

Un modelo integrado de depredación y colusión

Germán Coloma

Profesor Titular

Universidad del CEMA

Córdoba 374 – Piso 7

Buenos Aires, C1054AAP

Argentina

Tel: (54-11)4314-2269

Fax: (54-11)4314-1654

E-mail: gcoloma@cema.edu.ar

Un modelo integrado de depredación y colusión

Germán Coloma (Universidad del CEMA, Buenos Aires, Argentina)

Resumen

Este trabajo presenta un modelo de depredación bajo condiciones de información completa y lo integra con un modelo de colusión. La competencia, la colusión y la depredación son estrategias alternativas de las dos empresas que se incluyen en el modelo. Las conclusiones básicas son que hay depredación cuando una empresa tiene un factor de descuento alto y la otra tiene un factor de descuento bajo, que hay competencia cuando ambas empresas tienen factores de descuento bajos, y que, cuando ambas empresas tienen factores de descuento altos, los equilibrios son múltiples y el juego puede transformarse en una guerra de desgaste. La colusión también puede sostenerse como un equilibrio de Nash en ciertos casos, pero los factores de descuento requeridos tienen un límite inferior y un límite superior.

Clasificación del JEL: C72, D43, L13.

Descriptor: Depredación, Colusión, Competencia, Guerra de desgaste, Equilibrio de Nash, Factores de descuento.

An Integrated Model of Predation and Collusion

Germán Coloma (Universidad del CEMA, Buenos Aires, Argentina)

Abstract

We present a two-firm model of predation under complete information, based on different discount factors, and integrate it with a model of collusion. Competition, collusion and predation are seen as alternative strategies. The basic conclusions are that there is predation when one firm has a high discount factor and the other one has a low discount factor, there is competition when both firms have low discount factors, and, when both firms have high discount factors, equilibria are multiple and the game may become a war of attrition. Collusion can be sustained as a Nash equilibrium in some cases, but the required discount factors have a lower bound and an upper bound.

JEL Classification: C72, D43, L13.

Keywords: Predation, Collusion, Competition, War of attrition, Nash equilibrium, Discount factors.

1. Introducción

El propósito de este trabajo es presentar un modelo de depredación bajo condiciones de información completa, basado en diferencias en los factores de descuento de las empresas que operan en un mercado, e integrarlo con un modelo de colusión (en el cual los factores de descuento también juegan un papel importante). La competencia, la colusión y la depredación aparecen como estrategias alternativas que las empresas tienen para actuar en el mercado, y usar una u otra depende de las características de cada empresa y del comportamiento de sus competidores. El modelo es inicialmente simétrico (en el sentido de que no existen empresas que sean *a priori* “depredadores” y “presas”, o “líderes” y “seguidores”) y tiene lugar en el contexto de un juego simultáneo repetido.

La teoría básica de la depredación (por ejemplo, Kreps y Wilson, 1982, o Milgrom y Roberts, 1982) enfatiza el papel de la información incompleta y de los mecanismos de señalización como los elementos que racionalizan el comportamiento de las empresas. Existe sin embargo otra literatura (por ejemplo, Fudenberg y Tirole, 1985, o Bolton y Scharfstein, 1990) que introduce la idea de que las restricciones financieras –o las diferencias en el costo de capital de las empresas– son también elementos que pueden explicar la depredación como un fenómeno de equilibrio, aun en contextos de información completa.

La introducción del costo del capital es asimismo esencial en la teoría más aceptada que intenta explicar el fenómeno de la colusión (por ejemplo, Friedman, 1971, o Green y Porter, 1984), que se basa en la idea de que las empresas pueden tener distintos factores de descuento cuando valúan flujos de fondos intertemporales. Usando la lógica de los juegos repetidos, esta literatura muestra que la colusión puede sostenerse como un equilibrio de Nash cuando los factores de descuento de las empresas están por encima de un cierto límite inferior y no en otras circunstancias.

A pesar de estas semejanzas entre los modelos de depredación y colusión, existen pocos ejemplos de artículos teóricos que hayan intentado integrar dichos modelos entre sí. Harrington (1989) es uno de esos ejemplos, pero en su modelo la depredación es básicamente un artilugio del grupo de empresas que coluden entre sí para castigar a quienes se desvían de lo pactado en el acuerdo colusivo. Más cercano al espíritu de este artículo es el trabajo de Kawakami y Yoshihiro (1997), cuyo modelo considera a la colusión y a la

depredación como estrategias alternativas, y encuentra un límite superior para los factores de descuento de las empresas que tratan de sostener a la colusión como un equilibrio.

La organización de este trabajo es la siguiente. Primero desarrollamos separadamente sendos modelos de depredación (sección 2) y colusión (sección 3). Luego los integramos en un único modelo (sección 4), que a continuación ilustramos a través de un ejemplo numérico (sección 5). Por último (sección 6), completamos el artículo con una serie de comentarios finales.

2. Depredación

Supongamos un mercado con dos empresas (A y B). Cada una de ellas tiene dos posibles estrategias: depredar (Dep) y competir (Comp). Cuando ambas empresas depredan, las dos sufren una pérdida igual a sus costos fijos (F). Cuando compiten, ambas obtienen un beneficio competitivo no negativo ($\Pi_C \geq 0$). Cuando una de ellas depreda y la otra no, esto implica que la segunda empresa (la presa) deja el mercado y obtiene por lo tanto un beneficio nulo. El depredador, por su parte, sufre una pérdida igual a “F” en el primer período pero después obtiene un beneficio monopolístico ($\Pi_M > 2 \cdot \Pi_C$). Su beneficio intertemporal promedio (Π_i) es por lo tanto igual a:

$$\Pi_i = (1-\beta_i) \cdot (-F) + \beta_i \cdot \Pi_M \quad (1);$$

donde “ β_i ” es su factor de descuento (que es un número entre cero y uno).

El juego descrito puede representarse a través de la matriz de beneficios intertemporales promedio que aparece en el gráfico 1.

Gráfico 1

		B	
		Dep	Comp
A	Dep	-F, -F	$(1-\beta_A) \cdot (-F) + \beta_A \cdot \Pi_M, 0$
	Comp	$0, (1-\beta_B) \cdot (-F) + \beta_B \cdot \Pi_M$	Π_C, Π_C

Los equilibrios de Nash de este juego dependen de los valores relativos de “F”, “ Π_C ”, “ Π_M ”, “ β_A ” y “ β_B ”. “Comp/Comp” es el único equilibrio de Nash si se da lo siguiente:

$$\Pi_C > (1-\beta_i) \cdot (-F) + \beta_i \cdot \Pi_M \quad \text{i.e.} \quad \beta_i < \frac{\Pi_C + F}{\Pi_M + F} \quad (\text{para } i = A, B) \quad (2);$$

en tanto que “Dep/Comp” es el único equilibrio de Nash cuando:

$$\beta_A > \frac{\Pi_C + F}{\Pi_M + F} \quad \text{y} \quad \beta_B < \frac{\Pi_C + F}{\Pi_M + F} \quad (3);$$

y “Comp/Dep” es el único equilibrio de Nash si:

$$\beta_A < \frac{\Pi_C + F}{\Pi_M + F} \quad \text{y} \quad \beta_B > \frac{\Pi_C + F}{\Pi_M + F} \quad (4).$$

Por último, tanto “Dep/Comp” como “Comp/Dep” son equilibrios de Nash (junto con un tercer equilibrio, en estrategias mixtas) si se cumple la siguiente condición:

$$\beta_i > \frac{\Pi_C + F}{\Pi_M + F} \quad (\text{para } i = A, B) \quad (5).$$

Las conclusiones de este modelo son simples e intuitivas en los tres casos en los que el equilibrio de Nash es único. Cuando ambas empresas tienen un factor de descuento bajo, la competencia prevalece, en tanto que la depredación surge cuando una empresa tiene un factor de descuento relativamente alto y la otra tiene un factor de descuento relativamente bajo. En cambio, si las dos empresas tienen factores de descuento relativamente altos, las predicciones del modelo se vuelven inciertas, en el sentido de que la depredación puede provenir de cualquiera de los dos jugadores y aparecen tres equilibrios posibles. Este último caso implica que el juego se transforma en una guerra de desgaste (*war of attrition*), similar a la que aparece en Roth (1996).

3. Colusión

Supongamos ahora que las empresas A y B tienen la opción de coludir (Col), lo cual implica repartirse el beneficio monopólico en mitades ($\Pi_M/2$). Si su estrategia alternativa es competir, entonces podemos definir una situación en la cual la empresa A compite y la

empresa B trata de coludir como un caso en el cual la empresa A se desvía de un acuerdo colusivo y obtiene un beneficio monopólico en el primer período, haciendo que la empresa B sufra una pérdida igual a su costo fijo. Siguiendo la literatura sobre juegos repetidos (por ejemplo, Friedman, 1971), podemos también suponer que la empresa B puede castigar este desvío pasando ella misma a tener un comportamiento competitivo. Dado esto, después del primer período, ambas empresas terminan en una situación en la cual obtienen un beneficio igual a “ Π_C ”. En ese caso los beneficios intertemporales promedio de las empresas A y B pueden escribirse del siguiente modo:

$$\Pi_A = (1-\beta_A)\cdot\Pi_M + \beta_A\cdot\Pi_C \quad ; \quad \Pi_B = (1-\beta_B)\cdot(-F) + \beta_B\cdot\Pi_C \quad (6) ;$$

en tanto que los beneficios correspondientes a una situación en la cual la empresa A trata de coludir y la empresa B es la que se desvía son:

$$\Pi_A = (1-\beta_A)\cdot(-F) + \beta_A\cdot\Pi_C \quad ; \quad \Pi_B = (1-\beta_B)\cdot\Pi_M + \beta_B\cdot\Pi_C \quad (7) .$$

El juego descrito puede representarse a través del gráfico 2.

Gráfico 2

		B	
		Comp	Col
A	Comp	Π_c, Π_c	$(1-\beta_A)\cdot\Pi_M + \beta_A\cdot\Pi_C,$ $(1-\beta_B)\cdot(-F) + \beta_B\cdot\Pi_C$
	Col	$(1-\beta_A)\cdot(-F) + \beta_A\cdot\Pi_C,$ $(1-\beta_B)\cdot\Pi_M + \beta_B\cdot\Pi_C$	$\Pi_M/2, \Pi_M/2$

Al igual que en el juego analizado en la sección anterior, los equilibrios de Nash de este juego dependen de los valores relativos de “F”, “ Π_C ”, “ Π_M ”, “ β_A ” y “ β_B ”. Por ejemplo, “Comp/Comp” es el único equilibrio si:

$$\Pi_M/2 < (1-\beta_i)\cdot\Pi_M + \beta_i\cdot\Pi_C \quad \text{i.e.} \quad \beta_i < \frac{\Pi_M/2}{\Pi_M - \Pi_C} \quad (\text{para } i = A \text{ o } i = B) \quad (8) ;$$

en tanto que “Col/Col” también es un equilibrio (junto con “Comp/Comp” y con un tercer equilibrio, en estrategias mixtas) si se cumple la siguiente condición:

$$\Pi_M/2 > (1-\beta_i) \cdot \Pi_M + \beta_i \cdot \Pi_C \quad \text{i.e.} \quad \beta_i > \frac{\Pi_M/2}{\Pi_M - \Pi_C} \quad (\text{para } i = A, B) \quad (9).$$

Las conclusiones de este modelo pueden relacionarse con la idea de que la colusión es imposible si alguna de las empresas tiene un factor de descuento relativamente bajo, pero sí es sostenible como un equilibrio de Nash (no único) si ambas empresas tienen factores de descuento relativamente altos.

4. Depredación y colusión

Los modelos presentados en las secciones 2 y 3 pueden integrarse en uno solo si imaginamos que cada empresa tiene tres estrategias alternativas: depredar, competir y coludir. La matriz de beneficios intertemporales promedio del nuevo juego que se plantea pasa a ser la que aparece en el gráfico 3, y es una superposición de las matrices de los gráficos 1 y 2. Para llenar las celdas correspondientes a “Dep/Col” y “Col/Dep” necesitamos sin embargo hacer un supuesto adicional, que es el siguiente: cuando una empresa depreda y la otra intenta coludir, el depredador obtiene el beneficio de una depredación exitosa (o sea, “ $\Pi_i = (1-\beta_i) \cdot (-F) + \beta_i \cdot \Pi_M$ ”), en tanto que la presa pierde “F” en el primer período y después abandona el mercado.

Gráfico 3

		B		
		Dep	Comp	Col
A	Dep	-F, -F	$(1-\beta_A) \cdot (-F) + \beta_A \cdot \Pi_M, 0$	$(1-\beta_A) \cdot (-F) + \beta_A \cdot \Pi_M,$ $(1-\beta_B) \cdot (-F)$
	Comp	$0, (1-\beta_B) \cdot (-F) + \beta_B \cdot \Pi_M$	Π_C, Π_C	$(1-\beta_A) \cdot \Pi_M + \beta_A \cdot \Pi_C,$ $(1-\beta_B) \cdot (-F) + \beta_B \cdot \Pi_C$
	Col	$(1-\beta_A) \cdot (-F),$ $(1-\beta_B) \cdot (-F) + \beta_B \cdot \Pi_M$	$(1-\beta_A) \cdot (-F) + \beta_A \cdot \Pi_C,$ $(1-\beta_B) \cdot \Pi_M + \beta_B \cdot \Pi_C$	$\Pi_M/2, \Pi_M/2$

Los equilibrios de este juego presentan ciertas relaciones con los que hemos visto en las secciones anteriores. Por ejemplo, “Comp/Comp” es el único equilibrio de Nash si:

$$\beta_i < \frac{\Pi_C + F}{\Pi_M + F} \quad \text{y} \quad \beta_i < \frac{\Pi_M/2}{\Pi_M - \Pi_C} \quad (\text{para } i = A, B) \quad (10).$$

Otro posible equilibrio de Nash que también es único en ciertos casos es “Dep/Comp”. Esto sucede cuando:

$$\beta_A > \frac{\Pi_C + F}{\Pi_M + F} \quad ; \quad \beta_B < \frac{\Pi_C + F}{\Pi_M + F} \quad \text{y} \quad \beta_B < \frac{\Pi_M/2}{\Pi_M - \Pi_C} \quad (11).$$

Asimismo, “Comp/Dep” es el único equilibrio de Nash si se da lo siguiente:

$$\beta_A < \frac{\Pi_C + F}{\Pi_M + F} \quad ; \quad \beta_A < \frac{\Pi_M/2}{\Pi_M - \Pi_C} \quad \text{y} \quad \beta_B > \frac{\Pi_C + F}{\Pi_M + F} \quad (12).$$

Los casos expuestos resultan claros, ya que o bien implican que solo puede haber competencia (si ambas empresas tienen factores de descuento lo suficientemente bajos) o bien implican que habrá depredación (cuando una empresa tiene un factor de descuento relativamente alto y la otra tiene un factor de descuento relativamente bajo). Sin embargo, si ambas empresas tienen factores de descuento relativamente altos, aparecen múltiples equilibrios posibles. Un caso de interés es aquel en el cual la colusión (o sea, “Col/Col”) es un equilibrio. Para que esto suceda, los factores de descuento no tienen que ser ni muy altos ni muy bajos. En particular, debe darse lo siguiente:

$$\frac{(\Pi_M/2) + F}{\Pi_M + F} > \beta_i > \frac{\Pi_M/2}{\Pi_M - \Pi_C} \quad (\text{para } i = A, B) \quad (13).$$

Cuando alguno de los factores de descuento cae por debajo del límite inferior que aparece en la ecuación 13, entonces al menos una empresa preferirá competir cuando la otra intente coludir. Inversamente, cuando alguno de los factores de descuento está por encima del límite superior, entonces al menos una empresa preferirá depredar cuando la otra trate de coludir. Nótese que el conjunto de niveles posibles de “ β_i ” descrito por la ecuación también puede estar vacío. Esto sucede si:

$$\frac{(\Pi_M/2) + F}{\Pi_M + F} < \frac{\Pi_M/2}{\Pi_M - \Pi_C} \quad (14).$$

Por último, si se da que:

$$\beta_i > \frac{(\Pi_M/2)+F}{\Pi_M+F} \quad \text{y} \quad \beta_j > \frac{\Pi_C+F}{\Pi_M+F} \quad (\text{para } i = A \text{ y } j = B, \text{ o viceversa}) \quad (15);$$

las posibles soluciones de equilibrio implican depredación por parte de alguna de las empresas (“Dep/Comp” y “Comp/Dep”) o bien estrategias mixtas, pero ni “Comp/Comp” ni “Col/Col” resultan ser equilibrios de Nash. Los resultados que se obtienen en este caso, por lo tanto, son los esperables en una situación de guerra de desgaste.

5. Ejemplo numérico

Supongamos que los beneficios competitivos (Π_C) son iguales a cero, y que los beneficios monopólicos (Π_M) son iguales a los costos fijos de las empresas (F). Sin pérdida de generalidad, supongamos que tales beneficios monopólicos y costos fijos son iguales a uno. Aplicando estos supuestos al modelo de la sección 4, podemos construir la siguiente matriz de beneficios intertemporales promedio (gráfico 4):

Gráfico 4

		B		
		Dep	Comp	Col
A	Dep	-1, -1	$2\beta_A-1, 0$	$2\beta_A-1, \beta_B-1$
	Comp	$0, 2\beta_B-1$	0, 0	$1-\beta_A, \beta_B-1$
	Col	$\beta_A-1, 2\beta_B-1$	$\beta_A-1, 1-\beta_B$	1/2, 1/2

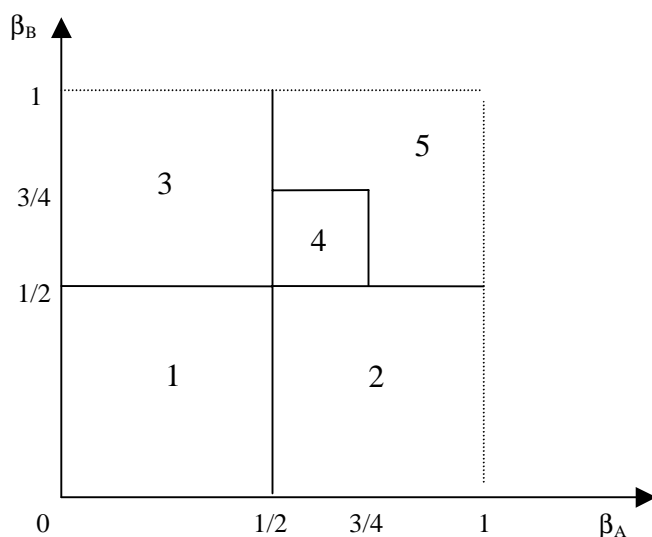
Dados estos números, “Comp/Comp” es el único equilibrio de Nash del juego entre las empresas A y B si “ β_A ” y “ β_B ” son ambos menores que 1/2. Si “ β_A ” es mayor que 1/2 y “ β_B ” es menor que 1/2, entonces el único equilibrio de Nash es “Dep/Comp”. En cambio, si “ β_B ” es mayor que 1/2 y “ β_A ” es menor que 1/2, entonces el único equilibrio de Nash es “Comp/Dep”.

Si tanto “ β_A ” como “ β_B ” son mayores que 1/2, entonces existen equilibrios múltiples. Uno de ellos es “Col/Col”, siempre que tanto “ β_A ” como “ β_B ” estén entre 1/2 y

3/4. “Dep/Comp” y “Comp/Dep”, por su parte, son también equilibrios posibles si “ β_A ” y “ β_B ” son ambos mayores que 1/2, junto con un tercer equilibrio en estrategias mixtas.

El gráfico 5 es una representación de todos los resultados descritos, en el espacio de los factores de descuento de las dos empresas de nuestro ejemplo. El área 1 es estrictamente competitiva, en el sentido de que “Comp/Comp” es el único equilibrio de Nash posible del juego. El área 2, en cambio, corresponde a una región donde el único equilibrio posible es que la empresa A depreda, en tanto que el área 3 corresponde al caso en el cual el único equilibrio posible es que la empresa B depreda. En las áreas 4 y 5 puede haber equilibrios de Nash en los cuales cualquiera de las dos empresas depreda, pero la colusión sólo es posible en el área 4 y no en el área 5.

Gráfico 5



6. Comentarios finales

Nuestro modelo de depredación sirve para mostrar que dicho fenómeno es probable cuando una empresa (el depredador) tiene un factor de descuento relativamente alto y la otra (la presa) tiene un factor de descuento relativamente bajo. Si esto ocurre, no es necesario hacer ningún supuesto respecto de la existencia de asimetrías informativas o mecanismos de señalización para obtener un único equilibrio de Nash en el cual el

depredador depreda y la presa se retira del mercado. Cuando ambas empresas tienen factores de descuento relativamente bajos, también existe un único equilibrio de Nash: nadie depreda y hay competencia.

Como puede verse, este modelo de depredación tiene ciertas características similares a las que aparecen en los modelos utilizados para explicar situaciones en las cuales las empresas tienen la opción entre competir y coludir. Luego de desarrollar un modelo simple de ese tipo, vemos que la competencia es el único equilibrio de Nash cuando alguna de las empresas tiene un factor de descuento relativamente bajo y que la colusión se convierte en un nuevo equilibrio (pero no el único) cuando ambas empresas tienen factores de descuento relativamente altos.

Al integrar nuestros dos modelos de depredación y colusión, surge que las conclusiones básicas del primero de ellos se mantienen: hay depredación cuando una empresa tiene un factor de descuento alto y la otra tiene un factor de descuento bajo (y este equilibrio es único) y hay competencia cuando ambas empresas tienen factores de descuento bajos (y este equilibrio también es único). Cuando ambas empresas tienen factores de descuento relativamente altos, aparecen equilibrios múltiples y la competencia (entendida como una situación estable en la cual las empresas siempre obtienen beneficios competitivos no negativos) no es nunca uno de ellos. Lo que se configura es en cambio una guerra de desgaste, en la cual cualquiera de las dos empresas depreda y existe también un equilibrio posible en estrategias mixtas.

En el modelo integrado, la colusión también puede sostenerse como un equilibrio en ciertos casos, pero nos aparece la conclusión adicional de que los factores de descuento requeridos tienen un límite superior y uno inferior. Cuando dichos factores están por debajo del límite inferior, la colusión fracasa porque las empresas encuentran más rentable desviarse del acuerdo colusivo a fin de obtener beneficios monopólicos presentes. Cuando están por encima del límite superior, en cambio, la colusión se rompe por la razón opuesta: las empresas prefieren incurrir en pérdidas presentes a cambio de convertirse en monopolistas futuros, después de haber depredado a sus competidores.

Referencias bibliográficas

- Bolton, Patrick y Scharfstein, David. 1990. "A Theory of Predation Based on Agency Problems in Financial Contracting". *American Economic Review* 80, 93-106.
- Friedman, James. 1971. "A Non-cooperative Equilibrium for Supergames". *Review of Economic Studies* 38, 1-12.
- Fudenberg, Drew y Tirole, Jean. 1985. "Predation without Reputation". MIT Working Paper No 377.
- Green, Edward y Porter, Robert. 1984. "Noncooperative Collusion under Imperfect Price Information". *Econometrica* 52, 87-100.
- Harrington, Joseph. 1989. "Collusion and Predation under (Almost) Free Entry". *International Journal of Industrial Organization* 7, 381-401.
- Kawakami, Toshikazu y Yoshihiro, Yoshida. 1997. "Collusion under Financial Constraints: Collusion or Predation when the Discount Factor is near One?". *Economic Letters* 54, 175-178.
- Kreps, David y Wilson, Robert. 1982. "Reputation and Imperfect Information". *Journal of Economic Theory* 27, 253-279.
- Milgrom, Paul y Roberts, John. 1982. "Predation, Reputation and Entry Deterrence". *Journal of Economic Theory* 27, 280-312.
- Roth, David. 1996. "Rationalizable Predatory Pricing". *Journal of Economic Theory* 68, 380-96.