

LA SEÑALIZACIÓN Y LA ESTRUCTURA INFORMATIVA DE LOS MERCADOS*

Michael Spence**

Universidad de Stanford

En "The Market for 'Lemons'" se exponía un análisis maravillosamente claro y plausible de las características correspondientes al funcionamiento de un mercado que contaba con información incompleta y que la tenía ubicada de forma asimétrica. Esto, junto con mi perplejidad ante algunos aspectos del debate sobre las consecuencias de la información incompleta en los mercados de trabajo, prácticamente me lanzó a la búsqueda de lo que denominé señales, las cuales transmitirían, de una forma constante y en equilibrio, la información desde los vendedores a los compradores o, dicho de forma más general, desde quienes poseen más información hacia aquellos que tienen menos. Hay muchos mercados en los que falta información y había una amplia consciencia respecto a estos vacíos informativos. Los que enseñábamos teoría microeconómica aplicada reconocíamos de buen grado que estos vacíos podrían modificar algunas de las características del funcionamiento, por no mencionar la estructura institucional, de los mercados en los que aparecían. Sin embargo, creo que es justo decir que no teníamos un conocimiento sistemático, basado en la teoría, de cuáles podrían ser dichos cambios. Así, creímos que la teoría microeconómica aplicada se merecía que intentásemos incluir estas características informativas en modelos que recogiesen la estructura y el funcionamiento de estos mercados, con unos supuestos razonablemente precisos acerca de las condiciones informativas *ex ante*. Voy a dedicar una gran parte de esta conferencia Nobel a estos aspectos, con el fin de revisar la señalización, y posteriormente me centraré en otros aspectos de la estructura informativa de los mercados que han surgido como consecuencia de los cambios habidos en los parámetros, debido a la proliferación de Internet como medio de comunicación en los últimos años.

Palabras clave: Conferencia Nobel, información asimétrica, señalización, internet y la estructura informativa de los mercados.

- (*) Este artículo es una versión revisada del discurso pronunciado por Michael Spence en Estocolmo, el 8 de diciembre de 2001, cuando recibió, junto con George Akerlof y Joseph E. Stiglitz, el Premio Nobel de Economía (Premio en Ciencias Económicas del Banco de Suecia, creado en Memoria de Alfred Nobel). El artículo es copyright © de la Fundación Nobel 2001 y se publica en *RAE Revista Asturiana de Economía* gracias a la autorización de la Fundación Nobel y con el consentimiento del profesor Spence. La traducción ha sido realizada por Eva de Paz y la revisión técnica se debe a los profesores Ana Viñuela Jiménez y Cándido Pañeda Fernández.
- (**) Stanford Business School. Les agradezco a mis compañeros del Nobel de este año, George Akerlof y Joseph Stiglitz, su trabajo y su inspiración. También quiero mostrar mi agradecimiento a los directores de mi tesis, Kenneth Arrow, Thomas Schelling y Richard Zeckhauser, cuyas ideas y orientaciones me llevaron al estudio de la estructura (especialmente la estructura informativa) y el funcionamiento del mercado. Mis colegas Edward Lazear y Mark Wolfson me facilitaron muchos inputs constructivos. Tengo también una gran deuda respecto a James Rosse y Bruce Owen, con quienes aprendí y enseñé organización industrial y teoría microeconómica aplicada en Stanford. Aquel fue un excelente grupo de jóvenes y un tiempo maravilloso para estar en esta parte del campo.

En mi época de estudiante de postgrado de Economía en Harvard, tuve el privilegio de trabajar como organizador de un seminario del profesorado en la, entonces nueva, Kennedy School of Government. Entre otros distinguidos especialistas se encontraban todos mis directores de tesis, Kenneth Arrow, Thomas Schelling y Richard Zeckhauser. A lo largo de dicho seminario surgieron debates sobre discriminación estadística y otros muchos aspectos relacionados con el carácter incompleto de la información que hay en los mercados. Cierta día, uno de mis directores acudió a mí con la firme sugerencia de que leyera un artículo que él acababa de leer titulado "The Market for 'Lemons'", de George A. Akerlof (1970). Yo siempre hacía lo que mis directores me indicaban, así que obedecí inmediatamente. Fue increíble. En él todos encontramos un análisis maravillosamente claro y plausible de las características correspondientes al funcionamiento de un mercado que contaba con información incompleta y que la tenía ubicada de forma asimétrica. Esto, junto con mi perplejidad ante algunos aspectos del debate sobre las consecuencias de la información incompleta en los mercados de trabajo, prácticamente me lanzó a la búsqueda de lo que denominé señales, las cuales transmitirían, constantemente y en equilibrio, la información desde los vendedores a los compradores o, dicho de forma más general, desde quienes poseen más información hacia aquellos que tienen menos.¹ El problema, por supuesto, era que las señales no son elementos excesivamente complicados en aquellos casos en los que las distintas partes tienen los mismos incentivos, es decir, cuando ambas desean intercambiarse información precisa. Sin embargo, incluso en este caso (a veces denominado caso de coordinación perfecta), surgen problemas potenciales de elección entre equilibrios, tal y como se ilustró en el brillante análisis realizado por Thomas Schelling (1960) respecto al uso de los puntos focales y de la información contextual para resolver problemas de comunicación / coordinación cuando las partes han sido privadas de la capacidad de comunicarse directamente. En mercados en los que habitualmente el problema se relaciona con diferencias de calidad imperceptibles o que solo se pueden detectar de una forma imperfecta, la ordenación de los incentivos es por lo general imperfecta y es claro que existen incentivos para que los propietarios de los productos de alta calidad se diferencien y para que los propietarios de los productos de baja calidad imiten la señal, con el fin de ocultar la diferencia. Por supuesto hay más aspectos, pues es necesario saber cosas tales como quién tiene presencia constante en el mercado y, por lo tanto, quién tiene un incentivo para crearse una reputación mediante jugadas repetidas del juego. Voy a dedicar una gran parte de la conferencia a estos aspectos, con el fin de revisar la señalización, y posteriormente me centraré en otros aspectos de la estructura informativa de los mercados que han surgido como consecuencia de los cambios habidos en los paráme-

(1) Creo que fue Robert Jervis quien introdujo los términos "índices" y "señales". Los índices son atributos sobre los que no se tiene ningún control, como el género, la raza, etcétera. Considérelos atributos inalterables de algo, no necesariamente de una persona. Las señales son cosas que uno hace, que son visibles y que, en parte, han sido diseñadas para la comunicación. En cierto sentido, son atributos alterables. Siempre creí que se trataba de una distinción y una terminología muy útil, y todavía lo creo así.

tros, debido a la proliferación de internet como medio de comunicación en los últimos años.²

Recientemente, alguien un tanto incrédulo (de hecho, un periodista) me preguntó si era cierto que se podía recibir el Premio Nobel en Economía por el simple hecho de afirmar que existen mercados en los que determinados agentes no conocen ciertos aspectos que otros agentes del mercado sí conocen. Me resultó bastante divertido. Parecía como si se hubiese tratado de un secreto celosamente guardado hasta aproximadamente 1970, al menos en la ciencia económica. Lógicamente, yo no puedo hablar en nombre de quienes toman las decisiones sobre el Premio Nobel, pero sospecho que la respuesta correcta a esta pregunta es *no*. Lo que surgió entonces, de la mano de muchos economistas con talento, fue un esfuerzo serio respecto a la incorporación en la teoría microeconómica aplicada de todo un conjunto de aspectos relacionados con la estructura y el funcionamiento de los mercados. Dicho trabajo generó una fusión parcial de la teoría, la organización industrial, la economía del trabajo, la de las finanzas y la relacionada con otros campos. Un componente inicial muy importante en dicho esfuerzo fue el trabajo realizado con el objetivo de captar los aspectos *informativos* de la estructura del mercado, para estudiar la forma en la que se adaptan los mercados y las consecuencias que tiene la falta de información respecto al funcionamiento de los mismos.

Por lo tanto, y respondiendo a la pregunta, nos dimos cuenta de que hay muchos mercados en los que falta información. Entre ellos se encuentran la mayoría de los mercados de bienes de consumo duraderos, prácticamente todos los mercados de trabajo, muchos mercados financieros, mercados de diferentes tipos de alimentos y fármacos y muchos otros. Había una amplia conciencia respecto a estos vacíos informativos y los que enseñábamos teoría microeconómica aplicada reconocíamos de buen grado que estos vacíos podrían modificar algunas de las características del funcionamiento, por no mencionar la estructura institucional, de los mercados en los que aparecían. Sin embargo, creo que es justo decir que no teníamos un conocimiento sistemático, basado en la teoría, de cuáles podrían ser dichos cambios. Así, creímos que la teoría microeconómica aplicada se merecía que intentásemos incluir estas características informativas en modelos que recogiesen la estructura y el funcionamiento de estos mercados, con unos supuestos razonablemente precisos acerca de las condiciones informativas *ex ante*. Fue una época muy emocionante para todos los implicados. Uno de los aspectos maravillosos de recibir este premio es que ha despertado en mí, y supongo que en otros, muy buenos recuerdos

(2) En economía y en otras ciencias sociales, los modelos son abstracciones de la realidad y se centran en características estructurales de las organizaciones o de los mercados que conducen a los resultados. En ellos se incluyen parámetros, a menudo no indicados, que no son objeto de atención, puesto que no suelen cambiar. Cuando me refiero a cambios en los parámetros como consecuencia de internet, me refiero a cambios en elementos estructurales que anteriormente no variaban. Por ejemplo, la mayoría de los mercados tienen dimensiones geográficas y fronteras implícitas que no son objeto de atención. Sin embargo, internet ha transformado estos límites, socavando el tiempo y la distancia, en las dimensiones de la información / comunicación del mercado.

sobre la sensación y emoción del descubrimiento. A este respecto, quisiera aprovechar esta oportunidad para expresar mi admiración y profunda gratitud a los muchos colegas jóvenes con quienes he trabajado y compartido estas ideas. Deberían, y sin duda así lo hacen en mi mente, compartir el reconocimiento expresado mediante la concesión del distinguido Premio Nobel por los logros conseguidos durante aquellos años.

La estructura de esta conferencia es la siguiente. El objetivo primordial es no parecer demasiado ridículo ante la próxima generación de estudiantes y especialistas. Bromas aparte, siguiendo el consejo que una vez recibí de mis directores, en primer lugar analizaré el modelo más sencillo posible que ilustre, de una forma general y razonable, las definiciones y las propiedades de los equilibrios de señalización.³ Posteriormente, dejaremos que la señal (en este caso, la educación en el contexto del mercado de trabajo) contribuya directamente a la productividad de los individuos, al mismo tiempo que sirve de señal. A continuación, se examina un mercado en el que hay señalización y existe tanto un equilibrio separador como un equilibrio agrupador.

En el siguiente epígrafe se expone un modelo, bastante general, de equilibrio parcial de señalización y se analizan los equilibrios competitivos y ciertas clases de respuestas "óptimas" ante las señales.⁴ Quienes estén más interesados en la idea en general y menos en el caso general pueden

(3) Se dice que fue John von Neumann, quien merece estar en la corta lista de los mejores pensadores del siglo XX, quien afirmó que no se podía comprender una teoría o una estructura abstracta hasta haber visto y haber trabajado con cientos de ejemplos. Aunque no lo hubiese dicho (y creo lo lo dijo), estoy de acuerdo. No hay muchas personas que puedan decir que tuvieron la idea de que las calculadoras no tenían que estar conectadas constantemente, que se podían almacenar las instrucciones en la memoria y después ejecutarlas de forma ordenada: es decir, que se podía construir un ordenador programable.

(4) Estos problemas de respuesta óptima son problemas de selección. En los mercados de seguros, pueden ser problemas de riesgo moral o de selección adversa, y en otros contextos son problemas de agencia o problemas de imposición óptima. Se intenta que las personas se enfrenten a escalas que les hagan tomar elecciones correctas y que, al hacerlo, se expongan y revelen la información privada que poseían previamente, *ex ante*. Por lo general, los resultados se encuentran por debajo de lo que se puede lograr con información perfecta, porque en este último caso no es necesario preocuparse por el problema de la revelación. Estos problemas tienen las propiedades económicas y matemáticas de los problemas de imposición de segundo óptimo, de los cuales probablemente el primero en ser estudiado fue el problema del impuesto "óptimo" sobre la renta, por el Reverendo Frank Plumpton Ramsey (1927), aunque el análisis parece haber quedado en el olvido hasta que Anthony Atkinson (1971), James A. Mirrlees (1971) y otros lo redescubrieron. La idea es que la autoridad fiscal no puede observar directamente la capacidad de ganar dinero de los individuos (piénsese por ejemplo en el salario máximo, potencial, por hora de trabajo), de modo que grava lo que puede observar y controlar, que son los ingresos. Esto desincentiva el trabajo y se podría haber evitado si el impuesto tuviese como base las ganancias potenciales en vez de los ingresos reales. En este contexto, con el cálculo optimizador de segundo óptimo se obtiene, de la forma más eficiente posible, una compensación o intercambio entre los desincentivos al trabajo y la necesidad de lograr determinados ingresos, por parte de la autoridad fiscal. A las matemáticas de estos problemas se las denomina en algunas ocasiones problemas de control óptimo y en otras cálculo de variaciones. En un trabajo posterior, Bengt Holmström (1979) aplica estos modelos en el mundo del trabajo, incorporando el estudio de Robert Wilson (1968) sobre los sindicatos (riesgo óptimo compartido). En los cálculos de optimización de segundo óptimo de este trabajo se excluye la posibilidad de que los empleados y propietarios compartan, de forma óptima, el riesgo, con el fin de existan incentivos para que los empleados trabajen con diligencia.

prescindir de este epígrafe sin correr el riesgo de perder ninguna propiedad importante. No obstante, éste es el epígrafe en el que se estudia la relación formal entre los modelos de señalización y los modelos de auto-selección e imposición óptima con información imperfecta, lo cual puede ser del interés para algunos lectores. Deseo introducir también en ese contexto una nueva posibilidad que descubrí recientemente, cual es que se puede tener un equilibrio de señalización en el que los costes de la señal parecen estar variando de un modo inadecuado, de acuerdo con las características relacionadas con la capacidad no visible. Esto es lo mismo que decir que los costes de la educación (absolutos y marginales) aumentan con la capacidad o, de forma más general, con el atributo no observado que influye positivamente en la productividad. En general, utilizaré el caso del mercado de trabajo con fines ilustrativos, y me referiré, de forma más breve, a otros casos de señalización más adelante. Existe un riesgo al utilizar los mercados de trabajo para ilustrar la señalización. Con el fin de mostrar las propiedades fundamentales de los modelos de señalización, no he tenido en cuenta otros rasgos del mercado, en especial en los modelos más sencillos. Sin embargo, como he señalado en otras ocasiones, los modelos más sencillos, aplicados en el contexto del mercado de trabajo, tienden a transmitir mensajes no deseados, tales como (1) la educación no contribuye a la productividad, o (2) la información incorporada en la señal no incrementa la eficiencia. Este artículo trata principalmente sobre la teoría de la señalización y la transferencia de información en los mercados, no sobre el capital humano y los mercados de trabajo. Hay muchos expertos en dichas materias que las conocen mucho mejor que yo.

El artículo finaliza con dos apartados. En el primero de ellos se analiza la utilización, omnipresente, del tiempo y de la asignación del mismo como señal y como instrumento de selección. En el segundo se centra la atención en las, en potencia muy grandes, transformaciones que se han producido en los parámetros de la información, como consecuencia de la aparición de internet, y se especula un poco acerca de cómo pueden haber cambiado los modelos aplicados correspondientes a los mercados, las organizaciones y las fronteras existentes entre ellos, así como sobre lo que se requiere para incorporar los efectos de esas transformaciones de los parámetros en los modelos de los mercados y en la economía.

1. EL MODELO DE SEÑALIZACIÓN MÁS SENCILLO DEL MERCADO DE TRABAJO

La idea que subyace tras el modelo de señalización del mercado de trabajo es que los empleados potenciales tienen atributos que el empleador no puede observar. Dichos atributos influyen en la productividad del individuo y, por tanto, tienen un gran interés para el empleador. Supongamos que sólo hay dos grupos de personas. El grupo 1 tiene una productividad o un valor para cualquier empleador igual a 1, y el grupo 2 tiene una productividad igual a 2. En este ejemplo, los valores dados a la productividad no dependen del nivel de inversión en la señal. En el caso de que no hubiese forma de separar a las personas pertenecientes a cada uno de dichos grupos y ambos estuvieran en el mercado, el salario medio sería igual a $2 - \alpha$, donde α es la parte de la población que pertenece al

grupo 1, y todos recibirían ese salario. Si el grupo con mayor productividad, movido por la insatisfacción o por cualquier otra causa, abandona este mercado de trabajo, la productividad media y el salario disminuirán y pasarán a ser 1. Cuando se produce este fenómeno, a veces se le denomina con el rótulo de problema de la selección adversa, una etiqueta que suele aplicarse más frecuentemente a los mercados de seguros. Desde un punto de vista estructural, se trata del mismo problema descrito por Akerlof en su famoso artículo sobre coches (de segunda mano).

Supongamos ahora que existe una cosa llamada educación, que denotaremos con una E , que se puede adquirir o en el que se puede invertir. Se supone que es visible y que los costes en los que se incurre para adquirirla son diferentes para los dos grupos. Supongamos que el coste de E años de educación para el grupo 1 es E , y que el coste para los individuos del grupo 2 es $E/2$. En este ejemplo voy a suponer que la educación no afecta a la productividad de los individuos. Lo hago simplemente para que siga siendo sencillo, y no con ánimo de sugerir que el capital humano, incluyendo el adquirido mediante la educación, es en cierta forma irrelevante. En los apartados posteriores se relajará este supuesto.

En una situación como ésta, y en general, el equilibrio tiene dos componentes. En primer lugar, dados los beneficios y los costes de invertir en educación, las personas toman decisiones racionales sobre dicha inversión. En segundo lugar, los empresarios tienen determinadas creencias acerca de la relación entre la señal y la productividad subyacente de las personas. Estas creencias se basan en datos procedentes del mercado. En el equilibrio, estas valoraciones deben ser consistentes, es decir, *no deben ser falsadas* por los datos que llegan de los mercados y la experiencia consiguiente. Así, se podría decir que las creencias deben ser *correctas*. Sin embargo, se debería señalar también que las creencias / expectativas de los empleadores determinan las ofertas salariales que se realizan para los diferentes niveles educativos. A su vez, estas ofertas salariales determinan los rendimientos individuales obtenidos como fruto de las inversiones en educación y, por último, estos rendimientos determinan las decisiones de inversión que las personas toman con respecto a la educación y, por tanto, la relación real entre productividad y educación que los empleadores pueden observar en el mercado. Es un círculo completo. Así, probablemente sea más preciso decir que, en una situación de equilibrio, las creencias de los empleadores se autoafirman. Es posible que todo esto parezca un planteamiento de escasa relevancia, pero es importante porque es la naturaleza autoconfirmadora de las creencias lo que hace posible la existencia potencial de *equilibrios múltiples* en el mercado.

Siguiendo con este mismo ejemplo, supongamos que los individuos del grupo 1 eligen $E_1=0$ y los del grupo 2 eligen $E_2=E^*$.

Supongamos además que los empleadores, ninguno de los cuales puede influir en las decisiones de inversión de los individuos,⁵ creen que si $E < E^*$, entonces la productividad es 1, y que si $E \geq E^*$, entonces la pro-

(5) Las personas toman sus decisiones sobre inversión antes de saber con quién trabajarán, y hay los suficientes empleadores como para que ninguno de ellos pueda influir, como individuo, en las ofertas percibidas en el mercado.

ductividad es 2. Dados estos supuestos y bajo la hipótesis de racionalidad, los individuos del grupo 1 elegirán $E=0$ siempre y cuando $2-E^* < 1$

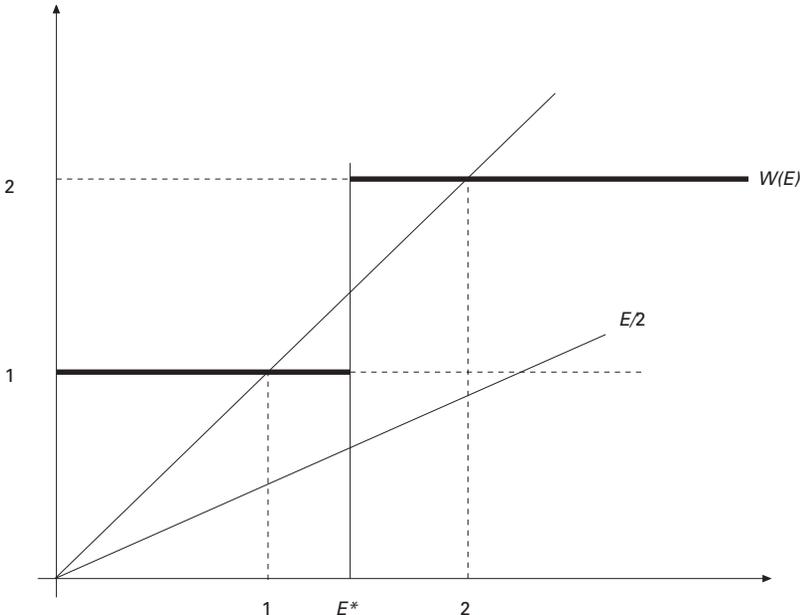
Los miembros del grupo 2 elegirán $E=E^*$ siempre y cuando

$$2 - \frac{E^*}{2} > 1$$

Por tanto, las elecciones serán racionales y se confirmarán las expectativas en el mercado si $1 < E^* < 2$. Aunque se trata de un ejemplo muy estilizado, posee muchas de las propiedades generales de los equilibrios de señalización. Hay un continuo de equilibrios, en cada uno de los cuales la inversión en la señal es superior a la que se realizaría en un mundo con información perfecta. Debido a que la inversión en la señal despilfarra recursos sin mejorar la productividad, el resultado es ineficiente. Además, los equilibrios pueden ordenarse según el criterio de Pareto, es decir, a medida que se pasa de un equilibrio a otro se está peor o no mejor. En realidad, la señal establece diferencias entre las personas de reducida y elevada productividad y la razón por la que puede hacerlo es porque el coste de la señal está correlacionado negativamente con la característica no observable que tiene valor para los empleadores, en este caso la productividad en sí misma. El equilibrio se representa mediante una escala que muestra el rendimiento de la educación, es decir, un salario para cada nivel educativo y, sobre la base de dicha escala, las diferentes opciones optimizadoras con las que cuentan los individuos de los dos grupos.

El equilibrio aparece representado en el gráfico 1. La escala salarial es la línea negra, que pasa de un nivel salarial igual a 1 a un nivel salarial

Gráfico 1
EQUILIBRIO DE SEÑALIZACIÓN DE DOS GRUPOS



igual a 2 en E^* . El punto E^* se sitúa entre 1 y 2, con lo que el grupo 1 elige el nivel educativo 0 y el grupo 2 elige el nivel E^* . No es imprescindible que el ingreso neto del grupo 1 en E^* sea negativo, como ocurre en este ejemplo. Podríamos suponer que los niveles de productividad de los dos grupos fueran, respectivamente, 3 y 4 y, con los ajustes apropiados en el nivel de escala salarial, se produciría el mismo resultado respecto a la señalización.

De hecho, existen otros equilibrios de señalización. Por ejemplo, podría haber un nivel mínimo de educación en el que invirtiese el grupo 1. No obstante, a no ser que se trate de una inversión productiva, no hay razón para pensar que, con el tiempo, el mercado no lo descubriría y lo eliminaría, como una ineficiencia de la que puede prescindirse sin coste alguno. En la gama de equilibrios antes descrita, es posible que el más eficiente sea el más interesante. Ese equilibrio se produce cuando $E^*=1+\delta$ donde δ debe ser considerado como un número positivo muy pequeño. En este equilibrio,

$$\begin{aligned}w_1 &= N_1 = 1 \\w_2 &= 2 \\N_2 &= 1,5 - \delta/2\end{aligned}$$

donde N_i es el ingreso neto, una vez deducidos los costes de señalización, del grupo i .

Si se supone que el mercado llegará a equilibrios eficientes en el sentido de Pareto, uno se podría plantear la pregunta correspondiente a si existe un equilibrio mejor, en el sentido de Pareto (que todo el mundo esté mejor), que el anteriormente descrito. En algunos casos, la respuesta es afirmativa e implica la existencia de agrupación y depende del tamaño relativo de los dos grupos. Lo que ocurre realmente en estos casos es que, en cierto sentido, el mercado intenta maximizar los ingresos netos del grupo de mayor productividad. En algunos casos, esto se logra reconociendo que es demasiado caro para ese grupo diferenciarse. La alternativa consistiría en presentarse en forma no diferenciada, en la agrupación. Esto beneficia claramente al grupo 1, ya que sus miembros se confunden dentro de la productividad media, que se sitúa por encima de 1. A modo de recordatorio, α es la parte de la población que pertenece al grupo 1. En una situación en la que hay agrupamiento, la productividad media es $2-\alpha > 1$. Es claro que el grupo 1 la preferirá y el grupo 2 también la preferirá si $2-\alpha > 1,5-\delta/2$, ó $\alpha < 0,5(1-\delta)$.

Como δ puede ser tan pequeño como queramos, hay un equilibrio agrupador preferido (en el sentido de Pareto) si, en este ejemplo, el grupo 1 está formado por menos de la mitad de la población. En general con grupos separados, la unión con los grupos de menor nivel cobra atractivo si son relativamente pequeños, ya que los grupos de mayor nivel no se ven demasiado perjudicados al ser confundidos con el promedio y evitan los costes de señalización. En un apartado posterior, describiré brevemente un caso en el que se puede observar agrupación y separación en el mismo equilibrio.

Si deseáramos que el resultado de este mercado fuera más eficiente que el observado en los equilibrios antes descritos, gravaríamos la educación (suponiendo que no resultase costoso imponer y gestionar dicho impuesto), encareciéndola para el grupo 2 y, consecuentemente, posibilitando la reducción del nivel educativo sin perder el contenido informativo de la señal. La recaudación obtenida podría distribuirse equitativamente entre todos los participantes de ambos grupos, independientemente de su elección respecto al nivel educativo. El componente a tanto alzado del impuesto no afectará, por tanto, a su conducta respecto a la señalización.

Sea t el tipo impositivo sobre la inversión en educación y k la distribución a tanto alzado de la recaudación tributaria. Esta distribución llega a todos. Supongamos que el nivel de señalización de la educación es E^* . Actuando racionalmente, los individuos del grupo 1 elegirán no enviar la señal si $2-(1+t)E^*+k < 1+k$ y los del grupo 2 enviarán la señal si $2-(0,5+t)E^*+k > 1+k$

Así, tendremos un equilibrio si

$$\frac{1}{0,5+t} > E^* > \frac{1}{1+t}$$

Elegiremos la opción más eficiente entre los equilibrios de señalización estableciendo

$$E^* = \frac{1+\delta}{1+t}$$

La distribución a tanto alzado es igual a la recaudación tributaria, de modo que

$$k = \frac{t(1+\delta)(1-\alpha)}{1+t}$$

Así, los ingresos netos en el equilibrio son

$$N_1 = 1+k$$

$$N_2 = 2 \cdot \frac{(0,5+t)(1+\delta)}{1+t} + k$$

A medida que disminuye δ y aumenta t , k se aproxima a $(1-\alpha)$ y así ambos ingresos netos se acercan a $(2-\alpha)$. Como el lector recordará, éste es el resultado correspondiente al equilibrio agrupador en términos del ingreso neto. Sin embargo, en este caso no existe un límite superior en el tamaño del grupo 1, esto es α . Los costes de la señalización (desde un punto de vista social) son insignificantes ya que E^* se aproxima a cero, aunque los costes privados marginales de la señalización (incluyendo el impuesto) se aproximan a 1.

En definitiva, podemos librarnos de las ineficiencias y mantener la señalización y el contenido informativo de las señales con un impuesto adecuado sobre la actividad de señalización. Se produce el efecto de redistribución de los ingresos, de forma que se reproduzcan los resulta-

dos del equilibrio agrupador. Podría ocurrir que la información que la señal transmite fuera, en sí misma, productiva. En este caso, es importante que el equilibrio sea realmente un equilibrio separador⁶. Esto es lo que ocurre aquí. La separación se mantiene en este equilibrio. Los grupos están identificados de forma correcta. El que se establezca un impuesto sobre la actividad de señalización reduce el nivel de la señal que se precisa para distinguir los grupos y, por tanto, reduce la ineficiencia del equilibrio de señalización sin impuestos.

2. EL MODELO CON DOS GRUPOS CUANDO LA EDUCACIÓN AUMENTA EL CAPITAL HUMANO Y SIRVE TAMBIÉN COMO SEÑAL POTENCIAL

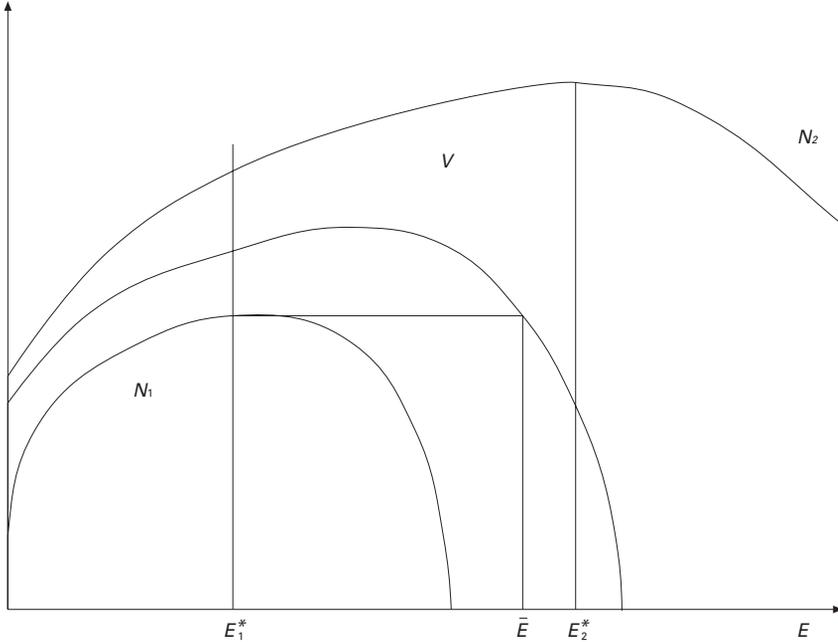
Tomando como punto de referencia la señalización de mercado que acabamos de examinar, es normal que el lector se plantee la pregunta relacionada con el efecto que se produce, al menos en el contexto de los mercados de trabajo, cuando la señal contribuye también y de forma directa a la productividad de cada trabajador.⁷ En este apartado se aborda este aspecto, modificando el modelo de dos grupos del apartado anterior mediante la incorporación del supuesto de que la educación es productiva. Elaboraré el modelo de una manera ligeramente más general en cuanto a las formas funcionales. Supongamos que $s_i(E)$ es el valor que tiene un trabajador del tipo i con un nivel de educación E para un empleador. En este caso $i=1,2$ y suponemos que $s_2(E) > s_1(E)$ y que $s_2'(E) > s_1'(E)$. Supongamos que $c_i(E)$ es el coste que debe asumir el grupo i como consecuencia de su deseo de invertir en E unidades de educación y supongamos que $c_1(E) > c_2(E)$ y que $c_1'(E) > c_2'(E)$. Estos supuestos reflejan sencillamente la idea de que el grupo que tiene la mayor productividad tiene también los costes más bajos en cuanto a la señalización se refiere. Al igual que antes, no es posible identificar directamente el grupo al que pertenece cada individuo. También supondremos que $s_i(E)$ es cóncava, que $c_i(E)$ es convexa y que, por lo tanto, la función de ingresos netos $N_i(E) = s_i(E) - c_i(E)$ es cóncava.

Existen tres clases de equilibrios, diferentes en términos cualitativos, en este mercado. El primero es un equilibrio separador completamente eficiente. Es más fácil ver los tipos de equilibrio de una forma gráfica. En el gráfico 2 aparecen representadas diversas trayectorias de los ingresos netos, trazadas como una función de E . Supongamos que $V_1(E) = s_2(E) - c_1(E)$. Es claro que nuestro interés por la función V se relaciona con la cuestión correspondiente a si el grupo 1 adoptará la señal del grupo 2, con lo que generará un problema en lo que respecta al equilibrio separador.

(6) Por ejemplo, la información es productiva cuando existe una asignación de empleos o una decisión sobre la formación que se puede realizar de una forma más eficiente con un conocimiento preciso de este tipo. En ese caso el equilibrio agrupador sería ineficiente.

(7) En realidad, este aspecto no sólo aparece en los mercados de trabajo. En general, las señales pueden cambiar el valor del producto. Por ejemplo, en el caso de los coches de segunda mano, la existencia de una garantía modifica el valor del objeto, el coche, con independencia de que la garantía transmita también información sobre el producto en sí mismo.

Gráfico 2
SEÑALIZACIÓN DE DOS GRUPOS CUANDO LA EDUCACIÓN AFECTA A LA PRODUCTIVIDAD

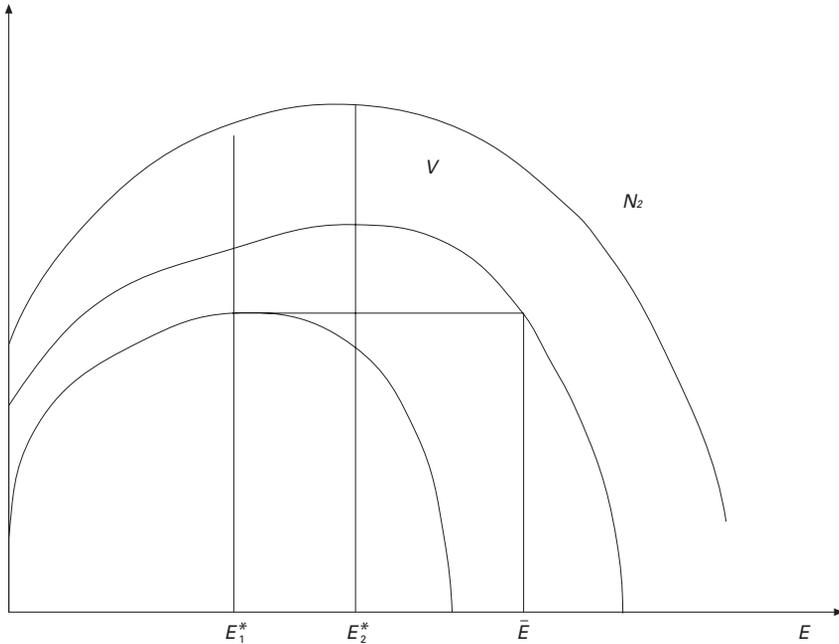


En el gráfico 2 se pueden ver las funciones N_1 , N_2 y V . Los puntos E_1^* y E_2^* son los puntos que maximizan N_1 y N_2 . El punto \bar{E} es el valor mayor de E en el que se cumple que V es mayor que N_1^* , el valor máximo de N_1 . En el gráfico 1 se puede ver que E_2^* se encuentra a la derecha de \bar{E} . Esto significa que cuando la oferta salarial pase de $s_1(E)$ a $s_2(E)$, a la derecha de \bar{E} , los individuos del grupo 1 carecerán de incentivos para imitar la conducta de señalización del grupo 2.

Este es el equilibrio separador plenamente eficiente. La señal transmite información precisa y las inversiones en educación son eficientes. El resultado obtenido es el mismo que habría si hubiera información perfecta en el mercado. En síntesis, los dos grupos son lo suficientemente diferentes, en términos de alguna combinación de la productividad de la educación como capital humano y de los costes de educación y, por ello, el resultado completamente eficiente se mantiene como un equilibrio. Nótese, sin embargo, que la relación negativa entre la productividad y los costes importa realmente. Si los costes de señalización fueran los mismos, entonces las funciones N_2 y V serían idénticas y no obtendríamos este resultado de mercado. Cuando los costes de señalización son los mismos, no se puede evitar que el grupo 1 imite la conducta del grupo 2 si ello les beneficia.

Veamos ahora el gráfico 3. Es básicamente el gráfico 2, con el matiz de que E_2^* se encuentra a la izquierda de \bar{E} . Esto significa que si la escala

Gráfico 3
MODELO DE DOS GRUPOS CON EXCESO DE INVERSIÓN
EN EDUCACIÓN



salarial pasa a $s_2(E)$ antes de E_2^* , el grupo 1 imitará la conducta del grupo 2 y acabará con el equilibrio separador. Para evitarlo, supondremos que la escala salarial pasa a $s_2(E)$ en $\bar{E} + \delta$. Bajo cierta restricción que explicaré posteriormente, éste es un equilibrio separador. Para lograr la separación, la inversión en educación del grupo 2 se sitúa por encima del nivel eficiente, con el fin de que los individuos de ese grupo logren el efecto de la señalización y eviten la imitación por parte del grupo 1. Así, en esta ocasión llegamos a la misma clase de resultado que obtuvimos en el caso del capital no humano. El rendimiento de la inversión en educación tiene un componente de señalización y un componente de capital humano. El primero puede incrementar los niveles de inversión por encima del óptimo con información plena. En el primer modelo, el efecto del capital humano era nulo, con lo que sólo se tenía el efecto de la señalización, un supuesto que garantiza que se producirá sobreinversión en cualquier equilibrio separador en el que haya señalización.

Aún quedan pendientes dos aspectos. El primero es si y bajo qué circunstancias la agrupación destruirá el, establecido por hipótesis, equilibrio separador, y el segundo es: "¿Se puede gravar la señal de forma que se mejore el funcionamiento del mercado?" Veamos primero la agrupación. Supongamos que α es la parte de la población total que pertenece al grupo 1. En un equilibrio agrupador, el salario que tendrán todos será

$\alpha s_1(E) + (1-\alpha)s_2(E)$ para cualquier nivel de E que aparezca. Esto no puede romper un equilibrio separador totalmente eficiente, debido a que el grupo 2 no puede estar mejor. Así, la agrupación sólo acabará con el equilibrio separador en el caso en el que el grupo más productivo haya sido obligado, por motivos de señalización, a situarse por encima de su nivel óptimo de E , desde el punto de vista de la inversión en capital humano. Supongamos que $W(E) = \alpha s_1(E) + (1-\alpha)s_2(E)$. Si, arbitrariamente, hacemos que α sea lo más pequeño posible, podemos situar a W tan cerca de $s_2(E)$ como queramos. Ahora fijémonos de nuevo en el gráfico 2. Si comienzas en \bar{E} y reduces E y mueves hacia la izquierda y hacia arriba las curvas N_2 y V , está claro que ambos grupos están mejor. Para α muy pequeños, las funciones de ingresos netos $W-c_1$ y $W-c_2$ se acercan a V y N_2 . Así, para valores de α del extremo inferior, la agrupación acabará con el resultado separador. Para estos casos, las opciones normales respecto a los niveles de equilibrio de E son las comprendidas entre los niveles educativos que maximizan $W-c_1$ y $W-c_2$.

A medida que α aumenta, llegará un momento en el que la función $W-c_2$ caerá por debajo del nivel de ingreso neto del grupo 2 en el punto de separación \bar{E} , en el que el resultado agrupador no es capaz de romper el equilibrio separador. En resumen, en el caso de un equilibrio separador ineficiente, y suponiendo que el tamaño del grupo de menor productividad se sitúa por debajo de determinado umbral, existen equilibrios de agrupación que son mejores, en el sentido de Pareto, que el equilibrio separador. Si el mercado es capaz de encontrar los equilibrios agrupadores, acabará con el equilibrio separador.

Abordemos ahora el problema de cómo mejorar la eficiencia del mercado. En la sección anterior vimos que, en el caso en el que no existe el componente de capital humano en la productividad, en principio se puede, arbitrariamente, obtener un resultado cercano al eficiente mediante los impuestos adecuados. Lo mismo ocurre cuando la señal, además de actuar como tal, incrementa la productividad individual. Ya hemos visto que en algunos casos el equilibrio de mercado es en sí mismo eficiente, en el sentido de que maximiza el ingreso total neto como parte de un equilibrio separador. Ahora queremos mostrar que se puede alcanzar el mismo resultado en el caso en el que el grupo de mayor productividad haya sido obligado, por razones de señalización, a situarse por encima de su nivel eficiente de inversión en capital humano.

Para lograr un resultado eficiente, queremos maximizar el ingreso neto total, para lo cual necesitamos que $s_i^j = c_i^j$ para $i=1,2$. Para ver si esto es posible, necesitamos una función salarial que induzca estas elecciones. La función salarial puede concebirse como una escala de impuestos sobre la educación que se superponen a una función salarial en la que se igualan los salarios a la productividad. Dado que todas las personas de todos los grupos tienen en cuenta todos los niveles posibles de E al tomar sus decisiones sobre inversión en educación, resulta más sencillo resolver este problema indirectamente, en vez de hacerlo directamente. Supongamos por tanto que, contra lo que ocurre en la realidad, hay un continuo de tipos representados por el parámetro z , donde la productividad para el tipo z es $zs_1 + (1-z)s_2$ y los costes para el tipo z son $zc_1 + (1-z)c_2$. Supongamos que $E(z)$ maximiza $z(s_1 - c_1) + (1-z)(s_2 - c_2)$.

Obsérvese que $E(z)$ disminuye en función de z . Si invertimos $E(z)$ obtendremos $Z(E)$. Si la escala salarial que estamos buscando es $w(e)$, entonces las personas estarán maximizando si $w^1 = zc_1^1 + (1-z)c_2^1$.

Sustituimos $Z(E)$ en la ecuación diferencial anterior e integramos con respecto a E , fijando la constante de tal modo que los salarios totales sean iguales a la producción total. Esta escala salarial y/o la escala impositiva implícita en ella provocarán las elecciones eficientes de E .⁸

El lector observará que la escala salarial óptima anterior no depende de la distribución de z entre la población.⁹ Por lo tanto, supongamos que casi todo el peso de la distribución se encuentra bien en $z=0$ o en $z=1$. Este es el caso de dos grupos que estamos estudiando.

En resumen, con dos grupos y la educación como capital humano productivo, se puede tener un equilibrio de señalización con eficiencia plena o con una sobreinversión en educación por parte del grupo más productivo. También se puede obtener un equilibrio agrupador, que domina al equilibrio separador siempre y cuando el grupo menos productivo no sea demasiado grande. Por último, existe una escala de impuestos / subvenciones que genera, como equilibrio, un resultado separador completamente eficiente.

3. UN MODELO CON SEÑALIZACIÓN, SELECCIÓN Y AGRUPACIÓN¹⁰

El modelo que vamos a analizar brevemente en esta sección tiene interés por dos razones. En primer lugar, porque ilustra un caso en el que en el equilibrio hay componentes tanto de agrupación como de separación y, en segundo lugar, porque muestra que el criterio fundamental para tener un componente de separación en un equilibrio es que los beneficios netos de emitir la señal estén correlacionados positivamente con un atributo no visible que contribuye positivamente a la productividad. Como en los ejemplos anteriores, esta correlación positiva puede ser el resultado de los costes de señalización, que están correlacionados negativamente con el atributo valorado. Esta es una condición suficiente, si bien no necesaria, para que haya un equilibrio separador. En este ejemplo tan bonito,

(8) Obsérvese que $w^1 - [zc_1^1 + (1-z)c_2^1] = z^2(E)[c_1 - c_2] < 0$, con lo que la condición de segundo orden para un máximo se cumple. La escala óptima de impuestos estará formada realmente por un aumento de los impuestos en educación para todos los niveles educativos, combinado con una distribución de suma fija para todas las personas, de manera que la recaudación neta sea cero. En este ejemplo, el grupo 1 recibirá una subvención neta y el grupo 2 pagará un impuesto neto.

(9) Esta es una propiedad general del caso continuo, cuando el objetivo es, como ocurre en este caso, maximizar el ingreso neto mediante el fomento de los niveles eficientes de inversión en capital humano.

(10) Este ejemplo fue desarrollado por Edward P. Lazear (1998) e ilustra con gran finura la coexistencia de agrupación y separación en el equilibrio y, también, una condición estructural diferente que permite que se produzcan la señalización y la selección.

la información se adquiere a un coste fijo y la correlación positiva procede del descubrimiento posterior del atributo, tras conseguir el empleo.

La idea que subyace tras el modelo es que el valor que tienen las personas para las empresas no se observa directamente, al menos en el momento de la contratación. El valor, que denotaremos por medio de q , se distribuye en el intervalo $[q_{\min}, q_{\max}]$. Supongamos que la distribución de q en la población es $f(q)$. Las personas se enfrentan a una elección. Pueden trabajar para empresas que no establecen diferencias entre ellas y que, por lo tanto, les pagan a todas la misma cantidad, o pueden trabajar para empresas que incurren en un gasto, denotado por e , gracias al cual llega un momento en el que la empresa sabe cuál es el valor de q para cada persona y le paga de acuerdo con el mismo. En equilibrio, este coste, que es el mismo para todos, se traslada a la persona bajo la forma de una reducción en la retribución. Se supone que los mercados de trabajo son competitivos. El salario de las personas que eligen las empresas en las que se establecen las diferencias es $q - e$. Si la persona elige una empresa que no incurre en dicho coste y no establece diferencias entre los trabajadores, entonces la retribución es el valor medio de las personas que trabajan para dicha empresa.

Supongamos que el valor medio de los trabajadores de las empresas agrupadas es \bar{q} . Si consideramos las decisiones de optimización de los individuos, es claro que si $q - e > \bar{q}$ entonces el individuo optará por trabajar para la empresa separadora y viceversa. Supongamos que $q^* = \bar{q} + e$. En equilibrio, \bar{q} es el valor real medio de los que trabajan en las empresas agrupadas, de modo que

$$q^* - e = \frac{\int_{q_{\min}}^{q^*} q f(q) dq}{F(q^*)} = E(q | q \leq q^*)$$

donde $F(q)$ es la función de distribución del atributo q . El equilibrio se ilustra en el gráfico 4.

Todos aquellos que tienen un $q \leq q^*$ reciben \bar{q} y son agrupados, mientras que los que tienen un $q > q^*$ reciben $q - e$, se les identifica y están en la parte separadora del equilibrio. Es posible que todos estén agrupados. Esto ocurre cuando e , el coste del descubrimiento, es lo suficientemente grande como para que $q_{\max} - e$ sea menor que la media no condicional de toda la distribución. En el gráfico 5 se muestra otra perspectiva del equilibrio.

En este caso trazamos las funciones q^* , y $E(q | q \leq q^*) + e$, haciéndolas depender de q^* . La segunda función tiene pendiente positiva y cruzará la línea de los 45 grados, a menos que e sea lo suficientemente grande como para mantener a la segunda función por encima de la línea de 45 grados para todos los q^* . El punto donde se cruzan es el nivel de equilibrio de q^* .¹¹

(11) A pesar de que la función esperanza condicionada tiene pendiente positiva, su pendiente no es necesariamente menor que 1 y depende de $f(q)$. Por lo tanto, en principio es posible tener un número impar de cruces múltiples. Si hay tres, el del medio será inestable y los de los extremos se cruzarán con una pendiente inferior a 1 y serán estables. Para ver esto, fíjese que si en algún momento $q^* - e > \bar{q}$, entonces q^* aumentará y viceversa.

Gráfico 4
EQUILIBRIO EN EL MODELO DE SEPARACIÓN Y AGRUPACIÓN

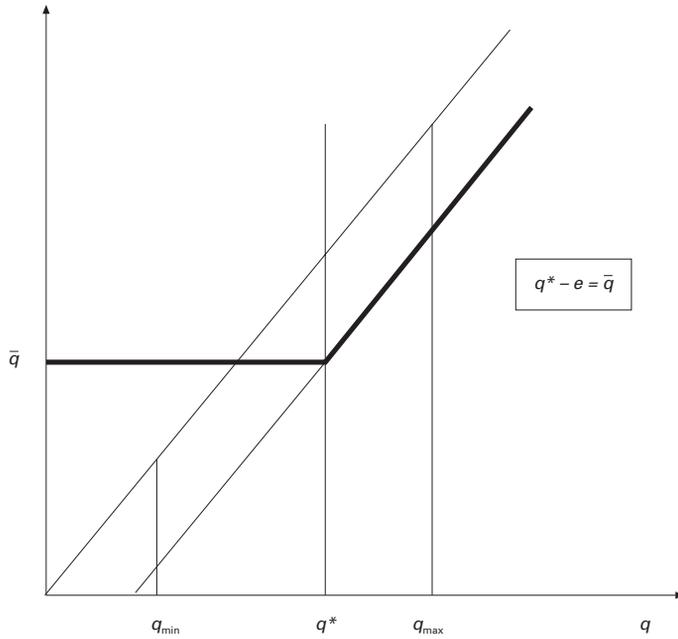
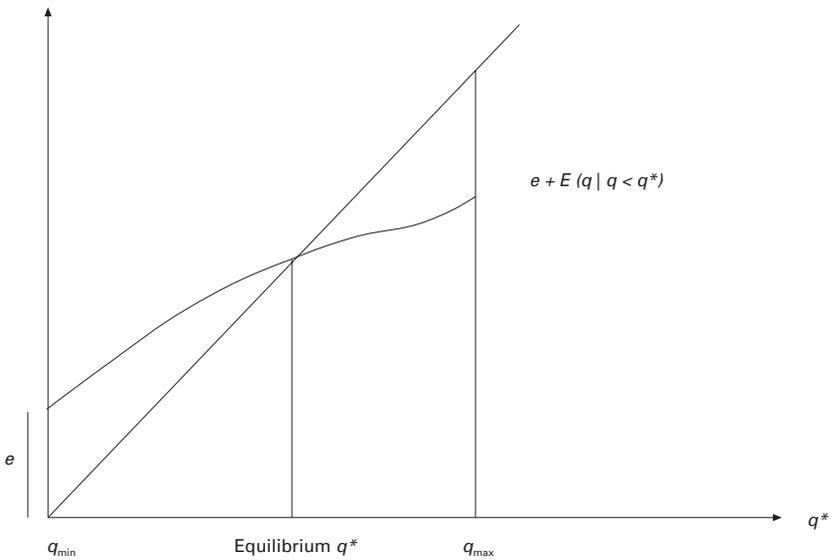


Gráfico 5
UNA VISIÓN ALTERNATIVA DEL EQUILIBRIO



La señal se vincula con la elección respecto al tipo de empresa al que se irá e informa parcialmente, no completamente, respecto al valor de las personas para la empresa. En el primer modelo he señalado que, en equilibrio, la señal retiene su contenido informativo si el coste de la señal está correlacionado negativamente con el (difícil de observar) atributo valorado. En este caso, el coste de la señal es una constante para todas las personas, pero debido al posterior descubrimiento y ajuste, el beneficio neto que la persona obtiene por emitir la señal está correlacionado positivamente con el atributo valorado.

Cabe la posibilidad de que la información transmitida por la señal aumente la eficiencia. Esta circunstancia aumenta la rentabilidad de ir a la parte separadora del mercado y, como efecto global, lleva al aumento del tamaño del grupo que envía la señal. Debería indicar también que en este caso se ha supuesto implícitamente que, una vez que ha sido obtenida, la información relacionada con la productividad es pública. Esto llevaría a que el empleador se viera obligado a pagarle al empleado el importe correspondiente a la diferencia entre su productividad y el coste del descubrimiento. Si, por otro lado, el descubrimiento es privado, el empleador y el empleado negociarían respecto al ingreso neto, y ello llevará a la reducción del ingreso neto del empleado, si se le compara con el caso en el que la información es pública. Así, cabe esperar que el tamaño del componente de agrupación del equilibrio de mercado aumente cuando el descubrimiento sea privado.

4. EL MODELO GENERAL CONTINUO¹²

A continuación, me gustaría demostrar algunas propiedades generales de los modelos de señalización.¹³ Posteriormente, veremos cómo se puede mejorar el resultado correspondiente al equilibrio del mercado mediante impuestos y subvenciones, utilizando el enfoque de la imposición óptima con información imperfecta. Las variables son n e y . La primera corresponde a algún atributo que (a) no se puede observar directamente, y (b) tiene valor para los empleadores, y la segunda representa los años de educación. La última es observable y puede tener valor para los empleadores. Las funciones que necesitamos son $S(n,y)$, en la que la productividad de un individuo o su valor para un empleador depende de la educación y de una variable n , a la que desde ahora denominaré capacidad. Las funciones restantes son $c(y, n)$, en la que el coste de la educación depende también de las dos variables ya mencionadas, y $w(y)$, que es el

(12) Esta sección es bastante técnica. No se trata de matemática compleja, pero se necesitan conocimientos generales de ecuaciones diferenciales y de cálculo de variaciones. No es fundamental para aquellos interesados en conocer las propiedades básicas de los equilibrios de señalización y puede ser dejada de lado por los lectores que acepten que las propiedades citadas en los ejemplos anteriores se cumplen también en el caso general. Los cálculos de la optimización de segundo óptimo tienen un cierto interés a la hora de interpretar lo que está pasando en el mercado.

(13) Gran parte del material de esta sección ha sido extraído de Spence (1974a).

salario ofrecido a una persona que se presenta en el mercado con una educación igual a y . Como éste es un terreno bastante conocido, iré algo más rápido. El equilibrio viene definido por dos condiciones. En primer lugar, dado $w(y)$, las personas maximizan sus ingresos netos (deducidos los costes de la educación) con respecto a y . Por lo tanto, maximizan $w(y)-c(y, n)$ haciendo que $w'(y)=c_y(y, n)$.

Esto se cumple para todo n . La condición de segundo orden, $w''(y)=c_{yy}(y, n)<0$, debe cumplirse. La segunda condición es que la experiencia que adquieren los empleadores en el mercado conforme pasa el tiempo debe ser consistente con sus ofertas, de forma que para todo n , $w(y)=s(n, y)$.

Olvidémonos momentáneamente de las condiciones de segundo orden. Dado que uno de los supuestos es que $s_n>0$, en principio es posible resolver la ecuación anterior para n en términos de w e y , digamos $n=N(w, y)$. Realizando una sustitución en las condiciones de primer orden, tenemos

$$w'(y)=c_y(y, N(w, y)) \quad (1)$$

Ésta es una ecuación diferencial ordinaria de primer orden. Tiene una familia de soluciones dependientes de un único parámetro que no se cruzan entre sí. En principio cada miembro de esta familia uniparamétrica puede formar parte de un equilibrio de señalización de mercado.¹⁴

Si $c(0, n)=0$ para todo n y si $c_{yn}<0$ y, además, se supone que $c_y>0$, en ese caso $c(y, n)$ será decreciente en n , y esto, combinado con una pendiente positiva de $w(y)$ (sin la cual nadie invertiría en educación), garantiza que y es una función creciente, o al menos no decreciente, de n . Supongamos que la función de ingresos netos es $N(y, n)=w(y)-c(y, n)$

Esta función tiene la propiedad de que N_y es una función creciente de n , lo que garantiza que si $N_y=0$ para un determinado valor de n , entonces si aumenta n , N_y será mayor que cero y el máximo se situará en un valor más elevado de y .

Al diferenciar (1) con respecto a y tenemos

$$w''=c_{yy}=c_{yn} \frac{dn}{dy} < 0$$

lo que significa que se cumple, efectivamente, la condición de segundo orden.

Sin ser demasiado formal sobre este aspecto, la educación, o cualquier señal potencial, transmite información en el equilibrio si sus costes,

(14) Las soluciones no pueden cruzarse porque si lo hicieran la derivada en un punto dado del espacio (w, y) tendría dos valores, lo que contradice la afirmación de que w' tiene un valor bien definido $F(w, y)$ para todos los puntos. Como consecuencia, supongamos que la familia de soluciones es $w(y, K)$, donde K es un parámetro. Si se cumpliera $w'_k > 0$ en algún caso, entonces se cumpliría en todos, ya que suponer lo contrario significaría que las soluciones se cruzan.

tanto en términos absolutos como marginales, disminuyen a medida que el atributo no visible valorado se incrementa. Ésta es una condición suficiente. En una sección posterior mostraré, mediante un ejemplo, que no es una condición necesaria.

Dado que para cada nivel de n , en equilibrio se cumple que $w(y) = s(n, y)$, diferenciando se obtiene

$$w'(y) = s_y + s_n \frac{dn}{dy} > s_y$$

ya que $s_n > 0$ y $dn/dy > 0$. Esto implica que, en la situación de equilibrio y debido al segundo término de la ecuación anterior, el beneficio privado de la educación es mayor que su contribución directa a la productividad. Este segundo término es el efecto de la señalización. Es la parte del beneficio privado de la inversión en educación que está ligada al nivel no observado de n . Como $w' = c_y$, la desigualdad anterior implica que $s_y - c_y < 0$, de modo que, en la situación de equilibrio, para todo n , la inversión en educación es mayor de lo que lo sería con información perfecta. Si n fuese observable, entonces a las personas se les pagaría $s(n, y)$ y elegirían la educación que maximizase $s - c$, estableciendo que $s_y = c_y$. Conviene fijarse en que si $s_n = 0$ para todo n , entonces el efecto de la señalización desaparece. El atributo n sigue siendo inobservable para los empleadores, pero las personas toman decisiones eficientes respecto a la inversión en educación, ya que cuentan con la información necesaria para tomar, de una forma óptima, las decisiones de inversión, y son los únicos que necesitan esta información.

Como ya se ha indicado, existe una familia uniparamétrica de escalas salariales de equilibrio que no se cruzan. Sea el parámetro igual a k y denotemos las escalas mediante $w(y, k)$. Como las soluciones no se cruzan, sin pérdida de generalidad podemos suponer que $w_k > 0$. El ingreso neto de las personas es $N = w - c$. Diferenciando parcialmente con respecto a k , manteniendo n constante, tenemos

$$N_k = w_k + (w_y - c_y)(\partial y / \partial k) = w_k > 0 \quad (2)$$

Así, un desplazamiento desde un equilibrio hacia otro lleva a que todos estén mejor o todos estén peor. Los equilibrios se pueden ordenar según el criterio de Pareto. Lo que ocurre a medida que se pasa de un equilibrio a otro es que la importancia de la sobreinversión en la señal aumenta o disminuye para todos. Debo confesar que, en aquel momento, incluso tras haber descubierto que podría haber equilibrios múltiples, no esperaba que hubiera una relación tan sencilla entre los mismos en términos del funcionamiento del mercado.

Podemos emplear la ecuación (2) anterior y el hecho de que $w = s$ para deducir el efecto que tiene un cambio en el equilibrio sobre los niveles de inversión en educación. $N = w - c = s - c$. Diferenciando con respecto a k , manteniendo n constante, y utilizando (2) tenemos

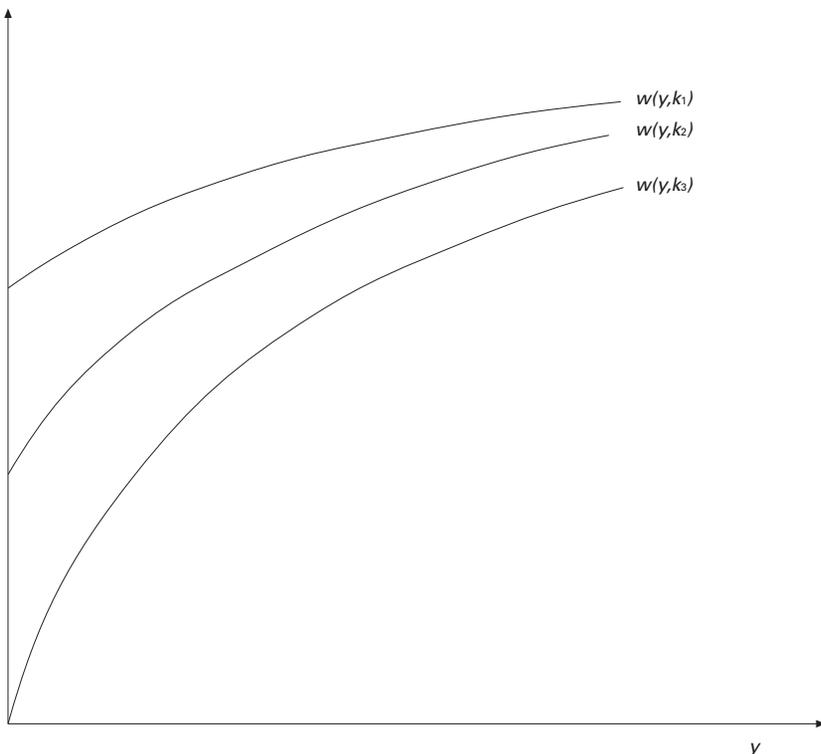
$$\frac{\partial y}{\partial k} = \frac{w_k}{(s_y - c_y)} < 0$$

Finalmente, partiendo de la condición de equilibrio $w^t=c_y$, diferenciando con respecto a k con un n fijo, tenemos

$$w_{yk} = - \left[\frac{\partial y}{\partial k} \right] (w_{yy} - c_{yy}) < 0$$

Esto nos proporciona una imagen bastante completa de lo que ocurre cuando la escala salarial de equilibrio aumenta. Se vuelve más llana, lo cual induce a menores niveles de inversión en educación. Los salarios medios disminuyen y los costes medios de la educación disminuyen aún más, con lo que los ingresos netos aumentan y todos mejoran. El gráfico 6 representa la familia de escalas salariales de equilibrio. A medida que nos desplazamos hacia arriba, disminuye su pendiente y el rango de la escala de la inversión en educación se desplaza hacia la izquierda. El gráfico 6 muestra los rangos de inversión en educación para cada escala. A medida que las escalas aumentan y se hacen más llanas, el rango de la inversión en educación se desplaza hacia la izquierda, es decir, disminuye.

Gráfico 6
FAMILIA DE ESCALAS SALARIALES DE EQUILIBRIO



Aunque puede ser interesante indicar que el efecto señalización lleva a una sobreinversión en la señal, en comparación con un mundo en el que

hubiera información perfecta, el mundo en el que vivimos no es así. Por ello, puede que sea más interesante valorar los resultados de equilibrio respecto a varios resultados de segundo óptimo, en los que se reconoce que hay brechas informativas y asimetrías, que no se pueden eliminar sencillamente tachándolas con el bolígrafo.

Comenzaré por el análisis de la maximización del ingreso neto total. Como veremos, en este caso se pueden alcanzar los niveles de inversión eficientes en educación para todo n . El impuesto necesario para lograrlo deshace el efecto de la señalización. La razón por la que éste es un caso bien definido es que un ingreso neto de un dolar tiene el mismo valor, independientemente de quién lo reciba; no nos hemos embarcado en el tema del intercambio entre la distribución de los ingresos y el objetivo de la eficiencia. Tras este breve análisis, nos detendremos en las funciones de bienestar social que no son lineales en el ingreso neto. Para este caso sí habrá un intercambio entre eficiencia y distribución. Mostraré que el resultado de mercado es muy parecido al resultado correspondiente a la maximización de una función de bienestar social convexa (es decir, no igualitaria). No es un resultado sorprendente, ya que la función de la señalización es establecer diferencias entre las personas de reducida y elevada productividad, lo cual supone alejarse de los resultados igualitarios. También quisiera subrayar desde el principio que el objetivo de este análisis no es proponer o promover que se graven o se subvencionen las señales, sino contribuir a arrojar más luz sobre las propiedades del equilibrio competitivo.

Maximizando el ingreso total neto

Supondremos que el atributo no observable n está distribuido entre la población de acuerdo con la función de densidad $f(n)$ y que la función de distribución está representada por $F(n)$. En ese caso, el ingreso total neto es

$$\int_n^{\bar{n}} N(y, n) f(n) dn \tag{3}$$

Al igual que antes, $N(y, n) = w(y) - c(y, n)$. Hay dos restricciones. Las personas eligen racionalmente y por ello $w^i = c_y^i$, y los salarios totales brutos deben ser iguales a la productividad total o valor generado para los empleadores:

$$\int_n^{\bar{n}} w(y) f(n) dn = \int_n^{\bar{n}} s(y, n) f(n) dn \tag{4}$$

En este caso, nuestro objetivo es seleccionar una escala $w(y)$ que lleve a elecciones educativas $y(n)$ para cada n , tales que maximicen el ingreso total neto, es decir, una vez deducidos los costes de la educación. En realidad esto es algo bastante directo. Utilizando (4), podemos sustituir $w(y)$ en (3) y elegir una $y(n)$ que maximice

$$\int_n^{\bar{n}} (s(y, n) - c(y, n)) f(n) dn$$

Ésta es la forma más sencilla de un problema de cálculo de variaciones.¹⁵ La solución es una escala $y(n)$ en la que $s_y=c_y$ para todos los niveles de n . El lector podrá advertir que los correspondientes niveles de inversión en educación son los que habría si n fuese observable, es decir, en el mundo hipotético de información perfecta. Por lo tanto, son, también, los niveles eficientes de inversión en educación para cada n : se invierte en educación hasta el punto en el que, en el margen, su contribución directa a la productividad (el efecto capital humano) es igual al coste marginal. Es decir, para maximizar el ingreso neto, la escala salarial se fija de la forma requerida para eliminar el efecto de la señalización, aunque la educación sigue transmitiendo la información y actuando como una señal. La parte de los beneficios de la señal que es privada (que está relacionada con el hecho de que se puedan establecer diferencias entre las personas y que, por lo tanto, se puede incluir dentro del tema correspondiente a la redistribución/suma cero del mecanismo del mercado) se elimina sencillamente mediante la escala óptima de impuestos o salarios. Para hallar la escala salarial requerida, calculamos la inversa de la escala óptima $y(n)$ y obtenemos $r(y)$ y la sustituimos en la condición optimizadora $w'(y)=c_y(y, r(y))$. Integrandolo, se obtiene

$$w(y)=w(0)+\int_0^y c_y(v, r(v))dv \quad (5)$$

Con el fin de que se cumpla la condición crítica, se fija el parámetro $w(0)$. En el mercado es posible que las personas reciban el pago correspondiente a su productividad, $s(y, r(y))$. Por lo tanto, se puede alcanzar el resultado deseado estableciendo un impuesto / subvención sobre la educación de $t(y)=s(y, r(y))-w(y)$, donde $w(y)$ se determina de acuerdo con (5). Si diferenciamos $t(y)$ con respecto a y se obtiene $t'(y)=s_y+s_n r^t-w^t=s_y-c_y+s_n r^t=s_n r^t$.

El último término de la ecuación es el efecto de la señalización en el margen, derivado de un cambio en la educación. Esto indica que, en el margen, el impuesto óptimo es igual al efecto de la señalización. Con ello se elimina la parte correspondiente a los beneficios privados de la educación y se deja únicamente el efecto del capital humano o la contribución directa a la productividad.

Se puede lograr también el mismo resultado con un impuesto sobre la renta. Denominemos l a la renta. Su relación con la educación viene dada por $l=s(y, r(y))$. Calculamos la inversa de dicha función y obtenemos $y=Y(l)$ y, posteriormente, hacemos que el impuesto sobre la renta $T(l)$ sea igual a $l-w(Y(l))$, donde, una vez más, $w(y)$ se determina de acuerdo con (5). Las personas elegirán el ingreso que maximice $l-T(l)-c(Y(l), n)=w(Y(l))-c(Y(l), n)$ bajo la condición $w^t=c_y$, que es el resultado deseado.¹⁶

(15) Para un buen tratamiento del cálculo de variaciones véase Courant. Se sustituye y por $\delta\theta(n)$, se diferencia con respecto a δ y el resultado se iguala a cero para todo $\theta(n)$. Así obtenemos $\int_0^n (s_y-c_y)\theta(n)f(n)dn=0$. Esto, a su vez, implica que $s_y=c_y$ para todo n .

(16) En este análisis se supone que, al establecer un impuesto sobre la renta y a la hora de elegir entre trabajo y ocio, no hay efectos de incentivos adversos. Si se producen dichos efectos, no hay equivalencia, en términos de resultados, entre el impuesto sobre la renta y el impuesto sobre la señal.

Para quienes vivimos en Estados Unidos, es interesante el hecho de que, en una primera y burda aproximación, nuestros costes educativos tengan, aproximadamente, una forma similar a la correspondiente a la escala de impuestos inductora de la eficiencia. Los niveles educativos más bajos están subvencionados, y las subvenciones se reducen en los niveles universitarios, a causa del peso que tiene el sector privado en la educación superior.

Los óptimos de segundo óptimo con información asimétrica

A continuación se presenta un análisis, breve, de los efectos que la maximización de ciertas funciones de bienestar social tiene sobre la inversión en educación y sobre los ingresos netos. Como antes, $N=w(y)-c(y,n)$ es el ingreso neto y n se distribuye entre la población de acuerdo con $f(n)$. Sea $V(N)$ el valor social del ingreso neto de N para cualquier persona. En principio la única restricción que estableceremos respecto a $V(N)$ es que su pendiente sea positiva –es mejor tener más ingresos netos. Adoptaremos una función aditiva de bienestar social:

$$z = \int_{\underline{n}}^{\bar{n}} V(N(n))f(n)dn$$

Por ahora no haremos ningún supuesto sobre la forma de $V(N)$, salvo que tiene pendiente positiva. El objetivo es maximizar Z sujeto a dos restricciones. La primera es que las personas realizan una elección racional en lo que a la educación se refiere $w^t(y)=c_y(y, n)$.

La segunda restricción es que los salarios brutos equivalen a la producción total o a la:

$$\int_{\underline{n}}^{\bar{n}} (w-s)f(n)dn=0 \tag{6}$$

Supongamos que la función concreta $w(y)$ que es elegida conduce a una elección de $y=r(n)$ para cada nivel de la característica no observada. Diferenciando totalmente $N(y, n)$ con respecto a n tenemos

$$\frac{dN}{dn} = (w^t - c_y)r^t - c_n = -c_n > 0 \tag{7}$$

Sea $N(\underline{n})=K$. Integrando (7) con respecto a n tenemos

$$N(n) = K - \int_{\underline{n}}^n c_n(r(u), u)du \tag{8}$$

Teniendo en cuenta que $w=N+c$, y sustituyendo en (6) la condición de que los salarios totales sean iguales a la productividad total del conjunto de la población, tenemos

$$K = \int_{\underline{n}}^{\bar{n}} [s - c + \int_{\underline{n}}^n c_n(r(u), u)du] f(n)dn \tag{9}$$

El objetivo de todo esto es sencillamente librarse de la función $w(y)$. Así, supongamos que estamos seleccionando una función de pendiente positiva $y=r(n)$ con el objetivo de maximizar Z . Utilizando (8) y (9) nos aseguramos de que se satisfacen las dos restricciones del problema, pero sigue sin aparecer la escala salarial o impositiva. Podemos calcularla posteriormente utilizando la escala óptima $r(n)$, calculando la inver-

sa de dicha escala, $n = h(y)$, sustituyendo n en $w^t = c_y$ e integrando, se obtiene el $w(y)$ que induce las elecciones de la señal que resuelven el problema de optimización.

La solución del problema es:¹⁷

$$(s_y - c_y)f = c_{yn} \times \left[F(n) - 1 + \frac{\int_n^{\bar{n}} V^t f du}{\int_n^{\bar{n}} V^t f du} \right] \quad (10)$$

En el caso en el que $V^t(N)$ sea una constante y por lo tanto $V(N)$ sea lineal, la parte derecha de (10) será igual a cero. Este es el caso que acabamos de examinar, en el que el ingreso total neto se maximiza induciendo las elecciones eficientes respecto a la inversión en educación. Es sólo un caso especial del problema más general y en este caso la escala óptima viene dada por $s_y = c_y$, para todo n .

Si $V(N)$ es muy cóncava y, consecuentemente, la primera derivada disminuye rápidamente, entonces en el límite lo único que importa es el ingreso neto de las personas que cuentan con los menores ingresos netos. A este caso se le suele denominar el caso maximin y en él (10) se convierte en

$$(s_y - c_y)f = -c_{yn}(1-F) \quad (11)$$

La parte derecha de (11) es positiva, lo cual significa que la inversión en educación está por debajo del nivel de información eficiente y completa. Para valores altos de n , $(1-F)/f$ se aproxima a cero y la inversión en educación es eficiente.¹⁸

El resultado maximin en términos de inversión en la señal es también el resultado que se obtendría si hubiera un comprador monopsonista de los servicios laborales. La razón es que el monopsonista quiere maximizar la diferencia entre la productividad y los salarios brutos, bajo la restricción de que el ingreso neto de las personas que tienen los menores ingresos netos no caiga por debajo de algún nivel predeterminado. Así, la solución al problema del monopsonista es maximizar el ingreso neto de los niveles más bajos y después reducir $w(y)$ uniformemente para todos los niveles educativos. En términos matemáticos, estamos sencillamente invirtiendo la función objetivo y una de las restricciones.

Lo contrario ocurre cuando la función de bienestar es extremadamente convexa, con lo que su pendiente aumenta rápidamente. En el límite esto significaría valorar sólo los ingresos netos de los que cuentan con los

(17) A este resultado se llega mediante otra aplicación del cálculo de variaciones. Se sustituye la función $r(n)$ por $\delta\theta(n)$, se diferencia con respecto a δ y se iguala a cero. Tras varios cambios del orden de integración se llega a una ecuación de la forma $\int_n^{\bar{n}} (Q(r(n), n)\theta(n)dn) = 0$. Como este resultado debe cumplirse para todas las funciones $\theta(n)$, la condición de optimización es $Q(r(n), n) = 0$. La aplicación de todo esto al caso considerado lleva a la condición (10).

(18) Esto se deduce del hecho de que $(1-F)/f$ sea la recíproca de la derivada de $-\log(1-F)$

mayores ingresos netos, el caso maximax. En este caso, la condición de optimización (10) es

$$(s_y - c_y)f = c_{yn}F \tag{12}$$

En este caso, la parte de la derecha de (12) es negativa, indicando que, al igual que ocurre en el equilibrio de mercado con información imperfecta, la inversión en educación se sitúa por encima del punto en el que se logra la contribución a la productividad. Para valores muy pequeños de n , F/f tiende a 0 y, por tanto, la inversión en educación es eficiente en los niveles más bajos.¹⁹

Para los casos en los que $v(N)$ no es muy extrema (muy convexa o cóncava), en (10) se puede ver que la parte derecha se aproxima a cero cuando n se acerca a sus valores mínimos y máximos. Suponiendo que $f(n)$ no toma el valor cero en los extremos, esto significaría que para valores extremos de n la inversión en educación es eficiente, es decir $s_y - c_y = 0$. Esta no es, en general, una característica del equilibrio competitivo y, por lo tanto, podemos llegar a la conclusión de que el equilibrio competitivo no suele ser la solución para los problemas de optimización relacionados con este tipo de funciones de bienestar social. Se puede reformular la condición de optimización (10) de la siguiente manera:

$$(s_y - c_y)f = -c_{yn}[1 - F] \times \left[1 - \frac{E(V^i | u > n)}{E(V^i)} \right]$$

donde $E(*| -)$ es el valor esperado condicional. En el caso de las funciones cóncavas, el término que aparece entre los corchetes, a la derecha, es siempre positivo, con lo que la inversión en educación se sitúa por debajo del nivel eficiente para todo n , excepto probablemente en los extremos. En el caso de las funciones de bienestar convexas, la derivada está aumentando y, por tanto, el término entre corchetes es negativo. El nivel de inversión en educación supera el nivel eficiente.²⁰

(19) Esto es la consecuencia del hecho de que F/f sea la recíproca de la derivada de $\log(F)$.

(20) Aquellos que estén familiarizados con los problemas de imposición óptima reconocerán la forma de esta condición de optimización. En el problema del impuesto sobre la renta, el bienestar individual cuantificado en dólares es $u(w, l) = w \cdot l - t(w \cdot l) - h(l - \bar{l})$, donde w es la renta por hora trabajada, l es el número de horas trabajadas, $t(w \cdot l)$ es un impuesto sobre la renta y \bar{l} es una constante que se podría considerar como el tiempo total disponible. Las personas maximizan u con respecto a l haciendo que $w \cdot l - h \cdot l = 0$. El gobierno tiene la restricción de la renta, de modo que $\int_0^1 t(w) dw = K$. Si $v(u)$ es la función de bienestar, entonces queremos maximizar $\int_0^1 v(u) f(w) dw$. En este paso se cambia la escala de optimización a $y(w)$, se elimina la función de impuestos $t(y)$ ya que $du/dw = h \cdot y/w^2$, se impone la restricción de la renta para determinar $u(0)$ y el cambio de escala de la función $y(w)$ para encontrar el óptimo. El óptimo se logra cuando

$$f \left[1 - \frac{h^t}{w} \right] = \left[1 - \frac{y h^t}{h^t} \right] \frac{h^t}{w^2} \\ \times (1 - F) \left[1 - \frac{E(V^i | u > w)}{E(V^i)} \right]$$

Obsérvese que si $v(u)$ es lineal, la parte derecha de esta ecuación es cero. Las elecciones de trabajo-ocio son eficientes y los ingresos del gobierno aumentan con un impuesto de suma fija que no distorsiona la elección trabajo-ocio.

Recapitulando, el patrón general está bastante claro. El equilibrio de mercado genera sobreinversión en la señal debido al efecto de la señalización, que es un beneficio privado para el inversor, pero que no proporciona ningún beneficio social, pues su función es puramente redistributiva. La redistribución tiene lugar en forma de incremento de las rentas brutas y netas de aquellos que cuentan con mayores niveles de educación y productividad y, por tanto, de renta; los equilibrios de mercado tienden a parecerse a las soluciones a un problema de optimización de segundo óptimo con una función de bienestar social convexa. No resulta sorprendente que éstas sean las funciones de bienestar en las que los ingresos netos más elevados tienen mayor peso que los más reducidos.

El caso en el que los costes de la educación aumentan con el atributo oculto: costes de señalización que se comportan al revés de lo esperado con respecto a la productividad

El caso estándar de señalización en el que la señal se mantiene y conserva su contenido informativo se produce cuando existe un atributo no observable que tiene valor para los compradores (en los ejemplos que estamos analizando, los empleadores) y los costes de emprender alguna actividad observable están correlacionados negativamente con el atributo valorado. No obstante, los ejemplos del mercado de trabajo son un poco más complicados en el sentido de que el atributo no observado contribuye, al igual que lo hace la señal, a la productividad de la persona. Así, sea cual sea el atributo no observado, tiene valor por dos razones: por la relacionada con el efecto directo sobre la productividad y por la vinculada con el hecho de que la reducción de los costes de adquisición de capital humano tiene también valor. Hasta ahora hemos supuesto relaciones directamente proporcionales. Pero existe la posibilidad de que los atributos que reducen el coste de adquirir la educación no coincidan con los que aumentan la productividad o que, incluso, tengan un efecto negativo sobre la misma. Sabemos que si $S_n=0$ podemos tener un equilibrio de señalización, aunque en ese caso la señal no sea necesaria: sencillamente sirve para identificar *ex post* a aquellos que tienen costes educativos más bajos y, por tanto, mayores niveles de formación.

La pregunta que formulo ahora es: ¿se puede obtener un equilibrio de señalización cuando $c_{yn}>0$, suponiendo que $s_n>0$? Sobre la base del análisis de los equilibrios, sabemos que la condición de segundo orden respecto a la elección de nivel educativo realizada por una persona sólo se cumple si $w^{tt}-c_{yy}=c_{yn}dn/dy<0$. Esto significa que si $c_{yn}>0$ se puede tener un equilibrio con señalización sólo si $dn/dy<0$. A este respecto, cabe preguntarse ¿es esto posible? El único caso en el que podría ocurrir es si el efecto del capital humano es lo suficientemente significativo como para contrarrestar el efecto negativo de la señalización. Por ello, si $s_y=0$, esto lógicamente no podría ocurrir. La señal no tiene ninguna contribución directa en lo que se refiere a la productividad y envía un mensaje erróneo respecto al atributo no observado. Todos elegirán $y=0$. Ahora bien, la respuesta a la pregunta anterior es afirmativa siempre y cuando el efecto del capital humano sea lo suficientemente grande como para contrarrestar el efecto negativo de la señalización. Puede haber equilibrios de señalización en los que los costes de la señalización aumenten a medida que lo

hace el atributo no observado que contribuye a la productividad. Demostraré esto con un ejemplo. Intuitivamente, esto debería tener sentido si el efecto del capital humano es lo suficientemente grande, debido a que en ese caso el atributo que tiene realmente valor para las personas y los empleadores es aquel que reduce los costes de la educación. La clave es que la escala salarial debe tener pendiente positiva con respecto a la señal, y esto puede ocurrir si s_y es lo suficientemente grande, aunque se cumpla que $s_n < 0$. En este contexto, la respuesta correcta respecto a la condición que hace posible el que haya un equilibrio de señalización es que el beneficio neto de adquirir la señal esté correlacionado positivamente con el efecto bruto sobre la productividad. Esto podría ocurrir en determinados segmentos de la población si las personas con mucho talento se enfrentasen a elevados costes de oportunidad, como consecuencia del tiempo dedicado a la educación.

Con independencia del mayor o menor interés que pueda tener este caso desde un punto de vista empírico, sirve para poner de manifiesto que la formulación más general de las condiciones relacionadas con la señalización aparece expresada en términos de beneficios brutos y netos, y no sólo en forma de costes de señalización. No me di cuenta de esto cuando trabajaba por primera vez en los equilibrios de señalización. Por entonces pensaba que el que no se cumpliera la, plausible desde un punto de vista intuitivo, condición relacionada con la correlación negativa respecto a los costes daría al traste con el equilibrio de señalización. Otra razón por la que podría tener interés este caso es porque el efecto de la señalización es el contrario. En equilibrio, si $c_{yn} > 0$ y hay señalización $dn/dy < 0$, y consecuentemente

$$w^t = s_y + s_n \frac{dn}{dy} < s_y$$

Por lo tanto, el efecto negativo de la señalización hace que el beneficio privado de la educación se sitúe por debajo del beneficio social y que, consecuentemente, se produzca una infrainversión en educación.²¹ Nos queda pendiente la demostración, mediante un ejemplo, de que esto puede ocurrir, al menos, en teoría y quizá también en la realidad.

Demostremos que esto es posible mediante un ejemplo. Supongamos que $s(n, y) = ny^\theta$, y que $c(y, n) = n^\alpha y^\beta$, donde $\alpha < 1$. Basándonos en el análisis estándar de equilibrio, tenemos

$$w^t = c_y = \beta n^\alpha y^{\beta-1} \quad (13)$$

Además, $w = ny^\theta$ o $n = wy^{-\theta}$. Sustituyendo en (13), tenemos la ecuación diferencial en $w(y)$ que determina las escalas salariales de equilibrio: $w^{-\alpha} w^t = \beta y^{(\beta-1-\alpha\theta)}$.

Una de las soluciones de esta ecuación diferencial es: $w(y) = Ky^{(\beta-\alpha\theta)/(1-\alpha)}$ donde K es una constante.²² Si a continuación se determinan las elecciones educativas realizadas en la situación de equilibrio, éstas vendrán

(21) Pensé que Gary Becker, autor de los trabajos pioneros respecto al capital humano, las funciones de producción de las familias y muchas otras áreas, apreciaría este resultado.

(22) Como éste es tan sólo un ejemplo ilustrativo, no tiene mucho sentido estudiar todos sus equilibrios.

dadas por $y(n) = Tn^{(1-\alpha)/(\beta-\theta)}$ donde T es otra constante. La condición de segundo orden se cumple y todo marcha si $dy/dn < 0$, cosa que ocurre si $\alpha < 1$ y $\beta < \theta$. Es decir, hay señalización y se produce un equilibrio separador si la elasticidad de la productividad con respecto a la educación es mayor que la elasticidad de los costes de la educación con respecto a la educación. O, en lenguaje más sencillo, si la educación es lo suficientemente productiva como para justificar sus costes y contrarrestar el efecto negativo de la señalización.

Otra forma de reflexionar sobre estas relaciones y este caso es transformar la variable no observada de n a $t = \bar{n} - n$, donde \bar{n} es el máximo nivel de n . Efectivamente, de esta forma se define la característica no observada como aquella que reduce los costes de la educación. Ahora la inversión en educación aumentará con t , suponiendo que se produce un equilibrio separador, porque $c_{yt} < 0$. Sin embargo, en este caso el efecto de t en la productividad es negativo, y si este efecto es lo suficientemente intenso en comparación con el correspondiente al capital humano, evitará la aparición de una versión separadora del equilibrio de señalización. La razón es que el efecto de la señalización hará que la función sea decreciente en y , salvo en aquellos casos en los que el efecto del capital humano sea lo suficientemente grande. Habrá un equilibrio agrupador en $y=0$ y esto, por supuesto, lleva, en el ejemplo hipotético, a una infrainversión importante en la señal potencial, aunque sea capital humano productivo.

La información contenida en la señal puede mejorar la productividad

Se debería señalar que la información transmitida por la señal puede, en sí misma, ser productiva. Esto ocurrirá si el hecho de contar con mejor información influye en la calidad de una decisión o en la eficiencia con la que se toma. En el contexto del mercado de trabajo se podría incorporar de la siguiente manera. Supongamos que la productividad es $v(n, y, d)$, donde d es una decisión que toma el empleador. Podría tratarse de una decisión sobre el tipo de trabajo a asignar a alguien o una decisión sobre la formación requerida. En este contexto, y al menos para los equilibrios en los que la señal transmite información en el equilibrio, el análisis previo se podría interpretar considerando que $s(n, y)$ es el máximo de $v(n, y, d)$ con respecto a d para cada nivel de n e y . Fíjese en que este componente del valor es diferente del relacionado con el efecto del capital humano. A diferencia del efecto del capital humano, este elemento de valor sólo existe si la señal está transmitiendo información en el equilibrio. Se perdería en un equilibrio agrupador parcial o completo, incluso en el caso en el que dicho equilibrio tuviera en cuenta la inversión en educación.

En situaciones tales como las correspondientes al modelo de Lazear que ya hemos examinado, en las que en el equilibrio hay tanto componentes agrupadores como separadores, el que se añada una decisión que se toma mejor con información hará que el valor de la señal aumente o, dicho con mayor precisión, que aumenten los beneficios netos. Esos beneficios netos se trasladan a las personas gracias a la competencia existente entre los empleadores. Así, el tamaño relativo de los componentes agrupadores y separadores del equilibrio se modificará en favor

de la parte separadora. Aumentará el número de personas que opten por las empresas que incurren en el gasto de controlar y conocer la productividad a medida que transcurre el tiempo.

5. EL TIEMPO Y LA ASIGNACIÓN DEL TIEMPO COMO SEÑAL Y COMO MECANISMO DE SELECCIÓN²³

Los principios que gobiernan la supervivencia de las señales en los mercados pueden aplicarse a otros contextos. La clase de estructura de incentivos, mixta o imperfectamente ordenada, que caracteriza a los mercados está presente en muchas situaciones. Concretamente, las situaciones en las que los individuos tienen un nivel de interés no conocido, o detectado de forma imperfecta, respecto a alguien o a algo están siempre presentes. En estas situaciones se observa frecuentemente que se utiliza como señal de interés el tiempo dedicado por la persona. La literatura y las experiencias cotidianas sugieren que la asignación del tiempo es una señal omnipresente y persistente, que en ocasiones se utiliza, de forma deliberada, como mecanismo de selección.

La insistencia respecto a utilizar el tiempo dedicado a algo como señal de interés por dicha cosa es un reflejo del hecho de que el tiempo es escaso y todo el mundo lo sabe. Existe un precio sombra no nulo para el tiempo y, por lo tanto, el que se le utilice en función de determinada persona, objetivo o interés debe significar que quienes han empleado su tiempo en dicha labor han superado alguna prueba de beneficio neto implícito, que no han superado aquellos que no lo han empleado de la misma forma.

El uso y la interpretación del tiempo como una señal se complica y se enriquece por la oportuna observación de que entre las personas existen diferencias, tanto percibidas como reales, respecto al precio sombra del tiempo. Estas diferencias se utilizan para interpretar la señal. La asignación de una pequeña cantidad de tiempo por parte de una persona que tenga un precio sombra percibido del tiempo elevado tiene el mismo peso que una mayor asignación de tiempo por una persona que tenga un menor precio a este respecto. Por ejemplo, quienes han disfrutado de posiciones, visibles, de liderazgo en prácticamente cualquier organización saben que su asistencia a determinados acontecimientos es considerada como una señal de interés y de apoyo y, al contrario, cuando no asisten muestran, a veces a propósito y en otras ocasiones sin darse cuenta, una falta de interés, apoyo o entusiasmo. Merece la pena señalar que el contenido informativo de estas señales tan frecuentes no está relacionado inevitablemente con el hecho de que la presencia de la persona en cuestión (la que emite la señal) sea necesaria o de que tenga que desempeñar determinado papel durante el evento. De hecho, el que tenga que desempeñar determinado papel puede diluir la señal, ya que complica la interpretación de las razones que justifican la presencia del líder.

(23) En parte, esta sección se basa en un artículo prácticamente desconocido (probablemente por razones justificadas) del autor (Spence, 1973b).

El tiempo también se emplea habitualmente como un mecanismo de selección o como parte del precio de admisión en acontecimientos donde el aforo es limitado. En el caso de los acontecimientos deportivos o los espectáculos, es frecuente encontrar un sistema mixto, que implica la utilización tanto del precio como del tiempo, para asignar el número limitado de plazas. La cuestión que abordaré brevemente en esta sección es por qué es preferible un sistema mixto a un sistema basado exclusivamente en los precios. La respuesta intuitiva es que la disposición o la capacidad de pago puede ser una señal vaga del interés real que se tenga respecto al acontecimiento, con independencia de que la no utilización del sistema de precios sea ineficiente por dos razones.²⁴ El sistema mixto asigna las plazas o la accesibilidad a aquellos que venderían (y a veces lo hacen, si hay un mercado secundario) su plaza a alguien que tuviera una mayor disposición para pagar –cuando ocurre esto ambas partes mejoran. En segundo lugar, el tiempo empleado para hacerse con la plaza supone una pérdida de eficiencia en términos de bienestar en la mayoría de las circunstancias. A pesar de los claros problemas que se derivan de la dificultad existente para utilizar el sistema de precios, el uso de un sistema mixto es muy frecuente y ello debe significar que se persigue algún otro objetivo no compatible con la distribución real de los ingresos. Si la distribución de los ingresos se considera óptima, es difícil señalar una razón que justifique el que se incurra en los costes del sistema mixto antes mencionado.

Voy a utilizar un ejemplo sencillo para ver los efectos que se derivan del uso de un sistema mixto a la hora de enfrentarse con esta clase de problemas de asignación de recursos. Con él no se trata de plantear un modelo general, sino que sólo se intenta indicar cuáles son los parámetros relevantes a la hora de determinar las características relacionadas con el funcionamiento de los resultados.

Sea θ el valor asignado por una persona a un determinado acontecimiento. Se la puede considerar como una valoración en dólares basada en una distribución prácticamente equitativa de los ingresos, o bien como una medida de valor efectuada con un sistema basado totalmente en el tiempo. No se trata de la disposición real a pagar por acceder al acontecimiento. Se distribuye uniformemente entre la población en el intervalo $[0,1]$. El valor del dinero es λ y se distribuye también uniformemente entre la población en el intervalo $[0,1]$. La hipótesis respecto al valor marginal del tiempo es que es igual a $G - a\lambda$. Si el parámetro a es cero, entonces es una constante; si $a > 0$, entonces el valor marginal de tiempo está correlacionado negativamente con el valor marginal del ingreso, y la inversa también se cumple. La fracción de la población que puede tener acceso al evento es N , y supondremos que $N < 0,5$. Finalmente, supongamos que p es el precio monetario que se paga por acceder al evento y que T es el precio del tiempo.

(24) Hay artistas que, frente a la asistencia de personas que tengan interés e ingresos elevados, prefieren la presencia de personas que tengan un interés genuino, ya que consideran que la calidad del evento se ve afectada por la interacción entre el artista y los espectadores.

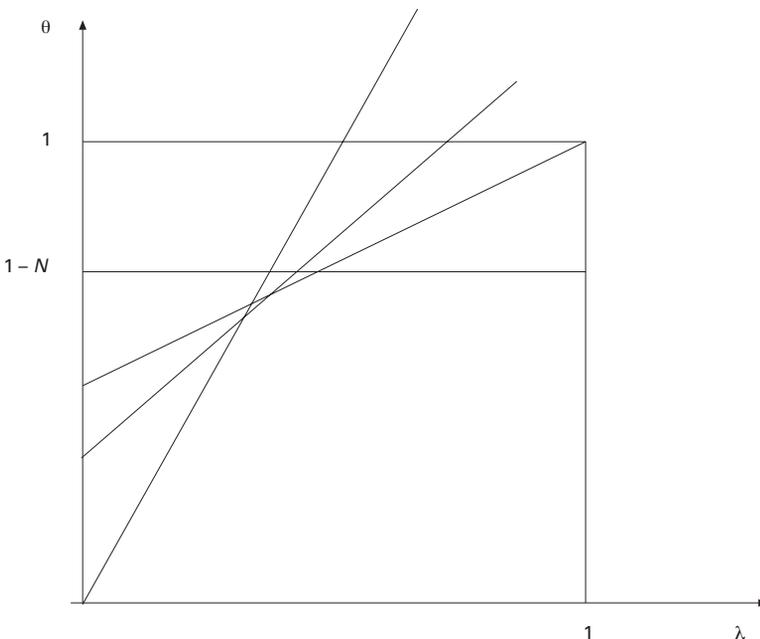
El conjunto de personas que asiste al acontecimiento son las personas cuyas combinaciones de (θ, λ) son compatibles con la desigualdad $\theta - \lambda p - (G - a\lambda)T = \theta - (p - aT)\lambda - GT \geq 0$.

Supongamos que $S = GT$ y que $R = p - aT$. En ese caso, la desigualdad anterior se convierte en $\theta - R\lambda - S \geq 0$.

Sea $A = \{(\theta, \lambda) : \theta - R\lambda - S \geq 0\}$. Bajo estas condiciones y debido a que la oferta de plazas está limitada, el área de la región asociada con A tiene que ser N.

El gráfico 7 es útil a la hora de analizar las opciones. Cada una de las líneas que se encuentran dentro del cuadrado unitario representa combinaciones de R y S que llevan a que el área situada por encima de la línea sea N. La línea que pasa por el origen representa el sistema de precios puro. A medida que aumenta el precio del tiempo T, aumenta S y disminuye R. Se comprueba fácilmente, sin demostraciones complicadas, que a medida que aumenta T, el valor medio de θ aumenta, a pesar de que las cifras totales permanezcan constantes, y por lo tanto el valor total bruto para los consumidores está aumentando. Esto sigue siendo así hasta que la línea se vuelve horizontal, momento en el que $R=0$. También se ve claramente que los incrementos son más grandes en los niveles bajos de T

Gráfico 7
COMBINACIONES DE PRECIO Y TIEMPO PARA RACIONAR
LOS RECURSOS ESCASOS



o S , debido a que, al principio, se están intercambiando niveles reducidos de θ por niveles mucho más elevados.

Es posible que el sistema mixto de tiempo y precios se utilice habitualmente con el sencillo fin de lograr este resultado, principalmente asignando las plazas a quienes les dan un mayor valor, y que quienquiera que tome estas decisiones no piense o no se preocupe por el coste, en términos de bienestar, del tiempo, uno de los componentes del precio. No obstante, quizá sea más interesante la pregunta correspondiente a si el uso del sistema mixto incrementa en algún caso los beneficios netos. Supongamos que los ingresos en dólares se distribuyen de forma neutral de modo que el componente precio de la tarifa de acceso no genera ni beneficios ni costes. Sin embargo, el componente tiempo de esa tarifa genera costes en términos de bienestar.

$$\text{Los beneficios netos son } Z = \int_A \theta - SN + \frac{aS}{G} \int_A \lambda.$$

El segundo término recoge los costes en términos de bienestar del componente tiempo de la tarifa de acceso. Ya hemos señalado que el primer término, los beneficios brutos, son una función creciente de $S=GT$, reflejando la utilización del tiempo como parte del mecanismo de asignación. Esto es cierto independiente del signo o tamaño del parámetro "a". Además, en el gráfico 7 se puede ver que, comenzando en $S=0$, los beneficios de incrementar S , o T , son mayores al principio (es decir, cerca de $S=0$), debido a que a medida que las líneas se mueven hacia arriba y giran hacia la derecha, desaparecen los niveles promedio bajos del parámetro de valoración θ y se incorporan los niveles más elevados. La diferencia entre las salidas y las entradas se reduce de manera sostenida conforme aumenta S y las líneas pasan a ser más planas.

Esto nos lleva a la cuestión de si también aumentan los beneficios netos, al menos por encima de cierto nivel, a medida que s aumenta. Es en cierto modo tedioso, si bien no difícil, demostrar que en este ejemplo la pendiente de los beneficios brutos en $S=0$ es

$$\left. \frac{d \int_A \theta}{dS} \right|_{S=0} = \frac{1}{3}N$$

La derivada de los beneficios netos en $S=0$ es²⁵

$$\left. \frac{dZ}{dS} \right|_{S=0} = \frac{2}{3}N \left[N \frac{a}{G} - 1 \right]$$

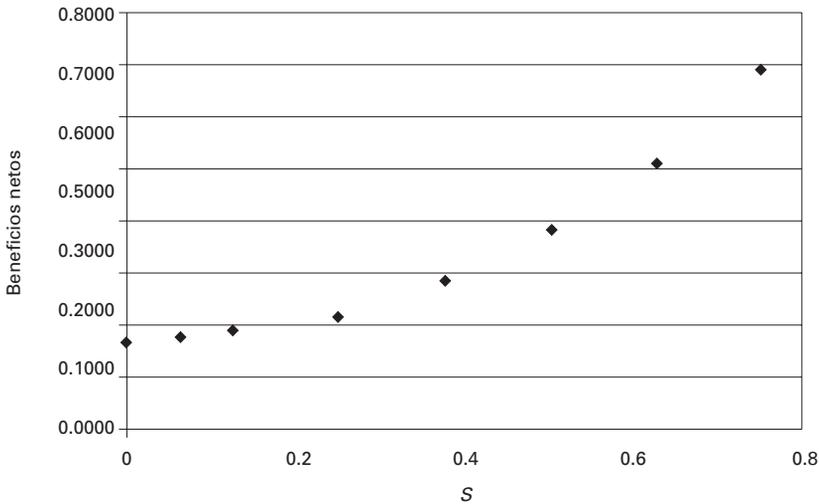
Si el parámetro a es cero, se puede ver que en este ejemplo los costes relacionados con la pérdida de bienestar tienen mayor peso que las ganan-

(25) A estos resultados se llega de la siguiente forma. Para $R+S>1$, $R=(1-S)^2/2N$, los beneficios brutos son $(1/R)[(1/3)(1-S^3)-(S/2)(1-S^2)]$, y el coste, en términos de bienestar, del tiempo es $(2/3)N^2[aS/G(1-S)]-SN$. De forma similar, cuando $R+S<1$, lo cual se produce a medida que S aumenta, $R=2(1-S-N)$, los beneficios brutos son $(1/2)[(1-S^2)-RS-(R^2/3)]$ y los costes, en términos de bienestar, del uso del tiempo son $[(1-s)/2]-R/3$. Cuando $R+S=1$, la línea que separa a los admitidos de los no admitidos pasa por el punto $(1, 1)$ y de ahí que las fórmulas cambien en ese punto.

cias obtenidas en los beneficios brutos. Sin embargo, si "a" es positivo y lo suficientemente grande, los beneficios netos aumentan al menos por encima de determinado nivel. Veámos, de forma intuitiva, por qué debería ocurrir esto. En este caso el precio es una mala señal del valor. El tiempo, si su coste marginal no está correlacionado con el precio, es una señal más adecuada, pero no es lo suficientemente buena como para contrarrestar el coste asociado a la pérdida de bienestar. Sin embargo, si el coste marginal del tiempo está relacionado negativamente con el valor marginal de los ingresos, entonces la combinación del precio y el tiempo es una señal mucho más buena. Y si los costes marginales del tiempo decaen con rapidez a medida que aumenta el valor marginal de los ingresos, entonces el coste del tiempo necesario para *clasificar* a los compradores de altos-ingresos y bajos-valores es, en términos relativos, reducido.

A modo de ilustración, el gráfico 8 muestra el valor de los beneficios netos como función de S, para el caso en el que $G=2$, $N=0,25$ y $a=14$. En este punto el lector debería olvidarse de los niveles más altos de S, pues están asociados con precios negativos. Por encima de un determinado nivel de S, o coste del tiempo, el modelo comienza a redistribuir ingresos, lo que va en contra del espíritu del análisis.²⁶

Gráfico 8
BENEFICIOS NETOS EN FUNCIÓN DEL USO DEL TIEMPO



(26) En cierta medida, la existencia de un mercado secundario reducirá los beneficios del sistema mixto, ya que atraerá hacia el sistema de asignación primario a aquellos empresarios que, como consecuencia de su valoración relativamente baja del tiempo, participarán en el mismo con el fin de obtener beneficios con el arbitraje. Elevarán el precio por encima de aquél que vacía el mercado primario y, consecuentemente, expulsarán de dicho mercado a algunos de los que tienen valoraciones brutas altas.

En resumen, a pesar de que este sencillo ejemplo no basta para cerrar la cuestión relacionada con la forma en la que los mercados abordan la resolución de problemas complejos de asignación en un mundo de información imperfecta, sí sugiere, o así lo espero, que los tipos de sistemas mixtos que encontramos en el mundo real pueden ser soluciones bastante innovadoras con respecto a estos problemas y quizá no deberían ser descartados siempre, considerándolos errores cometidos por personas que no comprenden las virtudes del sistema de precios. Es posible que haya incluso sistemas alternativos de valoración que sean más interesantes y menos despilfarradores, tales como las horas dedicadas a las tareas de interés general, que podrían utilizarse, junto con el sistema de precios, para distribuir los tiques, muy valorados, correspondientes a eventos importantes. A pesar de que dichas alternativas podrían no ser tan efectivas como el tiempo a la hora de anular el efecto del sistema de precios, también podrían tener un menor coste en términos de bienestar.

6. INTERNET Y LA CAMBIANTE ESTRUCTURA INFORMATIVA DE LOS MERCADOS

La idea respecto a que internet (o, para ser más precisos, su, en términos relativos, reciente accesibilidad para un amplio conjunto de usuarios) ha cambiado la estructura informativa de muchos mercados, sectores y economías probablemente no sea nada polémica. Se podría discutir sobre la rapidez del cambio, sobre si ha sido muy rápido o sobre si ha habido una evolución gradual desde el telégrafo (que fue el primer momento en el que la comunicación a distancia no exigió el movimiento físico de algo y, por tanto, en cierto modo, se convirtió en algo casi instantáneo) hasta la radio, el teléfono, la televisión, el fax, etcétera. También ha sido fácil para algunos rechazar todo esto como si se tratase de una moda pasajera, basándose en la serie de altibajos que acabamos de sufrir. Sin embargo, en mi opinión esto sería un error. Sabemos, gracias a la economía de la información, que hay periodos de muchos cambios, que nos permiten actuar como si estuviéramos en un entorno sin información, es decir, periodos en el que, transitoriamente, hay pocos datos o estos son poco relevantes como para que haya que establecer restricciones en relación con las expectativas. La información va llegando y las opiniones y expectativas comienzan a ajustarse de nuevo a la realidad.

El punto fundamental es que, aunque es posible que los inversores y otros agentes no se equivocaran en lo que se relaciona con el efecto final de esta tecnología en los mercados y en la economía, casi todos sobrevaloraron la velocidad a la que las personas y las organizaciones iban a cambiar su conducta, y también se infravaloró la magnitud de la infraestructura técnica, compleja, que se precisaba poner en marcha, con el fin de que los resultados previstos se hicieran realidad. Sin duda, habríamos estado en una mejor situación si nos hubiéramos acordado del importante trabajo del difunto Zvi Griliches (1977) sobre la difusión de las innovaciones, pues esto habría llevado a que nos cuestionásemos el supuesto de que las previsiones de personas muy inteligentes ocurrirán muy pronto. También quisiera reconocer el trabajo de Zvi como un ejemplo temprano y muy importante de la economía conductual.

No obstante, existen fuerzas poderosas que están dirigiendo los resultados y cambiando la estructura informativa de los mercados. Tres de las más importantes son la ley de Moore, la ley de Metcalfe y la drástica reducción de la relación ruido/señal en los cables de fibra óptica, que lleva a un enorme incremento de la capacidad de estas líneas, medida en términos de procesamiento de la señal. La ley de Moore es muy conocida. Es una observación empírica según la cual el número de transistores de un chip se duplica cada 18 - 24 meses. Como primera aproximación, esto ha llevado a una reducción de los costes que se aproxima a los 10.000 millones de veces durante los primeros 50 años de la era de la informática, contabilizada desde 1950. En otras palabras, cosas que en 1950 eran imaginables pero que nadie se podía imaginar que se pudieran adquirir a un precio razonable son prácticamente gratuitas en la actualidad. Los historiadores de la economía están más capacitados que yo para decir si en el pasado hubo períodos de cambio que sean comparables en lo que respecta a los costes de hacer algo importante.

La ley de Metcalfe afirma que el valor de una red para las entidades vinculadas a ella es proporcional al cuadrado del número de entidades conectadas.²⁷ En términos económicos esto significa, con gran probabilidad, que el valor, y consecuentemente la velocidad de conexión, se acelera a medida que este número aumenta. En ocasiones a esto se le denomina el efecto red.

Gracias a la teoría del procesamiento de la señal sabemos que la capacidad de un canal es proporcional al logaritmo de 1 más la relación señal/ruido. Mediante los avances científicos y técnicos (además de la capacidad que se tiene respecto a la utilización de aparatos laser de longitudes de ondas múltiples), el ruido ocasionado cuando la luz se refleja en la pared del cable de fibra óptica se ha estado reduciendo drásticamente, con lo que se han generado aumentos enormes en la cantidad de datos transmitidos a través de la fibra existente. En términos económicos, esto se traduce en grandes reducciones de costes, al proporcionar banda ancha.

Estos tres efectos interactúan entre sí a lo largo del tiempo y producen unos efectos económicos aceleradores. Gran parte del impacto económico reciente de internet está asociado con la reducción de diferentes tipos de costes de transacción. Volveré sobre este aspecto inmediatamente. Para lograr la mayoría de esos efectos, no basta con tener ordenadores potentes sino que se precisa también una red razonablemente fiable y omnipresente, que tenga protocolos estandarizados y que esté casi siempre en funcionamiento. Al final, las transacciones exigen, casi por defini-

(27) Esto debería considerarse también una regularidad empírica. Puede obtenerse de la siguiente manera. Supongamos que el valor que tiene una persona para otra en la red es x . Si hay n personas en la red y añadimos una más, las n personas reciben un valor añadido de nx y la nueva persona obtiene un valor de nx . Si $V(n)$ es el valor de una red, es decir, la suma de su valor para todas las personas conectadas, entonces $V(n+1)=V(n)+2nx$. Por tanto, $V(n)=2x[1+2+\dots+(n-1)]$. Utilizando la fórmula de Gauss para la suma de los números enteros comprendidos entre 1 y n , tenemos que $V(n)=2xn(n-1)$, que es la relación cuadrática correspondiente a la ley de Metcalfe.

ción, la existencia de más de una parte, aunque una o más de las partes sean, de forma creciente, máquinas. Por lo tanto, resulta interesante y no es sorprendente que, durante los primeros 40 años de la proliferación de los ordenadores, los datos macroeconómicos no recogieran un excesivo incremento, cuantificable, de la productividad. En los últimos diez años, el período en el que se produjo la expansión de la red, se han producido notables ganancias de productividad, cuantificables. Parece muy probable que las ganancias de productividad (aquellas que podemos detectar) estén asociadas con menores costes de transacción, un mejor funcionamiento de los mercados, la capacidad de crear nuevos mercados que, por sus elevados costes, no se podrían crear sin la tecnología, y la capacidad, importante, de reducir el tiempo y el coste de coordinación de la actividad económica, tanto en el seno de las empresas como en la oferta o cadena del valor añadido. Esto es lo que la red, con una capacidad elevada y fiable, con un creciente número de conexiones y con suficiente potencia informática en las terminales y los nodos, ha hecho posible. Es un efecto acumulativo que tan sólo estamos empezando a ver.

En economía, la construcción de modelos es un arte y una ciencia. La parte científica consiste en determinar analíticamente las consecuencias de los supuestos que crean la estructura del modelo. La parte artística consiste en decidir qué es lo que se debe incluir en la estructura y qué debe quedar fuera. Incluir demasiadas cosas hace que los modelos sean intratables y que tengan poca utilidad a la hora de revelar cuáles son los determinantes del funcionamiento del mercado. Incluir demasiado poco o características estructurales erróneas hace que los resultados, aunque sean tratables, carezcan de interés. Una consecuencia lógica de todo ello es que, en el caso de la teoría microeconómica aplicada y en lo que no deja de ser una buena práctica, los parámetros que no varían demasiado de un mercado a otro o a lo largo del tiempo tienden a ser suprimidos. Hago mención de todo esto porque es posible, e incluso probable, que algunos parámetros relacionados con los costes de búsqueda, los costes de transacción, la adquisición de información y la geografía hayan cambiado de una forma razonablemente rápida en los últimos años (o que estén en proceso de cambio) como resultado de la cada vez mayor velocidad, omnipresencia y posibilidad de conectarse a internet. Esta transformación potencial de los parámetros lleva a que podamos revisar aspectos de la estructura informativa de los mercados y las organizaciones y, en cierto sentido, nos permite reintroducir parámetros suprimidos, a medida que recobran su interés. Me gustaría terminar este ensayo sugiriendo algunas áreas en las que dicha investigación podría proporcionar algunos resultados interesantes.

Tras un primer curso de teoría económica, uno podría tener la impresión de que los mercados combinan las curvas de oferta y demanda para generar precios y cantidades y para determinar quién compra el bien. No hay nada de malo en esta visión. Pero, además, una economía de mercado realiza muchas otras funciones. Los compradores y los vendedores potenciales necesitan encontrarse. A menudo, los compradores y los vendedores tienen que hacerse con información relacionada con los demás agentes y con el producto. Si los compradores, los vendedores y los productos están diferenciados, entonces existe un problema de ajuste que,

de un modo u otro, debe resolverse en el mercado. Si los vendedores están cobrando precios diferentes, entonces los compradores tendrán que considerar la posibilidad de embarcarse en algún tipo de búsqueda razonable de los mejores precios. Todas estas funciones son cualquier cosa menos gratuitas y los costes de llevarlas a cabo se agrupan frecuentemente bajo la denominación de costes de transacción. En general, internet está cambiando y reduciendo estos costes.

Los compradores y los vendedores se encuentran

Probablemente el ejemplo más claro de reducción de los costes de transacción es el asociado con la rápida expansión de los mercados de piezas de colección y de productos de segunda mano de todo tipo. En este campo, la entidad que más mercado genera, con diferencia, es eBay. Como media, se producen unas 750.000 transacciones cada día, con un volumen medio diario de 30 millones de dólares.²⁸ La mayoría de estos mercados sencillamente antes no existían, y aquellos que sí existían tenían unos costes de funcionamiento mucho mayores, eran menos eficientes y menos líquidos. Merece la pena indicar que la caída que está habiendo en lo que se refiere a los costes de encuentro entre compradores y vendedores es en gran medida independiente de la geografía física (recuerde que tanto la distancia como el tiempo se comprimen, simultáneamente, con la tecnología de internet). Esta eliminación parcial de los límites geográficos de los mercados hace que sean más líquidos y, en cierto sentido, más competitivos. Sin embargo, existen elementos de monopolio natural en la función de creación de mercados. A medida que el número de postores aumenta, se incrementa la apuesta ganadora esperada en estas subastas. Así, el mercado que sea líder atraerá a los vendedores, y la variedad de productos atraerá a los compradores.²⁹ El gráfico 9 muestra la relación entre el número de postores y el precio de venta esperado en una subasta ordinaria.

En busca del precio más bajo

El difunto George J. Stigler señaló que encontrar el precio más bajo era una actividad que requería recursos y que había un intercambio entre los costes de ampliar la búsqueda y los beneficios esperados al encontrar precios más reducidos. Para los precios anunciados en internet, el coste de encontrar el precio más bajo se aproxima a cero. En principio, esto debería eliminar la dispersión de precios al eliminar una parte del intercambio. Había una especie de protección natural parcial en lo que rela-

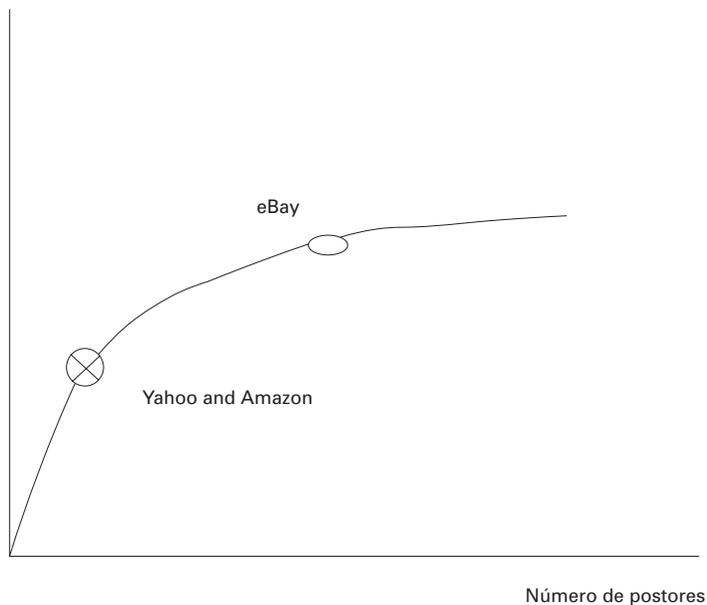
(28) Los datos proceden de Jeff Skoll, cofundador de eBay. Por supuesto, hay más mercados abiertos en un día cualquiera que número de transacciones.

(29) Se puede matizar esta tendencia. En principio, los agentes de software inteligente tienen la capacidad de buscar los precios bajos en los mercados. Si las personas estuvieran formadas para utilizar estos agentes, se eliminaría la ventaja de liquidez de los que crean los grandes mercados. Sin embargo, este no parece haber sido el caso, al menos no en una medida que haya hecho disminuir significativamente la ventaja de eBay. La creación de mercados *on line* es, claramente, un área potencial de investigación.

cionado con la competencia en precios, cuya magnitud dependía de los costes de búsqueda. Al principio, la reducción o eliminación de estos costes de búsqueda aumenta la competencia. Sin embargo, es posible que todavía no esté dicho todo lo que se puede decir a este respecto. La decisión de anunciar un precio es una decisión estratégica y, ante costes de búsqueda insignificantes, es posible que los vendedores estén menos dispuestos a proponer precios y que haya más precios negociados o precios a la medida de cada comprador.

Gráfico 9 EL EFECTO DE LIQUIDEZ EN MERCADOS DE SUBASTAS

Apuesta ganadora esperada



Los límites de la empresa

En economía existe una conocida e importante literatura relacionada con Ronald H. Coase (1937, 1960) y Oliver E. Williamson (1970, 1971) y otros autores. En parte, se refiere a la pregunta, fundamental, correspondiente a cuáles son los procesos económicos que se desarrollan dentro de la empresa y cuáles están mediados por los mercados, es decir, por las transacciones entre empresas. Un aspecto de este conjunto general de preguntas tiene que ver con la externalización: la decisión de llevar a cabo una serie de actividades en la propia empresa o bien contratar a otra entidad para que se las facilite. En general, a favor de la externalización está la probabilidad de que determinadas funciones se puedan realizar mejor por especialistas que cuenten con ventajas de economías de concentra-

ción y de escala. En su contra están los costes de contratación, control e implementación, derivados del hecho de que sea otra entidad la que proporcione dicho servicio. Algunos de estos costes compensadores son sólo costes de transacción relacionados con la complejidad en las comunicaciones. Cada vez es más claro que la plataforma de internet está reduciendo algunos de estos costes de transacción y, por tanto, inclinándola hacia la externalización en numerosas áreas. Muchos, si no la mayoría, de los servicios basados en la información pueden ser suministrados y controlados de una manera eficiente a través de internet.

En cierto sentido, para el período de transición, tenemos un laboratorio natural en el que los parámetros de los costes de transacción se están transformando, con lo que, como resultado, hay una nueva conducta, de tipo experimental, por parte de las empresas. En general, la magnitud de la actividad económica que puede coordinarse eficazmente a través de una compleja cadena de suministros multifirma es algo que las empresas, y aquellos que investigan sobre estos temas, acaban de empezar a analizar. Los límites de la empresa, los costes de transacción, la estructura y coordinación de la cadena de proveedores y la externalización son todas ellas caras de un gran mosaico compuesto por los incentivos, la comunicación y la coordinación, y los límites de la empresa. La externalización avanza también en las relaciones laborales, donde, de nuevo, los costes relativos de los recursos de la propia empresa y de la empresa contratada pueden haber cambiado. Me apresuro a añadir que aún queda mucho para que estos temas sean habituales en el campo de la práctica y en el campo de la investigación económica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akerlof, G. A. (1970): "The Market for 'Lemons': Quality Uncertainty and the Market Mechanism", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 84, nº 3, pp. 488-500.
- Akerlof, G. A. (1976): "The Economics of Caste and of the Rat Race and Other Woeful Tales", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 90, nº 4, pp. 599-617.
- Akerlof, G. A. (1982): "Labor Contracts as Partial Gift Exchange", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 97, nº 4, pp. 543-569.
- Akerlof, G. A. (1984): "Gift Exchange and Efficiency-Wage Theory: Four Views", *American Economic Review*, vol. 74, nº 2, pp. 79-83.
- Alchian, A. A. y Demsetz, H. (1972): "Production, Information Costs, and Economic Organization", *American Economic Review*, vol. 62, nº 5, pp. 777-795.
- Arnott, R. J. y Stiglitz, J. E. (1991): "Moral Hazard and Nonmarket Institutions: Dysfunctional Crowding Out or Peer Monitoring?" *American Economic Review*, vol. 81, nº 1, pp. 179-190.

- Arrow, K. J. (1964): "Optimal Allocation of Risk-Bearing", *Review of Economic Studies*, n° 31, pp. 91-96.
- Arrow, K. J. (1969): "The Organization of Economic Activity", en Joint Economic Committee, 91st Congress, *The Analysis and Evaluation of Public Expenditures: The PPB System*, Washington, DC.
- Arrow, K. J. (1971): *Essays in the theory of risk bearing*. Markham, Chicago.
- Arrow, K. J. (1972): "Models of Job Discrimination", en A. Pascal (ed.): *Racial discrimination in economic life*, Lexington Books, Lexington, Massachusetts.
- Arrow, K. J. (1973): "Higher Education as a Filter", *Journal of Public Economy*, vol. 2, n° 3, pp. 193-216.
- Atkinson, A. (1971): "Maximin and Optimal Income Taxation", Working Paper, circa.
- Baker, G.; Gibbs, M. y Hoimström, B. (1994): "The Internal Economics of the Firm: Evidence from Personnel Data", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 109, n° 4, pp. 881-919.
- Becker, G. S. (1957): *The economics of discrimination*, University of Chicago Press., Chicago.
- Becker, G. S. (1962): "Investment in Human Capital: A Theoretical Analysis", *Journal of Political Economy*, vol. 70, pp. 9-49.
- Becker, G. S. (1967): "Human Capital and the Personal Distribution of Income", W. S. Wotinsky Lecture n° 1, University of Michigan.
- Becker, G. S. (1975): *Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education*, Columbia University Press, Nueva York.
- Becker, G. S. (1976): *The economic approach to human behaviour*, University of Chicago Press, Chicago.
- Bergmann, B. R. (1971): "The Effect on White the Incomes of Discrimination in Employment", *Journal of Political Economy*, vol. 79, n° 2, pp. 294-313.
- Bergmann, B. R. (1976): "Occupational Segregation, Wages and Profits when Employers Discriminate by Sex", *Eastern Economic Journal*, n° 2, pp. 103-110.
- Bhattacharya, S. y Guasch, J. L. (1988): "Heterogeneity, Tournaments, and Hierarchies", *Journal of Political Economy*, vol. 96, n° 4, pp. 867-881.
- Bowles, S. (1972): "Schooling and Inequality from Generation to Generation", *Journal of Political Economy*, vol. 80, n° 3, pp. 219-251.

- Cain, G. G. (1987): "The Economic Analysis of Labor Market Discrimination: A Survey", en O. Ashenfelter y R. Layard (eds.): *Handbook of labor economics*, North Holland, Amsterdam.
- Carlton, D. W. (1982): "Planning and Market Structure", en J. J. McCall (ed.): *The economics of information and uncertainty*, University of Chicago Press, Chicago.
- Coase, R. H. (1937): "The Nature of the Firm", *Economica*, nº 4, pp. 386-405.
- Coase, R. H. (1960): "The Problem of Social Cost", *Journal of Law and Economics*, pp. 1-44.
- Cohen, K. J. y Cyert, R. M. (1975): *Theory of the firm: resource allocation in a market economy*, Prentice-Hall.
- Debreu, G. (1959): *The theory of value*, Cowles Foundation Monograph, nº 17, Yale University Press, New Haven.
- Diamond, P. y Rothschild, M. (1978): *Uncertainty in economics*, Academic Press, Nueva York.
- Doeringer, P. y Piore, M. (1971): *Internal labor markets and manpower analysis*, Lexington, D.C. Heath.
- Downs, A. (1957): *An economic theory of democracy*, Harper & Row, Nueva York.
- Ekern, S. y Wilson, R. (1974): "On the Theory of the Firm in an Economy with Incomplete Markets", *Bell Journal of Economics and Management Science*, vol. 5, nº 1, pp. 171-180.
- Fama, E. F. (1980): "Agency Problems and the Theory of the Firm", *Journal of Political Economy*, vol. 88, nº 2, pp. 288-307.
- Fogel, R. W. y Engermann, S. L. (1989): *Time on the cross: The economics of American Negro slavery*, W. W. Norton, Nueva York.
- Gibbons, R. (1987): "Piece-Rate Incentive Schemes", *Journal of Labor Economics*, vol. 5, nº 4, pp. 413-429.
- Gibbons, R. y Katz, L. F. (1991): "Layoffs and Lemons", *Journal of Labor Economics*, vol. 9, nº 4, pp. 351-380.
- Griliches, Z. (1977): "Estimating the Returns to Schooling: Some Econometric Problems", *Econometrica*, vol. 45, nº 1, pp. 1-22.
- Grossman, S. J. y Stiglitz, J. E. (1980): "On the Impossibility of Informationally Efficient Markets", *American Economic Review*, vol. 70, nº 3, pp. 393-408.

- Hart, O. D. (1983): "Optimal Labour Contracts under Asymmetric Information: An Introduction", *Review of Economic Studies*, vol. 50, n° 1, pp. 3-35.
- Hirshleifer, J. (1961): "The Private and Social Value of Information and the Reward to Inventive Activity", *American Economic Review*, vol. 51, 4, pp. 561-574.
- Holmström, B. (1979): "Moral Hazard and Observability", *Bell Journal of Economics*, vol. 10, n1 1, pp. 74-91.
- Holmström, B. (1982): "Moral Hazard in Teams", *Bell Journal of Economics*, vol. 13, n° 2, pp. 324-340.
- Jencks, C. et al. (1972): *Inequality*, Basic Books, Nueva York.
- Kreps, D. M.; Milgrom, P.; Roberts, J. y Wilson, R. (1982): "Rational Cooperation in the Finitely Repeated Prisoners Dilemma", *Journal of Economic Theory*, vol. 27, n° 2, pp. 245-252.
- Lazear, E. P. (1986): "Salaries and Piece Rates", *Journal of Business*, vol. 59, n° 3, pp. 405-431.
- Lazear, E. P. (1998): *Personnel economics for managers*, Wiley, Nueva York.
- Lazear, E. P. (2001): "Educational Production", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 116, n° 3, pp. 777-803.
- Leibenstein, H. (1966): "Allocation Efficiency vs. X-Efficiency", *American Economic Review*, vol. 56, n° 3, pp. 392-415.
- Levhari, D. y Weiss, Y. (1974): "The Effect of Risk and Investment in Human Capital", *American Economic Review*, vol. 64, n° 5, pp. 950-963.
- McCall, J. J. (1970): "Economics of Information and Job Search", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 84, n° 1, pp. 113-126.
- Mincer, J. (1974): *Schooling, experience, and earnings*, Columbia University Press, Nueva York.
- Mirrlees, J. A. (1971): "An Exploration in the Theory of Optimum Income Taxation", *Review of Economic Studies*, vol. 38, n° 114, pp.175-208.
- Mirrlees, J. A. (1972): "The Optimum Town", *Swedish Journal of Economics*, vol. 74, n° 1, pp. 114-135.
- Mirrlees, J. A. (1976): "The Optimal Structure of Incentives with Authority within an Organization", *Bell Journal of Economics*, vol. 7, n° 1, pp. 105-131.

- Modigliani, F. y Miller, M. (1958): "The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment", *American Economic Review*, vol. 48, nº 3, pp. 261-297.
- Neison, P. (1970): "Information and Consumer Behavior", *Journal of Political Economy*, vol. 78, nº 2, pp. 311-329.
- Pencavel, J. H. (1977): "Work Effort, On-the-Job Screening, and Alternative Methods of Remuneration", en R. Ehrenberg, (ed.): *Research in labor economics*, vol. 1. JAI Press, Greenwich.
- Radner, R. y Rothschild, M. (1975): "On the Allocation of Effort", *Journal of Economic Theory*, vol. 10, nº 3, pp. 358-376.
- Ramsey, F. P. (1927): "A Contribution to the Theory of Taxation", *Economic Journal*, nº 37, pp. 47-61.
- Riley, J. G. (1975): "Competitive Signalling", *Journal of Economic Theory*, vol. 10, nº 2, pp. 174-186.
- Rogerson, W. P. (1985): "Repeated Moral Hazard", *Econometrica*, vol. 53, nº 1, pp. 69-76.
- Ross, S. A. (1973): "The Economic Theory of Agency: The Principal's Problem", *American Economic Review (Papers and Proceedings)*, vol. 63, nº 2. pp. 134-139.
- Rothschild, M. (1973): "Models of Market Organization with Imperfect Information: A Survey", *Journal of Political Economy*, vol. 81, nº 6, pp. 1283-1308.
- Rothschild, M. (1984): "Searching for the Lowest Price When the Distribution of Prices Is Unknown", *Journal of Political Economy*, vol. 82, nº 4, pp. 689-711.
- Rothschild, M. y Stiglitz, J. E. (1970): "Increasing Risk: I. A Definition", *Journal of Economic Theory*, vol. 2, nº 3, pp. 225-243.
- Rothschild, M. y Stiglitz, J. E. (1976): "Equilibrium in Competitive Insurance Markets: An Essay on the Economics of Imperfect Information", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 90, nº 4, pp. 629-649.
- Salop, J. y Salop, S. (1976): "Self-Selection and Turnover in the Labor Market", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 90, nº 4, pp. 619-627.
- Samuelson, P. A.: "Foundations of Economic Analysis", Harvard Economic Studies, HB 31, H 33, vol. 80.
- Schelling, T. (1960): *The strategy of conflict*, Harvard University Press, Cambridge.
- Simon, H. A. (1957): *Models of man*, Wiley & Sons, Nueva York.

- Solow, R. M. (1960): "Investment and Technical Progress", en K. J. Arrow, S. Karlin, y P. Suppes (eds.): *Mathematical models in the social sciences*, Stanford University Press, Stanford.
- Spence, M. (1973a): "Job Market Signaling", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 87, n° 3, pp. 355-374.
- Spence, M. (1973b): "Time and Communication in Economic and Social Interaction", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 87, n° 4, pp. 651-660.
- Spence, M. (1974a): "Competitive and Optimal Responses to Signals: An Analysis of Efficiency and Distribution", *Journal of Economic Theory*, vol. 7, n° 3, pp. 296-332.
- Spence, M. (1974b): *Market signaling: Informational transfer in hiring and related processes*, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Spence, M. (1974c): "An Economist's View of Information", en C. Cuadra (ed.): *Annual review of information science and technology*, vol. 9, American Society for Information Science.
- Spence, M. (1975): "The Economics of Internal Organization: An Introduction", *Bell Journal of Economics*, vol. 6, n° 1, pp. 163-172.
- Spence, M. (1976a): "Informational Aspects of Market Structure: An Introduction", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 90, n° 4, pp. 591-597.
- Spence, M. (1976b): "Competition in Salaries, Credentials, and Signaling Prerequisites for Jobs", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 90, n° 1, pp. 51-74.
- Spence, M. (1977): "Consumer Misperceptions, Product Failure and Producer Liability", *Review of Economic Studies*, vol. 44, n° 3, pp. 561-572.
- Spence, M.: "Markets and Imperfect Information", *Portfolio*, vol. 5, n° 5.
- Spence, M.: "Signaling and Screening", en Rosen, S. (ed.), *Low income labor markets*, National Bureau of Economic Research, working paper, Cambridge.
- Spence, M. y Zeckhauser, R. J. (1971): "Insurance, Information, and Individual Action", *American Economic Review (Papers and Proceedings)*, vol. 61, n° 2, pp. 380-387.
- Spence, M. y Zeckhauser, R. J. (1972): "The Effect of the Timing of Consumption Decisions and the Resolution of Uncertainty on the Choice of Lotteries", *Econometrica*, vol. 40, n° 2, pp. 401-403.
- Stigler, G. J. (1961): "The Economics of Information", *Journal of Political Economy*, n° 69, pp. 213-225.

- Stigler, G. J. (1962): "Information in the Labor Market", *Journal of Political Economy*, nº 70, pp. 94-104.
- Stigler, G. J. (1973): "Approaches to the Economics of Discrimination", *American Economic Review (Papers and Proceedings)*, vol. 3, nº 2, pp. 287-295.
- Stigler, G. J. (1974): "Incentives and Risk Sharing in Sharecropping", *Review of Economic Studies*, vol. 41, nº 2, pp. 219-256.
- Stigler, G. J. (1975): "Incentives, Risk, and Information: Notes Toward a Theory of Hierarchy", *Bell Journal of Economics and Management Science*, vol. 6, nº 2, pp. 552-579.
- Stigler, G. J. (1975): "The Theory of Screening, Education, and the Distribution of Income", *American Economic Review*, vol. 65, nº 3, pp. 283-300.
- Stiglitz, J. E. y Weiss, A. (1983): "Incentive Effects of Terminations: Applications to the Credit and Labor Markets", *American Economic Review*, vol. 73, nº 5, pp. 912-927.
- Thurow, L. (1972): "Education and Economic Equality", *Public Interest*, nº 28, pp. 66-81.
- Tversky, A. y Kahneman, D. (1981): "The Framing of Decisions and the Psychology of Choice", *Science*, vol. 211, pp. 453-458.
- Tversky, A. y Kahneman, D. (1974): "Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases", *Science*, vol. 185, pp. 24-31.
- Waldman, M. (1984): "Job Assignments, Signalling, and Efficiency", *Rand Journal of Economics*, vol. 15, nº 2, pp. 255-267.
- Waldman, M. (1990): "Up or Out Contracts: A Signaling Perspective", *Journal of Labor Economics*, vol. 8, nº 2, pp. 230-250.
- Weiss, A. (1980): "Job Queues and Layoffs in Labor Markets with Flexible Wages", *Journal of Political Economy*, nº 88, pp. 526-538.
- Weiss, A. (1990): *Efficiency Wages: Models of Unemployment, Layoffs, and Wage Dispersion*, Princeton University Press, Princeton, Nueva York.
- Wilson, R. (1968): "The Theory of Syndicates", *Econometrica*, vol. 68, nº 1, pp. 119-132.
- Williamson, O. E. (1970): *Corporate control and business behaviour*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, Nueva York.
- Williamson, O. E. (1971): "The Vertical Integration of Production: Market Failure Considerations", *American Economic Review (Papers and Proceedings)*, vol. 61, nº 2, pp. 112-123.

ABSTRACT

In "The Market for 'Lemons'" we found a wonderfully clear and plausible analysis of the performance characteristics of a market with incomplete and asymmetrically located information. That, combined with my puzzlement about several aspects of the discussion of the consequences of incomplete information in job markets, pretty much launched me on a search for things that I came to call signals, that would carry information persistently in equilibrium from sellers to buyers, or more generally from those with more to those with less information. There are many markets with informational and these informational gaps were widely acknowledged. Those of us who taught applied microeconomic theory freely admitted that these gaps might change some of the performance characteristics, not to mention the institutional structure, of markets in which they appear. But I think it is fair to say that we did not have much systematic knowledge based on theory of what those changes might be. And so we thought that applied microeconomic theory deserved an attempt to build these informational characteristics into models that capture the structure and performance of these markets with reasonably accurate assumptions about the *ex ante* informational conditions. I am going to devote a good portion of this Nobel lecture to these issues, in a sense to revisit signaling, and then turn to some other aspects of the informational structure of markets that are raised by the parameter shifts caused by the proliferation of the Internet as a communication medium in the past few years.

Key words: Nobel lecture, asymmetric information, signalling, The internet and the informational structure of markets.