0.00	1.255 (0.46) P-Value=0.008	0.49
Mercado 5	0.16 (0.06) P-Value=0.008		0.36 (0.07) P-Value=0.00	0.52 (0.31) P-Value=0.101	0.25
Mercado 6	0.23 (0.04) P-Value=0.00		0.29 (0.05) P-Value=0.00	-0.275 (0.18) P-Value=0.133	0.38
Mercado 7	0.5 (0.14) P-Value=0.00		0.235 (0.13) P-Value=0.076	6.27 (1.98) P-Value=0.002	0.37
Mercado 8	0.29 (0.05) P-Value=0.00		0.074 (0.046) P-Value=0.112	-0.071 (0.19) P-Value=0.708	0.26

En el caso de los grupos con *menor información* sobre los rivales *"grupos no-show"*, los resultados muestran que para el total de periodos jugados; $t \in [1, T]$, la dinámica de ajuste de las cantidades individuales producidas por las empresas se explica por ambas variables. Esto es, las empresas observan tanto la cantidad óptima que deberían de haber producido en $t-1$ como la cantidad media producida por sus rivales. En este aspecto, vale aclarar dos cuestiones. La primera es que en todos los casos los coeficientes estimados adoptaron los signos esperados y fueron significativos al 1%. La segunda, que el test de Wald no permitió rechazar la hipótesis de igualdad en los coeficientes para los mercados 1, 4, 5, 6, 7 y 8.[32] Respecto al ajuste en $t \in \left(\frac{1}{3}T, T\right]$, los coeficientes tienden nuevamente a ser globalmente significativos pero el peso relativo de la mejor respuesta miope (sin inercia) se tornó mayor.[33] En este aspecto, el coeficiente β_1 fue significativo al 1% en los 8 mercados experimentados; mientras que β_3 lo fue en cinco de los 8 mercados al 1% y en uno al 7.6%.

Para el caso de los grupos con *mayor información* respecto a los rivales *"grupos show"*, los resultados tendieron a ser algo ambiguos en lo referente a la mejor respuesta miope (sin inercia), pero exhaustivos en cuanto a la hipótesis de imitación. No obstante, el patrón conductual que más explica la dinámica de ajuste es el del seguimiento a la media.
En el total de los periodos jugados, esto es, $t \in [1, T]$ la variable con mayor capacidad explicativa es el seguimiento a la media; cuyos coeficientes adoptaron los signos esperados y fueron significativos al 2%. Seguida a ésta, el ajuste respecto a la mejor respuesta miope (sin inercia) fue significativa en cuatro de los ocho mercados bajo un 1% y 6% de significatividad respectivamente.[34] Finalmente, la conducta de "imitación al mejor" fue sólo significativa en tres mercados al 1%, y 9% de significatividad.
Cuando se analiza la dinámica en $t \in \left(\frac{1}{3}T, T\right]$, los resultados vuelven a reforzar las características de seguimiento a la media[35], pero con las siguientes consideraciones: *a)* El ajuste respecto a la mejor respuesta miope (sin inercia) se torna significativo en seis de los ocho mercados al 1%, esto es, su poder explicativo aumenta. *b)* El ajuste respecto a la imitación al mejor, se transforma en una excepción a la regla. En este aspecto, su poder explicativo queda acotado a tan solo a uno de los 8 mercados experimentados: "Mercado 1". En este último, se observa un comportamiento monodependiente.

[32] La hipótesis mencionada sostiene que $\beta_1 = \beta_3$ contra la alternativa de que $\beta_1 \neq \beta_3$.

[33] No obstante, nótese que en ninguno de los casos la dinámica de ajuste se explica totalmente por solo una variable. Es decir, los agentes-empresas tienden a mezclar sus estrategias.

[34] En tres mercados fue significativa al 1% y en uno al 6%.

[35] Los coeficientes resultan significativos al 1% en 7 de los 8 mercados.

V. Conclusiones

En el enfoque evolutivo de la teoría de los juegos, los agentes procuran maximizar sus pagos relativos antes que los absolutos. Esto hecho, conlleva a que varios resultados estandarizados en economía estén sujetos a un replanteo[36]. En este aspecto, Vega-Redondo (1997) demuestra que la performance de un mercado oligopólico de características Cournotianas pueda converger al equilibrio Walrasiano cuando las empresas disponen de información suficiente acerca de las cantidades producidas por sus rivales. Los resultados experimentales de Huck, S.; Norman, H., y Oechssler, J. (1998), y (1999) resultaron ser consecuentes al modelo teórico de Vega – Redondo, en un contexto donde las empresas no pueden ajustar la producción en todos los periodos.

En este trabajo, se procuró reproducir el experimento de H.-N.-O. en un escenario donde las empresas pueden ajustar su producción en todos los periodos.[37] Luego de 16 repeticiones en grupos diferentes, los resultados obtenidos difirieron sustancialmente a los de H.-N.-O. En primer lugar, la razón entre la cantidad agregada media producida por las empresas y el equilibrio de Nash-Cournot no fue significativamente diferente en los grupos "show" & "no – show".[38] Respecto a este último hecho, nótese que en caso de haberlo sido, hubieran adoptado niveles mayores en los grupos "no-show".[39] En segundo, la dinámica de ajuste en las cantidades individuales producidas por las empresas de los grupos "show", estuvo lejos de poder explicarse a partir de la hipótesis de imitación al mejor.

A modo de nota final, la principal conclusión extraída del presente trabajo es que experimentalmente, las empresas tienden indefectiblemente a observar la conducta media del mercado.[40] Sumado a este hecho, las estrategias usualmente adoptadas a lo largo del juego, muestran ser un mix entre la mejor respuesta miope (sin inercia), y la del seguimiento a la media.

Agradecimientos:

1. A Maria Teresa Casparri, por el apoyo financiero brindado en torno a los incentivos otorgados en el juego; así como por su cotidiano estimulo en mis labores de investigación.
2. A Nicolás Aguelakakis, por la incondicional colaboración brindada en la elaboración de este trabajo.
3. A Luis Trajtemberg, por sus sugerencias en términos del modelo econométrico instrumentado.
4. A Gonzalo Wolfenson por el procesamiento de los datos.

[36] Un claro ejemplo de esto puede encontrarse en el tradicional "juego de ultimátum".

[37] Formalmente, el hecho de que las empresas no puedan ajustar la producción en todos los periodos obedece al cumplimiento de la ecuación 4. expuesta en este trabajo. Esta hipótesis de comportamiento se incorpora en varios ensayos teóricos y experimentales para lograr que en contextos de racionalidad limitada el equilibrio de Nash-Cournot sea alcanzable.

[38] Los grupos "show" contaban con mayor información acerca de las cantidades producidas por sus rivales.

[39] Asociado a este hecho, la performance de los mercados en las etapas terminales del juego fue, con independencia del nivel de información, más próxima al equilibro de Nash-Cournot.

[40] Este hecho resulta independiente del nivel de información acerca de los rivales.

Referencias

Alós-Ferrer; C. (2004), "Cournot versus Walras in dynamic oligopolies with memory", International Journal of Industrial Organization Vol. 22 (2004) páginas 193-217.

Fajfar, P. (2004), "Aprendizaje en un juego repetido de Cournot: Un experimento de laboratorio". Asociación Argentina de Economía Política, documento nº 1896.

Fouraker, L. Siegel, S. (1963), Bargaining Behavior McGraw –Hill, New York.

Huck, S.; Normann, H.; Oechssler, J. (1998), "Does information about competitors' actions increase or decrease competition in experimental oligopoly markets'?" Department of Economics, Humboldt University, Berlin.

Huck, S.; Normann, H.; Oechssler, J. (1999), "Learning in Cournot oligopoly – An experiment", The Economic Journal, vol.109 marzo de 1999; Department of Economics, Humboldt University, Berlin (1997).

Huck, S.; Normann, H.; Oechssler, J. (2002), "Stability of the Cournot process – experimental evidence", International Journal of Game Theory Vol. 31 paginas 123-136.

Huck, S.; Normann, H.; Oechssler, J. (2004) "Two are few and four are many: number effects in experimental oligopolies", Journal of Economic Behavior & Organization Vol. 53 (2004) paginas 435-446.

Rassenti, S.; Reynolds, S.; Smith, V.; Szidarovszky, F. (2000), "Adaptation and convergence of behavior in repeated experimental Cournot games", Journal of Economic Behavior & Organization Vol. 41 (2000) paginas 117-146.

Reichmann, Thomas. (2002), "Cournot oder Walras? Agentenbasiertes Lernern, Rationalität und langfristige Resultate in Oligopspielen", Discussionpapier Nr 261, Universität Hannover.

Schipper, B. (2004), "Imitators and Optimizers in Cournot Oligopoly", Department of Economics, University of Bonn.

Stigler, G. (1964), "A Theory of Oligopoly", Journal of Political Economy 12, paginas 44-61.

Szidarovszky, F.; Rassenti, S.; Yen, J., (1994) "The stability of the Cournot solution under adaptive expectation". International Review of Economic and Finance 3 (2).

Vega-Redondo (1997), "The Evolution of Walrasian Behavior", Econometrica, vol. 65 paginas 375-384.

Apéndice:

Tabla 1.1

Experiment[1]	Total Sample[2]			First Third[3]			Second Third[4]			Last Third[5]		
	Mean	Q/Nash	Deviation Mean	Mean	Q/Nash	Deviation Mean	Mean	Q/Nash	Deviation Mean	Mean	Q/Nash	Deviation Mean
No Show												
1_29	70.97	1.16	0.31	72.70	1.19	0.31	73.30	1.20	0.41	66.44	1.08	0.15
2_30	60.17	0.98	0.12	58.90	0.96	0.18	61.50	1.00	0.08	60.10	0.98	0.08
3_29	71.59	1.17	0.34	89.50	1.46	0.37	63.70	1.04	0.19	60.44	0.99	0.11
4_29	73.14	1.19	0.32	83.20	1.36	0.40	69.40	1.13	0.28	66.11	1.08	0.07
5_30	72.26	1.18	0.31	82.90	1.35	0.42	67.60	1.10	0.10	66.30	1.08	0.17
6_30	73.86	1.21	0.44	99.50	1.62	0.48	64.80	1.06	0.10	57.30	0.94	0.08
7_30	134.60	2.20	0.41	197.00	3.22	0.20	112.70	1.84	0.19	93.30	1.52	0.31
8_30	70.93	1.16	0.48	91.60	1.50	0.59	61.30	1.00	0.10	59.90	0.98	0.10
Show												
1_31	59.68	1.00	0.30	41.50	0.70	0.24	59.00	0.99	0.08	76.82	1.29	0.17
2_27	64.26	1.08	0.14	64.10	1.08	0.13	65.10	1.09	0.10	63.29	1.06	0.20
3_31	63.26	1.06	0.23	68.40	1.15	0.32	65.00	1.09	0.15	57.00	0.96	0.15
4_32	64.75	1.09	0.14	66.40	1.12	0.15	59.72	1.00	0.12	68.27	1.14	0.11
5_32	67.68	1.14	0.10	69.60	1.17	0.14	65.80	1.11	0.08	67.66	1.14	0.06
6_32	74.78	1.26	0.23	83.50	1.40	0.19	71.50	1.20	0.31	70.25	1.18	0.15
7_32	69.15	1.16	0.26	83.20	1.40	0.30	65.70	1.10	0.13	60.33	1.01	0.16
8_32	64.93	1.09	0.27	68.20	1.14	0.44	62.90	1.06	0.15	63.91	1.07	0.11

[1] El número después del guión en cada mercado corresponde al total de períodos jugados.

[2] Período $t \in [1, T]$

[3] Período $t \in \left[1, \frac{1}{3}T\right]$

[4] Período $t \in \left(\frac{1}{3}T, \frac{2}{3}T\right]$

[5] Período $t \in \left(\frac{2}{3}T, T\right]$