

PALABRAS Y ACCIONES COMO MECANISMOS DE COORDINACIÓN

AURORA GARCÍA-GALLEGO

Universitat Jaume I

AMALIA RODRIGO-GONZÁLEZ

Universitat de València

La comunicación es intrínseca al ser humano, pero es también una actividad compleja y estratégica. De hecho, es la actividad de transmitir información mediante el intercambio de palabras, signos, imágenes o conductas. Los principales obstáculos para una comunicación efectiva son la falta de congruencia entre el emisor y el receptor y el coste privado de formular y significar el contenido de un mensaje, por lo que el riesgo moral puede

ocurrir incluso cuando se forma un equipo cuyas preferencias están perfectamente alineadas (Dewatripont & Tirole, 2005).

Dependiendo del dispositivo de transmisión de la información, la comunicación puede ser tácita o explícita. La comunicación explícita precisa un dispositivo externo como por ejemplo el envío de mensajes (correo electrónico, un chat, whatsapp, etc). No obstante, como señala Schelling (1960), existe otro tipo de comunicación denominada tácita que emerge de forma natural entre aquellos individuos que comparten normas de conducta, creencias, etc. De hecho, el tipo más básico de comunicación es la comunicación implícita en las acciones más que en las palabras. Podríamos decir que es la combinación de palabras y acciones lo que configura la comunicación completa.

En este trabajo analizamos, a través de un experimento, si la transmisión de información tanto tácita como explícitamente a través de un chat, en un contexto con asimetría en la información, implica comunica-

ción eficaz entre los jugadores de un juego de coordinación pura. Nuestro principal objetivo es examinar la relación entre estas dos formas de comunicación y el posible efecto que la comunicación explícita pueda tener sobre la tácita. Nuestro diseño, ya introducido en García-Gallego *et al.* (2018), favorece ambas formas de transmitir información dentro de un marco de coordinación de acciones, lo que permite observar el efecto de la comunicación explícita sobre la coordinación.

Nuestro experimento implementa dos tratamientos. En el primero, los sujetos juegan un juego de coordinación sin comunicación previa, siendo posible únicamente una comunicación tácita. En el segundo, antes del juego de coordinación, los sujetos pueden intercambiar mensajes de contenido abierto en un chat online durante tiempo limitado, de manera que tanto la comunicación tácita como la explícita son posibles.

Los datos revelan que el chat facilita a los sujetos el diseño de estrategias de comunicación que posibilitan la coordinación. Como consecuencia, una mejora en

la coordinación entre tratamientos se traduce en ganancias significativamente mayores en el tratamiento con chat. Se observa además que la experiencia permite mejorar el diseño de las estrategias de comunicación. Finalmente, encontramos una relación positiva y significativa entre el esfuerzo en diseñar estrategias de comunicación durante el chat y el rendimiento efectivo de dicho esfuerzo.

Como conclusión general podemos afirmar que en entornos complejos la coordinación sin comunicación explícita previa resulta casi imposible, por lo que los sujetos necesitan para comunicarse pensar y diseñar códigos de comunicación tácita que para les permitan llevar a cabo con éxito acciones coordinadas.

El resto del documento está estructurado como sigue. Primero se presenta una breve revisión de la literatura sobre comunicación. Luego se describe el marco teórico en el que está basado el experimento cuyo diseño se explica a continuación. La sección principal detalla el análisis de datos y los principales resultados. Por último se presentan las conclusiones finales.

LITERATURA RELACIONADA

La comunicación a través de la transmisión de información es un fenómeno de relevancia, como así lo revelan estudios tanto teóricos como empíricos.

En la vertiente teórica, nuestro trabajo contribuye a la comprensión de las estrategias de los agentes en dos escenarios diferenciados, uno en el que los agentes deciden en un juego repetido, y otro en el que a lo anterior se añade una fase de comunicación previa al juego repetido. Algunos de los resultados que encontramos en la literatura relacionada se basan en la construcción de estrategias con estructuras sofisticadas, como muestran Aumann & Hart (2003), Forges & Koessler (2005), Ben-Porath (2003) o Heller *et al.* (2012), entre otros. Un buen ejemplo son las estructuras de estrategias de bloque en juegos repetidos, que ha sido ampliamente utilizadas (Renault & Tomala, 2004; Funderberg & Levine, 2009). En este trabajo observamos que los agentes utilizan algunas de tales construcciones.

Dewatripont & Tirole (2005) basan su teoría de la comunicación en la psicología mucho más que en la economía. Su teoría desarrolla una comunicación costosa en la que el modo de comunicación y la transferencia de conocimiento están determinados endógenamente por las motivaciones y habilidades de emisor y receptor. La efectividad de la comunicación aumenta con el esfuerzo en comunicar del emisor y con el esfuerzo de atención del receptor, así como también con factores exógenos tales como antecedentes, lenguaje o referencias en común. Un resultado destacable es que cuanto más difícil sea comunicarse, menor será el esfuerzo realizado por los agentes para que haya comunicación entre ellos. Por lo tanto, en entornos complejos con los que los agentes están poco familiarizados, se espera que éstos transmitan poca información. Uno de nuestros resultados confir-

ma precisamente que, sin convenciones o acuerdos previamente establecidos entre emisor y receptor, es realmente difícil llegar a comunicarse a través de las acciones observadas del pasado.

En relación con la comunicación explícita producida en una fase de comunicación sin coste o *cheap talk* y previa al juego, Ellingsen & Östling (2010) estudian el caso de jugadores inexpertos que comunican sus intenciones entre sí. Estos autores utilizan el modelo basado en k niveles de pensamiento estratégico para describir las creencias de los jugadores y caracterizan los efectos de la comunicación previa al juego en el contexto de juegos simétricos 2x2. Encuentran que la comunicación facilita la coordinación en juegos en los que los jugadores tienen un interés común y con efectos de contagio positivos y complementariedades estratégicas. Sin embargo, también hay juegos en los que cualquier tipo de comunicación obstaculiza la coordinación. En nuestro experimento, encontramos que la fase de *cheap talk* resulta útil para diseñar estrategias de coordinación que suponen mayores pagos.

Existen numerosas contribuciones a la investigación experimental sobre la transmisión de información que se centran en cómo la comunicación puede ayudar a resolver problemas de coordinación. Muchos trabajos analizan la comunicación en contextos en los que los agentes tienen conflicto de intereses. En tales casos, los jugadores tienen incentivos a mentir (Gneezy, 2005, Sutter & Strassmair, 2009, o Camera *et al.* 2011).

En el caso de que preferencias de los jugadores estén alineadas, varios estudios investigan el rol de la comunicación encontramos previa al juego con y sin coste. Van *et al.* (1993) estudian el uso de información costosa (pero tácita) como instrumento para superar el fallo de coordinación en el contexto de una subasta sobre el derecho a jugar. Otros autores analizan el efecto del uso de mensajes sin coste. Es el caso de Burton & Sefton (2004) y Blume & Ortmann (2007), que encuentran que en juegos con equilibrios de Pareto tales mensajes previos al juego permiten una rápida convergencia al equilibrio Pareto dominante además de la coordinación entre los participantes.

En el contexto de preferencias alineadas entre los jugadores, otro aspecto que se ha tratado en la literatura es el hecho de permitir la comunicación a través de mensajes cerrados del tipo utilizado en Blume & Ortmann (2007), del tipo «Tengo la intención de jugar la acción X». En el contexto de un juego de bienes públicos, Chaudhuri *et al.* (2006) encuentran que el uso de mensajes abiertos, aunque los sujetos no siempre se centran en la comunicación para mejorar la contribución de los sujetos, ésta aumenta ya que el contenido informativo del mensaje se relaciona positivamente con la probabilidad de cooperación.

Lejos de ser exhaustivos, hemos mencionado algunas de las referencias clave con componentes comunes.

En nuestro diseño experimental, los sujetos tienen preferencias alineadas cuando juegan el juego de coordinación, y pueden utilizar ambos tipos de transmisión de información, tácita y explícita. En tal contexto, analizamos la eficiencia de la comunicación a partir de dicha transmisión de información y la relación entre el rendimiento (en términos de coordinación y, por ende, de ganancias) en un juego de coordinación y las estrategias explícitas de comunicación.

MARCO TEÓRICO ↓

El juego de etapa que se repite es un juego simultáneo de coordinación pura de 2 jugadores, emisor y receptor, con información asimétrica sobre un fenómeno aleatorio denotado como naturaleza. La naturaleza está representada por dos eventos igualmente probables etiquetados como '0' y '1', y esto es de conocimiento común para los jugadores. El conjunto de acciones de cada jugador es {0,1}. El emisor es un jugador completamente informado, en el sentido de que sabe, antes de jugar, la acción que juega la naturaleza. El receptor no conoce la acción de la naturaleza. Los jugadores obtienen un pago de 1 cuando sus acciones coinciden con las acciones de la naturaleza, y 0 en caso contrario. No hay pérdidas posibles. Formalmente, denotamos la naturaleza como jugador *i*, el emisor como jugador *j* y, el receptor como jugador *k*. La forma normal de este juego para una etapa es:

	<i>k</i> = 0	<i>k</i> = 1	
<i>j</i> = 0	1	0	
<i>j</i> = 1	0	0	
	<i>i</i> = 0		

	<i>k</i> = 0	<i>k</i> = 1	
<i>j</i> = 0	0	0	
<i>j</i> = 1	0	1	
	<i>i</i> = 1		

Donde el emisor elige la fila, el receptor elige la columna y la naturaleza elige la matriz.

Consideremos la versión del juego con *n* repeticiones, una primera etapa de *cheap talk* y la siguiente sincronización del juego: primero, el emisor y el receptor se envían mensajes de texto a través de un chat en línea durante un tiempo finito; segundo, el emisor está completamente informado de la secuencia de las acciones de la naturaleza, que es la realización de *n* variables aleatorias i.i.d con la ley $(1/2, 1/2)$; tercero, naturaleza, emisor y receptor juegan el juego de coordinación descrito anteriormente para un número *n* de rondas. En cada ronda, emisor y receptor conocen las acciones realizadas por ambos y por la naturaleza en el pasado.

La coordinación se puede lograr de manera intencionada o por azar. La coordinación intencionada requiere un esfuerzo por parte de los jugadores, es decir, al menos un jugador tiene en cuenta el comportamiento del otro e intenta predecirlo para coordinar ambas acciones. La coordinación al azar ocurre sin necesidad de que los jugadores adivinen lo que ha hecho el otro.

Tal como presentamos en García-Gallego *et al.* (2018), la etapa pre-juego con chat permite a los jugadores diseñar estrategias de coordinación en las que establecen las acciones que jugarán después durante el juego. Las estrategias más elaboradas contienen más información, implican una mayor coordinación entre los jugadores y, por ende, mayores pagos. A continuación, presentamos los límites del intervalo de estrategias del equilibrio teórico.

Límite inferior: equilibrio de parloteo o no comunicación ↓

El equilibrio de parloteo o no comunicación corresponde a una situación en la que el emisor y el receptor, en la fase previa al juego de coordinación, no concretan una estrategia de comunicación que sirva para coordinar sus acciones en el juego, convirtiendo así la coordinación en una mera cuestión de azar. Es por ello que este tipo de equilibrio es el resultado de seguir una estrategia aleatoria en la que, por ejemplo, el emisor juega la acción de la naturaleza y el receptor juega aleatoriamente '1' ó '0' con la misma probabilidad. Cuando la acción del emisor, receptor y naturaleza coinciden, hay coordinación. La probabilidad de que las tres acciones coincidan es $P(k n j n i) = P(k)P(j|i)P(i) = 1/4$. La probabilidad de coordinación sea en unos o ceros en una etapa cualquiera es $P(1 n 1 n 1) + P(0 n 0 n 0) = 1/2$. Como consecuencia, el pago esperado del juego de etapa es $1/2$. En la versión repetida del juego, las *n* etapas son independientes, y el pago total esperado es $n/2$.

Existen otras estrategias de coordinación aleatoria similares, como aquella en la que el emisor juega en cada etapa la acción de la naturaleza, y el receptor juega lo mismo en todas las etapas, es decir, siempre '0' ó siempre '1'. En un caso así, el pago esperado de una etapa es $1/2$. En la versión repetida, si el receptor sigue la estrategia pura '1', el pago total esperado del juego repetido *n* veces será igual al número de unos jugados por la naturaleza en las *n* etapas.

Límite superior: equilibrio de comunicación óptima ↓

Para la versión repetida del juego, el trabajo de Gossner *et al.* (2006) ofrece una metodología que permite diseñar estrategias de comunicación basadas en bloques. Estos autores demuestran cómo el emisor, con información perfecta sobre la naturaleza, puede transmitir dicha información al receptor de forma eficiente maximizando el beneficio y minimizando el número de errores de señalización. En otras palabras, para informar es necesario cometer errores pero éstos tienen un coste implícito: el pago que se deja de percibir al no coincidir las acciones en la etapa de señalización. Se trata de señalizar con el mínimo número de errores posible tal que el pago sea el máximo posible, pues tanto la sobreseñalización como la infraseñalización reducen el pago (García-Gallego *et al.*, 2018). En definitiva, no existen incentivos a aban-

donar unilateralmente una estrategia adoptada conjuntamente.

Las estrategias de bloques más sencillas son las de bloques de longitudes 2 y 3. Ambas utilizan un error para señalar la acción de la naturaleza del bloque siguiente. La estrategia de bloques de longitud 2 consiste en agrupar las n etapas del juego repetido en bloques de dos etapas. En la etapa impar del bloque, el emisor comete un error de coordinación para señalar la acción de la naturaleza en la etapa par, y el receptor interpreta este error como la acción a jugar en la siguiente etapa. El receptor y la naturaleza coincidirán la mitad de las veces, dando ello lugar a un pago garantizado de $1/2$ por etapa. Además, como la probabilidad de coincidir en las etapas impares es de $1/4$, el pago promedio esperado de una etapa es de $5/8$. Como consecuencia, se produce una mejora en el nivel de coordinación.

De manera similar, la estrategia de bloques de longitud 3 consiste en agrupar las n etapas del juego repetido en bloques de tres etapas. En cada bloque, el emisor comete un error para señalar la acción mayoritaria de la naturaleza en el bloque siguiente, el receptor decodifica la señal y repite esa misma acción en cada etapa del bloque siguiente. Siguiendo esta estrategia, los jugadores igualan la acción de la naturaleza al menos dos veces de tres en cada bloque, lo que se traduce en un pago garantizado de $2/3$ por etapa. Además, existe una probabilidad de $1/4$ de que un error intencionado se convierta en un acierto aleatorio, lo que implica un pago esperado de $3/4$ por etapa. En García-Gallego *et al.* (2018) demostramos que la estrategia de bloques de longitud 3 es la óptima para la longitud de secuencia implementada en nuestro experimento.

EL EXPERIMENTO

El experimento consiste en jugar una versión repetida del juego presentado en la sección anterior. Un emisor dispone de información perfecta sobre la secuencia aleatoria de la naturaleza de longitud 55. Un receptor dispone de información histórica sobre las acciones jugadas por el emisor y de la ley de probabilidad de la naturaleza, descrita como una variable binaria $\{1, 0\}$ similar al lanzamiento de una moneda equilibrada ($1/2, 1/2$). Emisor y receptor juegan simultáneamente un juego de coordinación pura con incentivos alineados repetido 55 periodos. Hay dos tipos de sujetos: jugador 1 y jugador 2. El jugador 1 juega como emisor y el jugador 2 juega como receptor. El conjunto de acciones de cada jugador es $\{1, 0\}$. Los jugadores obtienen un pago de 1 cuando sus acciones coinciden con las acciones de la naturaleza, y ganar 0 en caso contrario. No hay posibilidad de pérdidas.

El experimento consta de dos tratamientos: un tratamiento (NC) sin chat y otro tratamiento (C) con un chat previo al juego de coordinación propiamente dicho. En ambos tratamientos, una sesión experimental consta de dos partes, que denominamos juegos-secuen-

cia, de manera que los sujetos juegan el juego dos veces. En la primera parte, que denominamos juego-secuencia 1, los sujetos juegan el juego de coordinación durante 55 repeticiones. Tras conocer el pago acumulado en esa parte de la sesión, comienza la segunda parte, denominada juego-secuencia 2, en la que juegan de nuevo durante 55 periodos.

Las dos partes de una sesión tienen la misma estructura: cada pareja de sujetos juega el juego de coordinación en el que, en primer lugar, se genera la secuencia de las acciones de la naturaleza y se transmite de forma privada al emisor, y posteriormente, el emisor y el receptor juegan 55 etapas del juego. Al final de cada etapa, los sujetos reciben información privada sobre las acciones pasadas de la naturaleza, del emisor y del receptor, así como también sobre sus propias ganancias en esa etapa específica. Por lo tanto, ambas partes de una sesión difieren en el hecho de que, cuando se inicia la segunda parte, los sujetos ya han jugado las 55 etapas de la primera parte.

En el tratamiento C, cada parte de la sesión tiene una etapa de chat de 3 minutos previa al juego de coordinación. Durante el tiempo del chat, los sujetos pueden enviarse mensajes con formato libre. Los sujetos tienen la posibilidad de terminar el chat antes de que acabe el tiempo disponible, momento en el que el chat se cierra automáticamente.

El experimento se realizó en el LINEEX-Universidad de Valencia, España. Participaron un total de 180 sujetos, distribuidos en tres sesiones independientes de 60 participantes cada una, para el tratamiento NC y dos para el tratamiento C. Los sujetos eran estudiantes de tercero y cuarto del grado en Economía, Negocios Internacionales y Administración de Empresas de esa misma Universidad. El experimento fue programado en z-Tree (Fischbacher, 2007). Cada sesión duró aproximadamente 45 minutos.

Al inicio de la sesión, cada sujeto se asigna aleatoriamente a un puesto con ordenador en el laboratorio y se le entregan las instrucciones generales del experimento en papel. Además, los sujetos responden una prueba *ad hoc* de varias preguntas sobre el juego para probar si entienden cómo funcionan los incentivos en el juego de coordinación. Para que los sujetos tengan una sólida comprensión del experimento, se ejecuta una sesión piloto de 8 periodos antes de que comience el experimento real (1). Los sujetos se agrupan en parejas, cada participante recibe aleatoriamente su rol en la pareja: jugador 1 (el emisor) o jugador 2 (el receptor). Tanto el rol como el emparejamiento son fijos a lo largo de la sesión.

Las seis secuencias de la naturaleza se generaron aleatoriamente al comienzo de cada juego-secuencia a través de un generador de números aleatorios que simula una variable binaria '0' y '1', cada resultado con una probabilidad constante de $1/2$. Se informó pertinentemente a los sujetos sobre el proceso aleatorio equivalente al lanzamiento de una moneda no trucada (ver instrucciones en el Apéndice).

TABLA 1
DESCRIPCIÓN DE CADA TIPO DE ESTRATEGIA EN EL TRATAMIENTO NC

ESTRATEGIAS		EMISOR	
		Naturaleza	No-Naturaleza
RECEPTOR	Otras	El receptor tiene en cuenta las acciones del emisor para decidir su propia acción, pero el emisor no transmite información.	El emisor transmite información y el receptor adapta sus decisiones a la información recibida. COMUNICACIÓN
	Pura y Aleatoria	El emisor replica exactamente la secuencia de acciones de la naturaleza y el receptor actúa de manera independiente.	El emisor comete errores para señalar las próximas acciones de la naturaleza, pero el receptor ignora la señal.

Fuente: Elaboración propia

Los pagos de los jugadores se definieron de tal manera que, en cada etapa, ambos jugadores podrían ganar 1 ECU (Unidad de Moneda Experimental) solo si ambos coincidían con la acción de la naturaleza, y 0 en caso contrario. Al final de cada juego-secuencia, los sujetos fueron informados en privado de su pago final en esa parte de la sesión. Al final de la sesión, cada sujeto recibió su ganancia en efectivo de manera privada. El tipo de cambio ECU / Euro era $1 \text{ ECU} = \frac{1}{4} \text{ Euro}$. Las ganancias medias por sujeto fueron de 19 y 16 euros para los tratamientos C y NC, respectivamente.

ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS ↓

Presentamos aquí los datos obtenidos en ambos tratamientos, comenzando con el tratamiento sin chat, y realizamos una comparativa detallada de ambos. En el tratamiento NC, los sujetos de una pareja sólo pueden comunicarse a través de las acciones, lo que comúnmente se conoce como comunicación tácita, es decir, algún tipo de lenguaje natural que permite a los sujetos transmitir información de manera tácita.

En este tratamiento, el emisor está perfectamente informado de los sucesos futuros de la naturaleza, mientras que el receptor sólo dispone de información histórica. Los incentivos de ambos jugadores están alineados en tanto comparten las mismas preferencias sobre el resultado del juego. Es esperable, por tanto, que el emisor se esfuerce en transmitir información a través de sus acciones, y el receptor en comprender su significado y así coordinarse. Tengamos en cuenta que la comunicación es el resultado de acciones intencionadas. De lo contrario, se trata de pura casualidad.

A partir de la observación directa de las secuencias de acciones de ambos tipos de jugador, se identifican dos tipos de estrategia para el emisor, una que supone transmisión de información (que llamamos «No-Naturaleza») y otra que no implica transmisión de información y que denominamos «Naturaleza». Encontramos tres tipos de estrategia para el receptor: «Aleatoria», «Pura» y «Otras». Mientras que los dos primeros tipos no conllevan interpretación alguna de la información por parte del receptor, el tercer tipo implica cierta interpretación. En concreto,

- Naturaleza: el emisor replica exactamente la secuencia de la naturaleza. No hay mensaje y, por tanto, no hay comunicación.
- No-naturaleza: el emisor envía un mensaje, para lo cual necesita cometer errores que señalicen las próximas acciones de la naturaleza. Habrá comunicación si el receptor es capaz de entender esa señal del emisor.
- Aleatoria: el receptor toma una acción cualquiera para emular el proceso aleatorio de la naturaleza. Por lo tanto, no hay posibilidad de comunicación.
- Pura: el receptor juega una secuencia fija de acciones (por ejemplo, 10101010, 11111111, 00000000) sin tener en cuenta las acciones del emisor. Por supuesto, en tal caso, la comunicación no tiene lugar.
- Otras: el receptor tiene de algún modo en cuenta las acciones del emisor para decidir su propia acción.

Para que haya comunicación, es necesario que el par emisor-receptor juegue una estrategia conjunta (No-naturaleza, Otras). La Tabla 1 recoge la combinación de las estrategias conjuntas, así como de si conllevan comunicación o no.

En este tratamiento NC, encontramos poca evidencia a favor de existencia de comunicación a través de acciones. Sólo una de las 30 parejas utiliza una estrategia de comunicación que, en general, consiste en que el receptor juega exactamente la última acción del emisor. El emisor anticipa, en la etapa de señalización, la acción mayoritaria de la naturaleza en las próximas etapas (por ejemplo, 0 0 0 1 ó 1 1 0 1). De manera que emisor y receptor coordinan sus acciones para coincidir con la naturaleza, siguiendo un código que está basado en los errores que comete intencionadamente el emisor en el curso del juego.

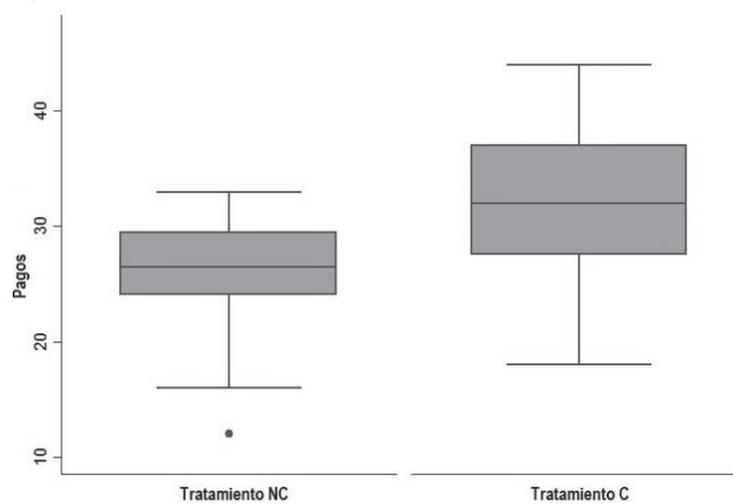
En relación al tratamiento C, recordemos que un chat online de contenido abierto, previo al juego permite a los sujetos intercambiar mensajes escritos.

TABLA 2
FRECUENCIA DE CADA TIPO DE ESTRATEGIA POR TRATAMIENTO Y TIPO DE JUGADOR

ESTRATEGIAS DEL RECEPTOR	TRATAMIENTOS					
	NC	C	NC	C	NC	C
Otras	3%	42%	0	0	3%	42%
Pura y Aleatoria	97%	58%	82%	58%	15%	0%
ESTRATEGIAS DEL EMISOR			82%	58%	18%	42%
			Naturaleza		No-Naturaleza	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 1
DISTRIBUCIÓN DE LOS PAGOS POR TRATAMIENTO



Fuente: Elaboración propia

En principio, estos mensajes debieran facilitar la elaboración de una estrategia conjunta del tipo No-Naturaleza y Otras.

La Tabla 2 recoge el porcentaje con el que se implementa cada tipo de estrategia por tratamiento. Como puede observarse, la comunicación explícita a través del chat online permite que emisor y receptor elaboren estrategias conjuntas que facilitan la coordinación y, por ende, la comunicación a través de acciones. De hecho, el 42% de las estrategias en el tratamiento C son calificadas como estrategias que conllevan comunicación, frente al ínfimo 3% observado en el tratamiento NC. Como resultado, el chat facilita que emisor y receptor diseñen estrategias de comunicación para posibilitar la coordinación.

Una mejora en la coordinación entre tratamientos debería traducirse en un aumento de los pagos obtenidos por los jugadores. En efecto, como puede observarse en la Figura 1, en el tratamiento con chat los pagos son significativamente más altos que en el tratamiento sin chat ($p < 0,001$ según el test de suma de rangos de Wilcoxon). (2)

Eficiencia de la comunicación vía chat ↓

Analizamos cómo la comunicación explícita establecida a través del chat online permite a los sujetos diseñar estrategias conjuntas utilizando los errores de coordinación como señales de los eventos futuros de la naturaleza.

La tipología de las estrategias se elabora a partir del análisis de los mensajes contenidos en el chat. Primeramente, se identifican aquellos mensajes que definen algún tipo de código de comunicación y que los sujetos acuerdan seguir posteriormente en la fase de juego. Se realiza una primera clasificación en los siguientes tres tipos de mensajes que, a su vez, ilustran los respectivos niveles de comunicación.

- Mensaje 1 (sin comunicación). La frase «Ambos debemos tomar el mismo valor X en las 55 rondas» define una estrategia pura que no transmite información alguna. Este tipo de estrategias se etiquetan como L0, lo que indica que no hay comunicación en el transcurso del juego de coordinación.

TABLA 3
DESCRIPTORES ESTADÍSTICOS DE LOS PAGOS DEL JUEGO POR JUEGO-SECUENCIA Y NIVEL DE COMUNICACIÓN

Pagos	Juego-secuencia 1			Juego-secuencia 2		
	L0	L1	Total	L0	L1	Total
–valores absolutos–						
Min.	18	28	18	18	30	18
Max.	36	42	42	39	44	44
Promedio	27,92	35,11	30,08	28,92	37,78	33,65
Mediana	27,50	35,50	30,00	29,50	38,50	34,00
Desv. Típica	4,17	3,28	5,12	4,33	2,84	5,71
–valores normalizados según la estrategia óptima teórica–						
Min.	0,439	0,689	0,439	0,461	0,769	0,461
Max.	0,947	1,105	1,105	1,026	1,157	1,157
Promedio	0,712	0,883	0,767	0,748	0,984	0,874
Mediana	0,683	0,885	0,750	0,766	1	0,883
Desv. Típica	0,121	0,101	0,139	0,113	0,077	0,152
Observaciones	42	18	60	28	32	60
Porcentaje de observaciones	70%	30%	100%	47%	53%	100%

Fuente: Elaboración propia

- Mensaje 2 (señalización por cambios de acción). La estrategia descrita por la frase: «Comenzamos jugando X y cuando yo (el receptor) vea que tú (el emisor) cambias de acción, también cambiaré», se etiqueta como L1, ya que implica un código de comunicación basado en el cambio de acción y así se transmite información durante el juego.
- Mensaje 3 (comunicación basada en errores). Las estrategias superiores hacen uso de los errores de coordinación para señalar la acción que se jugará en las siguientes etapas. Una pareja emisor-receptor escribió: «Cuando yo (el emisor) cometo un error, quiero decir que mi última acción indica las siguientes acciones de la naturaleza».

Una vez analizadas y clasificadas las estrategias conjuntas en dos niveles, L0 -sin comunicación- y L1 -con comunicación-, estudiamos los pagos totales. La Tabla 3 recoge los pagos totales obtenidos en el juego, clasificados por juego-secuencia jugada y nivel de comunicación. Por una parte, se observa que en juego-secuencia 1 hay un predominio de estrategias L0, mientras que en el juego-secuencia 2 ocurre lo contrario, es decir, la mayoría de las parejas definieron estrategias L1. En concreto, el 41,6% de las estrategias se clasificaron L1, agrupando los tipos «señalización por cambios de acción» y «comunicación basada en errores». Nótese que existe una diferencia significativa de los pagos entre jugadas ($p < 0,001$ según la prueba de rangos de signos de Wilcoxon). En concreto, en el

juego-secuencia 2 la mayoría de las parejas (53%) diseñaron estrategias de comunicación superiores y, en consecuencia, obtuvieron, en media, mayores pagos. Por otra parte, los pagos normalizados en relación al pago garantizado correspondiente a la estrategia óptima teórica alcanzan una mediana entorno al 68%-77% en las estrategias L0 y entorno al 88%-100% en las estrategias L1. Cabe señalar que valores máximos cercanos a 1 conseguidos por estrategias L0 son debidos a la secuencia aleatoria de la naturaleza, es decir, al azar y no a la estrategia en sí misma.

Para ofrecer una imagen más completa de cómo la comunicación explícita en el chat contribuyó a mejorar la coordinación, realizamos un segundo análisis del contenido del chat. La tipología de estrategias queda completa con siete estrategias diferentes cuya descripción está recogida en la Tabla 4.

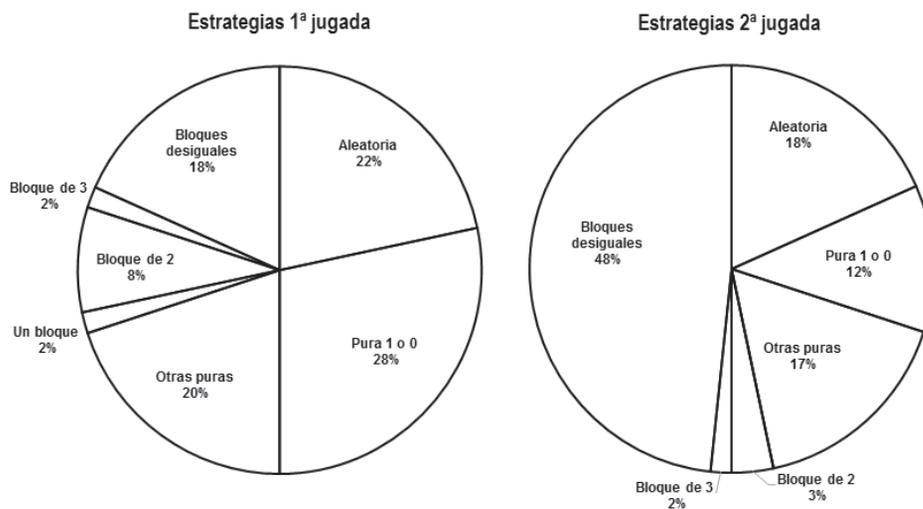
Las tres primeras estrategias, aleatoria, pura (1 ó 0) y otras puras, no transmiten información, ya que el emisor siempre juega la acción de la naturaleza, sin ánimo de transmitir información alguna y, por ende, sin posibilidades de comunicación en el transcurso del juego. En este caso, las parejas exhiben un juego ingenuo y logran resultados del equilibrio de parloteo. Las otras cuatro estrategias (Bloques de 2, Bloques de 3, Bloques desiguales y 1 Bloque) son estrategias que conllevan comunicación, pues el emisor realiza acciones de señalización para informar al receptor de las futuras acciones de la naturaleza.

TABLA 4
DESCRIPCIÓN DE CADA TIPO DE ESTRATEGIA EN EL TRATAMIENTO C

Estrategia	Descripción	Comunicación
Aleatoria	El emisor juega la naturaleza y el receptor juega aleatoriamente.	No
Pura a unos o ceros	El emisor juega la naturaleza y el receptor juega siempre la misma acción 1 ó 0.	No
Otras puras	El emisor juega la naturaleza y el receptor juega una secuencia fija como, por ejemplo, 111000.	No
Un bloque	El emisor juega la acción mayoritaria de toda la secuencia en el primer bloque. El receptor juega siempre la acción señalada.	Sí
Bloques de 2 acciones	El emisor divide la secuencia en bloques de longitud 2 (por ejemplo, 11 11 00 01 11 11 00 00) y en la primera etapa del bloque juega la acción de la siguiente etapa. El receptor juega aleatorio en la primera etapa y la acción señalada en la segunda etapa.	Sí
Bloques de 3 acciones	El emisor divide la secuencia en bloques de longitud 3 (por ejemplo, 1 111 000 111 110 000) y en una etapa del bloque juega la acción mayoritaria del siguiente bloque. El receptor juega la acción señalada.	Sí
Bloques desiguales	El emisor juega la acción más repetida de la naturaleza en bloques desiguales (por ejemplo, 1111 000 11111 0000) y el receptor juega la acción señalada.	Sí

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 2
PORCENTAJE DE CADA TIPO DE ESTRATEGIA EN CADA JUEGO-SECUENCIA



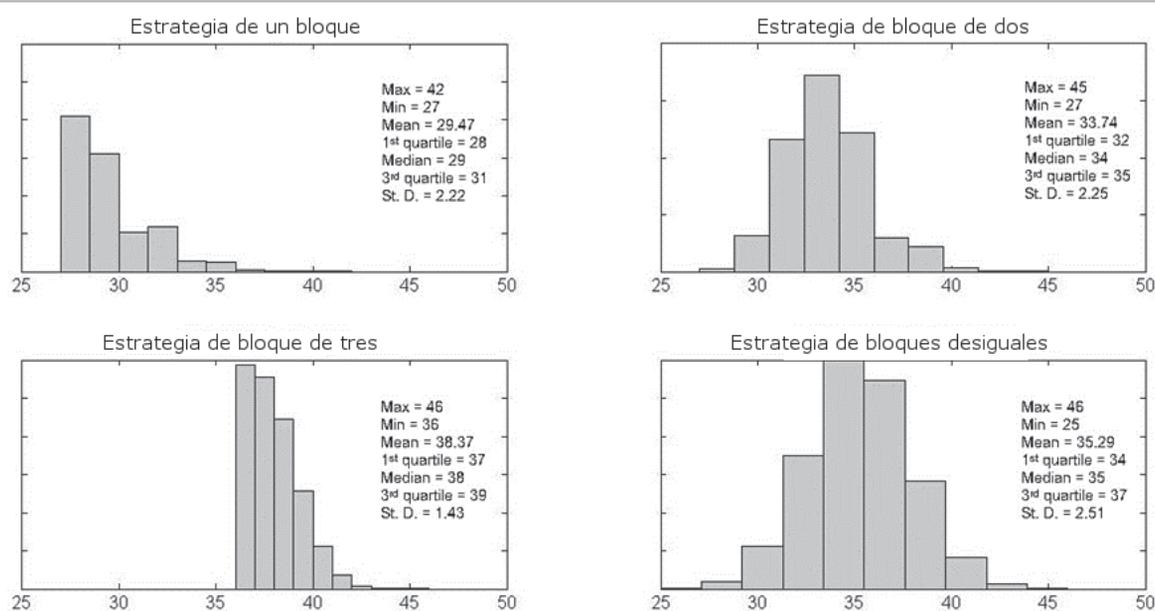
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 2 se recoge la proporción de cada estrategia conjunta de los dos juegos-secuencias. Se encuentra un claro aumento de las estrategias L1 entre secuencias. De hecho, 14 parejas mejoraron su estrategia inicial del nivel L0 a nivel L1, lo que indica que estos sujetos aprendieron a diseñar estrategias de comunicación. Más interesante, el uso de la estrategia 'Bloques desiguales' aumentó un espectacular 30%. Por lo tanto, se podría concluir que hubo un efecto aprendizaje significativo entre secuencias que permitió mejorar la eficiencia en la transmisión de la información.

El análisis de la calidad de las estrategias de comunicación L1 diseñadas por los sujetos en el laboratorio se ha realizado sobre una muestra de pagos obteni-

da mediante simulación. En concreto, se han simulado 100.000 secuencias distintas de la naturaleza y se ha obtenido la distribución empírica de los pagos para cada una de las cuatro estrategias L1, representadas en la Figura 3. Es destacable el perfil de la estrategia teórica óptima que llamamos 'Bloques de 3'. Esta estrategia garantiza pagos mínimos de $2(n-1)/3$, siendo n el número de periodos jugados. Como puede observarse, la mediana de los pagos simulados es 38 y el valor mínimo 36. La segunda mejor es la estrategia de 'Bloques desiguales' que obtiene un pago mediano de 35, superior al pago mediano 34 de la estrategia de 'Bloque de 2'. La estrategia de comunicación más débil es la estrategia de '1 Bloque' que con una única señal al comienzo del juego alcanzó un pago mediano de 29.

FIGURA 3
DISTRIBUCIÓN DE LOS PAGOS DE LAS ESTRATEGIAS L1 (100.000 SIMULACIONES)



Fuente: Elaboración propia

Rendimiento y comunicación vía chat

En el juego de coordinación se observa que incluso aquellas parejas que no realizan esfuerzo alguno por coordinar sus acciones alcanzan un cierto nivel de coordinación L0. En tal caso, la coordinación y, por ende, las ganancias obtenidas en el juego, son un resultado del azar representado por la secuencia aleatoria de la naturaleza. Téngase también en cuenta que la correspondencia entre estrategias y ganancias no es unívoca. Es decir, estrategias distintas aplicadas sobre la misma secuencia de la naturaleza podrían proporcionar la misma ganancia. Por lo tanto, se debe investigar sobre cómo distinguir el componente aleatorio debido a la naturaleza del componente no aleatorio debido a la estrategia, y que conjuntamente determinan las ganancias del sujeto.

Para responder la cuestión planteada analizamos primero el cociente de las ganancias obtenidas en el Juego-secuencia 1 y el Juego-secuencia 2, y lo descomponemos en dos partes: una parte debida a la secuencia de la naturaleza y otra debida a la estrategia de los jugadores. Dicho cociente de ganancias puede interpretarse como el rendimiento bruto obtenido entre dos Juego-secuencias consecutivas. Se define como sigue:

$$R_i = \frac{S_i^2(N_2)}{S_i^1(N_1)} = \begin{cases} > 1 & \text{aumento de eficiencia} \\ = 1 & \text{sin cambios de eficiencia} \\ < 1 & \text{disminución de eficiencia} \end{cases} \quad (1)$$

Donde:

R_i es el rendimiento bruto entre las dos juego-secuencias obtenido por la pareja i ,

S_i^t es la ganancia obtenida con la estrategia de la pareja i en el juego-secuencia t ,

N_t es la secuencia de acciones de la naturaleza en el Juego-secuencia t .

A su vez, el rendimiento bruto R_i puede expresarse como el producto del rendimiento explicado por la secuencia aleatoria de la naturaleza RN_i (componente aleatorio) y por la estrategia RS_i (componente no aleatorio) de los sujetos quienes, en la fase de chat, diseñan códigos de comunicación binarios. Dicha descomposición se formula como un producto de medias geométricas, de la siguiente manera:

$$R_i = \frac{S_i^2(N_2)}{S_i^1(N_1)} = \left(\frac{S_i^2(N_2)}{S_i^2(N_1)} \times \frac{S_i^1(N_2)}{S_i^1(N_1)} \right)^{1/2} \times \left(\frac{S_i^2(N_1)}{S_i^1(N_1)} \times \frac{S_i^2(N_2)}{S_i^1(N_2)} \right)^{1/2} = RN_i \times RS_i \quad (2)$$

$$RN_i = \begin{cases} > 1 & \text{la naturaleza tiene un efecto positivo} \\ = 1 & \text{la naturaleza no tiene efecto} \\ < 1 & \text{la naturaleza tiene un efecto negativo} \end{cases}$$

$$RS_i = \begin{cases} > 1 & \text{la estrategia mejora} \\ = 1 & \text{la estrategia no cambia} \\ < 1 & \text{la estrategia empeora} \end{cases}$$

Como puede observarse en la Tabla 5, para 22 de las 60 parejas, la acción de la naturaleza tuvo un efecto negativo, mientras que para 36 parejas tuvo un efecto positivo. En relación al cambio de estrategia, para 29 de las parejas el efecto fue positivo y para 15 el efecto fue negativo.

TABLA 5
FRECUENCIA DE LOS VALORES RN Y RS

Rendimiento	RN < 1	RN = 1	RN > 1	Obs.	Componente no aleatorio
RS < 1	5	0	10	15	0,76-0,98
RS = 1	3	2	11	16	1
RS > 1	15	0	15	29	1,0-2,58
Obs.	22	2	36	MG	1,08
Componente aleatorio	0,73-0,98	1	1,01-1,55	1,04	1,12

Fuente: Elaboración propia

En términos individuales medios, ambos componentes tienen un efecto positivo, lo que representa un incremento de la ganancia del 8% debido al cambio de estrategia y del 4% debido al cambio en la naturaleza. En términos globales, el efecto conjunto se traduce en un incremento medio de la ganancia del 12%.

En esta línea, para analizar la relación entre el rendimiento en el juego y la comunicación explícita online, definimos ésta como el tiempo útil empleado en diseñar una estrategia de comunicación conjunta durante la fase de chat. Para tal fin, el tiempo de conversación (segundos) que la pareja invierte en diseñar una estrategia de comunicación se considera una proxy adecuada para medir el esfuerzo. Para calcular el tiempo invertido en comunicarse durante el tiempo disponible (los 3 minutos del chat) identificamos el primer momento en que la pareja propone una estrategia y el momento en el que cierran el acuerdo (en el apéndice se muestra un ejemplo de diálogo-chat). Con esos dos momentos, creamos una medida del esfuerzo realizado en comunicarse que es el tiempo promedio normalizado, considerando los dos chats, dividido por el tiempo total disponible en el chat (180 segundos).

Como ya se ha comentado anteriormente, los datos muestran dos niveles de estrategias de comunicación, L0 y L1 (ver Tabla 4). Las estrategias L0 son ingenuas y no transmiten información, por lo que las llamamos estrategias de no comunicación, mientras que las estrategias L1 realmente transmiten información por lo que implican comunicación y posibilitan la coordinación. Claramente, las estrategias L0 no necesitan ser pensadas profundamente (por ejemplo, una estrategia aleatoria). Por el contrario, las estrategias L1 requieren un proceso mental algo más sofisticado. Por lo tanto, se espera encontrar una relación positiva entre el componente del rendimiento explicado por la estrategia y el esfuerzo dedicado a comunicar información.

Realizamos una regresión lineal del componente del rendimiento debido a la estrategia RS, contra el *Esfuerzo* en comunicarse y contra una variable ficticia *L0* que toma valor 1 si la estrategia definida en el primer chat fue L0, y 0 si no fue así. Téngase en cuenta que la constante no se incluye en la regresión, lo que significa que no es posible mejorar la estrategia sin esfuerzo alguno. El modelo estimado queda como sigue:

$$RS = 1.60 \times \text{Esfuerzo} + 0.58 \times L0 + \epsilon$$

$$(t: 17,02) \quad (t: 11,42) \quad (3)$$

$$(p < 0,0001) \quad (p < 0,0001)$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0,95$$

Obtenemos que el esfuerzo dedicado a elaborar una estrategia de comunicación durante el chat presenta una relación positiva y significativa con el componente del rendimiento no aleatorio RS explicado por la estrategia. Asimismo, el hecho de haber diseñado en el primer chat una estrategia L0 deja margen para la mejora de la estrategia en el segundo chat, lo que queda reflejado en una relación positiva y significativa con el rendimiento RS. En definitiva, podemos concluir que los sujetos aprenden a diseñar sofisticadas estrategias de comunicación durante el tiempo del chat online.

CONCLUSIONES

Hemos estudiado los efectos de la comunicación a través de acciones y/o palabras sobre la coordinación en las decisiones entre agentes en el contexto de un juego de coordinación pura con información asimétrica y preferencias alineadas. La comunicación con acciones surge de las decisiones de los jugadores en el curso de un juego de coordinación repetido, mientras que la comunicación con palabras se produce en una fase de chat previa al juego.

Basándonos en el diseño experimental de García-Gallego *et al.* (2018), hemos estudiado la coordinación a partir de dos tratamientos, uno en el que los sujetos directamente juegan el juego, y otro en el que, en una fase previa al juego, los jugadores pueden mandarse mensajes abiertos a través de un chat online. Los datos experimentales muestran escasa coordinación, evidencia de escasa comunicación tácita efectiva en el primer tratamiento. Por el contrario, en el tratamiento con chat, los sujetos lo utilizan de manera eficiente para diseñar estrategias de comunicación que facilitan la coordinación de las acciones en el curso del juego, lo que posteriormente se traduce en mayores pagos.

Podemos concluir que especialmente en entornos complejos con información incompleta y asimétrica, la experiencia y los esfuerzos en el desarrollo de estrategias eficientes de comunicación son elementos principales para conseguir altos niveles de coordinación de las acciones de los agentes.

NOTAS

- [1] Nuestro análisis no incluye los datos obtenidos en esas pruebas.
- [2] En concreto, según esta prueba de rangos para dos muestras, la probabilidad de que los pagos en el tratamiento C sean mayores que en el tratamiento NC es del 78.4%.

REFERENCIAS

Aumann, R. J. & Hart, S. (2003). «*Long cheap talk*». *Econometrica*, 71(6):1619–1660.

Ben-Porath, E. (2003). «*Cheap talk in games with incomplete information*». *Journal of Economic Theory*, 108(1):45–71.

Blume, A. & Ortmann, A. (2007). «*The effects of costless pre-play communication: Experimental evidence from games with pareto-ranked equilibria*». *Journal of Economic Theory*, 132(1):274–290.

Burton, A. & Sefton, M. (2004). «*Risk, pre-play communication and equilibrium*». *Games and Economic Behavior*, 46(1):23–40.

Camera, G., Casari, M., & Bigoni, M. (2011). «*Communication, commitment, and deception in social dilemmas: experimental evidence*».

Chaudhuri, A., Graziano, S., & Maitra, P. (2006). «*Social learning and norms in a public goods experiment with inter-generational advice*». *The Review of Economic Studies*, 73(2):357–380.

Dewatripont, M. & Tirole, J. (2005). «*Modes of communication*». *Journal of Political Economy*, 113(6):1217–1238.

Ellingsen, T. & Östling, R. (2010). «*When does communication improve coordination?*» *The American Economic Review*, 100(4):1695–1724.

Forges, F. & Koessler, F. (2005). «*Communication equilibria with partially verifiable types*». *Journal of Mathematical Economics*, 41(7):793–811.

Fudenberg, D. & Levine, D. K. (2009). «*Repeated games with frequent signals-super*». *The Quarterly Journal of Economics*, 124(1):233–265.

García-Gallego, A., Hernández-Rojas, P., & Rodrigo-González, A. (2017). «*Efficient coordination in the lab*». *Journal of Economic Interaction and Coordination*. <https://doi.org/10.1007/s11403-017-0214-3>.

Gneezy, U. (2005). «*Deception: The role of consequences*». *American Economic Review*, 95(1): 384–394.

Gossner, O., Hernandez, P., & Neyman, A. (2006). «*Optimal use of communication resources*». *Econometrica*, 74(6):1603–1636.

Heller, Y., Solan, E., & Tomala, T. (2012). «*Communication, correlation and cheaptalk in games with public information*». *Games and Economic Behavior*, 74(1):222–234.

Renault, J. & Tomala, T. (2004). «*Communication equilibrium payoffs in repeated games with imperfect monitoring*». *Games and Economic Behavior*, 49(2):313–344.

Schelling, T. C. (1960). «*The strategy of conflict*». Cambridge, Mass.

Sutter, M. & Strassmair, C. (2009). «*Communication, cooperation and collusion in team tournaments—an experimental study*». *Games and Economic Behavior*, 66(1):506–525.

Van Huyck, J. B., Battalio, R. C., & Beil, R. O. (1993). «*Asset*

markets as an equilibrium selection mechanism: Coordination failure, game form auctions, and tacit communication». *Games and Economic Behavior*, 5(3):485–504.

APÉNDICE ↓

1. Instrucciones experimentales

Vas a participar en una sesión experimental que te dará la posibilidad de ganar dinero en efectivo. La cantidad de dinero que finalmente ganarás dependerá de la suerte, de tus decisiones y de las decisiones de los demás participantes. Apaga tu teléfono móvil y aparta tus cosas. Para tu participación en la sesión, solo necesitas las instrucciones y el ordenador.

Levanta la mano si tienes alguna pregunta, y uno de nosotros te atenderá en privado.

Tratamientos NC y C

En este experimento, el sistema te emparejará aleatoriamente con otro participante en la sesión, permaneciendo anónimas ambas identidades. Tu pareja no cambiará a lo largo de la sesión. En la pareja hay dos tipos de jugador: el «jugador 1» y el «jugador 2». Al comienzo de la sesión, el ordenador te asignará un rol al azar y podrás verlo en tu pantalla.

El experimento consiste en jugar un juego en dos secuencias de 55 rondas cada uno. Al comienzo de cada secuencia, el ordenador determinará aleatoriamente, para cada ronda, un valor que puede ser 0 ó 1. Este valor se llamará 'Premio'. En cada ronda, la probabilidad de que el Premio esté asociado a 0 o a 1 es exactamente la misma: 50 % (es como lanzar una moneda). El Premio determinará tus ganancias en cada ronda de acuerdo con las siguientes reglas:

- En cada ronda, debes elegir jugar 0 ó 1. A la vez que tú, tu pareja también elegirá 0 ó 1.
- Si las decisiones de ambos coinciden con el Premio, cada uno de vosotros gana 1 ECU en esa ronda.
- Si una (o ambas) elecciones en la pareja no coincide con el Premio, entonces ninguno gana nada en esa ronda.

Al final de cada ronda, tu pantalla mostrará información sobre el valor del 'Premio' (0 ó 1), la decisión de tu pareja (0 ó 1) y tus ganancias en esa ronda.

Ganancias

Al final de cada bloque, cada jugador recibirá en pantalla el número de rondas ganadoras. Al final de la sesión, se pagará en efectivo por el número total de rondas ganadoras de ambas secuencias. El tipo de cambio entre ECU y euros es de 1 ECU = 1/4 euro.

[Solo para el Tratamiento C (con chat)]

Al comienzo de cada secuencia, tendrás 3 minutos para comunicarse con tu pareja a través de un chat. Puedes parar el chat en cualquier momento antes del final clicando la opción 'Salir del chat'. Todos los mensajes enviados a través del chat serán grabados

y analizados cuidadosamente por los responsables del experimento.

Ser 'jugador 1' o 'jugador 2' tiene consecuencias:

- Si eres jugador 1, al comienzo de cada secuencia de 55 rondas, tras finalizar el chat, serás informado de los valores del Premio correspondientes a esa secuencia.
- Si eres jugador 2, solo conocerás el valor del Premio al final de cada ronda.
- El jugador 2 sabe que su pareja conocerá los valores del Premio para cada secuencia justo después del chat. El jugador 1 sabe que el jugador 2 tendrá esa información al final de cada ronda.

2. Ejemplo de diálogo-chat, tratamiento C

Jugador 1: Empezamos con 1.

Jugador 2: Ok.

Jugador 1: Cuando veas que cambio de número es porque sigue una serie larga de 0.

Jugador 2: Ok.

Jugador 2: Cuando vea que tú cambias yo debo cambiar también, ¿verdad?

Jugador 1: Sí, nosotros cambiamos a 0 porque hay una serie larga de 0. ¿Entendido?

Jugador 2: ¡Sí, muy bien! ¿Y cuándo sabré que hay que volver a jugar 1, porque tú cambiarás de nuevo?

Jugador 1: Sí.

Jugador 2: Comenzamos jugando 1 y cuando yo vea que tú cambias, entonces yo cambio.

Jugador 1: Ok. Nosotros siempre elegimos 1 hasta que veas que cambio a 0, y si cambia vuelvo a escribir 1.

Jugador 2: Ok.