

Capítulo 11. Nociones de teoría de juegos para la estrategia

INTRODUCCIÓN

Hemos visto un conjunto de situaciones en las que el entorno puede ser tomado como un dato en relación con las acciones de la empresa o del consumidor que toma la decisión. Nos hemos preguntado qué precio cobrará una empresa cuando los consumidores tengan una determinada demanda por el bien que la empresa provee. Con buenas estimaciones de la demanda y de los costos, podemos responder, por ejemplo, cuánto producirá una empresa textil colombiana si se genera un acuerdo comercial con Estados Unidos.

Existe un conjunto de casos en los que el entorno es afectado directamente por quien toma la decisión, por lo que los efectos de éste deben ser considerados también. Las decisiones deben basarse en cómo se cree que ese entorno cambiará cuando se decida en un sentido o en otro. Un caso muy simple, pero ilustrativo, es el de un duelo antiguo, en el que cada personaje tiene una pistola con una sola bala. Imagine que los contendientes avanzan lentamente en dirección al otro, aumentando la posibilidad de apuntar correctamente y matar al rival. La pregunta que cada uno debe resolver es relativamente simple. ¿Doy un paso más o disparo? Dar un paso más y no disparar es riesgoso, pues si el otro dispara, puede éste terminar muerto. Por otra parte, disparar ahora hace menos probable apuntar al objetivo respecto de disparar habiendo dado un paso adicional. Más aún, si se dispara y no le apunta al rival, el otro caminará y lo matará. La decisión es difícil y riesgosa.

Cada contendor tomaría una decisión mejor y seguramente diferente, si supiera cuál es la estrategia del rival. Si se está seguro que el rival no disparará antes de estar a 10 metros, entonces la decisión de disparar deberá tomarse sólo a los 11 metros, y jamás disparar antes. Si se muestra asustado y mueve su pistola, el otro posiblemente esperará y eso le permitirá acercarse. Estar informados de la estrategia del rival, de la forma en que reaccionará al comportamiento contrario, es de mucha ayuda.

Igual que en el duelo, cuando una empresa como Bimbo decide el precio que cobrará por sus productos, debe considerar que lo que venderá depende de cuánto cobren sus rivales, lo que a su vez depende de cuánto cobre Bimbo. El cobro de un precio bajo por parte de Bimbo puede, por ejemplo, inducir a una baja en el precio de sus principales competidores, erosionando buena parte de las ventajas que buscaba Bimbo al bajar sus precios.

El mismo dilema se produce respecto de una de las decisiones estratégicas más importantes en el ámbito de los negocios: cuál es la entrada y salida de empresas. Un aspecto fundamental para la decisión de entrar o no a un mercado es la respuesta esperada de las empresas establecidas. Los potenciales entrantes preferirán entrar a un mercado donde esperen respuestas menos agresivas, por ejemplo en precios, ya que así tendrán mayores posibilidades de introducirse al mercado rentablemente. La otra cara de la moneda es que una empresa establecida puede afectar la entrada de otras mediante sus acciones o estrategias. Por ejemplo, las decisiones de localización geográfica, posicionamiento, mezcla de productos ofrecidos, innovación y política de precios, afectan las decisiones de los entrantes, que deberán evaluar muy bien qué efectos tienen esas políticas en su rentabilidad.

A partir de lo anterior, se deduce que un requerimiento fundamental para la toma correcta de decisiones estratégicas de una empresa es evaluar las probables respuestas de los competidores a las alternativas de acción disponibles; además de considerar cómo la empresa espera que tales respuestas afecten los resultados de las acciones seleccionadas por ella. La teoría de los juegos estudia la toma racional de decisiones de los agentes cuando los resultados de las acciones seleccionadas por cada uno de ellos dependen, al menos en parte, de las acciones seleccionadas por otros. Es común, entonces, observar gran similitud entre los fenómenos estudiados en la teoría de los juegos y muchas decisiones estratégicas tomadas por las empresas.

Aun cuando la teoría de los juegos no entrega recetas de cómo comportarse en cada situación estratégica, ayuda a ordenar y a formalizar los principios de la toma de decisiones necesarios para una empresa que interactúa con sus competidores, empleados, consumidores y otros. Ésta es la relevancia de la teoría de los juegos para las acciones estratégicas.

Como se analiza a continuación, una gran cantidad de situaciones estratégicas que afectan los resultados de las empresas e industrias y que representan la base del análisis que motiva este libro —tales como las decisiones de entrada y de salida de un mercado, de capacidad de producción y ventas, de tipo y número de productos a vender, de precio, de inversiones irreversibles en publicidad y de señalización de determinadas variables como los costos unitarios de producción— pueden ser analizadas bajo el paraguas conceptual de la teoría de los juegos.

Hasta antes de la aparición formal de esta teoría en el estudio de la estrategia, las reacciones de los rivales se consideraban asignando probabilidades a sus posibles acciones. Una vez asignadas tales probabilidades, se calculaba la utilidad esperada de cada posible decisión estratégica de la empresa, que dependía de la distribución de probabilidades elegida para la respuesta de los rivales. El problema de este análisis no es sólo la asignación, muchas veces arbitraria, de probabilidades, sino también que, muy probablemente, terminarán asignándose probabilidades positivas a sucesos que desde la perspectiva de los competidores no son racionales y, como tales, se les debiese asignar una probabilidad cero de ocurrencia. La teoría de los juegos elimina del análisis las acciones que no se realizarán. A partir de lo anterior, la gran diferencia entre el análisis fundado en la teoría de los juegos, y aquel que se origina en la asignación de probabilidades y cálculo de valor esperado, es que del primero pueden obtenerse acciones y reacciones que serán seguidas por los rivales ante cada posible movimiento propio (véase el recuadro 11.1).

Este capítulo, cuyo objetivo es introducir los conceptos básicos de la teoría de los juegos necesarios para el análisis y entendimiento de la estrategia competitiva de las empresas, se divide en tres secciones. La

Recuadro 11.1

Interdependencia en las decisiones: el modelo de la telaraña

Un modelo económico clásico, de mucha influencia en el pasado, denominado “modelo de la telaraña”, procuró explicar la volatilidad de los precios de los productos agrícolas. El modelo postula que, si en un año se observa un buen precio para un producto agrícola, los agricultores sembrarán mucho de ese producto para el próximo año, pues suponen que el precio se mantendrá. El resultado es que habrá una sobreoferta para la próxima cosecha y, suponiendo que resulta muy costoso almacenar el producto, se producirá una fuerte caída del precio. El proceso inverso se produciría el año posterior y, así, se observará una continua inestabilidad de precios.

La carencia de conceptos estratégicos en este modelo explicaba pobremente un fenómeno económico a partir de la falta de lógica económica de los agentes. La teoría de los juegos indicaría, en este caso, que el agricultor deberá observar el precio de su producto para tomar su decisión de siembra, pero sin olvidar que tanto sus decisiones de siembra como las del resto de los agricultores, alterarán ese precio en el momento de la venta. Si ello efectivamente sucediera, se esperaría al menos una respuesta menos impulsiva y más moderada de parte de los agricultores.

primera se ocupa del análisis de los juegos simultáneos, la segunda del análisis de los juegos secuenciales y la tercera del análisis de los juegos mixtos (que tienen componentes de juegos simultáneos y secuenciales).

TIPOS DE INTERDEPENDENCIA ENTRE LAS DECISIONES DE LAS EMPRESAS

La interdependencia estratégica entre las empresas puede darse en forma simultánea o secuencial, existiendo situaciones en las que pueden presentarse ambos tipos. La interacción es simultánea cuando las empresas deben tomar sus decisiones al mismo tiempo y secuencial cuando una la toma antes que la otra.

Cuando la interacción es simultánea, cada empresa decide sus acciones sin conocer qué acciones tomarán las otras. Ejemplo de un juego simultáneo es el del envío de animales a la feria para su venta. Los ganaderos deben decidir en el día si llevarán o no sus animales a la feria para venderlos; si los llevan, deben hacer todo lo posible por venderlos, incluso sacrificando su precio, porque los costos de transporte y otros como pérdidas de peso, deshidratación y contagios son extremadamente altos.

En el momento en que cada ganadero toma la decisión de si llevar o no los animales a la feria, ellos no saben lo que harán los otros ganaderos, por lo que no conocen la oferta de ganado que va a existir ese día ni su precio. Tampoco conocen la demanda, por no tener información clara sobre el tipo de compradores que asistirá, pudiendo corresponder mayoritariamente a compradores de ganado gordo, de reposición o de crianza. La interacción estratégica entre los ganaderos es muy clara, ya que el precio que reciba cada uno de ellos dependerá en parte importante del número de otros ganaderos que asistan a la feria ese día, así como de las cabezas y kilos de ganado que éstos lleven. Otros ejemplos de interacción simultánea son los de empresas competidoras en una licitación con sobre cerrado y los de determinación de precios en empresas de retail, tales como farmacias y supermercados.

En la interacción secuencial, por otra parte, las empresas toman sus decisiones y realizan sus acciones en forma sucesiva. Con el objetivo de determinar su mejor acción, cada empresa o jugador espera su turno y toma su decisión analizando la acción previamente tomada por la otra. Puesto que cada empresa realiza el mismo ejercicio, la definición de estos juegos se analiza utilizando una inducción hacia atrás (*backward induction*), concepto asociado a la idea de mirar hacia adelante y razonar desde atrás.

Algunos ejemplos de decisiones de negocios que pueden calificarse como un juego secuencial son los de empresas que entran en una industria cuando esta decisión es tomada una vez que otras empresas ya se encuentran en el mercado, de aumento en capacidad habiendo ya observado la capacidad de los rivales, de fusionarse en un contexto de múltiples fusiones realizadas, y de aumentar las garantías a un producto, particularmente cuando esta decisión es tomada una vez que se ha observado si otros competidores cambiaron las garantías otorgadas a sus productos.

En situaciones reales, los competidores toman decisiones secuenciales y simultáneas. Por ejemplo, cuando una empresa analiza la decisión de entrada o de expansión en un mercado, tiene que analizar su decisión de entrada, que usualmente es secuencial, y su decisión del precio a cobrar, que generalmente es simultánea a la decisión de precio de sus competidores relevantes.

Debe destacarse que, muchas veces, en la vida real no se dispone de tanta información como la que se asume disponible en un ejemplo de texto. Sin embargo, lo importante es que aunque no se disponga de tal información, las conclusiones que se obtienen de los ejemplos permiten entender diversas situaciones de la vida real y ayudar a pensar en forma consistente y ordenada acerca de acciones muy útiles para la experiencia práctica.

JUEGOS SIMULTÁNEOS

Herramientas básicas

Un tipo relevante de juego simultáneo es la determinación de precios en un mercado. En este caso existe interacción estratégica, ya que el precio que cobre cada uno de los competidores afectará las ventas y el precio de los demás.

Suponga un mercado en el que existen dos empresas que determinan sus precios de manera simultánea, y el siguiente esquema de pagos: si ambas empresas se pusieran de acuerdo y cooperaran entre sí cobrando un precio de \$10, las utilidades para cada una de ellas serían iguales a \$100. Pero si ambas empresas compitieran, el precio sería de \$6 y cada empresa obtendría utilidades de \$72. Si una de las empresas cooperara cobrando \$10 y la otra no cooperara y cobrara \$6, la primera obtendría utilidades de \$40 mientras que la segunda obtendría utilidades por \$120, producto de la mayor participación de mercado. La estructura de pagos de este juego se resume en la matriz 11.1.

Matriz 11.1		Empresa 2	
Empresa 1		Cooperar	No cooperar
	Cooperar	100,100	40,120
	No cooperar	120,40	72,72

Esta matriz de pagos considera sólo a dos participantes: las empresas 1 y 2. Cada empresa puede elegir una de dos estrategias: cooperar o no cooperar. Las estrategias de la empresa 1 corresponden a las filas y las de la empresa 2 a las columnas. Por ello, en este caso existen cuatro resultados posibles. El primero, representado en el primer cuadrante de la matriz, es que ambas elijan cooperar; el segundo, representado a su vez en el segundo cuadrante, es que la empresa 1 elija cooperar y la empresa 2 no cooperar. El tercer resultado, representado en el tercer cuadrante, es que la empresa 1 elija no cooperar y la empresa 2 cooperar; mientras que el cuarto corresponde a una situación en la que ambas empresas no cooperan.

Cada una de las cuatro combinaciones de estrategias está asociada a una celda de la matriz en la cual aparecen dos números. El primero de ellos representa el pago de esa combinación de estrategias para la empresa 1 y el segundo corresponde al pago para la empresa 2. Así, 40.120 indica que si las estrategias jugadas por las empresas 1 y 2 son cooperar y no cooperar, respectivamente, entonces los pagos serán de \$40 para la empresa 1 y de \$120 para la empresa 2. Lo mismo se aplica a cada una de las otras celdas.

Note que en este ejemplo las empresas, que se supone que interactúan por una vez, independientemente de la estrategia seleccionada por la otra empresa, obtendrán cada una mayores utilidades no cooperando. Por ejemplo, si la empresa 2 selecciona un precio de \$10, la empresa 1 obtendrá \$100 de utilidades si cobra un precio de \$10 y \$120 si cobra \$6; mientras que si la empresa 2 selecciona un precio de \$6, la empresa 1 obtendrá \$40 de utilidades si cobra \$10 y \$72 si cobra \$6. Así, la empresa 1 siempre obtendrá mayores utilidades cobrando un precio de \$6 que cobrando uno de \$10 y lo mismo sucederá para la empresa 2. A la estrategia que es mejor que las demás para cada posible estrategia de los rivales se le denomina “estrategia dominante” y, cuando ésta llegue a existir será la estrategia seguida por la empresa. Sin embargo, el hecho de que haya una estrategia dominante no necesariamente conduce a la mejor situación posible para cada jugador. En el ejemplo citado, cada empresa estaría mejor si ambas cooperasen. Así, lo que es mejor para el conjunto de jugadores puede no ser el resultado natural de la optimización indivi-

dual. Como lo muestra la matriz 11.1, el equilibrio obtenido en el juego no es eficiente para las empresas ya que, buscando cada una su propio interés, producen un resultado final que no es del interés de ninguna de las empresas participantes.¹

El ejemplo presentado en la matriz 11.1 es muy apropiado para explicar la formación de carteles que tienen como objetivo lograr un resultado similar al del monopolio, lo que requiere incentivar que sus participantes cooperen. Un cartel es un conjunto de entidades que se ponen de acuerdo en torno al manejo de algunas de sus variables de decisión, particularmente el precio, con el objetivo de maximizar las utilidades totales de cada uno de sus miembros. Un caso clásico de cartel es el de la Organización de Países Exportadores de Petróleo, la OPEP, que en 2004 y 2005 ha retomado fuerza por la gran alza que se ha observado en el precio del crudo. Los países que conforman este cartel acuerdan cuotas máximas de producción para hacer subir el precio del petróleo mediante una limitación en la cantidad ofrecida por cada país miembro. De no existir la OPEP, y las fuertes multas a los países que producen más de cierta cuota, probablemente cada país tendría incentivos a producir una mayor cantidad de barriles de petróleo diariamente o, en lenguaje especializado, cada país tendría incentivos a no cooperar, lo que reduciría el precio y las utilidades para todos ellos.

El ejemplo representado en la matriz 11.1 pertenece a la familia de juegos denominados de “dilema del prisionero” (véase recuadro 11.2). Estos juegos se caracterizan porque cada jugador posee una estrategia dominante que conduce a un resultado que no es eficiente desde el punto de vista del conjunto de los jugadores. Por ello, para inducir un resultado eficiente, se requiere de mecanismos externos de control. En el caso de la OPEP recién mencionado, el desafío consiste en encontrar un mecanismo de control (por ejemplo, castigando a los que no cumplen) que induzca a la cooperación por parte de cada uno de sus participantes y así superar este dilema.

Recuadro 11.2

El verdadero dilema del prisionero

El concepto “dilema del prisionero”, ya sea por mito o realidad, proviene de la historia de dos sospechosos de haber cometido un crimen, que fueron detenidos y puestos en diferentes celdas. El fiscal a cargo de la causa estaba convencido de que ambos prisioneros eran culpables, pero no tenía evidencia suficiente para demostrar su culpabilidad y dar por cerrado el caso: requería de su confesión.

Teniendo como objetivo la confesión, el fiscal ideó una estrategia y les ofreció el siguiente trato: visitaría a cada uno de los dos sospechosos por separado y les comunicaría claramente sus opciones de penas de cárcel, las que dependían tanto de su propia confesión como de la del otro sospechoso. Si ninguno de los dos confesaba que había cometido el crimen, les aplicaría, por otras causas menores sí comprobables, una pena de dos años a cada uno. Si ambos confesaban, la sentencia sería de cinco años para cada uno. Si sólo un sospechoso confesaba, éste sería liberado por haber cooperado con la Justicia, mientras que el que no confesara recibiría una pena de doce años. Cada uno de ellos no sabría la respuesta del otro.

El problema a que ambos sospechosos estaban expuestos puede resumirse en una matriz como la ya mencionada. La solución de este “juego” también se realiza de forma análoga a la del ejemplo de los precios. De hecho, la estrategia “confesar” es siempre mejor que la estrategia “no confesar” para cada uno de ellos, porque esta última genera un resultado que, desde el punto de vista de la satisfacción de ambos, es ineficiente. Como consecuencia, el fiscal, quien al parecer conocía la teoría de los juegos, se salió con la suya, ya que ambos sospechosos confesaron.

¹ Este concepto, desarrollado por John Nash en su tesis de doctorado, es uno de los resultados más desafiantes a la visión de la “mano invisible” de Adam Smith.

Casos de juegos simultáneos con dilema del prisionero

Existe una gran cantidad de situaciones del tipo dilema del prisionero en la vida diaria. Algunas de ellas son:

Carrera armamentista

La carrera armamentista entre Estados Unidos y la Unión Soviética durante la Guerra Fría, y la de distintos pares de países, recientemente India y Pakistán, puede entenderse como resultado del tipo de problema asociado con el dilema del prisionero. Aunque cada par de países podría mantener los equilibrios o desequilibrios que deseen gastando de manera simultánea un porcentaje menor en armas, la amenaza de perder la posición relativa y quedar en desventaja frente al otro supone un riesgo que se busca evitar. El problema es más grave cuando se trata de una lucha por el liderazgo; en tal caso, cada país estará satisfecho mientras tenga más poder que su adversario, con lo que se genera un proceso explosivo difícil de detener. ¿Cuándo parará el otro? La desventaja de uno procura ser revertida invirtiendo más, lo que genera una respuesta agresiva de la otra parte para recuperar su liderazgo. Como resultado, cada país invierte una mayor cantidad de recursos en armamento y no está mejor (al menos respecto a vencer en un conflicto bélico) que en la situación alternativa, en que cada país invertiría en una menor cantidad en armamento.

Ahorremos energía

Hacia finales de los años noventa y comienzos de 2000, Brasil, Colombia y Chile sufrieron sequías que conllevaron grandes desabastecimientos de electricidad. En estos países las autoridades intentaron infructuosamente, mediante campañas publicitarias, disminuir el consumo doméstico de electricidad, requiriendo principalmente la “responsabilidad” y la “solidaridad” de los ciudadanos. Estas campañas, como las que se diseñaron en la crisis de California, fracasaron y debió implementarse el racionamiento, con enormes costos de eficiencia, por distintos periodos.

Si se piensa que cada una de las personas hubiera estado mejor con un suministro continuo, ¿por qué no se logró incentivar y coordinar a todos los habitantes para disminuir el consumo? Una respuesta viable proviene del análisis del dilema del prisionero. En este “juego”, cada ciudadano sabe que si él y todos los demás ahorran energía, todos estarían mejor. Sin embargo, la estrategia dominante para cada uno de ellos es no ahorrar energía, ya que si los demás ahorran él estará incluso mejor no ahorrando, pues la acción del resto evita el racionamiento, mientras que si los demás no ahorran él también estará mejor no ahorrando, ya que no podrá evitar el racionamiento.

Esfuerzo de venta de las Administradoras de Fondos de Pensiones

La desregulación y reforma de los sistemas de pensiones en el mundo tiene muchas características comunes con el sistema de Administradoras de Fondos de Pensiones (AFP) vigente en Argentina, Bolivia, Chile, El Salvador, México y Nicaragua, entre otros países. Las AFP son sociedades anónimas que administran los fondos de ahorro para la vejez de sus afiliados que, por su esencia, tienen una demanda total relativamente inelástica.

Los ingresos de las AFP están muy relacionados con el número de afiliados (cotizantes). Los afiliados en cada AFP, a su vez, han mostrado ser muy sensibles al esfuerzo de ventas individual, que asociamos al número de vendedores. Por ello, cada AFP ha tenido incentivos para aumentar sus equipos de venta. Sin embargo, como prácticamente todas las AFP han hecho lo mismo, se quitan afiliados entre sí y terminan realizando un gasto muy importante en ventas sin una razonable contrapartida en un aumento neto en el número de afiliados de cada administradora ni en los servicios otorgados.²

² Para un análisis de este punto véase Valdés (1999).

La existencia de un equilibrio más eficaz para la AFP, con mayores utilidades y menores comisiones para los afiliados, se alcanzaría si todas las administradoras restringieran sus gastos de venta. Sin embargo el problema, y el dilema, es que para cada AFP es mejor realizar un gasto importante en ventas sin importar cuál sea la estrategia de las otras AFP. Si las demás administradoras no realizan gastos de venta, entonces para una AFP será más conveniente realizar este gasto, ya que así capturaría a un mayor número de afiliados. Por otra parte, si las otras AFP incurren en un fuerte gasto de venta, cada AFP individual requerirá realizar un importante gasto de venta para evitar una fuga de afiliados. Como resultado, sea cual sea la estrategia de los competidores, para cada AFP sería más conveniente gastar recursos en ventas. Las soluciones para limitar el crecimiento de los gastos de venta se han centrado en nuevas regulaciones a la contratación de vendedores, y en establecer límites y costos adicionales a los cambios de AFP que puedan realizar sus afiliados.

Esfuerzo personal

El trabajo en equipo, cuando el esfuerzo total es identificable pero no así el esfuerzo individual, también tiene elementos del dilema del prisionero. En este caso, la solución óptima para el conjunto de trabajadores, sobre todo si la política de remuneraciones de la empresa entrega incentivos al personal en función de metas colectivas —como lo es recibir una proporción de las utilidades de la empresa si éstas superan un monto—, será trabajar fuerte (“cooperar”, en el lenguaje del dilema del prisionero). Sin embargo, el equilibrio de este juego, particularmente si se juega por una vez y el equipo es numeroso (véase el recuadro 11.3), podría consistir en que los miembros del equipo no trabajen fuerte, debido a que cada miembro, considerado individualmente, no es determinante en la meta colectiva y, a la misma remuneración, podría preferir trabajar menos a más (véase el capítulo 2). Así, la estrategia dominante para cada miembro del grupo será no cooperar; es decir, para cualquier estrategia seguida por los demás, cada trabajador obtendrá siempre una mayor recompensa no cooperando (es decir, no trabajando fuerte).

Recuadro 11.3

Interacción repetida

Una pregunta relevante es la siguiente: ¿cómo cambia el equilibrio (solución) de un juego con características del dilema del prisionero cuando éste se juega repetidamente? Para responder a ella se requiere saber si la interacción es repetida con un periodo final conocido, o si ésta es indefinida o tiene un periodo final desconocido.

Cuando existe un periodo final conocido y finito, la solución para un juego como el desarrollado requiere considerar que se trata de un juego secuencial (que tiene tantas etapas como periodos de tiempo) y como tal se debe pensar de atrás hacia delante. ¿Qué van a elegir las empresas en el último periodo (por ejemplo, año 10)? Como el juego termina ahí y no hay, por lo tanto, castigo posible a los que no cooperen, la elección en el año 10 será cobrar \$6 ya que ésta es la estrategia dominante para cada empresa en esa etapa. Como en el periodo 10 las empresas cobran \$6, ¿cuánto cobrarán en el periodo 9? \$6 de nuevo, y así sucesivamente hasta llegar al primer periodo.

Distinta es la situación cuando el juego tiene un final desconocido o se puede jugar indefinidamente, situación muy común en diversos sectores tales como supermercados, tiendas departamentales y farmacias. En este caso, no existe una etapa última conocida del juego y, por lo tanto, se puede obtener la cooperación, lo que implica cobrar por parte de cada empresa un precio de \$10. Sin embargo, como se verá en el capítulo 15, la obtención de la cooperación se basa en la posibilidad de establecer y ser capaces de aplicar estrategias de castigo a las empresas que se desvíen de ella.

Solución para los juegos simultáneos

El concepto de equilibrio más utilizado para la solución de los juegos simultáneos corresponde al concepto de “equilibrio de Nash”.³ En términos simples, un conjunto de estrategias representa un equilibrio de Nash si la estrategia elegida por cada jugador es su mejor respuesta a su creencia de lo que serán las estrategias seguidas por sus rivales y esta creencia es correcta; es decir, las estrategias seguidas por los rivales son las que se creía iban a seleccionar.

Matriz 11.2

		Empresa 2		
		<i>i</i>	<i>m</i>	<i>d</i>
Empresa 1	<i>A</i>	4, 3	0, 4	3, 4
	<i>M</i>	3, 0	3, 1	4, 2
	<i>B</i>	3, 4	1, 3	3, 2

La matriz 11.2 muestra un juego simultáneo en el que participan las empresas 1 y 2, cada una con tres alternativas de estrategia, *A*, *M* y *B* para la empresa 1, *i*, *m* y *d* para la empresa 2. En este juego, el único equilibrio de Nash es (*M*, *d*), es decir, en equilibrio la empresa 1 selecciona la estrategia *M* y la empresa 2 selecciona la estrategia *d*. Note que si la empresa 1 elige la estrategia *M*, entonces la mejor respuesta (estrategia) para la empresa 2 es elegir la estrategia *d*, mientras que si la empresa 2 elige la estrategia *d* entonces la mejor respuesta (estrategia) para la empresa 1 es elegir la estrategia *M*. Es decir, si la solución del juego es el par de estrategias (*M*, *d*), entonces ninguna empresa deseará cambiarse a otra estrategia, dada la estrategia seleccionada por su rival.

Un aspecto fundamental de un equilibrio es que éste se alcanza cuando cada empresa ha seleccionado la estrategia que es óptima para ella dada la estrategia seleccionada por los rivales. Para entender este concepto de equilibrio con mayor claridad, es conveniente analizar por qué un par de estrategias, como por ejemplo (*A*, *i*), no representa un equilibrio de Nash y, por lo tanto, no será la solución para esta situación.

El par de estrategias (*A*, *i*) no representa un equilibrio de Nash ya que, si la empresa 1 elige la estrategia *A*, la empresa 2 elegirá *m* o *d* (ambas estrategias le dan el mismo beneficio de 4 a la empresa 2, que es mayor al beneficio de 3 que le entregará el seleccionar la estrategia *i*), mientras que si la empresa 2 efectivamente se desvía a *m*, la empresa 1 deseará moverse a *M*. Esta interacción continuará hasta que las empresas 1 y 2 arriben al par de estrategias *M* y *d*, punto en el cual ninguna de las dos empresas querrá desviarse, dada la elección realizada por el competidor.

El mismo razonamiento puede utilizarse para cualquier otro par de estrategias posibles de este juego y, en todas ellas, al menos una de las empresas querrá desviarse de estrategia. De lo anterior se puede concluir que el único equilibrio de Nash para este juego y, por lo tanto, su solución, es aquel donde la empresa 1 selecciona la estrategia *M* y la empresa 2 la estrategia *d*.

³ John Nash, Premio Nobel de Economía 1994. Otros conceptos de solución para los juegos simultáneos, basados en la obtención de equilibrio mediante estrategias dominantes y de la eliminación de estrategias dominadas, se analizan en el anexo de este capítulo.

*Ejemplo de solución para juegos simultáneos***El discurso de los partidos políticos**

Suponga que las preferencias de los electores en una materia trascendental, por ejemplo respecto de la propiedad privada, pueden representarse por una distribución uniforme en una línea de largo 1; esto es, el mismo número de electores se ubica en 0, en 0,1, en 0,8, etc. Los electores que se ubican en los puntos 0 y 1 corresponden a los más polarizados a favor de la postura de “izquierda” y de “derecha”, respectivamente, y los que se ubican en el punto 0,5 corresponden a los que están en el centro entre estas dos tendencias. Un elector que se ubique en el punto 0,2 será más cercano a la izquierda que uno ubicado en el punto 0,7. La identificación de electores con los partidos, entonces, depende de la distancia entre el discurso y su posición.



Figura 11.1

Suponga la existencia de sólo dos candidatos o coaliciones (I_0 y D_0) que disputan una elección. ¿Dónde deberían posicionarse los candidatos para aumentar su probabilidad de triunfo? Para acercarse a la respuesta, suponga que la coalición de izquierda se ubica en I_0 y la de derecha en D_0 . En este caso, la coalición de izquierda capturará a todos los votantes que se encuentren a la izquierda de I_0 y la de derecha a todos los electores que se encuentren a la derecha de D_0 , mientras que los electores que se ubiquen entre los puntos I_0 y D_0 se repartirán en la misma proporción entre ambas coaliciones.

Pero, ¿son I_0 y D_0 ubicaciones de equilibrio? La respuesta es no, pues si la coalición de derecha espera que la de izquierda se ubique en I_0 , ella deseará cambiar su ubicación a una que se encuentre más a la izquierda de D_0 ,⁴ ya que así obtendrá los votos de todos los electores situados a la derecha de su localización y la mitad de los votos de los electores que se encuentren entre su ubicación y la de I_0 , lo que le conllevará un mayor número total de votos. Asimismo, la coalición de izquierda, dada la ubicación de su “contendor”, también querrá moverse hacia la derecha de I_0 para aumentar su número de votantes. Siguiendo con este análisis, ya que el objetivo de ambas coaliciones es ganar la elección, el único equilibrio es que ambas se ubiquen en el centro del espectro político. El par de ubicaciones en torno a 0,5 representa un equilibrio (de Nash) puesto que, si ambos se ubican en el centro, uno junto al otro, ninguna de las dos coaliciones tendrá incentivos para desviarse, dada la ubicación seleccionada por la otra parte. Este resultado, que cambiaría si los electores no se distribuyeran de manera uniforme, o si existieran más partidos, permite entender la mayor confluencia que se observa en las campañas políticas cuando, como en diversos países, hay sólo dos participantes relevantes. De hecho, la introducción de un tercer participante cambiaría fuertemente la conclusión sobre la ubicación de los partidos al centro (¿cuáles serían las posiciones de tres coaliciones?).

JUEGOS SECUENCIALES

La solución de los juegos secuenciales reviste complejidades que no se evidencian en los juegos simultáneos. Recuerde que un juego secuencial representa una situación estratégica en la cual los agentes involucrados (típicamente empresas) toman sus decisiones y eligen las acciones de forma sucesiva. En este tipo

⁴ Asumimos, por definición, que la coalición de derecha será de derecha en la medida que no se ubique más a la izquierda que la de izquierda.

de interdependencia estratégica, cada jugador decide su movimiento analizando cómo éstos afectarán las elecciones en las etapas posteriores del juego y cómo el pronóstico de estas elecciones posteriores afectará las acciones previas seguidas. El concepto de solución utilizado en los juegos secuenciales se basa en solucionarlos “de atrás hacia delante”.

La aplicación de este concepto implica partir del análisis del juego en su última etapa (último nodo de decisión), viendo quién toma la decisión allí y qué decisión tomará. Una vez que se determina la decisión que tomará el agente al que le toque moverse último, el próximo paso es analizar quién se moverá en forma inmediatamente anterior y qué decisión tomará, suponiendo que el agente que se moverá después de él lo hará en forma óptima. Esta secuencia continúa (siempre de atrás hacia delante) hasta llegar al primer nodo de decisión, donde se determina el movimiento de quién se mueve primero, considerando que los agentes se moverán óptimamente en las etapas siguientes. La lógica detrás de lo anterior es que, para que una decisión sea óptima, ésta deberá proyectar los efectos de esa decisión en las decisiones de las otras empresas y en sus movimientos posteriores.

Para analizar los principales conceptos referidos a un juego secuencial, suponga que un entrante potencial E analiza el ingreso a un mercado que está actualmente monopolizado por una empresa preestablecida I . E sabe que I puede reaccionar de una de dos maneras posibles si es que entra en su mercado. Por una parte, I puede acomodarse a la entrada, dejándole una parte del mercado al entrante sin afrontar una guerra de precios, publicidad u otra característica, o bien, puede reaccionar agresivamente a la entrada, comenzando una guerra de precios u otra acción similar. La primera acción posible será llamada A (por “acomodarse”), mientras que la segunda será denominada P (por “pelear”).

Suponga que los análisis de mercado disponibles arrojaran las siguientes utilidades proyectadas para estas dos empresas para cada uno de los posibles escenarios. Si E no entra, obtendrá una utilidad de 0 mientras que I obtendrá una utilidad de \$12 millones. Por otra parte, si E entra, obtendrá una utilidad de \$6 millones si es que I se acomoda y una pérdida de \$9 millones si es que I decide pelear. Por último, I obtendrá una utilidad de \$10 millones si es que se acomoda a la entrada de E y de \$3 millones si es que decide pelear.

Con esta información es posible construir lo que se denomina “árbol de decisión”, que se ilustra en la figura 11.2.

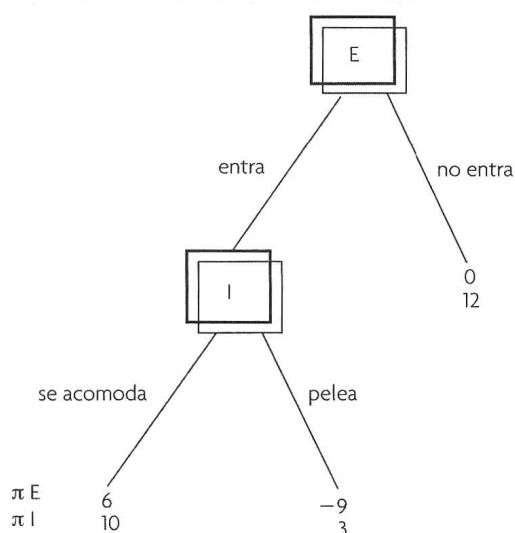


Figura 11.2

A los efectos de su presentación, dentro de cada nodo de decisión en un árbol de decisión se incluye una letra que indica la empresa a la que le toca moverse en esa etapa del juego. Por ejemplo, el poner la letra I dentro de un nodo de decisión implicará que la decisión en esa etapa debe tomarla la empresa I .

En el juego presentado en la figura 11.2, las utilidades para I se presentan debajo de las utilidades para E . También se observa que en el último nodo le corresponde tomar la decisión a I , que tiene dos alternativas: acomodarse o pelear. En este ejemplo, la decisión que le da mayor utilidad a I cuando le toca moverse es acomodarse (10 sobre 3), por lo que, de llegar a ese nodo, ésa será la elección realizada por I .

En el nodo inmediatamente anterior (que corresponde al primer nodo de decisión), quien debe tomar la decisión es E , que en este caso posee dos alternativas: entrar o no. Si E elige entrar, entonces sabe que I se acomodará y recibirá \$6, mientras que si E elige no entrar, obtendrá cero.

Entre las dos alternativas, E preferirá entrar ya que esta estrategia le dará mayor utilidad que la alternativa de no entrar. De acuerdo con lo anterior, el resultado final del juego será que E entrará en el mercado y que I se acomodará a la entrada.

Un resultado interesante de este ejemplo es que la amenaza de pelear por parte de I no es verosímil para E , porque este último proyecta, con razón, que si entra lo más conveniente para I será acomodarse a su entrada. Note que de no haber modelado esta situación como un juego y de no haber utilizado este concepto de solución, es probable que el entrante hubiera asignado probabilidades a los eventos de que se acomode o pelee donde, por ejemplo, de haber asignado un 50% de probabilidad a cada uno de esos eventos, su decisión hubiera sido no entrar, acción claramente equivocada para este juego.

JUEGOS SECUENCIALES Y SIMULTÁNEOS

Existe una serie de decisiones estratégicas que contienen, a su vez, decisiones simultáneas y secuenciales. Considere el siguiente caso, muy parecido al ejemplo anterior, pero esta vez relacionado con una eventual práctica de depredación de precios, definida aquí como la disminución de precios para eliminar competidores del mercado. Nuevamente, suponga un potencial entrante E que analiza ingresar en un mercado monopolizado por un único productor I . Si E entra, I y E elegirán actuar simultáneamente de una de dos formas: (1) ambos pueden acomodarse en el sentido de no realizar una guerra de precios, “repartiéndose” el mercado, o (2) ambos pueden comenzar una guerra de precios donde cada uno intente tener una participación mayor en el mercado a costa de reducir la participación del otro. Se supone que la decisión de acomodarse o pelear es tomada de manera simultánea por ambas empresas.

El árbol de decisión con los pagos para el juego recién descrito se presenta en la figura 11.3, donde el óvalo que está en la parte inferior indica que la decisión entre I y E en esta etapa del juego debe tomarse en forma simultánea.

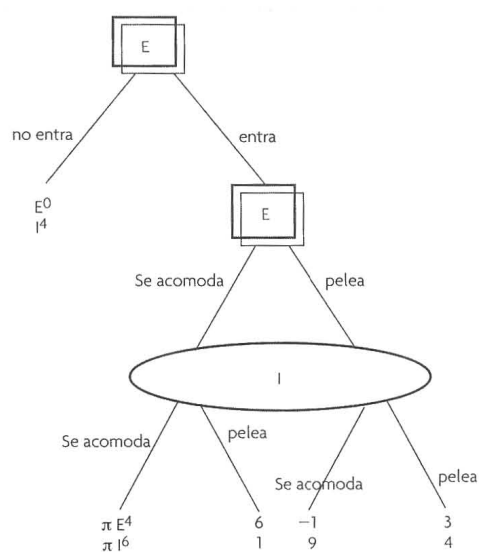


Figura 11.3

Como en cualquier otro juego que tenga un componente de secuencialidad, su análisis debe partir de la última etapa del juego, que en este caso corresponde al juego simultáneo. Esta etapa del juego se resume en la matriz 11.3, donde el único equilibrio de Nash corresponde al par de estrategias (A, A). Este resultado indica que si *E* elige “entrar” en la primera etapa, el resultado de equilibrio de la segunda etapa será que tanto *E* como *I* elegirán la estrategia “acomodarse”.

Matriz 11.3

		Entrante	
		Acomoda	Pelea
Incumbente	Acomoda	6, 4	9, -1
	Pelea	1, 6	4, 3

Al considerar la solución para la última etapa del juego simultáneo y reemplazándola en el nodo de decisión correspondiente, el equilibrio de este juego se logra con *E* seleccionando la estrategia “entrar” y luego ambos se acomodan. En el anexo de este capítulo se analizarán otros ejemplos de juegos simultáneos y secuenciales, mientras que en los próximos capítulos se analizan estrategias que pueden ser seguidas por las empresas para cambiar los resultados de la interdependencia a su favor.

SÍNTESIS

La teoría de los juegos ordena y formaliza los principios de la toma de decisiones estratégicas para la administración de una empresa que interactúa con sus competidores, empleados, consumidores y otros. En este capítulo se han analizado conceptos básicos de esta teoría que serán de utilidad para el análisis estratégico que se presenta en los siguientes capítulos.

La teoría de los juegos no tiene como objetivo entregar respuestas a los ejecutivos respecto de cómo comportarse en cada situación estratégica ni reemplaza su intuición ni su experiencia, pero sí ayuda al ordenamiento y a la toma de decisiones estratégicas.

La presentación y el análisis de los conceptos, así como la solución asociada a los juegos simultáneos y a los juegos secuenciales, son materia fundamental de este enfoque.

Ya se comentó que el concepto de equilibrio más utilizado para la solución de los juegos simultáneos es el denominado “equilibrio de Nash”, que en términos simples dice que la solución de equilibrio de un juego simultáneo se encuentra en aquel punto donde la estrategia elegida por cada jugador es la mejor respuesta a las estrategias que han sido seguidas por sus rivales.

En el caso de los juegos secuenciales, la solución se obtiene a partir de aplicar el principio de inducción hacia atrás, que supone que cada empresa seleccionará su acción considerando que cada uno de los movimientos que realice cada jugador en las etapas siguientes será escogido buscando optimizar el resultado de la empresa que toma la decisión en esa etapa.



EJERCICIOS

1. En un mercado hay dos empresas, y cada una de ellas puede producir un producto en una de tres posibles calidades: alta, media y baja. Se denominarán A , M y B a las estrategias de calidad que puede seguir la empresa 1, y como a , m y b a las estrategias de calidad que puede seguir la empresa 2 (se usan mayúsculas y minúsculas sólo para diferenciar las estrategias de las dos empresas). Las utilidades para cada conjunto de estrategias que sigan las empresas son las siguientes:

Empresa 1 \ Empresa 2	a	m	b
A	1, 3	-3, 2	1, 4
M	0, 0	0, 1	3, 0
B	1, 3	2, 1	2, 2

- a) ¿Existe un equilibrio para este juego al que se pueda llegar por la eliminación de estrategias dominadas? Si su respuesta es afirmativa, ¿cuál sería ese equilibrio? (ver anexo a este capítulo).
- b) ¿Existe un equilibrio de Nash para este juego? Si su respuesta es afirmativa, ¿cuál sería ese equilibrio?

Suponga el mismo juego anterior y la misma tabla de pagos, pero ahora asuma que el juego es secuencial, donde primero se mueve la empresa 1 (que puede elegir entre A , M y B), y, posteriormente, habiendo observado la calidad elegida por la empresa 1, la empresa 2 realiza su elección (entre a , m y b). Por ejemplo, si la empresa 1 elige A y la empresa 2 elige a , los pagos serán \$1 para la empresa 1 y \$3 para la empresa 2. Determine el o los equilibrios de este juego secuencial para lo cual debe dibujar el árbol de decisión correspondiente.

2. Las dos empresas líderes en ventas de seguros tienen que establecer sus presupuestos de personal de ventas para el próximo año. Cada compañía de seguros tiene dos estrategias posibles: D (que disminuye su fuerza de ventas en un 20%) o A (que aumenta su fuerza de ventas en un 20%). Las dos empresas deben elegir sus presupuestos de manera simultánea. La siguiente matriz muestra el resumen de las utilidades esperadas para cada empresa de seguir cada estrategia.

Empresa 1 \ Empresa 2	A	D
A	24, 24	50, 10
D	10, 50	40, 40

- a) ¿Cuál será la estrategia seguida por cada empresa si este juego se juega sólo una vez? Explique.
- b) ¿Cuál será la estrategia seguida por cada empresa si este juego se juega siete veces? Explique.

3. Encuentre él o los equilibrios de Nash en el juego siguiente:

	C1	C2	C3	C4
R1	10, 7	8, 8	0, 6	2, 6
R2	6, 5	2, 3	5, 1	7, 4
R3	0, 4	5, 8	3, 7	5, 10
R4	4, 6	9, 8	6, 9	1, 1

4. Dos empresas farmacéuticas que compiten en investigación y desarrollo se enfrentan a la siguiente situación: pueden acelerar la inversión (A) o pueden desacelerarla (D). Se espera que los beneficios para cada empresa de cada estrategia posible sean los indicados en la matriz siguiente:

		Empresa 2	
		A	D
Empresa 1	A	30, 30	50, 35
	D	40, 60	20, 20

- ¿Cuál (es) es el equilibrio(s) de Nash si este juego se juega de manera simultánea?
 - ¿Cuál es el equilibrio si la empresa 1 tiene la posibilidad de moverse primero? ¿y si es la empresa 2 la que tiene la posibilidad de moverse primero? Dibuje el árbol de decisión en cada caso.
 - Si una de las dos empresas debe moverse primero, es decir, las dos posibles situaciones son, o que la empresa 1 se mueva primero o que la empresa 2 se mueva primero ¿Hasta cuánto estará dispuesta a invertir la firma 1 por tener la posibilidad (cierta) de moverse primero?
5. Las dos empresas líderes en el rubro de los supermercados tienen que establecer sus presupuestos de publicidad para el próximo año. Cada firma tiene dos estrategias posibles: *M* (que mantiene su nivel actual de gasto en publicidad) o *I* (que aumenta su publicidad). En la matriz que se muestra a continuación se presentan los resultados, en términos de utilidades, de cada combinación de estrategias seguida por las firmas.

		Empresa 2	
		I	M
Empresa 1	I	27, 27	50, 20
	M	20, 50	40, 40

- ¿Cuál será la estrategia seguida por cada empresa si este juego se juega sólo una vez y las firmas deben elegir de manera simultánea sus presupuestos de publicidad?
- Suponga los mismos pagos presentados en la matriz pero ahora asuma que el juego es secuencial. Es decir, primero la firma 1 elige si su estrategia es *I* o *M* y, luego, una vez que ha observado el gasto en publicidad de la firma 1, la firma 2 elige su estrategia. ¿Cuál es el equilibrio de este juego? Dibuje el árbol de decisión.



ANEXO DEL CAPÍTULO

DEFINICIONES Y CONCEPTOS BÁSICOS DE LA TEORÍA DE JUEGOS

Definición completa de un juego

Para que un juego o situación estratégica esté definido completamente, deben establecerse los siguientes aspectos:

1. “Jugadores”. Para que exista interacción estratégica, debe haber dos o más jugadores (empresas) que puedan interactuar.
2. “Reglas y estructura temporal del juego”. Deben definirse los movimientos (acciones) posibles a realizarse por cada jugador y su secuencialidad o simultaneidad. Además, deben especificarse aspectos tales como si el juego se juega sólo una vez o si se repite.
3. Estructura de “información” del juego. Debe especificarse lo que sabe cada jugador; por ejemplo, todos pueden tener la misma información o alguno de ellos poseer más información que el resto.
4. “Resultados del juego”. Deben conocerse los resultados que obtendrá cada uno de los jugadores por cada posible conjunto de acciones que realicen.
5. “Pagos” a cada jugador. Debe existir un pago predeterminado para cada uno de los jugadores en cada uno de los posibles resultados del juego.

Verificación de la lista

Como un ejemplo del cumplimiento de estos aspectos por parte de los juegos presentados en este capítulo, considere el ejemplo del juego secuencial presentado en la figura 11.2. Ese juego está definido por los siguientes conceptos:

1. Hay dos jugadores (empresas): el potencial entrante y la empresa establecida.
2. Las empresas se mueven en forma secuencial. El primero en seleccionar su estrategia es el entrante y, una vez que ha observado la acción del entrante, lo hace la empresa establecida. El entrante debe elegir una de entre dos acciones posibles (entrar o no entrar) mientras que la empresa establecida también debe elegir una de entre dos decisiones posibles (pelear o acomodarse). El juego dura dos periodos, donde en el primero el entrante elige si entra o no, mientras que en el segundo, el establecido selecciona su nivel de agresividad. Si el entrante decide no entrar, el juego dura sólo un periodo.
3. Todos los jugadores tienen la misma información, la que resume la figura 11.2.
4. Si el entrante no entra, el establecido mantiene su monopolio. Si el entrante entra, el establecido deberá competir.

5. Si el entrante no entra, éste obtendrá 0 y el establecido 12. Si el entrante entra y el establecido pelea, el entrante obtiene -9 y el establecido 3, mientras que si el entrante entra y el establecido se acomoda, el primero obtendrá $\$6$ y el segundo $\$10$.

Solución para juegos simultáneos mediante estrategias dominadas y dominantes

Existen tres mecanismos de solución para los juegos simultáneos. El más importante y de mayor aplicabilidad es el equilibrio de Nash. Los otros dos mecanismos de solución se basan en la existencia de estrategias dominantes y en la eliminación de estrategias dominadas. A pesar de que los dos últimos mecanismos son muy simples de entender, tienen una aplicación más limitada que el concepto de equilibrio de Nash debido a que su aplicabilidad está sujeta a la existencia de estrategias dominantes y dominadas para cada jugador, condición que en la práctica no es fácil que ocurra.

Solución por existencia de estrategias dominantes

La solución más simple para los juegos simultáneos es la que se basa en el concepto de dominación. De acuerdo con esta forma de búsqueda de solución, si un jugador tiene una estrategia que es mejor que cada una de las demás para cada posible estrategia que puedan seguir los otros jugadores, entonces ésa será su estrategia elegida. A este tipo de estrategia se le denomina dominante y, si cada jugador posee una de ellas, entonces la solución del juego es muy simple y lógica: en equilibrio, cada jugador jugará su estrategia dominante.

Como se analizó, en el caso del dilema del prisionero cada jugador tiene una estrategia dominante (“no cooperar”), por lo que, en equilibrio, ésa será la estrategia seleccionada por cada uno de ellos. La matriz A.1 muestra otro ejemplo de una situación de interdependencia estratégica en la cual el equilibrio se obtiene a partir de la existencia de estrategias dominantes para cada jugador.

Matriz A.1

Empresa 1 \ Empresa 2	Bueno	Regular	Malo
Alto	3, 3	0, 4	2, 3
Medio	4, 0	2, 2	3, 1
Bajo	2, 1	1, 2	2, 0

La estrategia “medio” para la empresa 1 es dominante, es decir, para cada posible estrategia de la empresa 2, la empresa 1 estará siempre mejor si selecciona esta estrategia. La estrategia “regular” es una estrategia dominante para la empresa 2 ya que, sea cual fuere la estrategia de la empresa 1, su pago es siempre mayor si selecciona “regular”. A partir de lo anterior, es fácil deducir que la solución de este juego consiste en que la empresa 1 juegue “medio” y la empresa 2, “regular”. Note que cuando un jugador tiene una estrategia dominante, éste ni siquiera se preocupará de saber qué será lo que realizará su oponente, ya que, para cualquier estrategia del rival, el jugador estará siempre mejor jugando su estrategia dominante.

Solución por eliminación de estrategias dominadas

En la práctica, es habitual que los jugadores no posean estrategias dominantes (al menos no todos ellos), ya que es muy probable que la mejor estrategia dependa de lo que el otro jugador realice. Un mecanismo

de solución análogo al que se basa en la selección de estrategias dominantes, pero que presenta algunas diferencias, supone que ninguno de los jugadores elegirá una estrategia dominada. Estrategias dominadas son aquellas para las cuales existe una estrategia alternativa que le entrega mayores beneficios a un jugador, independientemente de las estrategias que jueguen los otros jugadores. Un ejemplo del concepto de solución basado en las estrategias dominadas se ilustra en la matriz A.2:

Matriz A.2

Empresa 1\Empresa 2	Izquierda	Derecha
Alto	2, -3	-2, 1
Medio	-2, 0	2, 2
Bajo	-3, 1	-3, 2

En este juego, la empresa 1 no posee una estrategia dominante ya que la estrategia “alto” es mejor para ella si la empresa 2 juega “izquierda” mientras que la estrategia “medio” será mejor si la empresa 2 juega la estrategia “derecha”. Sin embargo, la empresa 1 sí posee una estrategia dominada, que corresponde a la estrategia “bajo”, ya que ésta no será nunca la estrategia jugada por ella. Así, la estrategia “bajo” no será nunca elegida por parte de la empresa 1. La matriz A.3 muestra los posibles resultados para las empresas una vez que se ha eliminado la estrategia “bajo” del conjunto de posibilidades para la empresa 1.

Matriz A.3

Empresa 1\Empresa 2	Izquierda	Derecha
Alto	2, -1	-2, 1
Medio	-2, 1	2, 2

En este caso, la estrategia “izquierda” es dominada por la estrategia “derecha” para la empresa 2, por lo que es posible estar seguros de que esta empresa no la seleccionará. Así, el juego puede volver a simplificarse de la forma presentada en la matriz A.4.

Matriz A.4

Empresa 1\Empresa 2	Derecha
Alto	-2, 1
Medio	2, 2

En este último juego, la única empresa que puede elegir estrategia es la 1, por lo que elegirá “medio”, que corresponde a la estrategia que maximiza su bienestar. El resultado final de este juego es que la empresa 1 elegirá la estrategia “medio” y la empresa 2 elegirá la estrategia “derecha”. Dada la elección de ese conjunto de estrategias, ninguna de las dos empresas deseará desviarse, por lo que la solución propuesta corresponde a un equilibrio.

La solución por eliminación de estrategias dominadas sólo requiere que cada jugador prefiera más a menos de su variable objetivo, y que cada uno sepa que los demás también son racionales en ese sentido;

asimismo, se requiere que todos los jugadores conozcan el juego. Lo anterior se denomina en términos técnicos “conocimiento común” (*common knowledge*), es decir, todos saben que todos saben que... todos son racionales. Si se cumplen esos requerimientos, entonces pueden eliminarse las estrategias dominadas en varias etapas sucesivas. A medida que se eliminan estrategias dominadas, la probabilidad de que haya nuevas representaciones de ellas es mayor debido a que el oponente queda con el menor número posible de estrategias para jugar. El orden en la eliminación de las estrategias estrictamente dominadas no afecta el equilibrio que se obtiene al final del juego ni tampoco las estrategias que permanecen en él. Cabe hacer notar que el conjunto de estrategias que representa un equilibrio de Nash no puede ser mayor (y generalmente es menor) al conjunto de estrategias que sobrevive la eliminación iterativa de las estrategias dominadas, debido a que en cada etapa del proceso iterativo de eliminación de estrategias dominadas se eliminan todas aquellas estrategias que no son nunca una mejor respuesta y, por lo tanto, se eliminarán todas aquellas que no representen un potencial equilibrio de Nash.

Otros aspectos asociados al equilibrio de Nash

EXISTENCIA DE MÚLTIPLES EQUILIBRIOS

No todos los juegos simultáneos poseen un único equilibrio de Nash, sino que en muchos casos existirá más de uno, como se ilustra en la matriz A.5.

Matriz A.5

Empresa 1 \ Empresa 2	Izquierda	Derecha
Alto	60, 60	0, 50
Bajo	50, 0	40, 40

En este ejemplo existen dos equilibrios de Nash: alto, izquierda y bajo, derecha. Una de las carencias del concepto de equilibrio de Nash es que cuando existen múltiples equilibrios no dice nada respecto de qué equilibrio debiese ser el alcanzado. Sin embargo, en la literatura se han discutido algunas razones de por qué uno de esos múltiples equilibrios podría ser el elegido. A pesar de que estas razones no invalidan el problema de la existencia de equilibrios múltiples, sí pueden aminorarlo. Las razones mencionadas con más frecuencia son:

1. Existencia de un punto focal al que convergen los diversos jugadores: Este punto focal puede tener su origen en aspectos culturales, historia, justicia, simetría u otros factores. Por ejemplo, si una empresa dispone de 20 estacionamientos para 20 ejecutivos, se observa que cada ejecutivo ocupa cada día el mismo estacionamiento teniendo la libertad de cambiarlo. En este caso, cualquier combinación de estacionamientos para los 20 ejecutivos, en la medida que cada ejecutivo ocupe un estacionamiento, podría ser un equilibrio de Nash. Sin embargo, la existencia de una historia apoya la obtención sistemática de uno de esos equilibrios.
2. Comunicación antes del juego. Los jugadores pueden coordinar, mediante comunicaciones previas, el alcance de uno de los equilibrios, sobre todo en juegos que se repitan entre los mismos jugadores.
3. Razones relacionadas con el aprendizaje y la evolución. Tienen que ver con la observación de cómo este juego, u otros similares, han sido jugados en el pasado por otros jugadores. Si la solución obtenida por los que han jugado este juego es satisfactoria para los jugadores actuales, entonces es muy probable que se repita esa solución.

INEXISTENCIA DE EQUILIBRIO DE NASH

En algunos juegos (de rara ocurrencia), no existe equilibrio de Nash. Ejemplo de uno de estos juegos es el presentado en la matriz A.6.

Matriz A.6

Empresa 1 \ Empresa 2	Izquierda	Derecha
Alto	0, 0	0, -1
Bajo	1, 0	-1, 3

A pesar de que este juego no tiene un equilibrio de Nash en estrategias puras (donde las estrategias puras son “alto” y “bajo” para la empresa 1 e “izquierda” y “derecha” para la empresa 2), sí tiene un equilibrio de Nash en lo que se denomina “estrategias mixtas”, que son estrategias que consisten en elegir como acciones a un subconjunto de las estrategias disponibles, donde cada una de ellas se juega con cierta probabilidad (considerando que la suma de las probabilidades debe ser igual a 1). En el caso planteado, el equilibrio de Nash se encuentra donde la empresa 1 juega “alto” con ponderación $3/4$ y “bajo” con ponderación $1/4$, mientras que la empresa 2 juega “izquierda” con ponderación $1/2$ y “derecha” con ponderación $1/2$. Dada la dificultad y baja aplicabilidad práctica del concepto de “estrategias mixtas” para situaciones competitivas de empresas, un análisis detallado de ellas escapa del alcance de este libro.

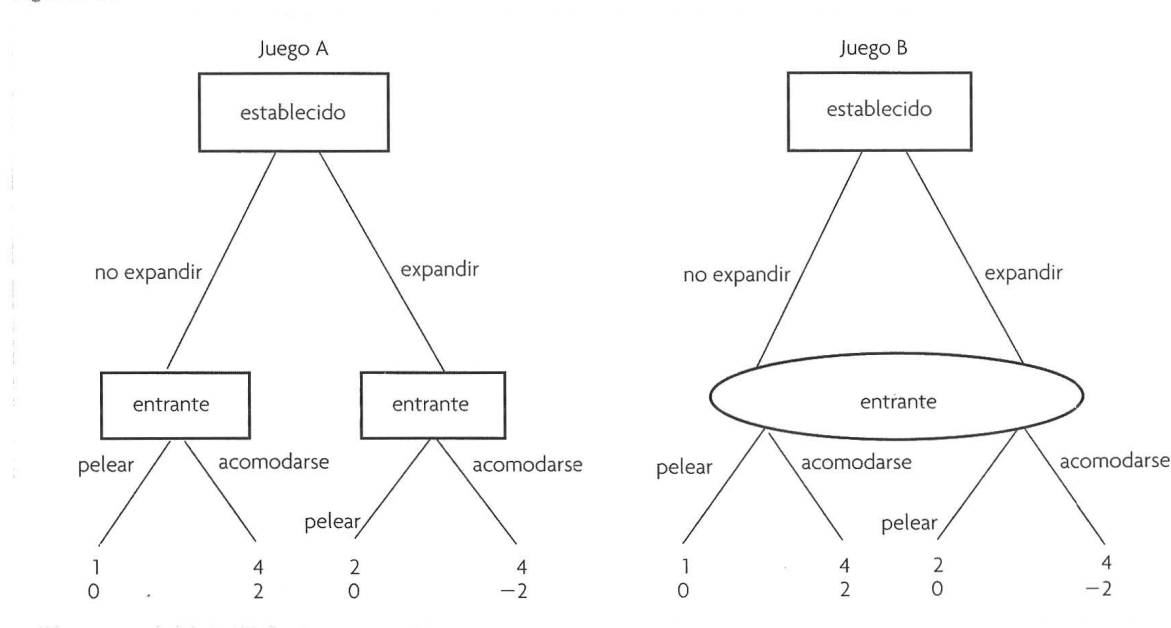
PRESENTACIÓN DE UN JUEGO: FORMA EXTENSIVA Y FORMA NORMAL

Existen dos caminos para presentar de manera formal un juego: la forma extensiva y la forma normal.

Forma extensiva de un juego

Los juegos A y B presentados en la figura A.1 muestran la forma extensiva de un juego.

Figura A.1



En la forma extensiva se especifican el orden del juego, las alternativas disponibles para cada jugador, la información disponible para cada uno cada vez que le toque jugar, y los pagos para cada uno de ellos en cada secuencia posible de acciones tomada por el conjunto de jugadores.

En el juego *A*, una empresa entrante observa el movimiento del establecido antes de moverse (juego secuencial), mientras que en el juego *B* el entrante tiene que tomar su decisión antes de observar el movimiento del establecido (juego simultáneo). El hecho de que el juego *B* sea simultáneo viene indicado por el óvalo dibujado en la etapa en la que el entrante debe seleccionar su estrategia, donde éste indica que la decisión debe ser tomada sin conocer la decisión del establecido. En el juego *A*, en cambio, el entrante, al decidir, sabe en qué nodo de decisión se encuentra y, por lo tanto, ha observado si el establecido expandió o no su capacidad.

El juego *A* es ejemplo de un juego dinámico de información completa debido a que tiene más de una etapa y toda la información relevante del juego es conocida por los jugadores. El juego *B*, por su parte, es ejemplo de un juego estático de información completa, debido a que tiene sólo una etapa y toda la información relevante es conocida por sus jugadores.

Forma normal de un juego

La forma normal es una presentación resumida de la forma extensiva. La presentación en forma normal es más conveniente para juegos simultáneos. La matriz A.7 muestra la forma normal del juego simultáneo presentado en la parte *B* de la figura A.1 de este anexo.

Matriz A.7

Establecido\Entrante	Acomodar	Pelear
No expandir	4, 2	1, 0
Expandir	4, -2	2, 0

La solución al juego *A* es no expandir-acomodarse, mientras que el juego *B* (matriz A.7) tiene dos equilibrios de Nash: no expandir-acomodarse y expandir-pelear. Note que la mayor cantidad de información disponible en el juego *A* respecto del *B* —la que está dada por el conocimiento que en el juego *A*, tiene el entrante cuando debe tomar su decisión de cuál ha sido la decisión seleccionada por el establecido— refina el concepto de equilibrio, ya que descarta uno de los equilibrios obtenidos cuando el entrante no tenía esa información.

Juegos secuenciales de información completa

Como se mencionó, el concepto de solución más utilizado en los juegos secuenciales de información completa es el de razonar de atrás hacia adelante. A continuación, se presenta un nuevo ejemplo de este concepto de equilibrio.

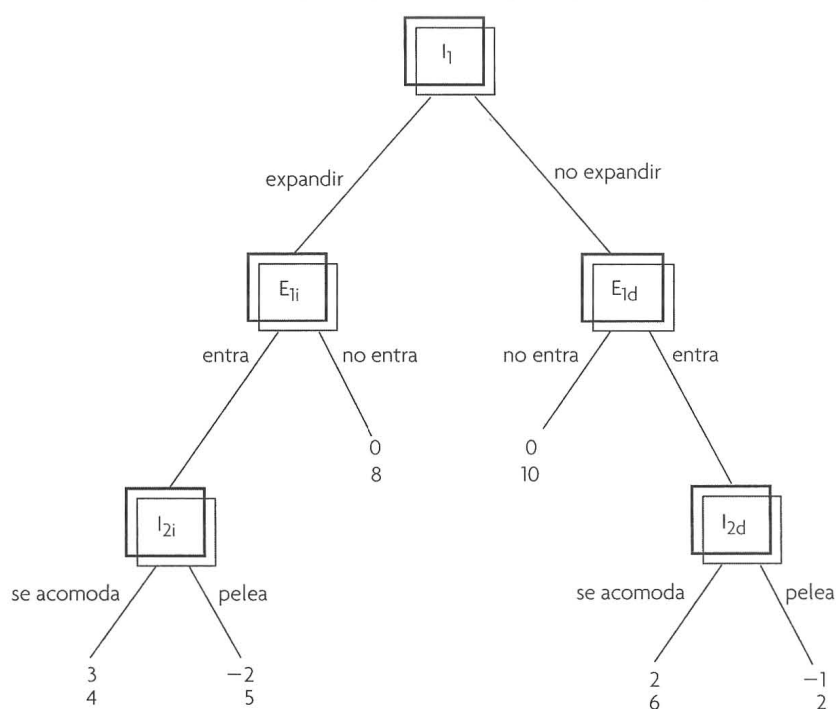
Considere el caso de una empresa establecida (*I*) que debe elegir si expandir o no su capacidad; el entrante (*E*), una vez que ha observado la capacidad del establecido, debe decidir si entrar o no en este mercado, y el establecido, una vez que ha observado la decisión del entrante, y la capacidad producida por él, debe analizar si “acomodarse” o “pelear”. Éste es un juego dinámico de información completa que consta de tres etapas:

Etapa 1. El establecido debe decidir si expandir o no su capacidad.

Etapa 2. Una vez que ha observado si el establecido expandió o no su capacidad, el entrante debe decidir si entrar o no en el mercado.

Etapa 3. Habiendo decidido su expansión de capacidad y observado si el entrante entró o no, el establecido debe decidir si ser agresivo o no, donde, tal como en los casos anteriores, una mayor agresividad puede estar asociada, por ejemplo, a menores precios, mayor publicidad o a una mayor capacidad. La figura A.2 que se presenta a continuación resume este juego.

Figura A.2



Expandir en este contexto puede asociarse a un proceso que disminuya los costos variables de producción a costa de un aumento en los fijos. Cuando la estructura de costos de una empresa se modifica, aumentando los costos fijos y disminuyendo los costos variables, existen mayores incentivos para aumentar la producción, lo que en este ejemplo implica mayores incentivos a “pelear”.

Para buscar la solución analizándose parte del análisis de este juego en su etapa última. Los nodos de decisión a los que se puede llegar en esta etapa última son los indicados en la figura A.3:

Figura A.3

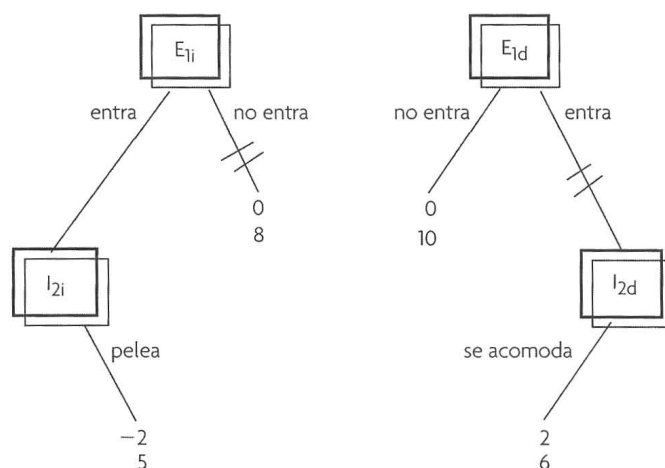


donde los subíndices i y d se colocan para indicar el nodo de la derecha y la izquierda, respectivamente, mientras que los subíndices 1 y 2 indican si la decisión que tiene que tomar la empresa es la primera o segunda dentro de este juego.

En el caso en que en la última etapa del juego al establecido le toque decidir en el nodo I_{2i} , es decir, cuando ya se ha expandido y el entrante ya ha entrado, entonces el establecido elegirá “pelear” ya que esta estrategia le otorgará una mayor utilidad que la estrategia “acomodarse” (5 *versus* 4). En cambio, si el establecido debe decidir en el nodo I_{2d} , es decir, cuando no se ha expandido y el entrante ha entrado, entonces el establecido elegirá la estrategia “acomodarse” ya que ésta será la que le entregará un mayor beneficio (6 *versus* 2).

Siguiendo con el concepto de razonar de atrás hacia adelante, a continuación se analizan los resultados para la etapa anterior (etapa 2, mostrada en la figura A.4) considerando que quien debe decidir en esa etapa —el entrante— sabe que el establecido optimizará su retorno en la etapa inmediatamente posterior.

Figura A.4



Si el entrante debe decidir en E^1_i , es decir, cuando observa que el establecido ha elegido “expandir”, su respuesta óptima será “no entrar” ya que anticipa que si elige “entrar”, el establecido en la última etapa elegirá “pelear” y, por lo tanto, anticipa que en ese caso tendrá utilidades negativas. Por otra parte, si al entrante le toca decidir en E^1_d , es decir, cuando el establecido ha elegido “no expandir”, su respuesta óptima será entrar ya que sabe que, si entra, el establecido se acomodará.

Para determinar el equilibrio final en este juego es necesario saber cuál será la elección del establecido en la primera etapa, en la que debe elegir entre “expandir” y “no expandir”. El establecido elegirá en esta etapa anticipando la respuesta del entrante a cada uno de sus movimientos y su posterior respuesta a los movimientos del entrante. Este razonamiento incentivará a que el establecido elija expandir en la primera etapa, con lo que el equilibrio final de este juego es que el establecido se expanda y el entrante no entre en el mercado.