Estudios de Economía
ISSN: 0304-2758
ede@econ.uchile.cl
Universidad de Chile
Chile

Bárcena-Ruiz, Juan Carlos; Campo, María Luz
Estructura de la negociación salarial e incentivos a innovar
Estudios de Economía, vol. 32, núm. 1, junio, 2005, pp. 5-24
Universidad de Chile
Santiago, Chile

Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=22132101

Cómo citar el artículo
Número completo
Más información del artículo
Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

ESTRUCTURA DE LA NEGOCIACIÓN SALARIAL E INCENTIVOS A INNOVAR**

JUAN CARLOS BÁRCENA-RUIZ
MARÍA LUZ CAMPO

Resumen

Este artículo analiza el efecto que la secuencia en que se negocian los salarios tiene sobre las decisiones de las empresas de adoptar nuevas tecnologías ahorradoras de empleo. Mostramos que, si el coste de la innovación es suficientemente grande, hay al menos tanta innovación con negociación secuencial como con negociación simultánea. Si el coste de la innovación es suficientemente pequeño sucede lo contrario. El coste de la innovación depende, a su vez, de los parámetros del modelo: el tamaño del mercado, el incremento en la productividad del trabajo de la nueva tecnología y el salario de reserva de los trabajadores.

Palabras clave*: sindicatos, innovación, productividad del trabajo, negociación salarial.*

Clasificación del JEL: J51, L13, O31.

Abstract

In this article we analyse the effect that the sequence of salary negotiations has on the firm´s decisions about the adoption of new labour saving technologies. We show that if the cost of the innovation is sufficiently high, innovations are related with sequential as well with simultaneous negotiations. In addition, the cost of the innovation depends on the market size, increases in labour productivity resulting of the new technology and the reserve salary of workers.

* Departamento de Fundamentos del Análisis Económico I. Universidad del País Vasco. Avenida Lehendakari Aguirre, 83. 48015 Bilbao, España. Teléfono: (34) 94 601 38 29; Fax: (34) 94 601 38 91; e-mails: mluz.campo@ehu.es (M.L. Campo), juancarlos.barcena@ehu.es (J.C. Bárcena-Ruiz).

** Se agradece la financiación del Ministerio de Ciencia y Tecnología y del FEDER (BEC2003-04430) y de la UPV (Subvención a Grupos).

□ Departamento de Fundamentos del Análisis Económico I, Universidad del País Vasco.

1. Introducción

La interacción existente entre mercados oligopolísticos y mercados laborales sindicados se ha analizado extensamente en la literatura sobre negociación salarial (véase, por ejemplo, Davidson, 1988; Dobson, 1994; Bárcena-Ruiz, 2003). Estos estudios se han extendido para considerar cómo afecta a la decisión de las empresas de adoptar nuevas tecnologías ahorradoras de empleo, el hecho de que la fuerza laboral de las empresas esté sindicada, considerando que los salarios se negocian de manera simultánea (véase, por ejemplo, Tauman y Weiss, 1987; Ulph y Ulph, 1998; Calabuig y González-Maestre, 2002).

La manera en que se negocian los salarios difiere de unos países desarrollados a otros. En la Unión Europea y en Estados Unidos los salarios se negocian generalmente de manera secuencial (véase Layard *et al*., 1991; Flanagan, 1993), mientras que en Japón los salarios se negocian simultáneamente en la denominada 'ofensiva de primavera' (véase Sasajima, 1993). Sin embargo, la literatura ha estudiado únicamente la decisión de las empresas de adoptar nuevas tecnologías ahorradoras de empleo cuando la negociación salarial es simultánea. Por ello, en este artículo vamos a analizar esta cuestión cuando los salarios se negocian secuencialmente, comparándolos posteriormente con el caso en que la negociación salarial se realiza de manera simultánea.[1] El objetivo es estudiar cómo se ve afectada la decisión de innovar de las empresas por la manera en que se negocian los salarios.

La literatura es ambigua respecto al efecto que la conducta de los sindicatos tiene sobre los incentivos de las empresas a innovar (véase, por ejemplo, Dowrick y Spencer, 1994; Fallick y Hassett, 1999). Por ejemplo, existen artículos que muestran que el efecto de los sindicatos sobre los incentivos a innovar es negativo. A este respecto, Grout (1984), Manning (1987) y Van der Ploeg (1987) muestran que los sindicatos pueden hacer que las empresas inviertan poco, ya que serán vulnerables a una explotación *ex post* por parte de los trabajadores una vez que se ha realizado la inversión. Sin embargo, también hay artículos que señalan que los sindicatos pueden tener un efecto positivo sobre la innovación. En este sentido, Tauman y Weiss (1987) consideran el efecto de la sindicación sobre la adopción de una tecnología en el contexto de una industria oligopolística con un reducido número de empresas, algunas de las cuales están sindicadas. Muestran que el mayor coste del trabajo sindicado puede inducir a que se adopten innovaciones ahorradoras de costes. Ulph y Ulph (1998) señalan que la presencia de un sindicato fuerte puede ayudar a una empresa a ganar una carrera de patentes. Calabuig y González-Maestre (2002) analizan el efecto de la estructura en que se organizan los trabajadores sobre la decisión de innovar. Muestran que si el tamaño del mercado es suficientemente grande, el incentivo a innovar es mayor con sindicatos de empresa mientras que, si el tamaño del mercado es suficientemente pequeño, el incentivo a innovar es mayor con un sindicato de industria.

---

[1] De Fraja (1993), Corneo (1995) y Bárcena-Ruiz y Campo (2000, 2001) muestran que los sindicatos prefieren negociar de manera secuencial ya que lleva a mayores rentas salariales que la negociación simultánea.

En este trabajo, consideramos un mercado en el que dos empresas producen un bien homogéneo. El único factor empleado en el proceso de producción es trabajo. Todos los trabajadores están sindicados y hay un sindicato en cada empresa. Para determinar el salario en cada empresa, consideramos el modelo *right-to manage,* según el cual empresas y sindicatos negocian sobre el salario mientras que las empresas, una vez acordado el salario, eligen el nivel de empleo (véase Nickell y Andrews, 1983). La negociación salarial puede ser secuencial o simultánea. Suponemos que inicialmente las dos empresas tienen la misma tecnología. Las empresas deben decidir si adoptan una nueva tecnología que aumenta la productividad del trabajo, por lo que ahorra empleo. Si una empresa adopta la nueva tecnología, ha de pagar una cantidad fija positiva (por ejemplo, el coste fijo de crear una nueva planta productiva).[2] El tipo de innovación que consideramos es una innovación de proceso, es decir, aquella que reduce el coste de producir los bienes ya existentes.[3]

Cuando la negociación salarial es simultánea, si el coste fijo de la innovación es suficientemente alto (bajo) ninguna empresa adopta (las dos empresas adoptan) la nueva tecnología. Este resultado se debe a motivos de eficiencia. Cuando el coste de adoptar la nueva tecnología toma un valor intermedio hay dos equilibrios; en cada uno de ellos sólo una de las empresas innova. La empresa que innova incrementa la productividad de sus trabajadores y les paga mayor salario, ganando cuota de mercado a costa de la otra empresa. Esto hace que sólo le compense pagar el coste de la innovación a una de las empresas. El valor crítico del coste fijo depende a su vez del tamaño del mercado, de la productividad de la nueva tecnología y del salario de reserva de los trabajadores.

Cuando la negociación es secuencial, surge un efecto estratégico adicional a los considerados en la sección anterior. Este efecto hace que, para un par de tecnologías dado, la empresa que negocia primero tienda a fijar un salario mayor que la que negocia en segundo lugar. Igual que cuando la negociación es simultánea, si el coste fijo de adoptar la nueva tecnología es suficientemente bajo las dos empresas innovan, mientras que si es suficientemente alto ninguna de ellas lo hace. En estos dos casos el resultado se debe a motivos de eficiencia ya que es el coste de la innovación el que explica el resultado. Para valores intermedios del coste fijo, al igual que con negociación simultánea, sólo innova una empresa. Sin embargo, la negociación secuencial pone en desventaja a la empresa que negocia primero ya que surge un efecto estratégico que influye en la dirección de que ésta pague mayor salario que la que negocia en segundo

---

2 Starr y Biloski (1985) argumentan que se producen grandes ahorros de trabajo al adoptar nuevas tecnologías más automatizadas. Comentan el ejemplo de la empresa alemana Messerschmidt-Bolkow-Blohm que creó una nueva planta productiva en 1981 en Augsburg con una inversión de 50 millones de dólares. La nueva planta utilizaba un sistema automatizado que permitió una reducción de personal del 52%. Otro ejemplo es el de la planta productiva japonesa Fanuc, creada en 1980 con una inversión de 84 millones de dólares, que redujo las necesidades de empleo en un 20%. Hay que señalar que mientras en Japón la negociación salarial es simultánea, en Alemania es secuencial.

3 Una discusión sobre la adopción de nuevas tecnologías puede encontrarse en Tirole (1990), capítulo 10.

lugar. Esto lleva a que, en general, sea la empresa que negocia en segundo lugar la que adopta la nueva tecnología.

Comparando los resultados obtenidos bajo negociación simultánea y bajo negociación secuencial, vemos que, si el coste de adoptar una nueva tecnología es suficientemente alto, hay al menos tanta innovación bajo negociación secuencial como bajo simultánea, mientras que, si el coste fijo es suficientemente bajo, sucede lo contrario.

El resto del artículo se organiza del modo siguiente. La sección 2 presenta el modelo. Las secciones 3 y 4 analizan, respectivamente, la decisión de innovar de las empresas cuando la negociación salarial es simultánea y secuencial. En la sección 5 se comparan ambos casos. Por último, en la sección 6 se muestran las conclusiones.

2. Modelo

Consideramos un mercado en el que dos empresas, *A* y *B*, producen un bien homogéneo. La función inversa de demanda de la industria es:

$$p = a - b(q_A + q_B),\ a > \underline{a}, \tag{1}$$

donde $\underline{a} = \dfrac{(5\beta - 2)r}{3\beta}$,[4] p es el precio y q_i es el nivel de producción de la empresa i (i=*A, B*).

El único factor empleado en el proceso de producción es trabajo. La empresa i contrata L_i trabajadores a los que paga el salario w_i, i=*A, B*. Todos los trabajadores están sindicados y hay un sindicato en cada empresa. La función de utilidad del sindicato i es:

$$U_i(w_i, L_i) = (w_i - r)L_i,\ i = A, B, \tag{2}$$

donde r es el salario de reserva, que puede ser interpretado como el salario que se gana en el sector competitivo. Sindicatos y empresas son neutrales al riesgo. Los sindicatos tienen como objetivo maximizar los ingresos salariales. Para determinar el salario en cada empresa, consideramos que empresas y sindicatos negocian sobre el salario mientras que las empresas, una vez acordado el salario, eligen el nivel de empleo.

Suponemos que inicialmente ambas empresas tienen la misma tecnología y que deben decidir si adoptan una nueva tecnología que aumenta la productividad del trabajo. Si la empresa i decide adoptar la nueva tecnología, ha de pagar la cantidad fija $F_i = F$ (puede interpretarse, por ejemplo, como el coste fijo de crear una nueva planta productiva); si la empresa i no innova, $F_i = 0$. La tecnolo-

[4] Suponemos que $a > \underline{a}$ para asegurar que el nivel de producción de las empresas es positivo en todos los casos considerados.

gía productiva de la empresa *i* es lineal en la cantidad de empleo contratado: $q_i=\alpha_i L_i$. Si la empresa *i* innova, $\alpha_i=\beta$, donde $\beta>1$, mientras que si no innova, $\alpha_i=1$. El parámetro α_i mide el producto marginal del trabajo en la empresa *i* que, a su vez, depende de si la empresa *i* adopta la nueva tecnología. Así, si la empresa *i* adopta la nueva tecnología, para un q_i dado, cuanto mayor sea el valor del parámetro β, menor es el empleo contratado en esta empresa.

El beneficio de la empresa *i* es:

$$\pi_i = (a - b(q_i + q_j))q_i - L_i w_i - F_i,\ i \neq j;\ i, j = A, B, \tag{3}$$

donde $L_i = \dfrac{q_i}{\alpha_i}$.

La secuencia de elecciones es la siguiente. En la primera etapa, las empresas deciden simultáneamente si adoptan la nueva tecnología o no. En la segunda etapa, empresas y sindicatos negocian salarios de manera simultánea o secuencial. Finalmente, en la tercera etapa, las empresas deciden producción y empleo. Resolvemos hacia atrás para obtener el equilibrio perfecto en subjuegos.

Antes de resolver la primera etapa del juego, vamos a analizar los casos en que se negocia el salario de manera simultánea y secuencial.

3. Decisión de innovar cuando la negociación salarial es simultánea

Dada la simetría del modelo, cuando la negociación es simultánea hay tres casos: ambas empresas innovan, ninguna innova, y sólo una de ellas innova. Resolvemos en primer lugar la tercera etapa del juego para los tres casos considerados. En esta etapa, cada empresa elige el nivel de producción (y, por tanto, empleo) que maximiza su beneficio: $\pi_i = (a - b(q_i + q_j) - \dfrac{1}{\alpha_i} wi)\, q_i - F_i,\ i \neq j;\ i,\ j = A,\ B.$ Las condiciones de primer orden para la maximización del beneficio son:

$$a - 2bq_i - bq_j - \frac{1}{\alpha_i} w_i = 0, i \neq j;\ i,\ j = A,\ B,$$

y los niveles de producción y empleo obtenidos en el equilibrio de Cournot-Nash, así como los beneficios, en función de los salarios son, respectivamente:

$$\begin{aligned} &q_i(w_i, w_j) = \frac{a\alpha_i\alpha_j - 2w_i\alpha_j + w_j\alpha_i}{3b\alpha_i\alpha_j}, L_i(w_i, w_j) = \frac{a\alpha_i\alpha_j - 2w_i\alpha_j + w_j\alpha_i}{3b(\alpha_i)^2\alpha_j}, \\ &\pi_i(w_i, w_j) = \frac{(a\alpha_i\alpha_j - 2w_i\alpha_j + w_j\alpha_i)^2}{9b(\alpha_i\alpha_j)^2} - F_i,\ i \neq j;\ i, j = A, B. \end{aligned} \tag{4}$$

Analizamos primero el caso en que ambas empresas innovan. En la tercera etapa, las empresas eligen el nivel de producción que maximiza beneficios. Obtenemos (4) para $\alpha_i=\alpha_j=\beta$ y $F_i=F_j=F$. En la segunda etapa, las empresas

negocian salarios simultáneamente con los sindicatos. Para obtener los salarios de equilibrio utilizamos la solución negociadora de Nash que consiste en elegir aquel salario que maximiza el producto de utilidades menos los puntos de desacuerdo de los negociadores. La utilidad que obtiene cada empresa son sus beneficios, mientras que la utilidad que obtiene cada sindicato son las rentas salariales de los trabajadores. El punto de desacuerdo es la utilidad correspondiente a la situación en que las partes no alcanzan un acuerdo. En nuestro caso, el punto de desacuerdo de la empresa *i* es el coste de la tecnología, *F*, ya que si no produce pierde la inversión realizada en la primera etapa.[5] El punto de desacuerdo del sindicato *i* es cero ya que si la empresa no produce, el sindicato no recibe ingresos salariales. Por tanto, la utilidad de la empresa *i* menos su punto de desacuerdo es $\pi_i(w_i,w_j) - (-F)$, mientras que la utilidad del sindicato *i* menos su punto de desacuerdo es $(w_i - r)\, L_i(w_i,w_j)$. La solución al problema de negociación entre la empresa *i* y su sindicato es:

$$(5) \quad w_i(w_j) = \underset{w_i}{arg\ max}\ [\pi_i(w_i,w_j) - (-F)]\ [(w_i - r)\, L_i(w_i,w_j)],\ i,j = A,B,\ i \neq j,$$

donde $\pi_i(w_i,w_j)$ y $L_i(w_i,w_j)$ vienen dadas por (4). La función de reacción, obtenida a partir de la condición de primer orden del problema anterior, viene dada por: $6r + a\beta - 8w_i + w_j = 0$. Resolviendo obtenemos los salarios, el precio de mercado, la producción y el empleo y los beneficios de las empresas.[6] Denotamos el caso en que ambas empresas innovan por el superíndice *YY*.

Cuando ninguna empresa adopta la nueva tecnología el producto marginal del trabajo es 1 y no se paga el coste de la nueva tecnología. Dada la simetría del modelo, obtenemos el mismo resultado que en el caso anterior para β=1 y F=0. Denotamos este caso por el superíndice *NN*.[7]

Cuando sólo innova una empresa, suponemos sin pérdida de generalidad que lo hace la empresa *i*. En la tercera etapa, las empresas eligen el nivel de producción que maximiza beneficios, obtenemos (4) para $\alpha_i=\beta$, $\alpha_j=1$, $F_i = F$ y $F_j = 0$. En la segunda etapa, las empresas negocian simultáneamente con los sindicatos. El punto de desacuerdo de la empresa *i* es el coste de la tecnología, $F_i=F$. El punto de desacuerdo de la empresa *j* es cero, ya que no innova. La solución de la negociación entre la empresa *i* y su sindicato viene dada por (5). La función de reacción, obtenida a partir de la condición de primer orden del problema anterior, viene dada por:

$$(6) \quad 6r - 8w_i + \left(a + w_j\right)\beta = 0$$

---

5 Este punto de desacuerdo negativo para la empresa refleja la afirmación de Grout (1984), Manning (1987) y Van der Ploeg (1987), entre otros, respecto a que las empresas son vulnerables a una explotación *ex post* por parte de los trabajadores, una vez que se ha realizado la inversión.

6 Estos valores y los obtenidos en los demás casos de esta sección se muestran en la tabla 1, del apéndice 1.

7 Este caso es analizado en más detalle en el apéndice 1.

La solución de la negociación entre la empresa *j* y su sindicato viene dada por:[8]

$$(7)\quad w_j(w_i) = \underset{w_j}{arg\ max}\ [\pi_j(w_i, w_j)]\ [(w_j - r)L_j(w_i, w_j)],\ i, j = A, B,\ i \neq j,$$

La función de reacción, obtenida a partir de la condición de primer orden del problema anterior, viene dada por:

$$(8)\qquad w_i + (a + 6r - 8w_j)\,\beta = 0.$$

A partir de (6) y (8) obtenemos los salarios, el precio de mercado, la producción y el empleo y los beneficios de las empresas. El superíndice *YN* denota a la empresa que innova mientras que el superíndice *NY* denota a la empresa que no innova.

En la primera etapa del juego, las empresas deciden si adoptan la nueva tecnología. Denotamos $F_1 = \frac{20r(\beta-1)(6a\beta - r(5\beta+1))}{441b\beta^2}$ y $F_2 = \frac{20r(\beta-1)(6a\beta - r(5+\beta))}{441b\beta^2}, F_2 > F_1,$ donde $\pi^{YY} > \pi^{NY}$ si y sólo si $F<F_1$ y $\pi^{YN} > \pi^{NN}$ si y sólo si $F<F_2$.

Proposición 1. *Cuando la negociación salarial es simultánea, en equilibrio, ninguna empresa innova si* $F \geq F_2$*, sólo innova una si* $F_2 > F > F_1$*, y ambas innovan si* $F \leq F_1$.[9]

La prueba de esta proposición se recoge en el apéndice 1. Para explicar el resultado de la proposición 1 reescribimos el beneficio de la empresa *i* del siguiente modo: $\pi_i = (p - \frac{w_i}{\alpha_i})\, q_i - F_i$. De este modo, vemos que el resultado obtenido depende de cómo se ven afectadas las siguientes variables: (*i*) el precio neto, definido como la diferencia entre el precio de mercado y el salario dividido por el producto marginal del trabajo, (*ii*) el nivel de producción y (*iii*) el coste de adoptar la nueva tecnología. Se ve claramente que (*iii*) desincentiva la adopción de la innovación. A continuación, vamos a analizar si (*i*) y (*ii*) incentivan a innovar o no.

Al innovar, las empresas incrementan la productividad de sus trabajadores, por lo que una empresa que innova paga mayor salario y produce más que una empresa que no innova ($w^{Yi} > w^{Ni}$, $q^{Yi} > q^{Ni}$, $i=Y, N$). Si innovan las dos empresas ambas aumentan su productividad, por lo que la competencia en el mercado es mayor que si sólo innova una; como resultado $w^{YN} > w^{YY}$. Por último, cuando sólo innova una empresa, la empresa que no lo hace está en desventaja y pierde cuota de mercado. Por ello, si una empresa no innova paga mayor salario si su rival no innova que si su rival sí lo hace ($w^{NN} > w^{NY}$). Teniendo en cuenta los resultados anteriores obtenemos que $w^{YN} > w^{YY} > w^{NN} > w^{NY}$.

La mejor situación para una empresa es innovar cuando su rival no lo hace ya que, aunque paga mayor salario, el incremento en la productividad de su

---

[8] La utilidad de la empresa *j* menos su punto de desacuerdo es $\pi_i(w_i,w_j)$, mientras que la utilidad del sindicato *j* menos su punto de desacuerdo es $(w_j - r)\, L_i(w_i,w_j)$.

[9] Este resultado es también obtenido por Tauman y Weiss (1987).

trabajo le permite ganar cuota de mercado a expensas de la otra empresa. La empresa que innova obtiene la mayor producción y la que no innova la menor. La producción es intermedia cuando las dos empresas tienen la misma tecnología. Si las dos empresas innovan, el incremento en la productividad del trabajo lleva a que la producción sea mayor que cuando ninguna innova. Como resultado obtenemos que $q^{YN} > q^{YY} > q^{NN} > q^{NY}$, por lo que (*ii*) incentiva a adoptar la nueva tecnología.

Por otro lado, la producción de la industria es mayor cuando las dos empresas innovan que si sólo lo hace una y en este último caso es mayor que si no innova ninguna ($2q^{YY} > q^{YN} + q^{NY} > 2q^{NN}$). Esto a su vez implica que el precio más alto se da si ninguna innova y el más bajo cuando ambas innovan ($p^{NN} > p^{NY} = p^{YN} > p^{YY}$). Puede comprobarse que $p^{YN} - \frac{w^{YN}}{\beta} > p^{YY} - \frac{w^{YY}}{\beta} > p^{NN} - w^{NN} > p^{NY} - w^{NY}$. Aunque la innovación hace que se pague un mayor salario, el incremento obtenido en la productividad de los trabajadores hace que el precio neto obtenido sea mayor, por lo que (*i*) incentiva a innovar.

Teniendo en cuenta (*i*) a (*iii*) obtenemos que cuando el coste de adoptar la nueva tecnología es suficientemente alto ($F \geq F_2$), (*iii*) domina a (*i*) y (*ii*), por lo que ninguna empresa adopta la nueva tecnología. Cuando el coste de innovar es suficientemente bajo ($F \leq F_1$), (*iii*) se ve dominado por (*i*) y (*ii*), por lo que ambas empresas innovan. Por último, cuando el coste de adoptar la nueva tecnología toma un valor intermedio ($F_2 > F > F_1$)[10], hay dos equilibrios; en cada uno de ellos, sólo una de las empresas innova. Cuando una empresa innova, ésta incrementa su precio neto y su cuota de mercado a costa de los de la otra empresa; como resultado, (*i*) y (*ii*) dominan a (*iii*) sólo en la empresa que adopta la nueva tecnología.

4. Decisión de innovar cuando la negociación salarial es secuencial

Suponemos en este caso, sin pérdida de generalidad, que la empresa *i* es la primera en negociar. Dado que la negociación es secuencial hay cuatro casos posibles: ambas empresas innovan, sólo innova la *i*, sólo innova la *j* y, por último, ninguna de ellas innova.

Dado que la decisión de producción de las empresas se realiza de manera simultánea, la producción, el empleo y los beneficios de las empresas, en función de los salarios, vienen dados por (4).

A continuación resolvemos la segunda etapa en los diferentes casos. Cuando ambas empresas innovan, la empresa *i* negocia con su sindicato antes que la *j*. El punto de desacuerdo de ambas empresas es el coste de la nueva tecnología, *F*. El punto de desacuerdo del sindicato es cero.[11] La solución al problema de negociación entre la empresa *j* y su sindicato viene dada por:

---

[10] F_2 es mayor que F_1 para todo β ya que cuando una empresa innova, su beneficio es mayor si su rival no innova que si su rival innova ($\pi^{YN} > \pi^{YY}$). Como resultado, esta empresa puede pagar el coste de la innovación para un mayor rango de valores del parámetro *F* en el primer caso.

[11] La utilidad de la empresa *j* menos su punto de desacuerdo es $\pi_j(w_i,w_j) - (-F)$, mientras que la utilidad del sindicato *j* menos su punto de desacuerdo es $(w_j - r)\, L_j(w_i,w_j)$.

$$(9) \qquad w_j(w_i) = \underset{w_j}{arg\ max}\ [\pi_j(w_i, w_j) - (-F)]\ [(w_j - r)L_j(w_i, w_j)],\ i \neq j,\ i, j = A, B,$$

donde $L_j(w_i,w_j)$ y $\pi_j(w_i,w_j)$ vienen dados por (4) cambiando el superíndice *i* por el *j* y el *j* por el *i*, para $F_j=F$ y $\alpha_i=\alpha_j=\beta$. Resolviendo obtenemos que:

$$(10) \qquad w_j(w_i) = \frac{6r + w_i + a\beta}{8}\ i \neq j;\ i, j = A,\ B.$$

Los líderes en la negociación salarial (la empresa *i* y su sindicato) saben que la empresa *j* y su sindicato responderán óptimamente ante el salario que fijen, por lo que lo tendrán en cuenta. Esta respuesta óptima viene dada por (10). La solución al problema de negociación entre la empresa *i* y su sindicato es:[12]

$$(11) \qquad w_i = \underset{w_i}{arg\ max}\ [\pi_i(w_i, w_j(w_i)) - (-F)]\ [(w_i - r)L_i(w_i, w_j(w_i))],\ i, j = A, B,\ i \neq j$$

donde $w_j(w_i)$ viene dado por (10). Resolviendo (11) y sustituyendo en (4) y (10) obtenemos el salario, la producción y los beneficios de las empresas.[13]

Cuando ninguna empresa innova, la solución al problema negociador entre la empresa *j* y su sindicato viene dada por (9), para F=0. Resolviendo este problema obtenemos que la función de reacción en salarios viene dada por (10) para β =1. La solución al problema de negociación entre la empresa *i* y su sindicato viene dado por (11) para F=0. Resolviendo (11) y sustituyendo en (4) y (10) obtenemos el salario, la producción y los beneficios de las empresas.[14]

Cuando sólo innova la empresa *i*, el problema de negociación entre la empresa *j* y su sindicato viene dado por (9) para F=0; el problema de negociación entre la empresa *i* y su sindicato viene dado por (11). Resolviendo (11) y sustituyendo en (4) y (10) obtenemos el salario, la producción y los beneficios de las empresas.

Por último, cuando sólo innova la empresa *j*, el problema de negociación entre la empresa *j* y su sindicato viene dado por (9) y el problema de negociación entre la empresa *i* y su sindicato viene dado por (11) para F=0. Resolviendo (11) y sustituyendo en (4) y (10) obtenemos el salario, la producción y los beneficios de las empresas.

En la primera etapa del juego, las empresas deciden si adoptan la nueva tecnología. Resolviendo la primera etapa del juego (véase el apéndice 2) obtenemos el siguiente resultado, ilustrado en la figura 1.

---

12 Por tanto, la utilidad de la empresa *i* menos su punto de desacuerdo es $\pi_i(w_i,w_j(w_i)) - (-F)$, mientras que la utilidad del sindicato *i* menos su punto de desacuerdo es $(w_i - r)L_i(w_i,w_j(w_i))$; $w_j(w_i)$ es la respuesta óptima de la empresa *j* y su sindicato ante el salario que resulta de la negociación entre la empresa *i* y su sindicato.

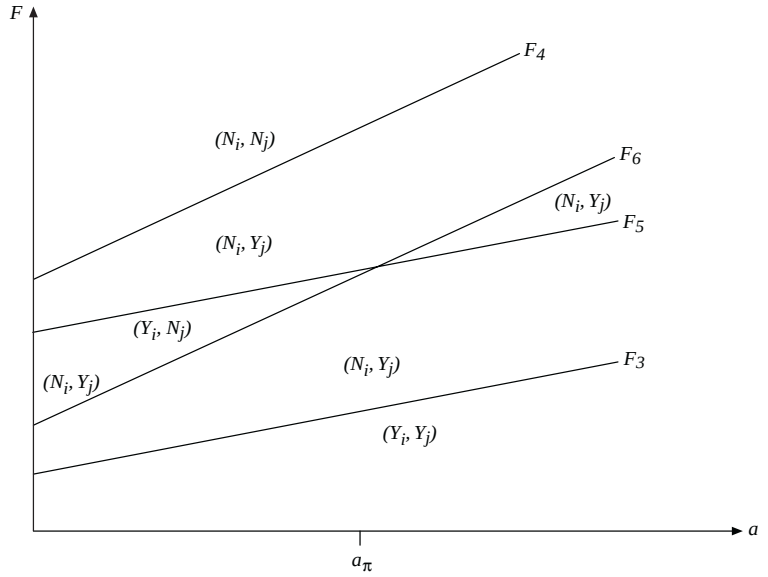
13 Estos valores y los obtenidos en los demás casos de esta sección se muestran en la tabla 2 del apéndice 2.

14 Este caso y los considerados posteriormente se plantean en mayor detalle en el apéndice 2.

Proposición 2. *Cuando la negociación salarial es secuencial, en equilibrio*:

i) *si* $F \geq F_4$, *ninguna de las empresas innova;*
ii) *si* $F_4 > F > F_3$, *excepto cuando* $F_5 > F > F_6$, *sólo innova la empresa j;*
iii) *si* $F_5 \geq F \geq F_6$, *sólo innova una empresa, pudiendo ser tanto la i como la j;*
iv) *si* $F \leq F_3$, *las dos empresas innovan*[15].

FIGURA 1
ILUSTRACIÓN DE LA PROPOSICIÓN 2



La prueba de esta proposición se recoge en el apéndice 2. El hecho de que la negociación sea secuencial hace que surja un efecto estratégico adicional a los considerados en la sección anterior. Este efecto lleva a que la empresa que negocia primero fije un salario mayor que la que negocia en segundo lugar[16]. De hecho, si las dos empresas tienen la misma tecnología, la empresa que negocia primero (la *i*) paga un mayor salario que la otra (la *j*): $w_i^{YY} > w_j^{YY}$ y $w_i^{NN} > w_j^{NN}$. Si sólo innova una empresa, el resultado depende de cuál es la empresa que adopta la nueva tecnología. Si lo hace la empresa *i*, se obtiene que $w_i^{YN} > w_j^{NY}$

15 Los valores de F_i (i=3, 4, 5, 6) se muestran en el apéndice 2.

16 Este resultado se debe a que los salarios son complementos estratégicos, lo que significa que si ambas empresas tienen la misma tecnología, el líder en la negociación establece un mayor salario que el seguidor (véase, por ejemplo, Bárcena-Ruiz y Campo, 2000, 2001).

ya que tanto el efecto estratégico como el incremento en la productividad del trabajo en la empresa *i* hacen que esta empresa pague un mayor salario. Si la empresa que innova es la *j*, se obtiene que $w_i^{YN} < w_j^{YN}$. En este caso, el incremento en la productividad del trabajo en la empresa *j* tiene mayor peso que el efecto estratégico que surge en la negociación secuencial, por lo que se fija un mayor salario en la empresa *j*.

La proposición 2 muestra que si el coste fijo de adoptar la nueva tecnología es suficientemente bajo ($F \leq F_3$), las dos empresas innovan, mientras que si es suficientemente alto ($F \geq F_4$), ninguna de ellas adopta la nueva tecnología. En estos dos casos el resultado se debe a motivos de eficiencia ya que es el coste de la innovación el que explica el resultado.

Para valores intermedios del coste fijo ($F_4 > F > F_3$), sólo innova una empresa. En este caso, igual que cuando la negociación es simultánea, la empresa que innova incrementa su precio neto y su cuota de mercado a costa de los de la otra empresa; como resultado, (*i*) y (*ii*) dominan a (*iii*) sólo en la empresa que adopta la nueva tecnología. Sin embargo, la negociación secuencial pone en desventaja a la empresa que negocia primero, ya que surge un efecto estratégico que influye en la dirección de que ésta pague mayor salario que la que negocia en segundo lugar. Esto lleva a que, en general, sea la empresa *j* la que adopta la nueva tecnología (para $F_4 > F > F_3$ salvo cuando $F_5 > F > F_6$). El motivo es que si innova la empresa *j* los salarios de las dos empresas aumentan menos que si innova la empresa *i* (ya que $w_i^{YN} > w_j^{YN}$). Por tanto, en este caso hay un único equilibrio: la empresa *j* adopta la nueva tecnología mientras que la *i* no innova.

Cuando $F_5 \geq F \geq F_6$ existen dos equilibrios: en uno de ellos es la empresa *i* la que innova mientras que en el otro innova la *j*. Esta zona existe únicamente si el tamaño del mercado, medido por la ordenada en el origen, es suficientemente pequeño (si $a < a_\pi$). En esta zona, el efecto que surge debido a la negociación secuencial no es suficientemente fuerte para que la empresa *j* sea la que innove siempre; el menor aumento del salario debido a la negociación secuencial (ya que la empresa *j* es la seguidora) se ve compensado, en parte, por el aumento en el salario que se produce al adoptar la innovación.

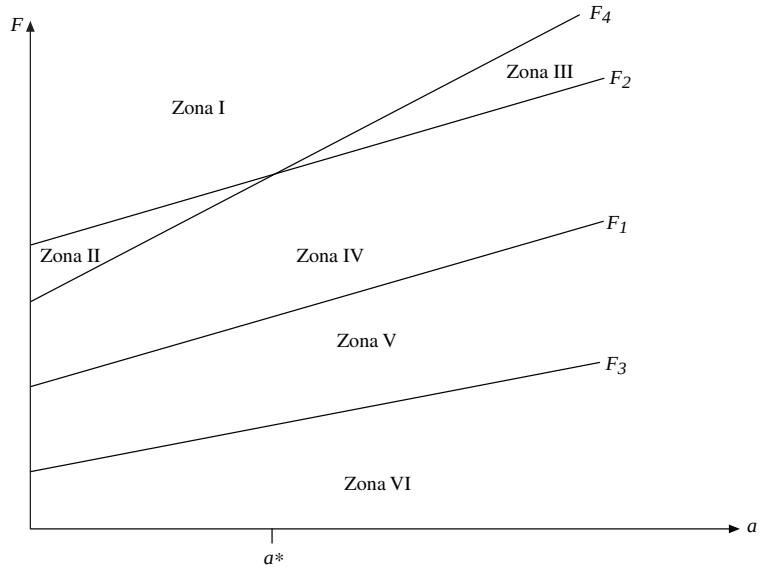
5. Comparación de la decisión de innovar con negociación salarial simultánea y secuencial

A continuación vamos a comparar los resultados obtenidos en las proposiciones 1 y 2. Se puede comprobar que $F_1 > F_3$, $min\{F_2, F_4\} > F_1$ y que $F_4 > F_2$ si y sólo si $a > \dfrac{r(1516\beta - 799)}{717\beta} = a^*$.

Hay varios efectos que explican los resultados obtenidos al comparar las proposiciones 1 y 2. En primer lugar, el efecto estratégico que surge cuando las empresas negocian de manera secuencial. En segundo lugar, los efectos que surgen al adoptar la nueva tecnología ahorradora de empleo. Las zonas obtenidas en esta comparación se muestran en la figura 2.

En la zona I ($F \geq max\{F_2, F_4\}$) el coste de la innovación es excesivamente grande, por lo que ninguna de las dos empresas innova ni con negociación secuencial ni con simultánea. En la zona VI ($F \leq F_3$), el coste de la innovación es

FIGURA 2
COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS



suficientemente bajo para ambos tipos de estructura negociadora, por lo que las dos empresas innovan en ambos casos. En la zona IV ($F_1 \leq F \leq min\{F_2, F_4\}$) sólo una empresa innova bajo los dos tipos de negociación. En estas tres zonas se innova lo mismo bajo negociación simultánea y bajo secuencial, ya que el efecto estratégico que surge en la negociación secuencial no es lo suficientemente fuerte para alterar los resultados.

En la zona V ($F_3<F<F_1$), innovan las dos empresas bajo negociación simultánea mientras que sólo lo hace una bajo negociación secuencial (la *j*, ya que $F_3<F_1<F_6$). Con negociación simultánea innovan las dos empresas para valores del parámetro *F* mayores que con negociación secuencial ya que esta última da ventaja a la empresa que negocia en segundo lugar, la *j*, que además tiene ventaja al innovar. Esto hace que (*i*) y (*ii*) tengan más fuerza con negociación secuencial que con negociación simultánea para la empresa que innova y menos para la que no innova. Por ello, para que la empresa *i* también adopte la nueva tecnología es necesario un menor valor del coste de la innovación que bajo negociación simultánea.

En la zona III ($F_2<F<F_4$), ninguna empresa innova bajo negociación simultánea mientras que sólo lo hace una bajo negociación secuencial. Esta zona existe únicamente si el tamaño del mercado es suficientemente grande (si $a>a^*$). En esta zona, la negociación secuencial da ventaja a la empresa que negocia en segundo lugar, la *j*, lo que refuerza (*i*) y (*ii*). Como resultado, en esta zona, la empresa *j* innova bajo negociación secuencial mientras que no innova bajo ne-

gociación simultánea. La ventaja que tiene la empresa *j* en la negociación secuencial hace que pueda pagar mayores costes fijos que en el caso simultáneo.

Por último, en la zona II ($F_4<F<F_2$), sólo innova una empresa bajo negociación simultánea mientras que ninguna adopta la nueva tecnología bajo negociación secuencial. Esta zona existe únicamente si el tamaño del mercado es suficientemente pequeño (si $a<a^*$). En esta zona, la negociación secuencial debilita (*i*) y (*ii*) para la empresa *j*, haciendo que esta empresa prefiera no innovar para valores de *F* menores que con negociación simultánea.

Como resultado, en las zonas II y V hay más innovación bajo negociación simultánea, mientras que en la zona III hay más innovación bajo negociación secuencial. Esto lleva a concluir que si *F* es suficientemente grande ($F>F_2$) hay al menos tanta innovación bajo negociación secuencial que bajo simultánea, mientras que si *F* no es suficientemente grande ($F<F_2$) sucede lo contrario.

6. Conclusiones

En este artículo hemos analizado el efecto que la secuencia en que se negocien los salarios tiene sobre las decisiones de las empresas de adoptar tecnologías ahorradoras de trabajo.

Los resultados obtenidos muestran que si el coste de la innovación es suficientemente grande, ninguna de las dos empresas innova tanto si la negociación salarial es secuencial como si es simultánea. Si el coste de la innovación es suficientemente bajo para ambos tipos de estructura negociadora, las dos empresas innovan. En estos dos casos, el coste de la innovación explica el resultado. El principal efecto que tiene la determinación de los salarios sobre la cantidad que invierten las empresas, se produce cuando el coste de la adopción de nuevas tecnologías toma valores intermedios. En este caso, en ambos tipos de estructura negociadora sólo innova una empresa, pero la negociación secuencial pone en desventaja a la empresa que negocia el salario primero, haciendo que sea la empresa que negocia en segundo lugar la que adopte la nueva tecnología.

Una posible extensión del artículo sería analizar si desde el punto de vista del bienestar social se innova suficientemente. Se puede comprobar que el nivel de innovación social es al menos tan grande como el privado, tanto si se negocia simultáneamente como si la negociación es secuencial. El motivo es que un mayor nivel de innovación implicaría una mayor competencia en el mercado de producto (ya que aumenta la productividad del trabajo) y, de ahí, un mayor bienestar social.

Referencias

Bárcena-Ruiz, J.C. (2003). "Politically preferred wage bargaining structures". *European Journal of Political Economy*, 19; 341-353.

Bárcena-Ruiz, J.C. y M. L. Campo (2000). "Short-term or long-term labor contracts". *Labour Economics*, 7; 249-260.

Bárcena-Ruiz, J.C. y M. L. Campo (2001). "¿Negociación salarial secuencial o simultánea?" *Estudios de Economía*, 28 (2); 183-202.

Calabuig, V. y M. González-Maestre (2002). "Union structure and incentives for innovation". *European Journal of Political Economy*, 18; 177-192.

Corneo, G. (1995). "National wage bargaining in an internationally integrated product market". *European Journal of Political Economy*, 11; 503-520.
Davidson, C. (1988). "Multiunit bargaining in oligopolistic industries". *Journal of Labor Economics*, 6; 397-422.
De Fraja, G. (1993). "Staggered vs. synchronised wage setting in oligopoly". *European Economic Review*, 37; 1507-1522.
Dobson, P. (1994). "Multifirm unions and the incentive to adopt pattern bargaining in oligopoly". *European Economic Review*, 38; 87-100.
Dowrick, S. y B. J. Spencer (1994). "Union attitudes to labor-saving innovation: when are unions luddites?" *Journal of Labor Economics*, 12; 316-344.
Fallick, B.C. y K.A. Hassett (1999). "Investment and union certification". *Journal of Labor Economics*, 17; 570-582.
Flanagan, R. (1993). "The United States: decentralized heterogeneity", en *Labour markets contracts and institutions*, editado por J. Hartog y J. Theeuwes, North Holland.
Grout, P., 1984. "Investment and Wages in the Absence of Biding Contracts: A Nash Bargaining Approach". *Econometrica*, 52; 449-60.
Layard, R., S.J. Nickell, y R. Jackman (1991). *Unemployment macroeconomic performance and the labour market*. Oxford University Press.
Manning, A. (1987). "An Integration of Trade Union Models in a Sequential Bargaining Framework". *Economic Journal*, 97; 121-139.
Nickell, S. J. y M. Andrews (1983). "Unions, Real Wages and Employment in Britain 1951-1979". *Oxford Economic Papers*, 35 (supplement); 183-206.
Sasajima, Y. (1993). "The japanese labour market: its institutions and performance", en *Labour markets contracts and institutions*, editado por J. Hartog y J. Theeuwes, North Holland.
Starr, M. y A. Biloski (1985). "The decisión to adopt new technology: effects on organizational size", en *Implementing new technologies*, editado por E. Rhodes y D. Wield. Basil Blackwell, Oxford y New York, 303-315.
Tauman, Y. y Y. Weiss (1987). "Labor unions and the adoption of new technology". *Journal of Labor Economics* 5, (4); 477-501.
Tirole, J. (1990). *La teoría de la organización industrial*. Ariel Economía.
Ulph, A.M. y D.T. Ulph (1998). "Labour markets, bargaining and innovation". *European Economic Review* 42; 931-939.
Van der Ploeg, F. (1987). "Trade Unions, Investment and Employment". *European Economic Review* 31; 1465-92.

APÉNDICE

1. Las empresas negocian simultáneamente

Cuando ninguna empresa adopta la nueva tecnología el producto marginal del trabajo es 1 y no se paga el coste de la nueva tecnología. En la tercera etapa, las empresas eligen el nivel de producción que maximiza beneficios. Obtenemos (4) para $\alpha_i=\alpha_j=1$ y $F_i=F_j=0$. En la segunda etapa, las empresas negocian salarios simultáneamente con los sindicatos. El punto de desacuerdo de empresas y sindicatos es cero. Dado que las empresas no invierten, en caso de desacuerdo no pierden nada. El punto de desacuerdo de cada sindicato es cero ya que si la empresa no produce el sindicato no recibe ingresos salariales. Por tanto, la utilidad de la empresa *i* menos su punto de desacuerdo es $\pi_i(w_i,w_j)$ mientras que la utilidad del sindicato *i* menos su punto de desacuerdo es $(w_i-r)\,L_i(w_i,w_j)$. La solución al problema de negociación entre la empresa *i* y su sindicato es:

$$w_i(w_j) = \underset{w_i}{arg\ max}\ [\pi_i(w_i,w_j)]\ [(w_i-r)\,L_i(w_i,w_j)],\ i,j=A,B,\ i\neq j,$$

donde $\pi_i(w_i,w_j)$ y $L_i(w_i,w_j)$ vienen dadas por (4). La función de reacción, obtenida a partir de la condición de primer orden del problema anterior, viene dada por: $6r + a - 8w_i + w_j = 0$. Resolviendo obtenemos los salarios, el precio de mercado, la producción y el empleo y los beneficios de las empresas.

Los resultados obtenidos en los diferentes casos aparecen recogidos en la tabla 1.

TABLA 1
RESULTADOS CON NEGOCIACIÓN SALARIAL SIMULTÁNEA

	Las dos empresas innovan	Ninguna empresa innova	Sólo una empresa innova
Salario	$w^{YY}=\frac{a\beta+6r}{7}$	$w^{NN}=\frac{(a+6r)}{7}$	$w^{YN}=\frac{3a\beta+2r(8+\beta)}{21}$ $w^{NY}=\frac{3a\beta+2r(1+8\beta)}{21\beta}$
Producción	$q^{YY}=\frac{2(a\beta-r)}{7b\beta}$	$q^{NN}=\frac{2(a-r)}{7b}$	$q^{YN}=\frac{2(3a\beta+r(2\beta-5))}{21b\beta}$ $q^{NY}=\frac{2(3a\beta+r(2-5\beta))}{21b\beta}$
Precio	$p^{YY}=\frac{3a\beta+4r}{7\beta}$	$p^{NN}=\frac{3a+4r}{7}$	$p^{YN}=\frac{3a\beta+2r(1+\beta)}{7\beta}$
Beneficio	$\pi^{YY}=\frac{4(a\beta-r)^2}{49b\beta^2}-F$	$\pi^{NN}=\frac{4(a-r)^2}{49b}$	$\pi^{YN}=\frac{4(3a\beta+r(2\beta-5))}{441b\beta^2}-F$ $\pi^{NY}=\frac{4(3a\beta+r(2-5\beta))^2}{441b\beta^2}$

A continuación, probamos la proposición 1, resolviendo en detalle la primera etapa del juego. Cada empresa tiene dos estrategias: innovar o no innovar. Buscamos en primer lugar cuál es la respuesta óptima de una empresa si su rival decide innovar:

$$\pi^{YY} - \pi^{NY} = \left(\frac{4(a\beta - r)^2}{49b\beta^2} - F\right) - \left(\frac{4(3a\beta + r(2-5\beta))^2}{441b\beta^2}\right) = \frac{20r(\beta-1)(6a\beta - r(5\beta+1))}{441b\beta^2} - F.$$

La expresión anterior es positiva para $F<F_1$, donde $F_1 = \frac{20r(\beta-1)(6a\beta - r(5\beta+1))}{441b\beta^2}$. Luego la mejor respuesta de una empresa ante el hecho de que su rival innova es también innovar si y sólo si $F<F_1$.

Analizamos ahora cuál es la respuesta óptima de una empresa si su rival decide no innovar:

$$\pi^{YN} - \pi^{NN} = \left(\frac{4(3a\beta + r(2\beta-5))^2}{441b\beta^2} - F\right) - \left(\frac{4(a-r)^2}{49b}\right) = \frac{20r(\beta-1)(6a\beta - r(5+\beta))}{441b\beta^2} - F.$$

La expresión anterior es positiva para $F<F_2$, donde $F_2 = \frac{20r(\beta-1)(6a\beta - r(5+\beta))}{441b\beta^2}$. Luego la mejor respuesta de una empresa ante el hecho de que su rival no innova es innovar si y sólo si $F<F_2$. Comparando F_2 con F_1 tenemos que: $F_2 - F_1 = \frac{80r^2(\beta-1)^2}{441b\beta^2} > 0$, por lo que $F_2>F_1$.

Falta por obtener el equilibrio de la primera etapa del juego para los diferentes valores de F. Cuando el coste de la innovación es suficientemente alto ($F>F_2$.): $\pi^{YY} - \pi^{NY} < 0$ y $\pi^{YN} - \pi^{NN} < 0$, por ello, sea cual sea la elección de la otra empresa la mejor respuesta es no innovar y en equilibrio ninguna de las dos empresas innova. Cuando el coste de la innovación es suficientemente bajo ($F < F_1$): $\pi^{YY} - \pi^{NY} < 0$ y $\pi^{YN} - \pi^{NN} > 0$, por lo que, sea cual sea la elección de la otra empresa la mejor respuesta es innovar y en equilibrio las dos empresas innovan. Por último, cuando el coste de la innovación toma un valor intermedio ($F_1<F<F_2$) se da que: $\pi^{YY} - \pi^{NY} < 0$ y $\pi^{YN} - \pi^{NN} > 0$, por lo que únicamente una de las empresas innova.

2. Las empresas negocian secuencialmente

Cuando ninguna empresa innova, no pagan el coste fijo F, por lo que el punto de desacuerdo de ambas empresas es cero. Como no hay innovación, $\alpha_i=\alpha_j=1$. El punto de desacuerdo del sindicato es cero. La solución al problema negociador entre la empresa j y su sindicato viene dada por:

$$\text{(A1)} \qquad w_j(w_i) = \underset{w_j}{arg\,max}\ [\pi_j(w_i, w_j)]\,[(w_j - r)L_j(w_i, w_j)],\ i \neq j,\ i, j = A, B,$$

Resolviendo obtenemos que:, $w_j(w_i) = \frac{6r + w_i + a}{8} i \neq j;\ i, j = A, B.$ La solución al problema de negociación entre la empresa *i* y su sindicato es:

(A2) $$w_i = \underset{w_i}{arg\ max}\ [\pi_i(w_i, w_j(w_i))]\ [(w_i - r)L_i(w_i, w_j(w_i))],\ i, j = A, B,\ i \neq j$$

donde $w_j(w_i) = \frac{6r + w_i + a}{8}$. Resolviendo obtenemos el salario, el precio del bien, la producción y los beneficios de las empresas.

Cuando sólo innova la empresa *i*, el problema de negociación entre la empresa *j* y su sindicato viene dado por (A1). Resolviendo obtenemos que: $w_j(w_i) = \frac{6r + w_i + a}{8}, i \neq j;\ i, j = A, B.$ La solución al problema de negociación entre la empresa *i* y su sindicato es:

(A3) $$w_i = \underset{w_i}{arg\ max}\ [\pi_i(w_i, w_j(w_i)) - (-F)]\ [(w_i - r)L_i(w_i, w_j(w_i))],\ i, j = A, B,\ i \neq j,$$

donde $w_j(w_i) = \frac{6r + w_i + a}{8}$. Resolviendo obtenemos el salario, el precio del bien, la producción y los beneficios de las empresas.

Cuando sólo innova la empresa *j*, el problema de negociación entre la empresa *j* y su sindicato viene dado por:

(A4) $$w_j(w_i) = \underset{w_j}{arg\ max}\ [\pi_j(w_i, w_j) - (-F)]\ [(w_j - r)L_j(w_i, w_j)],\ i \neq j,\ i, j = A, B,$$

Resolviendo obtenemos que:, $w_j(w_i) = \frac{6r + w_i + a\beta}{8},\ i \neq j;\ i, j = A, B.$ La solución al problema de negociación entre la empresa *i* y su sindicato viene dado por (A2), donde $w_j(w_i) = \frac{6r + w_i + a\beta}{8}$. Resolviendo obtenemos el salario, el precio del bien, la producción y los beneficios de las empresas.

Los resultados obtenidos en los diferentes casos aparecen recogidos en la tabla 2.

Comparando los beneficios mostrados en la tabla 2, obtenemos las respuestas óptimas de cada empresa ante una elección dada de su rival:

i) $\pi_i^{YY} - \pi_i^{NY} = \frac{45r(\beta - 1)(6a\beta - r(5\beta + 1))}{1024b\beta^2} - F$, por lo que $\pi_i^{YN} > \pi_i^{NN}$ si y sólo si $F < F_3$, donde, $F_3 = \frac{45r(\beta - 1)(6a\beta - r(5\beta + 1))}{1024b\beta^2}$

ii) $\pi_j^{YN} - \pi_j^{NN} = \frac{19r(\beta - 1)(23a\beta - r(19 + 4\beta))}{1600b\beta^2} - F$, por lo que $\pi_j^{YN} > \pi_j^{NN}$ si y sólo si $F < F_4$, donde, $F_4 = \frac{19r(\beta - 1)(23a\beta - r(19 + 4\beta))}{1600b\beta^2}$

TABLA 2
RESULTADOS CON NEGOCIACIÓN SALARIAL SECUENCIAL

	Ambas empresas innovan	Ninguna empresa innova	Sólo innova la empresa *i*	Sólo innova la empresa *j*
Salario	$w_i^{YY} = \frac{3a\beta + 17r}{20}$ $w_j^{YY} = \frac{23a\beta + 137r}{160}$	$w_i^{NN} = \frac{3a + 17r}{20}$ $w_j^{NN} = \frac{23a + 137r}{160}$	$w_i^{YN} = \frac{3a\beta + r(15 + 2\beta)}{20}$ $w_j^{NY} = \frac{23a\beta + r(15 + 122\beta)}{160\beta}$	$w_i^{NY} = \frac{3a\beta + r(2 + 15\beta)}{20\beta}$ $w_j^{YN} = \frac{23a\beta + r(122 + 15\beta)}{160}$
Producción	$q_i^{YY} = \frac{9(a\beta - r)}{32b\beta}$ $q_j^{YY} = \frac{23(a\beta - r)}{80b\beta}$	$q_i^{NN} = \frac{9(a - r)}{32b}$ $q_j^{NN} = \frac{23(a - r)}{80b}$	$q_i^{YN} = \frac{3(3a\beta + r(2\beta - 5))}{32b\beta}$ $q_j^{NY} = \frac{23a\beta + r(15 - 38\beta)}{80b\beta}$	$q_i^{NY} = \frac{3(3a\beta + r(2 - 5\beta))}{32b\beta}$ $q_j^{YN} = \frac{23a\beta + r(15\beta - 38)}{80b\beta}$
Precio	$p^{YY} = \frac{69a\beta + 91r}{160\beta}$	$p^{NN} = \frac{69a + 91r}{160}$	$p^{YN} = \frac{69a\beta + r(46\beta + 45))}{160\beta}$	$p^{NY} = \frac{69a\beta + r(45\beta + 46))}{160\beta}$
Beneficio	$\pi_i^{YY} = \frac{81(a\beta - r)^2}{1024b\beta^2} - F$ $\pi_j^{YY} = \frac{529(a\beta - r)^2}{6400b\beta^2} - F$	$\pi_i^{NN} = \frac{81(a - r)^2}{1024b}$ $\pi_j^{NN} = \frac{529(a - r)^2}{6400b}$	$\pi_i^{YN} = \frac{9(3a\beta + r(2\beta - 5))^2}{1024b\beta^2} - F$ $\pi_j^{NY} = \frac{(23a\beta + r(15 - 38\beta))^2}{6400b\beta^2}$	$\pi_i^{NY} = \frac{9(3a\beta + r(2 - 5\beta))^2}{1024b\beta^2}$ $\pi_j^{YN} = \frac{(23a\beta + r(15\beta - 38))^2}{6400b\beta^2} - F$

iii) $\pi_i^{YN} - \pi_i^{NN} = \frac{45r(\beta-1)(6a\beta - r(5+\beta))}{1024b\beta^2} - F$, por lo que $\pi_i^{YN} > \pi_i^{NN}$ si y sólo si $F < F_5$, donde, $F_5 = \frac{45r(\beta-1)(6a\beta - r(5+\beta))}{1024b\beta^2}$

iv) $\pi_j^{YY} - \pi_j^{NY} = \frac{19r(\beta-1)(23a\beta - r(4+19\beta))}{1600b\beta^2} - F$, por lo que $\pi_j^{YY} > \pi_j^{NY}$ si y sólo si $F<F_6$, donde $F_6 = \frac{19r(\beta-1)(23a\beta - r(4+19\beta))}{1600b\beta^2}$.

A continuación comparamos los diferentes valores de *F*:

i) $F_4 - F_6 = \frac{57r^2(\beta-1)^2}{320b\beta^2} > 0$,

ii) $F_4 - F_5 = \frac{r(\beta-1)(242a\beta - r(151+91\beta))}{25600b\beta^2} > 0$ ya que $a > \underline{a}$

iii) $F_6 - F_5 = \frac{r(\beta-1)(242a\beta + r(4409-4651\beta))}{25600b\beta^2} > 0$ si y solo si $a < a_\pi$, donde $a_\pi = \frac{r(4651\beta - 4409)}{242\beta} > \underline{a}$,

iv) $F_6 - F_3 = \frac{r(\beta-1)(242a\beta - r(91+151\beta))}{25600b\beta^2} > 0$, ya que $a>\underline{a}$,

v) $F_5 - F_3 = \frac{45r^2(\beta-1)^2}{256b\beta^2} > 0$.

Teniendo en cuenta las comparaciones anteriores obtenemos que: $F_4 > F_6 > F_5 > F_3$ si $a < a_\pi$, $F_4 > F_5 = F_6 > F_3$, si $a = a_\pi$, y $F_4 > F_5 > F_6 > F_3$ donde $a_\pi = \frac{r(4651\beta - 4409)}{242\beta} > \underline{a}$.

Falta por obtener el equilibrio de la primera etapa del juego para los diferentes valores de *F*. Consideramos a continuación los diferentes casos de la proposición 2:

i) Cuando el coste de la innovación es suficientemente alto ($F>F_4$.): $\pi_i^{YY} < \pi_i^{NY}$, $\pi_i^{YN} < \pi_i^{NN}$, $\pi_j^{YY} < \pi_j^{NY}$ y $\pi_j^{YN} < \pi_j^{NN}$, por ello sea cual sea la elección de la otra empresa la mejor respuesta es no innovar y en equilibrio ninguna de las dos empresas innova.

ii) Cuando $F_4>F>F_3$, excepto cuando $F_5>F>F_6$, sólo innova la empresa *j*. Como puede observarse en la figura 1 tenemos tres subcasos. Si $F_4>F>max\{F_5, F_6\}$ se da que $\pi_i^{YY} < \pi_i^{NY}$, $\pi_i^{YN} < \pi_i^{NN}$, $\pi_j^{YY} < \pi_j^{NY}$ y $\pi_j^{YN} > \pi_j^{NN}$, por lo que

en equilibrio *j* innova mientras que *i* no lo hace. Si $F_6 > F > F_5$ se da que $\pi_i^{YY} < \pi_i^{NY}$, $\pi_i^{YN} < \pi_i^{NN}$, $\pi_j^{YY} > \pi_j^{NY}$ y $\pi_j^{YN} > \pi_j^{NN}$, por lo que en equilibrio *j* innova mientras que *i* no lo hace. Si $min\{F_5, F_6\} > F > F_3$ se da que $\pi_i^{YY} < \pi_i^{NY}$, $\pi_i^{YN} > \pi_i^{NN}$, $\pi_j^{YY} > \pi_j^{NY}$ y $\pi_j^{YN} > \pi_j^{NN}$, por lo que en equilibrio *j* innova mientras que *i* no lo hace.

iii) Cuando $F_5 > F > F_6$ tenemos que: $\pi_i^{YY} < \pi_i^{NY}$, $\pi_i^{YN} > \pi_i^{NN}$, $\pi_j^{YY} < \pi_j^{NY}$ y $\pi_j^{YN} > \pi_j^{NN}$, por lo que si una empresa no innova la mejor respuesta de la otra es innovar, y si una empresa innova la mejor respuesta de la otra es no innovar. Como resultado tenemos dos equilibrios, dándose que en cada uno de ellos sólo innova una empresa.

iv) Cuando el coste de la innovación es suficientemente bajo ($F < F_3$): y $\pi_i^{YY} > \pi_i^{NY}$, $\pi_i^{YN} > \pi_i^{NN}$, $\pi_j^{YY} > \pi_j^{NY}$, $\pi_j^{YN} > \pi_j^{NN}$, por lo que sea cual sea la elección de la otra empresa la mejor respuesta es innovar y en equilibrio las dos empresas innovan.