INVERSIÓN EN EDUCACIÓN Y COMPETENCIA EN EL MERCADO LABORAL. UN JUEGO DE CONFLICTO

SCHOOLING INVESTMENT AND COMPETITION IN THE LABOR MARKET. A GAME OF CONFLICT

Rodríguez-Arias Nadyra [1]*, Hisrch Julia [1]

[1] Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Querétaro.

* Autor de correspondencia, correo: nadyra.rgz.arias@gmail.com

Resumen

El objetivo es encontrar el monto óptimo de inversión en educación que debe realizar un individuo para que le permita competir en condiciones iguales a otros individuos y así conseguir un puesto en el mercado laboral. Se plan- tea un juego de conflicto que considera la competencia existente en el mercado laboral y la demanda limitada de capital humano. Se encuentra que: la mejor respuesta de cualquier jugador es creciente en las acciones de los rivales, cada jugador intensifica su acción en respuesta a la intensificación de las acciones de los demás jugadores; es decir, se tiene un juego de complementos estratégicos. Asimismo, se encuentra que la inversión óptima en el Equilibrio de Nash debe igualar a la utilidad y debe re- presentar una parte del salario, ya que una inversión más alta representaría una pérdida. Este planteamiento tiene similitud con los resultados de competencia por una patente, innovación o búsqueda de rentas.

Palabras clave: *capital humano, juego de conflicto, mercado laboral.*

Clasificación JEL: *C78, D74, J23, J24.*

Abstract

The aim of this paper is to find the optimal schooling investment to obtain a paid position in the labor market. The analysis uses the approach of a conflict game that considers the existing competition in the labor market and the limited demand for human capital. It is found that the game is the strategic complements type, that is, each player intensifies his actions in response to the intensification of the other player's actions. The Nash Equilibrium is the optimal investment that equals the utility and it represents a ratio of the expected wage. If a higher investment is made, it would represent a loss. This scenario can be compared to one of a competition for a patent, innovation or rent seeking.

Keywords: *Conflict games, human capital, labor market.*

JEL Code: *C78, D74, J23, J24.*

1. Introducción

Una forma de plantear el problema de la decisión individual sobre inversión en educación formal para luego entrar a la competencia del mercado laboral, es mediante un modelo de juego de conflicto semejante al de competencia por un ascenso laboral o del tipo de competencia por una patente. Los juegos de conflicto permiten una interacción entre los jugadores donde la estrategia de cada jugador es siempre preferir que el otro jugador u otros jugadores moderen sus acciones. A diferencia de un juego de cooperación, donde cada jugador prefiere siempre que el otro jugador u otros jugadores intensifiquen sus acciones.

El concepto de conflicto va más allá de lo que se conoce como competencia, donde se compite por la utilización de recursos disponibles para consumo o producción; en el conflicto, se trata de estorbar, inhabilitar o destruir a los rivales (Hirshleifer, 1995).

Entonces, el problema observado es que la demanda de capital humano con habilidad productiva alta (Spence, 1973) es limitada e incluso es menor que la oferta, es decir, la cantidad de puestos disponibles en el mercado laboral es menor a la cantidad de individuos en busca de uno de esos puestos. Por lo tanto, los individuos deberán determinar la cantidad óptima de inversión en educación, considerando los requisitos de los empleadores, los riesgos y la incertidumbre. Para ello, se plantea un juego de conflicto en el que la decisión óptima será su mejor respuesta para llegar al Equilibrio de Nash, conseguir un puesto y maximizar su utilidad.

A continuación, se presenta el fundamento teórico. En la sección tres se encuentra el desarrollo del juego y para concluir el documento, se establecen algunas consideraciones.

2. Revisión de la literatura

Un ejemplo de lo estipulado en Hirshleifer (1989) como juego de conflicto, se toma de lo que presenta Gordon Tullock (1967, 1980) sobre la búsqueda de rentas, representado como un juego de lotería: Dos jugadores pueden comprar tantos boletos de lotería como quieran, todos los boletos son metidos en un bote y después, se saca uno de éstos, el dueño del boleto que sale, gana y la inversión realizada en los boletos no se suma al premio, se lo queda la lotería. Esta última característica hace a un juego de lotería equivalente a la situación de búsqueda de rentas[1]. Por lo tanto, la probabilidad de ganar el premio puede verse como una función de la razón de los recursos respectivos que han sido comprometidos: *P1=A/(A + B)*, *P1*, es la probabilidad del jugador 1 de ganar la lotería cuando sólo existen dos jugadores, siendo simétrica para ambos jugadores y donde A y B son los montos invertidos en la compra de billetes de lotería por parte de cada jugador.

Pérez-Castrillo y Verdier (1992) desarrollan un modelo con una función de probabilidad similar a la utilizada por Tullock (2001). Establecen un modelo de N empresas de cierto sector industrial que buscan obtener el derecho de monopolio mediante subasta. Las rentas, objeto de la competencia, representan el premio y cada empresa realiza una apuesta (a). La probabilidad de ganar el derecho al monopolio está dada por la función utilizada por Tullock, pero considerando N jugadores queda de la siguiente manera:

(1)

$$P(a_1,\ldots,a_n) = (a_i^r) / (a_i^r + \sum_{(j=1)^n_{a_j^r}})$$

Donde: *j≠i; r≥0*, caracteriza los rendimientos a escala de la tecnología que da pie a la búsqueda de rentas; a_i es la cantidad que apuesta la empresa i en la subasta.

Sin embargo, ese cálculo de probabilidad no es la única manera de resolver juegos de conflicto, Hirshleifer (1989) propone una función de éxito en la competencia (Contest Success Function o CSF) que no viene determinada por una razón como la propuesta por Tullock (2001), sino por una función que depende de la diferencia que hay entre los compromisos de las partes en el conflicto. Dicha función permite que haya retornos crecientes hasta un cierto punto donde se igualan a los recursos comprometidos.

El juego que se presenta más adelante está basado en los trabajos de Tullock mencionados anteriormente.

En Bale y Hoppe (2001) se destaca que existen condiciones equivalentes que garantizan que una estrategia sea útil en los tipos de juegos mencionados, por lo tanto, eso permite que sus resultados obtenidos mediante juegos de búsqueda de rentas, aplique a otros juegos en los que no sólo se determine la probabilidad de

[1]Ejemplos de búsqueda de rentas: la innovación, los derechos de propiedad y las patentes, los cuales, se pueden resultar en casos de monopolio.

ganar, sino que se determina el valor del premio, como en el juego de competencia por una patente. Por ejemplo, en Loury (1979) se desarrolla un modelo de equilibrio de inversión en investigación y desarrollo (R&D). En este modelo las empresas deciden su monto de inversión que maximiza sus beneficios esperados bajo condiciones de incertidumbre en cuanto a tecnología y al mercado.

Por otro lado, Dasgupta y Stiglitz (1980) encuentran que la competencia en R&D aumenta el nivel de innovación, posiblemente más allá del nivel socialmente óptimo. Con un sistema de patentes, la entrada libre de empresas al sector de la investigación y la ausencia de incertidumbre, al menos una empresa se comprometería con el sector de la investigación, pero ninguna empresa puede estar segura de ganar la patente y, por lo tanto, la entrada y la velocidad de la investigación son determinadas de forma conjunta. Además, se sugiere que aun con barreras de entrada pequeñas, se puede incurrir en un alto grado de poder de monopolio (Dasgupta y Stiglitz, 1988).

En esa misma línea, en Fudenberg et al. (1983) se analiza la competencia por una patente caracterizada por competencia intensa que degenera en un monopolio. Bajo ciertas condiciones, una empresa con una ventaja inicial arbitrariamente pequeña puede adelantarse a sus rivales. Encuentran que la primera empresa que alcance el nivel crítico de experiencia, gana. Pero el determinante principal de la competencia es la posibilidad de que una empresa que se encuentra detrás pueda cambiar de lugar con el líder actual.

En los ejemplos que se han discutido, se pueden presentar los juegos de conflicto y los juegos de cooperación. La diferencia es el ordenamiento de las estrategias de cada jugador de acuerdo a su intensidad; dicho orden se puede realizar acomodando la estrategia más moderada a la estrategia más intensa, de acuerdo a sus acciones.

A partir de ese ordenamiento, el juego se puede clasificar en complementarios estratégicos o sustitutos estratégicos. Resultan complementarios estratégicos cuando cada jugador desea intensificar su acción en respuesta a la intensificación de la actividad de los otros jugadores o de al menos alguno de ellos. Los sustitutos estratégicos se refieren a cuando cada jugador desea moderar su acción en respuesta a la intensificación de la actividad de los otros jugadores o al menos de alguno de ellos. Respecto a esta diferenciación, en Karp et al. (2007) se estudia un juego en el que las acciones pueden ser complementarios estratégicos en algunos casos y sustitutos estratégicos en otros. En cualquiera de estos casos, el equilibrio de Nash quedará determinado por el perfil de estrategias que resulten sean punto de intersección de las curvas de reacción de los jugadores.

Hasta este momento, ya se han establecido los fundamentos de un juego de conflicto, que corresponde al que se desarrollará más adelante. Lo que sigue es puntualizar sobre el rol de la educación dentro del mercado laboral y su impacto en la actividad económica en general.

La educación, parte de la definición de capital humano, se puede estudiar desde la perspectiva de crecimiento económico y desde la perspectiva de desarrollo económico; en la primera, se analiza cómo es que influye la educación en la producción de la economía y en la segunda, se relaciona con el sentido de bienestar y calidad de vida de los hogares de una economía. Para este análisis, se considerará con mayor énfasis el primer enfoque.

El modelo de crecimiento económico de Solow (1957) presenta una función de producción que depende de dos factores principales (capital y trabajo) que, al entrar en interacción con la tecnología, provoca que la función de producción aumente y se alcance un nivel mayor de acumulación de capital físico. Por lo que, tomando el cono- cimiento técnico como un modo de tecnología, entonces, la educación es un aspecto esencial para el aumento en la productividad de los individuos y, por lo tanto, de la economía a través del crecimiento económico (Rojas et al., 2000). Por esto es que idealmente, para conseguir un puesto en el mercado laboral se debería invertir en educación para asegurar mayores niveles de productividad, lo que sigue es determinar cuál es esa cantidad óptima de inversión por parte de los individuos.

Es posible separar la teoría del capital humano en dos. En la primera, se acentúa la importancia de la educación como papel primordial en circunstancias de la creciente especialización. Mientras que, en la segunda, el principal factor es el de la competencia y adquirir habilidades cognitivas superiores para enfrentar situaciones complejas (Aronson, 2007). En la primera, se mantiene un argumento a favor de la relación, mayor educación ma- yor especialización y mayor productividad en un escenario industrializado y global. La segunda se centra en el desarrollo de habilidades comunicativas y de relaciones sociales, para propiciar un ambiente creativo para la toma de decisiones y la resolución de problemas.

Dos de los autores que plantean argumentos a favor de la primera versión son Becker (1962, 1993) y Schultz (1961), quienes concuerdan en que la rentabilidad de la inversión en educación podría calcularse de acuerdo al capital material tangible generado. Así mismo, Becker (1962) considera la perspectiva de desarrollo económico asegurando que las diferencias en la distribución del ingreso entre hogares pueden ser explicadas mediante la inversión en capital humano.

En ese mismo sentido, Tamura (1994) menciona que, aunque el modelo neoclásico de crecimiento pone énfasis en la acumulación de capital físico, como criterio a considerar dentro de la segunda versión de la teoría de capital humano, el desarrollo económico depende más de la acumulación de capital humano mediante conocimiento y habilidades. Esto se puede ver como una herramienta que los individuos pueden tener a su favor para mejorar su estatus quo.

Por lo tanto, al relacionar la inversión en capital humano con bienestar y pobreza, Aldaz-Carroll y Moran (2001) encuentran que los factores familiares o características propias del hogar (la educación de los padres) determinan en mayor medida la transmisión de la pobreza de padres a hijos que los factores del entorno económico o social. De modo que, en este sentido, se considera que la segunda versión de la teoría de capital humano pone en evidencia el peso de la educación en el entorno fami- liar, donde la educación puede propiciar un entorno donde se encuentre igualdad de oportunidades y se refuerce el camino de la meritocracia a través de potenciar habilidades individuales mediante la educación.

Ahora bien, se puede comparar la inversión en educación con la inversión de capital físico, tanto así que se puede calcular su rendimiento de acuerdo a las condiciones del entorno en el que se encuentre el individuo y respaldando el análisis de Mincer (1974), el cual deriva en una relación positiva entre inversión en capital humano e ingresos derivados del trabajo. Específicamente, respecto a la tasa de retorno de inversión en la educación en México, los resultados de Rojas et. al (2000) muestran que una tasa interna de retorno baja de la educación podría hacer que los individuos con una tasa de descuento temporal alta abandonen sus estudios para buscar fuentes de ingresos en el presente.

Para terminar esta sección, se consideran importantes ambas perspectivas: la educación formal genera mejores condiciones de vida para los individuos que deciden educarse, pero también aporta productividad una vez que el individuo se encuentra en el mercado laboral, siendo por esto un requisito para asignar puestos según el nivel de especialización que requieran.

3.Desarrollo del juego

El planteamiento de este juego está basado principalmente en dos juegos de conflicto: el juego de “Competencia por una patente” y el de “Competencia por un ascenso de puesto de trabajo”, en Heifetz (2012).

Los individuos compiten por obtener un puesto laboral genérico y con un salario específico para ese puesto, que requiere de individuos calificados, es decir, se espera que tengan educación formal y se prefieren individuos con nivel alto de habilidades adquiridas. Se asume que mientras más educación formal tengan, más habilidades adquiridas tendrán, de modo que ello representa un aumento potencial en su productividad, lo cual es a- tractivo para el empleador en la economía. Spence (1973) define que un individuo con habilidad alta representa un efecto positivo sobre la productividad.

3.1 Supuestos

Sea *E* una economía con una demanda limitada de recursos humanos capacitados L^D, que desea mejorar su productividad para incrementar su crecimiento económico, donde se consideran dos periodos. En *E* existen *n* indi- viduos (jugadores) que quieren conseguir un empleo de esta demanda existente, L^D.

Para obtener el empleo, los jugadores deben rea- lizar una inversión en educación formal en el periodo uno, siendo *X* el monto máximo para invertir. Dicho monto es finito, considerando que el salario que se obtenga, una vez que se consiga el empleo, debe permitir que los jugadores recuperen, al menos, su inversión en educación. Lo anterior se puede explicar como sigue: Una estrategia demasiado agresiva, es decir, invertir el máximo, provocará que aumente la probabilidad de ganar el empleo, pero al mismo tiempo, hay mayor probabilidad de que los beneficios netos sean cero, pues la inversión puede llegar a ser tan elevada que se puede correr el riesgo de que el jugador invierta una cantidad mayor que el salario a re- cibir y su utilidad sea negativa.

Los jugadores *(i=1,2,3,..., n)* escogen simultáneamente la cantidad de inversión en educación en el primer periodo. Esta inversión en educación quedará identificada como *x*, siendo x_i la inversión realizada por el jugador *i*:

$$0<x_i<X$$

Una estrategia demasiado agresiva implica que todos los jugadores inviertan el máximo, entonces, otros factores entrarían en juego para que el empleador pudiera decidir a quien otorgar el empleo, por ejemplo: la calidad de la educación recibida, la habilidad del jugador para desempeñar tareas, etc. Además, los jugadores consumen otros bienes y servicios y no pueden destinar toda su renta a la inversión en educación.

Otro supuesto es que la inversión que los individuos decidan realizar, será en educación de calidad y que el individuo que gane el empleo podrá desarrollarlo sin problema.

El empleo se asignará, en el periodo dos, al individuo que al jugar su mejor respuesta tenga la posibilidad de obtener el empleo, es decir, la estrategia que considere una inversión suficiente para ganar el empleo y conseguir la máxima utilidad posible. Derivado de ello, se pueden analizar dos posibles estrategias:

(2) $$x_i \in [0, X]$$

1. Una inversión más cercana a 0, hará que el jugador *i* tenga una probabilidad baja de ganar el empleo y, por lo tanto, no podrá recuperar nada del monto de inversión realizada.
2. Una inversión cercana a *X* puede llevar al jugador *i* a ganar el empleo; sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, el salario podría no pagar el costo de la inversión del jugador *i*. Los beneficios netos podrían ser muy bajos o nulos.

Entonces, la probabilidad de que el jugador *i* gane L^D depende de su inversión y de la inversión que realicen los demás jugadores.

De acuerdo a lo establecido anteriormente, la utilidad del jugador *i* (u_i), queda establecida de la siguiente manera:

(3)

$$u_i(x_1,\ldots,x_n;w)=(w - x_i)(x_i/(x_i+\sum_{(j=1)_{x_j}}^{n}))$$

En la ecuación (3), la utilidad del jugador *i* está determinada por la razón de la inversión del jugador entre las inversiones de todos los jugadores (del jugador *i* y de los demás jugadores), multiplicada por los beneficios netos, es decir, el salario, que tendría si obtiene el empleo, menos la inversión (*ω-xi*). En el segundo término se puede observar la relación entre la estrategia del jugador *i* y las estrategias de los demás jugadores; dicha relación determina la probabilidad de que el jugador *i* obtenga el empleo.

La función de utilidad se establece de esa manera por las siguientes razones: 1) se espera que el individuo gane el empleo, y que, dado el salario, el individuo pueda tener un beneficio neto positivo; para ello, es necesario restar el ingreso que recibiría en salario menos el gasto en inversión para obtener el empleo. De otra forma, los beneficios netos serían negativos porque habría una inversión mayor al salario o nulos si su inversión es tan baja que no obtiene el empleo. 2) Como ya se mencionó en el punto 1, si el primer término es positivo y se espera que $u_i \geq 0$, la única manera de que eso suceda es que el segundo término sea positivo también, además, el segundo término determina la probabilidad de que el jugador *i* obtenga el empleo.

3.2 Juego

Se tomará una *n=2*. De acuerdo a lo establecido, el nivel óptimo de inversión para el jugador 1 cuando el jugador 2 escoge x_2, es su mejor respuesta, y, de hecho, ese nivel es el que maximiza u_1 de la expresión (4).

Dicho de otra manera, para encontrar el equilibrio de Nash (EN), tendríamos que encontrar la mejor respuesta de cada jugador, siendo ésta la condición de primer orden al maximizar la función de utilidad. Las funciones de utilidad cuando *n=2* quedan de la siguiente manera, donde u_1 corresponde al jugador 1, siendo su estrategia x_1 y u_2 corresponde al jugador 2, siendo su estrategia x_2:

(4)

$$u_1(x_1,x_2;\omega)=(\omega-x_1)[x_1/(x_1+x_2)]$$

Por ejemplo, si se fija un salario, $w=10$, y se dan distintos valores a la estrategia del jugador 2 (x_2), se puede observar la función de utilidad del jugador 1, como se muestra en la Figura 1. Se consideran sólo los valores positivos porque son los que tienen sentido con el escenario del juego, dado que no tiene caso considerar inversiones negativas.

A medida que el jugador 2 va siendo más agresivo en su estrategia de inversión, se puede observar cómo la curva se va haciendo más plana cada vez. Este resultado refleja que se está trabajando con un juego de conflicto, en el que se tienen complementarios estratégicos dado que la función es decreciente[2].

Ahora, para saber qué valor de x_1 maximiza el valor de la parábola (u_1) para dado nivel de x_2, se utilizan las expresiones (4), se calcula la condición de primer orden, y simplificando, se puede llegar a:

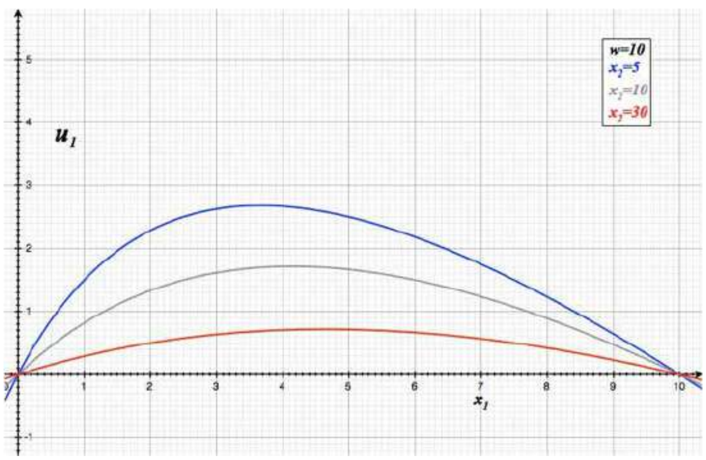

Figura 1. Función de utilidad del jugador 1. Fuente: Elaboración propia.

(5)

$$(\partial u_1)/(\partial x_1)=0:(wx_2-x_1^2-2x_1x_2)/(x_1+x_2)^2=0$$

$$(\partial u_1)/(\partial x_2)=0:(wx_1-x_2^2-2x_1x_2)/(x_1+x_2)^2=0$$

Ahora, despejando x_1 y x_2 de las expresiones en (5), quedaría de la siguiente manera:

(6)

$$x_1^*=(wx_2+x_2^2)^{1/2}-x_2$$

$$x_2^*=(wx_1+x_1^2)^{1/2}-x_1$$

A partir de las mejores respuestas de los dos jugadores (6), se pueden encontrar las curvas de reacción (Figura 2). La mejor respuesta del jugador 1 es una función cuyo dominio son valores de x_2 y su rango, valores de x_1, mientras que para la función de mejor respuesta del jugador 2, su dominio son valores de x_1 y su rango son valores de x_2.

En las curvas de reacción se aprecia que conforme aumenta la inversión del jugador 2, el nivel óptimo del jugador 1 también aumentará, aunque en menor medida. Se puede observar que por una unidad adicional de inversión del jugador 2, el jugador 1 incrementará su inversión por menos de uno. Por ejemplo, si $x_2=5$ con un $w=10$ se tendría una $x_1^*\approx3.66$ y si $x_2=6$, entonces $x_1^*\approx3.79$ (Figura 3). Recordando que la mejor respuesta es el máximo de la función de utilidad de cada jugador.

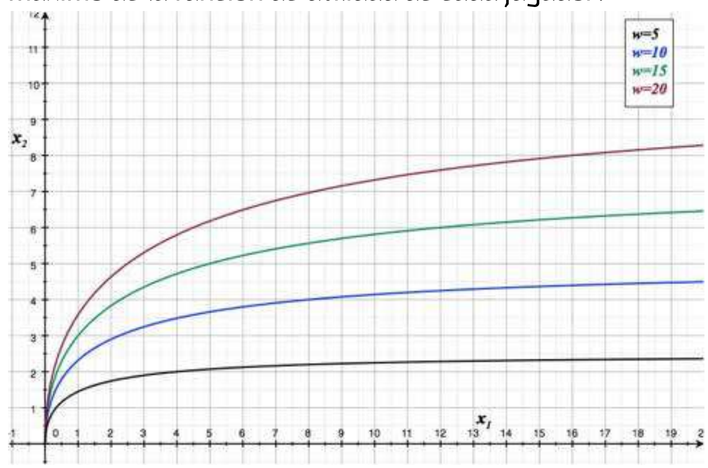

Figura 2. Curvas de reacción del jugador 1 para distintos niveles de salario (w).. Fuente: Elaboración propia.

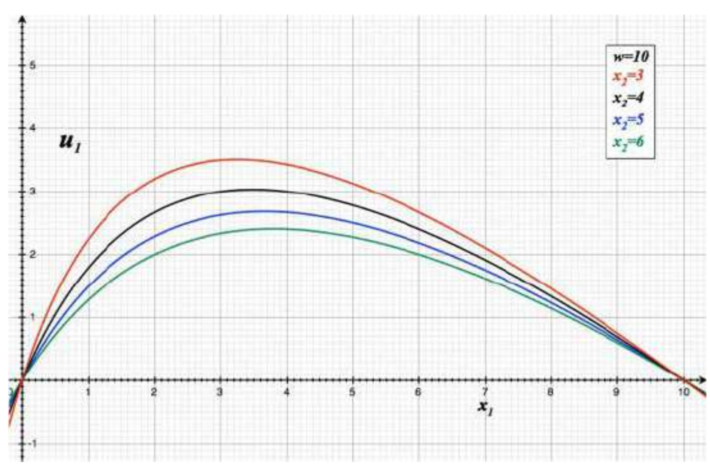

Figura 3. Función de utilidad del jugador 1 a diferentes niveles de inversión del jugador 2. Fuente: Elaboración propia.

[2] Dado que las funciones de utilidad son simétricas para ambos jugadores, el análisis es análogo para el jugador 2 si se graficara su función de utilidad para ciertos valores de x_1, de hecho, se vería como la Figura 2.1.

3.3 Análisis del equilibrio de Nash

Una vez que se ha encontrado la mejor respuesta de ambos jugadores, lo que sigue es encontrar el Equilibrio de Nash (EN) con las funciones de mejor respuesta. Se sabe que en el EN la estrategia de cada jugador es la mejor respuesta a la estrategia del otro jugador.

Entonces, tomando las funciones de mejor respuesta de ambos jugadores (x_1^*,x_2^*) de las ecuaciones (6) y resolviendo el sistema de ecuaciones, considerando *w* como una constante, en la función de mejor respuesta del jugador 1, se sustituye la mejor respuesta del jugador 2 y de forma análoga se hace con la función de mejor respuesta del jugador 2, se llega a la siguiente solución:

$$x_1^* = (wx_2^* + x_2^{(*2)})^{1/2} - x_2$$
$$x_2^* = (wx_1^* + x_1^{(*2)})^{1/2} - x$$

(7)
$$x_1^* = w/3; x_1^* = 0$$
$$x_2^* = w/3; x_2^* = 0$$

Entonces, el perfil de estrategias sería $(x_1^*, x_2^*) = (0,0; w/3, w/3)$ Sin embargo, la estrategia que tiene sentido para este juego dados los supuestos, es: $(x_1^*, x_2^*) = (w/3, w/3)$, dado que la inversión para obtener el puesto en el mercado laboral debe ser estrictamente mayor a cero. Por lo que los beneficios de cada jugador que corresponden a ese equilibrio de Nash son:

(8)
$$u_1(x_1^*, x_2^*) = w/3$$
$$u_2(x_1^*, x_2^*) = w/3$$

La intersección de las curvas de reacción de mejor respuesta de ambos jugadores se encuentra entonces en dos puntos $(0,0; w/3, w/3)$,sin embargo, se establece que el equilibrio de Nash que tiene sentido es:

(9)
$$(x_1^*, x_2^*) = (0,0; w/3, w/3)$$

Como se puede observar, independientemente de la fuerza de la estrategia de inversión, el monto máximo que les conviene invertir a ambos jugadores es razón del salario entre tres, con lo cual, la utilidad resultante es justamente una cantidad igual a la invertida.

En la Figura 4 se puede observar que a una inversión de *10/3≈3.3* del jugador 2, cuando *w=10*, la función de utilidad del jugador 1 tiene su punto máximo en *10/3≈3.3*. Es decir, en el equilibrio de Nash.

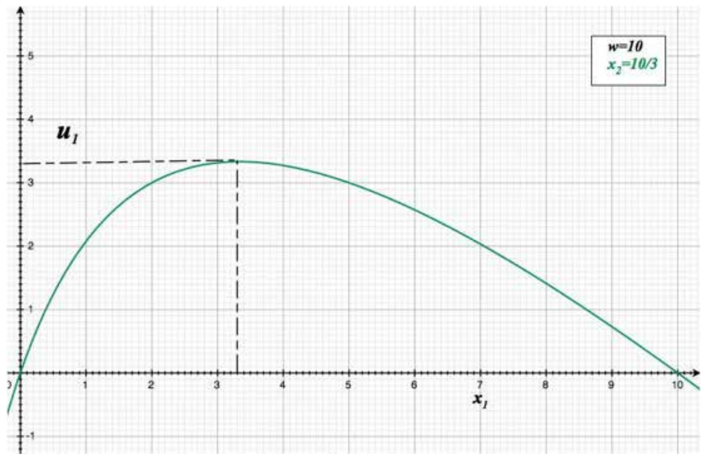

Figura 4. Función de utilidad del jugador 1 según la mejor respuesta del jugador 2. Fuente: Elaboración propia.

En ese punto, los jugadores no tienen incentivos para moverse. Por ejemplo, si el salario permanece en 10 y la estrategia del jugador 1 es x_1*=5*, mientras que la estrategia del jugador 2 sigue siendo su mejor respuesta *(*x_2^**=10/3)*, la utilidad del jugador 1 resulta ser menor *(*u_1*=3)* que si hubiera jugado la mejor respuesta *(*u_1*≈3.33)*.

Previamente se discutió que no es deseable que ninguno de los jugadores invierta justo el salario, porque su utilidad sería cero, y eso puede verse directamente en la función de utilidad (4), es decir, no tendría sentido porque los beneficios son nulos.

Si invierten por debajo de su mejor respuesta, existe la posibilidad de que no obtengan el empleo, y en todo caso, su utilidad sigue siendo menor que la que obtendrían si jugaran su mejor respuesta. Por ejemplo, siguiendo con un salario igual a 10, el jugador 2 decide invertir x_2*=2*, entonces se tiene que u_2*=3*, cuando el jugador 1 invierte su cantidad óptima *(*x_1^**=10/3)*.

3. Comentarios finales

La teoría de juegos estudia la interacción estratégica entre varios individuos que se enfrentan a la toma de decisiones para resolver algún problema. En esta interacción un individuo está al tanto de que sus acciones afectan a otros, así como las acciones de otros individuos lo afectan a él o ella, por lo tanto, se analiza cómo esas acciones entre individuos motivan sus decisiones para conseguir determinado resultado.

Es importante puntualizar que la teoría de juegos es una herramienta que no provee de soluciones instantáneas para el problema que se plantean, primordialmente, porque estudia el comportamiento imperfecto de los individuos, quienes de por sí, interactúan en una realidad bastante más compleja que la que se describe en los supuestos de cualquier modelo. Por lo tanto, los modelos pueden considerar solo algunos aspectos críticos del fenómeno a estudiar, y es con base en esos aspectos que se dispone a llevar a cabo un análisis bajo una hipótesis que deja fuera otras aristas.

Sin embargo, no significa que los resultados sean inválidos por no ser realistas, el análisis de estos mo- delos marca la pauta para comprender el complejo funcionamiento de varios mecanismos económicos, políticos, financieros, etc., y por lo tanto son útiles a la hora de diseñar dichos mecanismos. Algunos ejemplos son: incentivos para modificar la productividad en las empresas, sistemas electorales, subastas, comportamiento de las empresas en relación al establecimiento de un precio o cantidad de producción, uso de bienes públicos, etc.

En este caso, se analiza la decisión de los individuos sobre su educación considerando que desean conseguir un empleo, el problema que se resuelve es la determinación del nivel de educación óptima que les permita conseguir el puesto y que represente una utilidad para ellos. Este análisis puede ser aplicado para el mercado laboral de cualquier sector que demande recursos humanos calificados y dado que se considera que existe una demanda limitada de recursos humanos es lo que da origen a la competencia por el puesto. El modelo presentado es un caso genérico, no aplican casos específicos. En este caso, no tiene afectación alguna si existe migración o se toma una economía abierta o cerrada, el modelo no res- tringe el número de participantes y en caso de migración o del grado de apertura de la economía, afectaría en la cantidad demandada y ofrecida de recursos humanos, lo cual, no cambia el Equilibrio de Nash presentado porque no se incluyen parámetros que representen algún shock en el mercado laboral.

Por otro lado, dependiendo del tipo de actividad económica que se lleve a cabo en los países y tipos de empleos que existen, se requiere una educación formal básica o superior, un nivel técnico o especializado. Por ejemplo, en México, el costo de oportunidad por educarse es alto, por lo cual, se puede optar por entrar al mercado laboral antes que educarse, sobre todo en el caso de los indivi- duos de estratos bajos, quienes tienen la preferencia por cursar carreras técnicas de menor duración, por ejemplo, obtener un título de Técnico Superior Universitario en el cual, invertirán máximo 2 años después de la preparatoria (Villa-Lever y Flores-Crespo, 2002). Sin embargo, esta característica tampoco es considerada dentro del modelo.

En la práctica, se observa que las condiciones de contratación no desafían a los individuos para seguir invirtiendo en educación, porque en la mayoría de las ocasiones, el sector privado preponderá la experiencia a la educación formal, así como ofrecer capacitaciones internas. Si bien es cierto que en este juego no se considera la capacitación, el objeto de este análisis es la conveniencia de educarse formalmente para luego entrar a una competencia que carece de reglas justas y claras, donde no necesariamente un individuo que se educa la misma cantidad que sus pares compiten en una igualdad de condiciones. Por ejemplo, no se consideran las redes o relaciones que tiene un individuo y eso representaría una ventaja en dicha competencia.

Finalmente, dadas las condiciones del juego que se presentó, lo más conveniente es invertir justo lo que se vaya a tener como utilidad, porque no tiene caso realizar una inversión más alta ya que se conseguiría una utilidad negativa, pero si se invierte menos, no se obtiene el empleo. Esto indica la razón por la cual invertir justo la utilidad es la mejor respuesta y representa el Equilibrio de Nash, ya que ninguno de los individuos tiene incentivos para jugar otra estrategia.

4. Extensiones sobre inversión en educación y mercado laboral.

Los siguientes planteamientos son posibles escenarios a considerar:

- Extender el análisis a un juego donde se incluya el costo de oportunidad por invertir en educación. Es decir, donde además de decidir sobre el monto de inversión en educación, se contemple una opción de inversión alternativa. Por ejemplo, considerar el beneficio de un salario si en lugar de educarse formalmente se hubiera optado por entrar al mercado laboral. Este escenario afecta la utilidad del individuo, ya que dependiendo del salario que dejó de ganar por educarse, su utilidad puede ser menor y podrían verse tres casos: 1) No se educó lo suficiente y no le fue posible obtener el empleo cuyo salario le hubiera permitido contrarrestar el costo de oportunidad por educarse. 2) Decidió educarse más allá de lo óptimo para obtener el empleo y obtiene un puesto sub-calificado, dadas las habilidades adquiridas, por lo que tampoco se contrarresta el costo de oportunidad por educarse. 3) Si un individuo se educa para obtener un empleo, pero su habilidad de estudio es baja y el costo por estudiar es mayor para él que para los individuos que tienen habilidad alta (tomando el concepto de Spence (1973) respecto a la habilidad en la productividad en el juego de señalización de mercado laboral).

- Extender el análisis a un juego donde exista interacción entre gobierno y hogares, donde los hogares quieren aumentar su utilidad a través de la educación y el gobierno quiere aumentar su PIB a través de la relación directa entre educación y productividad, pero los hogares no tienen recursos para invertir y prefieren gastar en consumo de otros bienes. A través de un juego cooperativo. ¿Cómo incentiva el gobierno a que los hogares se eduquen para aumentar el PIB de la economía? La primera solución sería mediante apoyos de programas sociales, pero surge un problema: los hogares con capacidad baja para educarse y que prefieren seguir recibiendo apoyos de gobierno. Dicho análisis se puede realizar desde un juego de señalización, en el cual se identifiquen los hogares y se pueda calcular en qué momento a los ho- gares les conviene dejar de recibir apoyos del Estado para obtener una utilidad mayor después de educarse.
- En el juego presentado hay ausencia de un parámetro en la función de utilidad que determine la demanda finita de empleo. Es importante porque los individuos tomarían sus decisiones sobre la inversión en educación considerando que, si mantienen su inversión por mucho tiempo, podría no ser óptimo.

Resumen curricular

Nadyra Rodríguez-Arias
Universidad Autónoma de Querétaro.Maestra en Economía por la Universidad de Guanajuato, Candidata a Doctora en Ciencias Económico Administrativas por la Universidad Autónoma de Querétaro. Profesora de asignatura de la de la Facultad de Contaduría y Administración.

Julia Hirsch
Profesora-Investigadora, Miembro del SNI, Nivel II, Perfil Promep de la Facultad de Contaduría y Administración. Maestra en Economía por la Eberhard-Karls-Universität en Tübingen, Alemania y Doctora en Economía por la Goethe-Universität, Frankfurt, Alemania.

Referencias bibliográficas

Aldaz-Carroll, E. y Moran, R. (2001). Escaping the poverty trap in Latin America: the role of family factors. *Cuadernos de Economía*, 38(114), 155-190.

Aronson, P. (2007). El retorno de la teoría del capital humano. *Fundamentos en Humanidades*, 8(16), 9-26.

Baye, M. R. y Hoppe, H. C. (2001). The strategic equivalence of rent-reeking, innovation, and patentt race games. *Games and Economic Behavior*, 44(2), 217-226.

Becker, G. S. (1962). Investment in human capital: A theoretical analysis. *The Journal of Political Economy*, 70(5), 9-49.

Becker, G. (1993). The Economic Way of Looking at Behavior. *Journal of Political Economy*, 101(3), 385-409.

Dasgupta, P. y Stiglitz, J. E. (1988). Potential competition, actual competition, and economic welfare. *European Economic Review*, 32(2-3), 569-577.

Dasgupta, P., & Stiglitz, J. (1980). Uncertainty, industrial structure, and the speed of R&D. *The Bell Journal of Economics*, 1-28.

Dixit, A. (1987), Strategic behavior in contests. *The American Economic Review*, 77(5), 891-898.

Fudenberg, D., Gilbert, R., Stiglitz, J. y Tirole, J. (1983). Preemption, leapfrogging and competition in patent races. *European Economic Review*, 22(1), 3-31.

Hirshleifer, J. (1989). Conflict and rent-seeking success functions: Ratio vs. difference models of relative success. *Public Choice*, 63(2), 101-112.

Hirshleifer, J. (1995). Theorizing about conflict. *Handbook of defense economics*, 1, 165-189.

Heifetz, A. (2012). Game theory. *Interactive strategies* *in Economics and Management*. Reino Unido: Cambridge University Press.

Karp, L., Lee, I. H. y Mason, R. (2007). A global game with strategic substitutes and complements. *Games and Economic Behavior*, 60(1), 155-175.

Loury, G. C. (1979). Market structure and innovation. *Quarterly Journal of Economics*, 93(3), 395-410.

Mincer, J. (1974). Schooling and Earnings. En J. Mincer (Ed.), *Schooling, Experience, and Earnings* (41-63). EUA: National Bureau of Economic Research.

Pérez-Castrillo, J. D. y Verdier, T. (1992). A general analysis of rent-seeking games. Public Choice, 73, 335-350.

Rojas, M., Angulo, H., y Velásquez, I. (2000). Rentabilidad de la inversión en capital humano en México. *Economía mexicana. Nueva Época*, 9 (2), 113-142.

Schultz, T. W. (1961). Investment in human capital. *The American Economic Review*, 51(1), 1-17.

Spence, M. (1973). Job market signaling. *The Quarterly Journal of Economics*, 87(3), 355-374.

Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The review of Economics and Statistics*, 312-320.

Tamura, R. (1994). Fertility, human capital and the wealth of families. *Economic Theory*, 4(4), 593-603.

Tullock, G. (2001). Efficient rent seeking. En A. A. Lockard y G. Tullock (Ed.), *Efficient Rent-Seeking* (pp. 3-16). Boston, MA., EUA: Springer.

Villa Lever, L. y Flores Crespo, P. (2002). Las universidades tecnológicas mexicanas en el espejo de los institutos universitarios de tecnología franceses. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 7(14), 17-49.