



La evolución de la confianza

Esta actividad es una introducción a la teoría de juegos. Más específicamente, se centra en el famoso "dilema del prisionero" y los conceptos de juego formal, estrategia, cooperación/deserción y colaboración. Esta actividad analiza matemáticamente una situación de competencia (simplificada) entre dos jugadores opuestos y proporciona las condiciones bajo las cuales los jugadores pueden desarrollar una estrategia de cooperación para obtener un beneficio mutuo, en lugar de aplicar una estrategia de competencia hostil.

La teoría de juegos y este tipo de análisis tienen aplicaciones en la economía, la política y la resolución de conflictos, así como en la biología evolutiva en el contexto de especies en competencia.

Esta actividad se basa y utiliza el juego en línea *La evolución de la confianza*, creado por Nicky Case (<https://ncase.me/trust/>). El juego se basa a su vez en el libro *La evolución de la cooperación: el dilema del prisionero y la teoría de juegos*, de Robert Axelrod (edición original en inglés: *The Evolution of Cooperation*, Basic Books, 1984).

Participantes:

Edad recomendada: a partir de 14 años. No se requieren conocimientos matemáticos previos, pero algunos argumentos lógicos, como la identificación de paradojas y la realización de deducciones, pueden requerir un pensamiento matemático maduro. Aunque la actividad no trata sobre política ni ética, se pueden extraer implicaciones que susciten debate ideológico.

Preparación:

La primera parte de la actividad requiere un monto de monedas y hojas de papel. El número de monedas es (idealmente) 30 veces el número de estudiantes. Las "monedas" pueden ser dinero real (con un valor nominal lo suficientemente bajo como para resultar económico) o pueden sustituirse por judías secas, garbanzos, piezas de pasta, tuercas o cualquier otro objeto pequeño que se pueda conseguir en grandes cantidades a bajo precio. El número de monedas por estudiante se puede reducir reduciendo el número máximo de juegos por pareja.

La segunda parte del taller requiere el uso de un ordenador por parte del profesor, o profesora, conectada a un proyector o pantalla para que todos los y las estudiantes puedan ver las simulaciones y discutir conjuntamente.

Introducción

Hoy exploramos una rama de las matemáticas que puede resultar sorprendente. Se llama Teoría de Juegos y se aplica a la política, la economía, la resolución de conflictos y también a la biología evolutiva. En la Teoría de Juegos, diseñamos *juegos*, que son situaciones en las que dos o más *jugadores* deben tomar decisiones racionales, tratando de alcanzar un *objetivo* con el que ganar el juego. Cada jugador puede desarrollar una *estrategia*, es decir, un conjunto de reglas para tomar estas decisiones en función del entorno del juego y también del comportamiento de los demás jugadores.

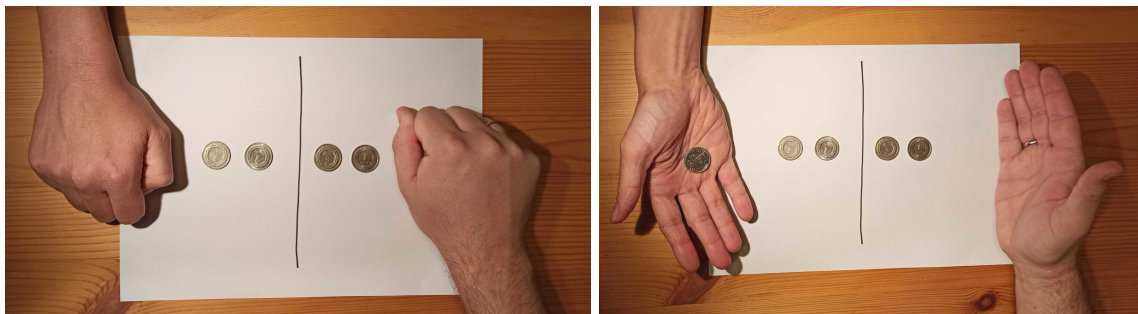
El ajedrez o el póquer son juegos, pero también los vendedores que fijan los precios de los bienes en un mercado competitivo, los gobiernos que negocian conflictos geopolíticos o las especies biológicas que evolucionan para adaptarse a un ecosistema son ejemplos de la vida real que pueden modelarse como juegos.

Utilizaremos un juego muy sencillo pero del que se pueden extraer muchas reflexiones.

El juego (una ronda)

Este es un juego para dos jugadores. Deben sentarse a una mesa, uno frente al otro. En el centro de la mesa, se coloca una hoja de papel dividida en dos mitades por una línea. Las dos mitades se colocan a la derecha y a la izquierda de los jugadores. La hoja de papel representa la máquina del dinero. El mecanismo de la máquina es el siguiente:

- Se colocan cuatro monedas en la máquina, dos en cada lado.
- Cada jugador recibe una moneda.
- Cada jugador puede colocar su moneda en la máquina o no (sería a su lado derecho del papel). Si el jugador A coloca una moneda a su lado, las tres monedas resultantes (dos de la máquina más la que puso el jugador A) se entregan al jugador B. Si el jugador A no coloca una moneda, el jugador B no recibe nada. Recíprocamente, si el jugador B coloca una moneda, el jugador A recibe tres monedas; de lo contrario, el jugador A no recibe nada.
- Ambos jugadores deben decidir su acción al mismo tiempo. Para ello, colocan una moneda o nada en su mano derecha, discretamente bajo la mesa. Luego, ambos jugadores colocan sus manos derechas cerradas sobre la mesa y las abren simultáneamente, revelando su acción.
- El objetivo de cada jugador es ganar tantas monedas como sea posible.

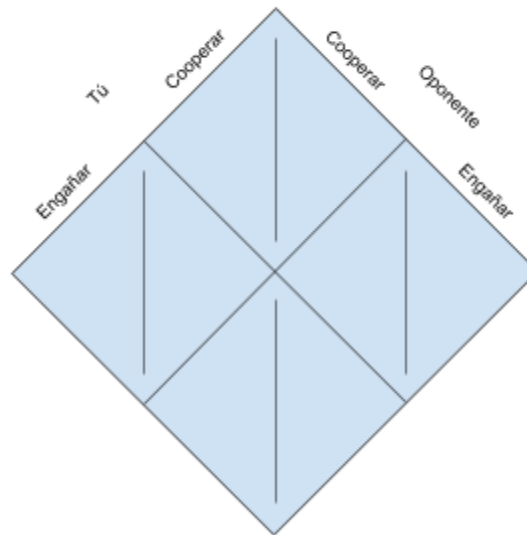


Debes pagar una moneda para que tu oponente gane tres monedas.

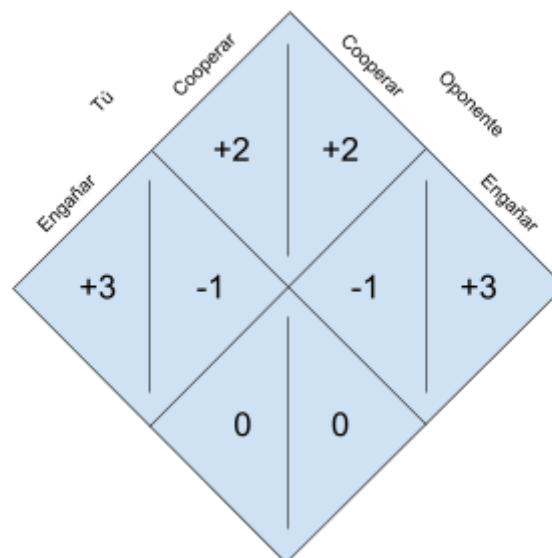
Análisis de una ronda. El dilema del prisionero.

Los y las estudiantes pueden jugar entre sí, y tras unos minutos el profesor o profesora recoge las impresiones. Acto seguido, se analiza entre todos.

Llamemos a las dos acciones que se pueden realizar "Colaborar" (colocar una moneda y recompensar a tu oponente) y "Engañar" (no colocar una moneda y no dar ninguna recompensa a tu oponente). Primero creamos una tabla de doble entrada que muestre los cuatro resultados posibles del juego.



Ahora, en cada uno de los cuatro resultados posibles, colocamos las recompensas que recibe cada jugador. Un valor negativo significa que el jugador pierde dinero.



¿Cuál es la mejor estrategia?

- Si tu oponente coopera, puedes ganar +2 (si cooperas) o puedes ganar +3 (si engañas), así que es mejor engañar.
- Si tu oponente te engaña, puedes perder -1 (si cooperas) o puedes ganar 0 (si engañas), así que es mejor engañar.

Por lo tanto, en cualquier caso, es mejor engañar. Sin embargo, la misma lógica se aplica a tu oponente, quien también decide que es mejor engañar. Por lo tanto, ambos engañan y no ganan dinero. Si ambos cooperaran, el resultado sería mejor para ambos (+2 a cada uno). He ahí el dilema.

Este juego también es conocido como el dilema del prisionero, debido a una formulación diferente pero análoga: Dos ladrones son atrapados en prisión. Cada uno puede acusar al otro o permanecer en silencio. Si ambos guardan silencio (cooperan), ambos reciben una sentencia de 1 año de prisión. Si uno acusa y el otro permanece en silencio, el que acusa sale libre de prisión y el otro recibe una sentencia de 3 años. Si ambos se acusan mutuamente, ambos reciben sentencias de 2 años. Cada prisionero puede ver que para cualquier acción de su compañero, en todos los casos es mejor traicionarlo. Sin embargo, ambos llegan a la misma conclusión, ambos se acusan mutuamente, y por tanto cada uno de ellos recibe una sentencia de 2 años, mientras que podrían recibir solo una sentencia de 1 año si cooperaran.

Juego iterado

Del análisis anterior parece deducirse que, jugando una vez, es mejor engañar, incluso si el resultado podría ser mejor, debido al riesgo de ser engañado. Puedes intentar convencer a tu oponente con palabras, pero nunca puedes estar seguro de que cumplirá su palabra y no te traicionará. Sin embargo, la situación cambia si jugamos varias veces. Entonces puedes basar tus decisiones en las acciones previas de tu oponente, además de las reglas del juego.

Cada jugador comienza con 10 monedas, y también hay una pila de 40 monedas (la Banca) que rellena la máquina.¹ Tras una ronda, la máquina se reinicia desde la banca, de modo que vuelve a contener cuatro monedas. El juego se repite varias veces y el objetivo es acumular la mayor cantidad de monedas posible.

Ten en cuenta que, de nuevo, puedes hacer que tu oponente reciba monedas, pero te cuesta dinero. De igual forma, tu oponente también puede darte una recompensa con un coste. Ni tú ni tu oponente sabéis lo que jugará el otro en la siguiente ronda, pero ambos recordáis todas las acciones anteriores.

Ahora los alumnos y alumnas pueden jugar a varias rondas mientras intentan idear una estrategia. Las parejas de estudiantes se pueden cambiar para ver otras estrategias y opiniones. Finalmente, el profesor o profesora recoge las estrategias que se usaron con el resto de la clase.

¹ Esto es para 10 rondas. Para n rondas, cada uno de los dos jugadores debe comenzar con n monedas y la máquina con $4n$ monedas para tener en cuenta los casos extremos en que los jugadores o la máquina agoten todo su dinero.

Se pueden anotar las estrategias en la pizarra. Algunas de las que podrían aparecer son:

- ABUSÓN: Siempre engaña.
- COOPERANTE: Siempre coopera.
- COPIÓN: Comienza a cooperar, luego hace lo mismo que hizo su oponente la vez anterior.
- RENCOROSO: “Comenzaré a cooperar y seguiré cooperando, pero si me engañas, te engañaré para siempre.”
- DETECTIVE: “Jugaré algunas rondas para ponerte a prueba (por ejemplo, cooperar, engañar, cooperar, cooperar). A continuación, si observo que nunca me engañaste, abusaré de ti engañándote siempre. Si alguna vez me devolviste un engaño, seré cauteloso y haré como un COPIÓN.

Otras estrategias que pudieran aparecer también se pueden anotar en la pizarra, junto a un nombre creativo. A continuación, se abre una ronda de discusiones sobre cuál de esas estrategias es mejor, y cómo se podría saber.

Idea clave: No existe una mejor estrategia en términos absolutos.

Ejercicio: Demuestra que ninguna estrategia es la mejor independientemente de la del oponente.

Pista: Imagina que tu oponente es ABUSÓN. ¿Cuál es la mejor estrategia? Imagina que tu oponente es RENCOROSO. ¿Cuál es la mejor estrategia?

En conclusión, no hay forma de garantizar el mejor resultado independientemente de la estrategia del oponente. Esto difiere, por ejemplo, del ajedrez, donde siempre se debe intentar realizar el movimiento que ofrezca la mayor ventaja.

Idea clave: Repetir el juego es necesario para generar confianza. El historial permite evaluar al oponente. Además, la posibilidad de un encuentro futuro también es importante, por lo que el juego debe jugarse durante un número indeterminado de rondas.

Ejercicio: Demuestra que si los jugadores conocen el número de rondas a jugar, el dilema original resurge; es decir, se puede demostrar que la mejor estrategia es engañar siempre. Pista: En la última ronda, no hay futuro que influir, así que la mejor estrategia es engañar (como en una sola ronda). Una vez que tú y tu oponente habéis decidido engañar en la última ronda, la última ronda en la que se puede decidir algo es la penúltima, por lo que conviene engañar. Por inducción, ambos siempre engañarán desde el principio. Analiza la validez de este argumento inductivo.

Simulaciones por computadora

Ha llegado el momento de usar el ordenador para simular cientos de partidas y analizar los resultados. Esto nos ayudará a determinar cuál es la mejor estrategia.

El profesor o profesora enciende el ordenador y el proyector para toda la clase y va a la web del juego *La evolución de la confianza*, por Nicky Case (<https://ncase.me/trust/>, hay traducciones disponibles). Podemos saltar directamente a la sección **3. Un torneo**.

Aquí comparamos cinco estrategias comparando cada juego (a múltiples rondas) posible entre dos oponentes con diferentes estrategias.

Nota: Los y las estudiantes pueden apostar por una estrategia, como se indica en el juego. Tomemos el tiempo de analizar cada partida entre dos jugadores. Podemos ignorar los comentarios sobre un episodio de la Primera Guerra Mundial.

Idea clave: El ganador es COPIÓN. Esta estrategia, también llamada "toma y daca" (tit for tat en inglés, golpe por golpe), puede considerarse un principio moral: haz a los demás lo que los demás te hacen a ti. Combina la voluntad de cooperar, pero al mismo tiempo se defiende de los abusos ajenos. Es crucial destacar que la eficacia de esta estrategia es un hecho matemático, no algo impuesto por ninguna ética o moral humana.

Evolución

Ahora, simulemos lo que ocurriría en un escenario con muchos jugadores, cada uno con un tipo de estrategia. Algunos jugadores tendrán un mejor desempeño (ganadores) que otros (perdedores). Supongamos que los perdedores deciden cambiar de estrategia y copian la estrategia de los ganadores. ¿Qué ocurriría a largo plazo? ¿Evolucionará la población a un estado en el que todos apliquen la misma estrategia?

En el juego, vamos al capítulo **4. Repitamos el torneo**. Seguimos la explicación lentamente para entender por qué COPIÓN vuelve a ganar el torneo.

Desconfianza

Aunque COPIÓN parezca una estrategia ganadora, se trata de un juego muy delicado. Las cosas podrían salir mal por varias razones:

- Falta de suficientes interacciones. En las simulaciones se puede observar que, con menos rondas por partida, COPIÓN ya no es una estrategia ganadora.

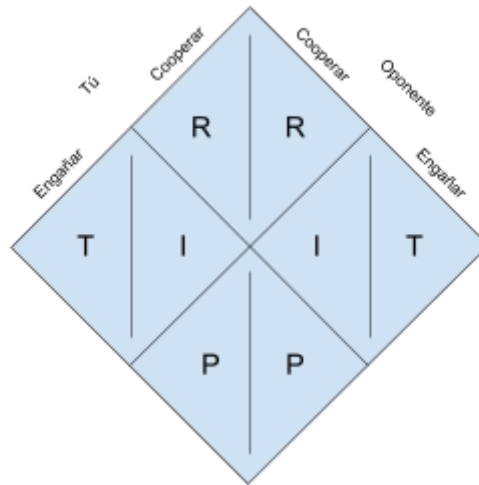
Idea clave: Con pocas interacciones, como en una sola ronda, no hay tiempo para desarrollar suficiente confianza para colaborar, y los jugadores ABUSÓN pueden obtener mejores recompensas.

- No hay suficientes incentivos para cooperar. Modificamos los valores de las recompensas y observamos cómo cambia la estrategia ganadora.

Idea clave: Este juego no es de suma cero. Esto significa que ambos jugadores pueden obtener una situación beneficiosa para todos (win-win), lo que fomenta la colaboración. En este juego, esto se debe a que la máquina genera dinero nuevo. Lo contrario es un juego de suma cero, donde todo lo que un

jugador gana implica una pérdida para el otro. En ese caso, es imposible desarrollar una colaboración porque no existe un bien común que alcanzar.

Ejercicio. Considera las compensaciones en el gráfico.



dónde:

R = recompensa por mutua cooperación

I = pago al incauto

T = tentación para no cooperar

P = penalización por defección mutua

Parte 1: Ordena las cuatro cantidades para fomentar la cooperación.

Solución:

$$T > R > P > I$$

Parte 2: Encuentra una condición para que la cooperación sea mejor que ganar la mitad del tiempo y perder la mitad del tiempo (falta de cooperación debido a que cada jugador abusa del otro alternativamente)

Solución:

$$R > \frac{T + I}{2}$$

Estas dos ecuaciones definen un “juego de dilema del prisionero”.

Errores

Supongamos que un jugador tiene un pequeño porcentaje de probabilidad de que su acción cambie por error, haciendo lo contrario de lo que pretende con su estrategia.

En este caso, por ejemplo, COPIÓN entraría en una cadena de represalias mutuas para siempre. Introducimos algunas estrategias nuevas que abordan los errores aleatorios.

- **COPIONCÍN:** Similar a **COPIÓN**, copiará el último movimiento del oponente si coopera, pero solo hará trampa si los dos últimos movimientos del oponente fueron trampa. Es más indulgente que **COPIÓN**.
- **SIMPLÓN:** Empieza a cooperar. Si cooperas, hago lo mismo que mi movimiento anterior; si haces trampa, hago lo contrario.
- **ALEATORIO:** Elige aleatoriamente con una probabilidad del 50% en cada opción.

Probemos los torneos con estos nuevos jugadores.

Entorno de pruebas

Intenta encontrar una configuración del juego (número y tipo de jugadores, pagos, reglas del torneo), sin que todos los jugadores sean inicialmente idénticos, de modo que:

- **ALEATORIO** gana.
- **EI COOPERANTE** gana.
- Sobreviven dos tipos diferentes de jugadores.
- Sobreviven tres tipos diferentes de jugadores.
- Explora por tu cuenta

Conclusiones

Recapitulamos a continuación las principales ideas que hemos tratado como base para una discusión/debate con el alumnado.

Algunos puntos clave para fomentar la colaboración son:

- Interacciones repetidas
 - No podemos colaborar si no tenemos un pasado para aprender unos de otros.
 - No podemos colaborar si no hay un futuro sobre el que influir.
- Posibilidad de situaciones ganar-ganar.
 - No se puede colaborar en un juego de suma cero. Sin embargo, la mayoría de los juegos en la vida real son juegos de suma no cero, que permiten que todos los jugadores ganen algo (win-win).
 - Recuerde las restricciones matemáticas en T,R,I,P.
- Malentendidos y errores de comunicación
 - Para superar algunos pequeños errores de comunicación (siempre que sean poco frecuentes, vale la pena ser indulgente y perdonar conductas hostiles hasta cierto punto.
- No existe una mejor estrategia independientemente de los demás jugadores, uno debe adaptarse al entorno.
- No seas envidioso.
 - No se puede establecer una colaboración si cada uno espera el mejor resultado para sí mismo o si su objetivo es superar a los demás. Hay que conformarse con un resultado beneficioso aunque no sea óptimo.
- No seas el primero en engañar.

- Debes reaccionar si te engañan, engañar sin un motivo previo genera desconfianza. Posteriormente es más complicado restablecer la colaboración.
- Reacciona a la cooperación y al engaño.
 - La falta de respuesta dará lugar al abuso o la desconfianza.
- No te pases de listo
 - Deja que otros jugadores entiendan tu estrategia, eso genera confianza ya que el resultado es más predecible.

Recursos

Esta actividad está basada en el juego *La evolución de la confianza*, de Nicky Case (<https://ncase.me/trust/>, traducciones disponibles).

A su vez, el juego está basado en el libro *La evolución de la cooperación*, de Robert Axelrod (1984), y la secuela del mismo autor, *La complejidad de la cooperación* (1997).

Más notas acerca del juego: <https://ncase.me/trust/notes/>

¡Crea y comparte!

Comparte los hallazgos de los participantes usando los hashtags **#idm314trust** y **#idm314**.

© 2025 Daniel Ramos

Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).