



**Universidad
de los Andes**

Facultad de Ingeniería
y Ciencias Aplicadas

Capítulo 0A: Repaso de optimización y demanda

Repaso de la primera parte del curso, como base para juegos

Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas

>uandes

FICA, Universidad de los Andes

Segundo semestre 2026

- › Optimización: CPO, restricciones, estática comparativa
- › Demanda lineal desde la utilidad del consumidor
- › Supuestos de demanda (S1)–(S5)
- › Ingreso marginal, elasticidad y regla de Lerner
- › Monopolio, costos y capacidad

Condiciones de primer y segundo orden

Problema sin restricciones

$\max_x f(x)$. Una solución interior cumple $f'(x^*) = 0$ (CPO). Si $f''(x^*) < 0$ (CSO), es un máximo local; si f es cóncava, es global.

Ejemplo. $p(q) = a - bq$, costo marginal $c < a$:

$$\pi(q) = (a - bq - c)q, \quad \pi'(q) = a - c - 2bq = 0 \Rightarrow q^* = \frac{a - c}{2b}, \quad \pi'' = -2b < 0.$$

Restricciones y estática comparativa

Lagrangiano

máx_x $f(x)$ sujeto a $g(x) = 0$: $\mathcal{L} = f(x) - \lambda g(x)$, con $\nabla_x \mathcal{L} = 0$ y $g(x) = 0$.

Diferenciación implícita

Si $F(x^*(\theta), \theta) = 0$, entonces

$$\frac{dx^*}{d\theta} = -\frac{\partial F / \partial \theta}{\partial F / \partial x}.$$

En el ejemplo, $dq^*/dc = -1/(2b) < 0$.

- **Series geométricas**, $\delta \in (0, 1)$: $\sum_{t=0}^{\infty} \delta^t = \frac{1}{1-\delta}$, $\sum_{t=1}^{\infty} \delta^t = \frac{\delta}{1-\delta}$. Se usan en los capítulos 2 y 6.
- **Esperanza condicional uniforme**: $\mathbb{E}[\theta \mid \theta \leq p] = \frac{\underline{\theta} + p}{2}$ si $\theta \sim U[\underline{\theta}, \bar{\theta}]$. Se usa en el capítulo 1.

Consumidor cuasilineal

$\max_{Q,m} U(Q) + m$ sujeto a $pQ + m = y$. Sustituyendo m , la CPO es $U'(Q) = p$: utilidad marginal igual al precio.

Con $U(Q) = aQ - \frac{b}{2}Q^2$:

$$p(Q) = a - bQ \quad D(p) = \frac{a-p}{b} \quad (0 \leq p \leq a).$$

Supuestos de demanda

- (S1) Pendiente negativa: $b > 0$.
- (S2) Mercado viable: $a > c$.
- (S3) Precio no negativo: $p(Q) = \max\{a - bQ, 0\}$.
- (S4) Bien homogéneo; consumidores toman el precio como dado.
- (S5) Soluciones interiores: cantidades $q_i \geq 0$.

Ingreso

$$IT(Q) = aQ - bQ^2, \quad IMg(Q) = a - 2bQ \text{ (doble pendiente).}$$

Elasticidad y regla de Lerner

$$\eta := -\frac{\partial Q}{\partial p} \frac{p}{Q} > 0, \quad IMg = p \left(1 - \frac{1}{\eta} \right).$$

$$\text{Con } IMg = CMg: \quad L = \frac{p - c}{p} = \frac{1}{\eta}.$$

- **Agregación:** las demandas se suman en cantidades, a cada precio.
- **Demanda unitaria:** masa M de consumidores con valoración $v \sim U[0, a]$ da $D(p) = M(1 - p/a)$, lineal en p (capítulos 1, 2 y 3).
- **Diferenciados:** $q_i = \alpha - \beta p_i + \gamma p_j$, con $\beta > |\gamma|$; sustitutos si $\gamma > 0$, complementos si $\gamma < 0$.

Proposición

$$Q^M = \frac{a - c}{2b}, \quad p^M = \frac{a + c}{2}, \quad \pi^M = \frac{(a - c)^2}{4b}.$$

Competencia perfecta: $p = c$, $Q^{CP} = \frac{a-c}{b} = 2Q^M$.

Si cada unidad de capacidad cuesta r y se usa toda, el costo marginal efectivo es $c + r$:

$$Q = \frac{a - c - r}{2b}.$$

Con $a = 100, b = 1, c = 20, r = 5$: $Q = 37,5, p = 62,5$, beneficio 1.406,25. Con $r = 0$: $Q = 40$.

- Decisión óptima: CPO y CSO; estática comparativa por diferenciación implícita.
- Demanda: $p(Q) = a - bQ$, con a precio máximo; supuestos (S1)–(S5).
- Lerner: $L = 1/\eta$ con $\eta > 0$.
- Referencias del monopolio: Q^M, p^M, π^M .



**Universidad
de los Andes**

Facultad de Ingeniería
y Ciencias Aplicadas

Capítulo 0B: Juegos simultáneos

Forma normal, dominancia, equilibrio de Nash y estrategias mixtas

Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas

>uandes

FICA, Universidad de los Andes

Segundo semestre 2026

- Juegos simultáneos: forma normal, dominancia, equilibrio de Nash
- Estrategias mixtas
- Actividades: dilema del prisionero y ejercicios en clase

Definición

$$(N, (X_i)_{i \in N}, (u_i)_{i \in N})$$

$N = \{1, \dots, n\}$ jugadores; X_i estrategias del jugador i ; $u_i : X_1 \times \dots \times X_n \rightarrow \mathbb{R}$ su pago. En empresas, $u_i = \pi_i$.

Cournot como juego: $X_i = [0, \infty)$ y $u_i = [a - b(q_i + q_{-i}) - c]q_i$.

Actividad: dilema del prisionero con tarjetas

Reglas. Parejas anónimas, sin hablar. Cada estudiante marca en una tarjeta *C* (Cooperar) o *D* (Desviarse) y las tarjetas se revelan al mismo tiempo. Pagos en puntos:

	C	D
C	(100, 100)	(40, 120)
D	(120, 40)	(72, 72)

Registro en la pizarra: número de parejas (C,C), (C,D) o (D,C), y (D,D). **Preguntas.** ¿Qué eligió cada uno y por qué? ¿Qué elegiría un jugador que maximiza sus puntos?

Dominancia: dilema del prisionero entre empresas

	Cooperar	Desviarse
Cooperar	(100, 100)	(40, 120)
Desviarse	(120, 40)	(72, 72)

Desviarse domina estrictamente a *Cooperar*. Equilibrio en estrategias dominantes: (72, 72), menor que (100, 100).

Eliminación iterada de estrategias dominadas

	Bueno	Regular	Malo
Alto	(3, 3)	(0, 4)	(2, 3)
Medio	(4, 0)	(2, 2)	(3, 1)
Bajo	(2, 1)	(1, 2)	(2, 0)

Medio domina estrictamente a *Alto* y *Bajo*; *Regular* domina a *Bueno* y *Malo*. Equilibrio: (*Medio*, *Regular*), pagos (2, 2).

Actividad opcional: dos tercios del promedio

Reglas. Cada estudiante escribe un número entre 0 y 100. Gana quien quede más cerca de $\frac{2}{3}$ del promedio del curso.

Preguntas. ¿Qué número elegiría un jugador que supone que los demás eligen al azar? ¿Y uno que supone que todos razonan como él? ¿Existe un número que nadie quiera cambiar?

Mejor respuesta y equilibrio de Nash

Definición

$$R_i(x_{-i}) = \arg \max_{x_i \in X_i} u_i(x_i, x_{-i}).$$

x^* es un **equilibrio de Nash** si $x_i^* \in R_i(x_{-i}^*)$ para todo i : ningún jugador mejora desviándose solo.

Proposición

Todo equilibrio en estrategias dominantes es de Nash; el recíproco es falso (Cournot: Nash sin estrategia dominante).

Origen: Nash (1950); Tarziján y Paredes (2012, cap. 13–14)[†]

Dos equilibrios y estrategias mixtas

	Ópera	Boxeo
Ópera	(2, 1)	(0, 0)
Boxeo	(0, 0)	(1, 2)

Equilibrios puros: (Ópera, Ópera) y (Boxeo, Boxeo). Equilibrio mixto: jugador 1 juega Ópera con probabilidad $2/3$, jugador 2 con $1/3$; pago esperado $2/3$ para cada uno.

Ópera–Boxeo: estrategias mixtas y pagos esperados

	Ópera (q)	Boxeo ($1 - q$)
Ópera (p)	(2, 1)	(0, 0)
Boxeo ($1 - p$)	(0, 0)	(1, 2)

p : probabilidad de que el jugador 1 elija Ópera;
 q : la del jugador 2. Las elecciones son independientes: (Ópera, Ópera) ocurre con probabilidad pq , (Ópera, Boxeo) con $p(1 - q)$, (Boxeo, Ópera) con $(1 - p)q$ y (Boxeo, Boxeo) con $(1 - p)(1 - q)$.

Pago esperado del jugador 1

$$\begin{aligned}u_1(p, q) &= 2pq + (1 - p)(1 - q) \\ &= (1 - q) + p(3q - 1)\end{aligned}$$

Pago esperado del jugador 2

$$\begin{aligned}u_2(p, q) &= pq + 2(1 - p)(1 - q) \\ &= 2(1 - p) + q(3p - 2)\end{aligned}$$

Cada pago esperado es lineal en la probabilidad propia: u_1 en p y u_2 en q .

Condiciones de primer orden y mejor respuesta

Como $p, q \in [0, 1]$, un máximo en p cumple las condiciones de Kuhn–Tucker: $p^* = 0 \Rightarrow \partial u_1 / \partial p \leq 0$; $0 < p^* < 1 \Rightarrow \partial u_1 / \partial p = 0$; $p^* = 1 \Rightarrow \partial u_1 / \partial p \geq 0$. Igual para q con u_2 .

Jugador 1: $\max_{p \in [0,1]} u_1(p, q)$

$$\frac{\partial u_1}{\partial p} = 3q - 1 = \underbrace{2q}_{u_1(\text{Ópera}, q)} - \underbrace{(1-q)}_{u_1(\text{Boxeo}, q)}$$

$$R_1(q) = \begin{cases} \{0\} & \text{si } q < \frac{1}{3} \\ [0, 1] & \text{si } q = \frac{1}{3} \\ \{1\} & \text{si } q > \frac{1}{3} \end{cases}$$

Jugador 2: $\max_{q \in [0,1]} u_2(p, q)$

$$\frac{\partial u_2}{\partial q} = 3p - 2 = \underbrace{p}_{u_2(p, \text{Ópera})} - \underbrace{2(1-p)}_{u_2(p, \text{Boxeo})}$$

$$R_2(p) = \begin{cases} \{0\} & \text{si } p < \frac{2}{3} \\ [0, 1] & \text{si } p = \frac{2}{3} \\ \{1\} & \text{si } p > \frac{2}{3} \end{cases}$$

La derivada no depende de la probabilidad propia: el óptimo es una esquina salvo que sea cero.

Las dos CPO a la vez

$$\frac{\partial u_1}{\partial p} = 3q - 1 = 0, \quad \frac{\partial u_2}{\partial q} = 3p - 2 = 0 \quad \Rightarrow \quad q^* = \frac{1}{3}, \quad p^* = \frac{2}{3}.$$

Pagos esperados en (p^*, q^*) :

$$u_1 = (1 - q^*) + p^*(3q^* - 1) = \frac{2}{3},$$
$$u_2 = 2(1 - p^*) + q^*(3p^* - 2) = \frac{2}{3}.$$

Con $q = \frac{1}{3}$, $u_1(p, \frac{1}{3}) = \frac{2}{3}$ para todo p ; con $p = \frac{2}{3}$, $u_2(\frac{2}{3}, q) = \frac{2}{3}$ para todo q .

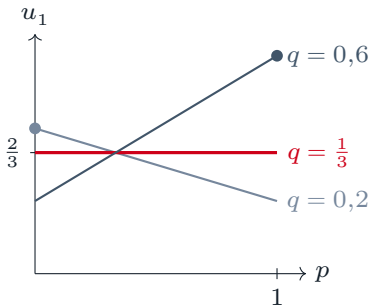
Cada jugador elige su probabilidad para anular la derivada *del otro*: p^* proviene de la CPO del jugador 2 y q^* de la del jugador 1.

Esquinas: condiciones de Kuhn–Tucker

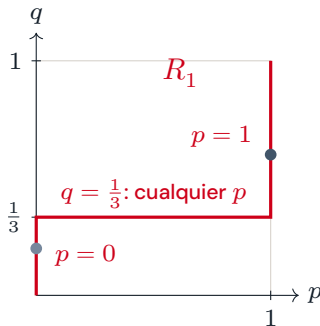
(p, q)	Jugador 1: $\partial u_1 / \partial p = 3q - 1$	Jugador 2: $\partial u_2 / \partial q = 3p - 2$	¿Nash?
$(0, 0)$	$-1 \leq 0$: cumple	$-2 \leq 0$: cumple	sí
$(1, 1)$	$2 \geq 0$: cumple	$1 \geq 0$: cumple	sí
$(0, 1)$	$2 > 0$: no cumple ($p = 0$ exige ≤ 0)	$-2 < 0$: no cumple ($q = 1$ exige ≥ 0)	no
$(1, 0)$	$-1 < 0$: no cumple ($p = 1$ exige ≥ 0)	$1 > 0$: no cumple ($q = 0$ exige ≤ 0)	no

- $(0, 0)$ es (Boxeo, Boxeo) y $(1, 1)$ es (Ópera, Ópera).
- Un jugador mezclando y el otro en una esquina: $0 < p < 1$ exige $q = \frac{1}{3}$ y $0 < q < 1$ exige $p = \frac{2}{3}$. No hay equilibrio de ese tipo.
- Resultado: tres equilibrios, dos puros y uno mixto.

Jugador 1: pago esperado y mejor respuesta



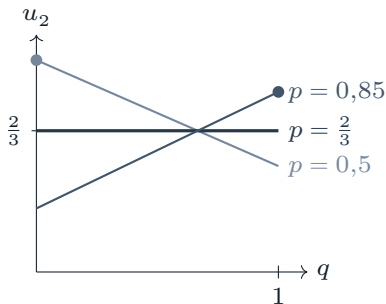
$u_1(p, q)$ para tres valores de q : pendiente $3q - 1$.



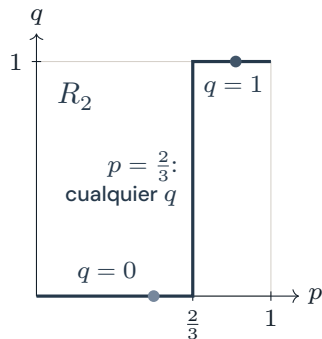
Mejor respuesta R_1 en el plano (p, q) .

Con $q < \frac{1}{3}$ la pendiente es negativa y el máximo está en $p = 0$; con $q > \frac{1}{3}$ es positiva y el máximo está en $p = 1$; con $q = \frac{1}{3}$ la recta es horizontal y todo p es óptimo.

Jugador 2: pago esperado y mejor respuesta



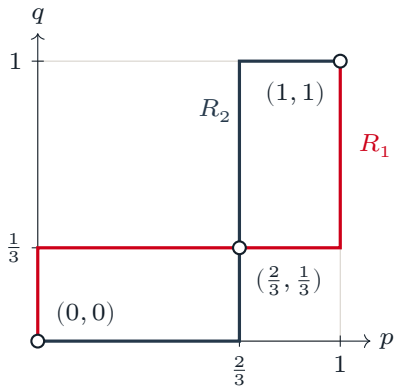
$u_2(p, q)$ para tres valores de p : pendiente $3p - 2$.



Mejor respuesta R_2 en el plano (p, q) .

Con $p < \frac{2}{3}$ la pendiente es negativa y el máximo está en $q = 0$; con $p > \frac{2}{3}$ es positiva y el máximo está en $q = 1$; con $p = \frac{2}{3}$ la recta es horizontal y todo q es óptimo.

Equilibrios como cruces de las mejores respuestas



(p^*, q^*)	Perfil	Pagos
$(0, 0)$	(Boxeo, Boxeo)	$(1, 2)$
$(\frac{2}{3}, \frac{1}{3})$	mixto	$(\frac{2}{3}, \frac{2}{3})$
$(1, 1)$	(Ópera, Ópera)	$(2, 1)$

Un equilibrio de Nash cumple $p^* \in R_1(q^*)$ y $q^* \in R_2(p^*)$: es un punto común de las dos gráficas.

Lectura geométrica del equilibrio mixto

- Cada jugador mezcla para dejar indiferente al otro: p^* depende de los pagos del jugador 2 y q^* de los del jugador 1. Con ceros fuera de la diagonal (B: Boxeo, Ó: Ópera),

$$p^* = \frac{u_2(\text{B},\text{B})}{u_2(\text{Ó},\text{Ó}) + u_2(\text{B},\text{B})} = \frac{2}{1+2},$$

$$q^* = \frac{u_1(\text{B},\text{B})}{u_1(\text{Ó},\text{Ó}) + u_1(\text{B},\text{B})} = \frac{1}{2+1}.$$

- Pagos del equilibrio mixto, $(\frac{2}{3}, \frac{2}{3})$, por debajo del menor pago de cada jugador en los equilibrios puros (1).
- Ajuste sucesivo de mejores respuestas: desde $(\frac{2}{3}, \frac{1}{3} + \varepsilon)$, R_1 lleva a $p = 1$ y $R_2(1)$ lleva a $q = 1$, de modo que el proceso termina en $(1, 1)$; con $\frac{1}{3} - \varepsilon$, en $(0, 0)$. El cruce interior no atrae al proceso.

Ejercicios en clase: juegos simultáneos

1. Encuentre los equilibrios de Nash en estrategias puras (marque la mejor respuesta de cada jugador):

	L	C	R
T	(4, 2)	(2, 5)	(0, 5)
M	(4, 5)	(5, 5)	(2, 2)
B	(5, 0)	(2, 2)	(3, 5)

2. Juego (A,X): (3, 2); (A,Y): (0, 0); (B,X): (0, 0); (B,Y): (1, 3). Halle el equilibrio mixto con las CPO, calcule los pagos esperados y bosqueje R_1 y R_2 en el plano (p, q) , con $p = \Pr(A)$ y $q = \Pr(X)$.

3. Pagos (1, -1), (-1, 1), (-1, 1), (1, -1) (monedas). ¿Existe equilibrio en estrategias puras? ¿Y en mixtas?

- Forma normal $(N, (X_i), (u_i))$; dominancia estricta y débil.
- Equilibrio de Nash: mejor respuesta mutua; puede haber varios o ninguno en puras.
- Estrategias mixtas: cada jugador deja indiferente al rival (CPO igual a cero); el equilibrio es un cruce de las mejores respuestas en el plano (p, q) .
- Sesión siguiente: juegos secuenciales, EPS y juegos repetidos.



**Universidad
de los Andes**

Facultad de Ingeniería
y Ciencias Aplicadas

Capítulo 0C: Juegos secuenciales y repetidos

EPS, juegos repetidos y puente a información incompleta

Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas

>uandes

FICA, Universidad de los Andes

Segundo semestre 2026

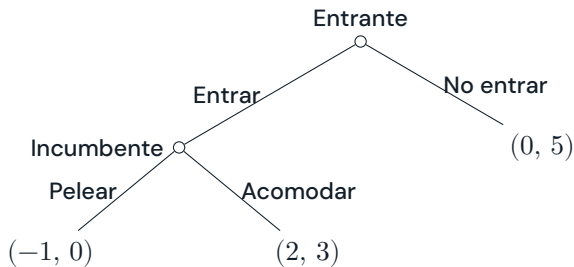
- Juegos secuenciales: subjuegos y equilibrio perfecto en subjuegos
- Juegos repetidos: estrategia de gatillo y condición de paciencia
- Puente a información incompleta (capítulo 1)
- Actividades: juego de roles, dilema repetido y ejercicios

Definición

Un **EPS** (equilibrio perfecto en subjuegos) es un perfil de estrategias que induce un equilibrio de Nash en *todo* subjuego, incluso los que no se alcanzan en equilibrio.

Inducción hacia atrás: resolver desde los últimos nodos hacia el primero. Una estrategia es un *plan completo*, también en nodos que no se alcanzan.

Amenaza no creíble



Nash: (Entrar, Acomodar) y (No entrar, Pelear). Tras la entrada, Acomodar da $3 > 0$: la amenaza no es creíble. Único EPS: (Entrar, Acomodar), pagos $(2, 3)$.

Actividad: juego de roles de entrada

Reglas. Un estudiante es el entrante y otro el incumbente, con tarjetas *Entrar / No entrar* y *Pelear / Acomodar*. Pagos (entrante, incumbente): No entrar (0, 5); Entrar–Pelear (−1, 0); Entrar–Acomodar (2, 3).

Preguntas. Si el incumbente anuncia “pelearé”, ¿entra el entrante? Tras la entrada, ¿qué hace el incumbente? ¿Qué compromiso haría creíble la amenaza?

Cantidades secuenciales: ejemplo numérico

$p(Q) = 160 - Q$, $c = 20$. La empresa 2 observa q_1 :

$$R_2(q_1) = \frac{140 - q_1}{2}.$$

La empresa 1 maximiza $(70 - \frac{q_1}{2})q_1$: $q_1 = 70$, $q_2 = 35$, $p = 55$, beneficios 2.450 y 1.225.

Ejercicios en clase: juegos secuenciales

1. Entrante e incumbente: No entrar $(0, 6)$; Entrar–Pelear $(-2, 1)$; Entrar–Acomodar $(3, 4)$. Halle los equilibrios de Nash y el EPS.
2. Stackelberg con $p(Q) = 100 - Q$ y $c = 10$. Halle q_1, q_2 , el precio y los beneficios por inducción hacia atrás.

Horizonte finito y horizonte infinito

Horizonte finito

Si el juego de etapa tiene un único Nash, el único EPS repite ese Nash en cada período (inducción hacia atrás).

Horizonte infinito

Historia $h_t = (x^0, \dots, x^{t-1})$; estrategia: historia $\rightarrow$ acción; pago $\sum_{t \geq 0} \delta^t u_i(x^t)$, con $\delta \in (0, 1)$.

Actividad: dilema repetido con dado

Reglas. Las mismas parejas juegan el dilema de la sesión anterior (pagos 100/40/120/72). Después de cada ronda se lanza un dado: si sale 1 a 4 el juego continúa ($\delta = 2/3$); si sale 5 o 6 termina. Se registran las elecciones en cada ronda.

Preguntas. ¿Cooperaron más que en una sola ronda? ¿Qué estrategia siguió cada pareja? Comparar $\delta = 2/3$ con $\delta^* = 5/12$.

Proposición

Con pagos de etapa $u^D > u^K > u^P$ (desviarse, cooperar, castigo), la estrategia de gatillo es un EPS si y solo si

$$\delta \geq \delta^* = \frac{u^D - u^K}{u^D - u^P}.$$

Cooperar: $\frac{u^K}{1 - \delta}$. Desviarse: $u^D + \frac{\delta u^P}{1 - \delta}$.

Tres juegos de etapa

Juego de etapa	u^K, u^D, u^P	δ^*
Dilema (100, 120, 72)	—	$5/12 \approx 0,417$
Bertrand, n empresas	$\pi^M/n, \pi^M, 0$	$(n-1)/n$
Cournot, duopolio	$\frac{(a-c)^2}{8b}, \frac{9(a-c)^2}{64b}, \frac{(a-c)^2}{9b}$	$9/17 \approx 0,529$

El castigo de Cournot es menos severo que el de Bertrand: $9/17 > 1/2$.

Ejercicios en clase: juegos repetidos

1. Dilema de etapa con $u^K = 10$, $u^D = 14$, $u^P = 4$. Calcule δ^* de la estrategia de gatillo.
2. Bertrand con $n = 4$ empresas y demanda de monopolio π^M . Calcule δ^* y compárelo con $n = 2$.
3. Si el dilema se repite exactamente 5 veces, ¿cuál es el EPS?

- Castigos finitos o “ojo por ojo” también sostienen cooperación bajo condiciones sobre δ .
- Teorema popular (*folk theorem*): con δ cercano a 1, gran parte de los pagos factibles que superan el pago mínimo de cada jugador son EPS.
- El capítulo 6 usa solo la estrategia de gatillo.
- Información incompleta: tipos y creencias; se desarrolla en el capítulo 1.

Puente: información incompleta

En el juego de entrada, el entrante no observa el tipo del incumbente: es *duro* (siempre pelea) con probabilidad μ o *blando* (siempre acomoda) con probabilidad $1 - \mu$.

Pagos del entrante: No entrar 0; Entrar contra duro -1 ; Entrar contra blando 2. Entra si y solo si

$$\mu(-1) + (1 - \mu)2 \geq 0 \iff \mu \leq \frac{2}{3}.$$

Tipos y creencias: la estructura de los capítulos siguientes (selección adversa y riesgo moral).

- EPS e inducción hacia atrás en juegos secuenciales; amenazas no creíbles.
- Juego repetido: $\delta^* = \frac{u^D - u^K}{u^D - u^P}$.
- Información incompleta: tipos y creencias; continúa en el capítulo 1.



**Universidad
de los Andes**

Facultad de Ingeniería
y Ciencias Aplicadas

Información asimétrica

Selección adversa, señalización y riesgo moral

Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas

>uandes

FICA, Universidad de los Andes

Segundo semestre 2026

- Selección adversa: el modelo de Akerlof
- Señalización: el modelo de Spence
- Screening: menús de contratos
- Riesgo moral: el problema principal-agente
- Aplicaciones: cadena de suministro y mercados de crédito

Dos problemas que se confunden

Selección adversa: el tipo del agente existe *antes* del contrato y él lo conoce, la contraparte no.

Riesgo moral: la acción del agente ocurre *después* del contrato y no es observable.

Ambos se resuelven con las mismas herramientas de diseño de mecanismos: menús de contratos (*screening*) o señales costosas (*signaling*).

El mercado de los limones

Vendedor conoce calidad θ ; comprador solo conoce la distribución. Vendedor valora en θ , comprador en $k\theta$ ($k > 1$): hay ganancias del intercambio para todo θ .

El precio filtra la calidad

Si el comprador fija p , solo venden los tipos $\theta \leq p$. El comprador racional anticipa esto:

$$p = k \cdot \mathbb{E}[\theta \mid \theta \leq p].$$

Proposición

Con $\theta \sim U[\underline{\theta}, \bar{\theta}]$ y $\bar{k} = \frac{2\bar{\theta}}{\underline{\theta} + \bar{\theta}}$:

- $1 < k < \bar{k}$: comercio **parcial**, $p = \frac{k\theta}{2-k}$; venden solo los tipos $\theta \leq p$.
- $k \geq \bar{k}$: comercio **completo**, $p = k \frac{\theta + \bar{\theta}}{2}$.
- $\underline{\theta} = 0$ y $k < 2$: **colapso**, único equilibrio $p = 0$.

El precio único no puede reflejar la heterogeneidad de calidad: los tipos de mayor calidad se retiran. Ejemplo:
 $\underline{\theta} = 20, \bar{\theta} = 100, k = 1,5: p = 60$.

Ingeniería financiera

Un banco que sube la tasa para compensar riesgo percibido puede ser **contraproducente**: los solicitantes de mejor riesgo (con alternativas más baratas) se retiran primero, empeorando la calidad promedio de la cartera que acepta esa tasa.

Efecto Stiglitz–Weiss: esto justifica el *racionamiento de crédito* –negar crédito en vez de subir la tasa– como respuesta óptima del banco.

Trabajador conoce su productividad $\theta \in \{\theta_L, \theta_H\}$. Puede adquirir educación e a costo $\psi(e, \theta) = \frac{e}{\theta}$ –**más barato** para el tipo de alta productividad.

Equilibrio separador

$$e^* = \theta_L(\theta_H - \theta_L), \quad T(e^*) = \theta_H, \quad T(0) = \theta_L.$$

La señal es costosa pero racional

Resultado

$e^* > 0$ no genera valor social directo: es señal pura. Pero es **privadamente racional** para el tipo alto, porque le permite separarse del tipo bajo y capturar $T = \theta_H$ en vez de $T = \mathbb{E}[\theta]$.

Esta es la base formal de la crítica a la educación puramente credencialista.

Gestión de operaciones

Un proveedor de alta confiabilidad puede ofrecer **garantías extendidas o penalidades por incumplimiento**: señal costosa porque un proveedor de baja calidad enfrentaría un costo esperado de penalización mucho mayor.

Exigir garantías de desempeño no es solo protección contractual: es un **mecanismo de separación** que evita auditorías costosas.

Cuando la parte *no informada* diseña el mecanismo: ofrece un menú tal que cada tipo, al elegir libremente, **revela su tipo**.

Propiedad clásica del screening óptimo

«No distorsión en la cima, distorsión en la base»: el contrato del tipo bueno es eficiente; el del tipo malo se distorsiona para desincentivar que el tipo bueno finja ser malo.

Aplicación: contratos de recompra (buyback)

Ingeniería financiera / operaciones

Un fabricante ofrece un **menú de contratos de recompra** (precio mayorista, % de recompra) para que distribuidores con distinta habilidad de pronóstico de demanda se autoseleccionen.

El fabricante no necesita observar la calidad de pronóstico de cada distribuidor: el menú correcto hace que la **elección misma revele el tipo**.

Acción oculta después del contrato

Agente elige esfuerzo e (no observable) a costo $\psi(e)$. Resultado observable: $x = e + \varepsilon$.
Principal solo puede pagar en función de x : $T(x)$.

Caso benchmark: esfuerzo observable

Si e fuera observable, el contrato óptimo es salario fijo $\bar{T}$ (seguro completo): el principal neutral al riesgo absorbe toda la variabilidad.

Proposición

Con esfuerzo no observable, un salario fijo da **incentivo cero** a esforzarse ($e^* = 0$). El contrato óptimo debe atar el pago al resultado: $T(x) = \alpha + \beta x, \beta > 0$.

Mayor $\beta \Rightarrow$ más esfuerzo inducido, pero más riesgo trasladado al agente averso al riesgo. El β^* óptimo es un **compromiso**, generalmente $\beta^* < 1$ (seguro parcial).

Gestión de operaciones

Esfuerzo de mantención preventiva de un proveedor logístico no es observable directamente, pero hay variabilidad exógena (tráfico, clima) en las entregas a tiempo.

Pago fijo: sin riesgo, sin incentivo a mantención.

Penalidad por atraso pura: incentiva esfuerzo, traslada riesgo climático.

En la práctica: **combinación** de ambos ($\alpha + \beta x$).

Ingeniería financiera

El banco no observa el «esfuerzo de prudencia financiera» de una empresa deudora tras desembolsar el crédito.

Los **covenants** (restricciones sobre ratios de deuda, liquidez) monitorean indicadores observables correlacionados con ese esfuerzo, y atan el costo del crédito (tasas step-up) a su cumplimiento – exactamente $T(x) = \alpha + \beta x$.

Síntesis del capítulo

- **Akerlof:** la selección adversa reduce el comercio a los tipos de menor calidad y puede colapsar el mercado.
- **Spence:** el tipo informado se separa con una señal costosa (más barata para el tipo bueno).
- **Screening:** la parte no informada diseña un menú que induce auto-selección («no distorsión en la cima»).
- **Principal-agente:** riesgo moral fuerza un compromiso entre seguro e incentivos, nunca ambos completos.

Pregunta de diagnóstico

Antes de diseñar un contrato, pregúntese: ¿la información oculta existe **antes** (selección adversa) o **después** (riesgo moral) de firmar? La respuesta determina qué herramienta usar.