

Modelos de Teoría de Juegos en Finanzas

Temas Selectos I: 025 LDS1061 1

Gil, José Ángel, Nuria, Heriberto

Panorama general

Las Finanzas y la Teoría de Juegos

Las finanzas se dividen en dos campos principales:

- **Asset Pricing:** Decisiones de inversores
- **Finanzas Corporativas:** Decisiones de las empresas

El Problema

Los modelos tradicionales con información simétrica y mercados perfectos no explican muchos fenómenos observados en la realidad.

Las Finanzas y la Teoría de Juegos

Las finanzas se dividen en dos campos principales:

- **Asset Pricing:** Decisiones de inversores
- **Finanzas Corporativas:** Decisiones de las empresas

El Problema

Los modelos tradicionales con información simétrica y mercados perfectos no explican muchos fenómenos observados en la realidad.

La Solución

La teoría de juegos permite incorporar **información asimétrica** e **interacción estratégica**.

- **Asset Pricing:** decisiones de inversionistas y formación de precios bajo riesgo.
- **Corporate Finance:** decisiones financieras de firmas (deuda, capital, dividendos).
- **Problema:** modelos con información simétrica y mercados friccionales $\Rightarrow$ explican poco de muchos hechos empíricos.
- **Aporte de Teoría de Juegos:** introducir información asimétrica y conducta estratégica.

Asset Pricing: de lo clásico a lo continuo

Idea base: escoger portafolios por *media-varianza*.

frontera eficiente $\Rightarrow$ diversificación óptima

CAPM (equilibrio con un portafolio de mercado):

$$\mathbb{E}[r_i] = r_f + \beta_i(\mathbb{E}[r_M] - r_f), \quad \beta_i = \frac{\text{cov}(r_i, r_M)}{\text{var}(r_M)}.$$

Lectura: premio por riesgo proporcional a sensibilidad sistemática (β).

- **Hipótesis de Mercados Eficientes:** precios reflejan información disponible; diferencias de retorno $\approx$ diferencias de riesgo.
- **Hechos empíricos** que retan lo anterior:
 - *Value vs. Growth:* P/E bajo y B/M alto $\uparrow$ retornos.
 - *Tamaño:* small caps $\uparrow$ retornos promedio.
 - *Efectos calendario:* enero, lunes, etc.
- **Conclusión:** la simpleza media-varianza no capta toda la formación de precios.

- Decisiones de consumo-portafolio con precios que siguen procesos de Itô.
- ICAPM, CCAPM, curva de tasas, **Black–Scholes–Merton** para opciones.
- Relevancia: no exige normalidad ni utilidad cuadrática. Permite *hedging* intertemporal y valoración de derivados.

Corporate Finance: señalización, agencia y control

- Con mercados perfectos: el valor de la firma es independiente de estructura de capital y política de dividendos.
- Realidad: impuestos, costos de quiebra, fricciones de información importan.

Mecánica:

1. Gerentes observan calidad/prospectos; el mercado no.
2. Elegir dividendos altos puede ser *costoso* para firmas malas (necesitan financiar externamente).
3. Equilibrio separador: sólo firmas de alta calidad *sostienen* dividendos elevados.

Predicciones útiles:

- Anuncios de dividendos transmiten información.
- *Smoothing* posible con “señalización gruesa”: se ajusta el dividendo sólo al salir de bandas de productividad.

- **Señal con deuda:** más apalancamiento es creíble si quiebra es costosa para tipos “malos”.
- **Pecking order:** preferencia por internas → deuda → capital; emitir capital puede señalar sobrevaloración.
- **Agencia:**
 - *Risk-shifting* accionistas vs. bonistas.
 - *Free cash flow* y disciplina vía deuda.
 - *Debt overhang*: proyectos buenos pero seguros no se toman si el valor lo capturan bonistas.

- En oligopolios, la deuda puede *precomprometer* agresividad en cantidades o inversiones.
- Quiebra y bancarrota afectan reputación, precios, calidad y servicio postventa.

- Sin fricciones, se renegocia y se evita el costo. Con información asimétrica y fricciones, sí hay costos.
- Diseño de reglas y negociación es un juego estratégico.

Problema del “free rider” en OPA:

- Accionistas no venden si creen que el post-OPA valdrá más. El oferente no captura ganancia.

Respuestas modeladas:

- Derechos estatutarios que *diluyen* a quien no venda.
- *Toeholds* y grandes saltos iniciales en primas para disuadir competencia.
- *Greenmail* y búsqueda de “white knights” como señales y mecanismos de precio eficiente.

- **Subvaloración inicial:** selección adversa. Inversionistas informados compran sólo si el precio es favorable; para atraer a no informados se deja dinero en la mesa.
- **Bajo rendimiento de largo plazo:** varias explicaciones conductuales y de heterogeneidad de creencias.

Modelo básico tipo Diamond–Dybvig:

1. Agentes enfrentan choques de liquidez temprana/tardía.
2. Depósitos con “first come, first served”.
3. Dos equilibrios: uno bueno (retiro sólo si se necesita), uno malo (corrida).
4. *Seguro de depósitos* elimina el equilibrio malo.

Otras piezas:

- *Racionamiento de crédito* por selección adversa.
- *Monitoreo delegado* como razón de ser de los bancos.

Microestructura y precios

- **Kyle:** un insider óptimo elige cantidad; el *market maker* fija precio eficiente con ruido de liquidez.
- **Glosten–Milgrom:** spread bid–ask compensa el riesgo de tratar con informados; precios se actualizan con las órdenes.

Modelos informacionales más ricos

Idea: cuando hay coordinación, no basta con “fundamentales”. Importan las *creencias de orden superior*.

Ejemplo: Dos depositantes, sin necesidad de liquidez, coordinan “permanecer” sólo si es *casi conocimiento común* que el otro también permanecerá. Si señales están correlacionadas y son imprecisas, el umbral para generar ese *conocimiento común* puede no alcanzarse $\Rightarrow$ todos retiran.

Conclusión: resultados dependen de lo que creo que tú crees que yo creo, etc.

- Decisiones secuenciales y públicas: los primeros revelan señales vía acciones, los siguientes pueden ignorar su señal privada $\Rightarrow$ *cascada*.
- En mercados con precios endógenos, los precios suelen revelar bastante; para tener cascadas se requieren costos de transacción o señales multidimensionales que el precio no agregue completamente.

- No toda divergencia de creencias viene de información; puede haber *priors* distintos.
- Con restricciones a ventas en corto, surge prima de “reventa” y sobrevaloración transitoria; también explica volumen de negociación y correlación entre cambios absolutos de precio y volumen.

Cómo usar teoría de juegos en finanzas

1. **Identificar fricción:** información asimétrica, incentivos, coordinación.
2. **Elegir el juego:** señalización (dividendos/deuda), selección adversa (OPI), agencia (deuda vs. equity), coordinación (corridas).
3. **Prever comparativas estáticas:** ¿cómo cambian equilibrios con impuestos, costos, diseño de contrato?
4. **Diseño de mecanismos:** cláusulas, covenants, spreads, reglas de subasta, seguros.

Ejercicios

1. **Dividendo señal:** define tipos alto/bajo, costo externo $k(d)$ para pagar dividendo d . Encuentra d^* separador y compara con recompra pro-rata.
2. **Pecking order:** modela un proyecto con $V \in \{V_L, V_H\}$ conocido por gerencia. Muestra que emitir equity puede destruir valor en equilibrio.
3. **OPA y free rider:** construye un juego de licitación con post-mejora de eficiencia y muestra por qué el oferente no captura rentas sin dispositivos anti-free-rider.
4. **Corrida con creencias de orden superior:** introduce señales correlacionadas y deriva el umbral de “casi conocimiento común” necesario para coordinar en “no correr”.
5. **Microestructura:** en un modelo tipo Kyle, deriva la pendiente del precio respecto a la orden agregada y su relación con la varianza del ruido.

Finanzas Corporativas: El Puzzle de los Dividendos

El Enigma:

- Las empresas pagan 50 % de ganancias como dividendos
- Muchos inversores pagan altos impuestos sobre dividendos
- Los dividendos son menos variables que las ganancias ("smoothing")

Teoría Modigliani-Miller:

- Con mercados perfectos, los dividendos son irrelevantes
- Con impuestos, mejor recomprar acciones
- ¿Por qué las empresas pagan dividendos?

Finanzas Corporativas: El Puzzle de los Dividendos

El Enigma:

- Las empresas pagan 50 % de ganancias como dividendos
- Muchos inversores pagan altos impuestos sobre dividendos
- Los dividendos son menos variables que las ganancias ("smoothing")

Teoría Modigliani-Miller:

- Con mercados perfectos, los dividendos son irrelevantes
- Con impuestos, mejor recomprar acciones
- ¿Por qué las empresas pagan dividendos?

Solución Game-Theoretic: Dividendos como Señales

Bhattacharya (1979): Los gerentes señalan información superior mediante dividendos

- Proyectos rentables → pueden pagar dividendos sin problemas
- Proyectos no rentables → costos de financiamiento externo

Ejemplo: Señalización con Dividendos

Escenario

Dos empresas: una con proyectos **buenos** y otra con proyectos **malos**.

Tipo de Empresa	Dividendo Alto	Dividendo Bajo
Buenos proyectos	Paga con ganancias Bajo costo	Señal confusa
Malos proyectos	Necesita financiamiento Alto costo	Revela tipo

Equilibrio Separador:

- Empresas buenas: dividendos altos (creíble)
- Empresas malas: dividendos bajos (no pueden imitar sin costos)

Teoría Trade-Off Tradicional

- Ventaja fiscal de la deuda (intereses deducibles)
- Costos de bancarrota limitan el endeudamiento
- **Problema:** Predicciones no coinciden con la práctica

Teoría Trade-Off Tradicional

- Ventaja fiscal de la deuda (intereses deducibles)
- Costos de bancarrota limitan el endeudamiento
- **Problema:** Predicciones no coinciden con la práctica

Pecking Order Theory (Myers 1984)

Jerarquía de financiamiento cuando hay información asimétrica:

1. **Ganancias retenidas** (preferido)
2. **Deuda**
3. **Emisión de acciones** (último recurso)

Razón: Los gerentes prefieren emitir acciones cuando están *sobrevaluadas* → señal negativa para el mercado

Ejemplo: Decisión de Financiamiento

Empresa con Buen Proyecto:

- ✓ Usa ganancias retenidas
- ✓ Si necesita más: deuda
- × Evita emisión de acciones (señal de subvaluación)

Reacción del Mercado:

- Emisión de deuda: neutral/positivo
- Emisión de acciones: **caída del precio**

Evidencia Empírica

- Anuncio de emisión de acciones → precio cae 2-3 %
- Recompra de acciones → precio sube
- Consistente con pecking order

El Free-Rider Problem (Grossman & Hart 1980)

Problema: Si un adquirente quiere mejorar la gestión...

- Cada accionista espera beneficiarse del mejor management
- Nadie vende a menos que el precio refleje el valor *mejorado*
- El adquirente no puede obtener ganancias
- ¿Por qué ocurren takeovers?

El Free-Rider Problem (Grossman & Hart 1980)

Problema: Si un adquirente quiere mejorar la gestión...

- Cada accionista espera beneficiarse del mejor management
- Nadie vende a menos que el precio refleje el valor *mejorado*
- El adquirente no puede obtener ganancias
- ¿Por qué ocurren takeovers?

Soluciones Game-Theoretic

1. **Dilución:** Beneficios post-adquisición no disponibles para todos
2. **Toehold:** Comprar acciones antes de la oferta formal (Shleifer & Vishny 1986)
3. **Grandes saltos en el precio:** Disuadir competidores (Fishman 1988)

IPOs: Underpricing

El Fenómeno:

- Retorno promedio primer día: **15.3 %**
- Documentado desde 1960
- Violación aparente de eficiencia de mercado

Situación	¿Quién compra?
Precio bajo (IPO buena)	Todos (alta demanda)
Precio alto (IPO mala)	Solo no informados

Modelo de Rock (1986):

- Inversores informados vs no informados
- Selección adversa
- Underpricing compensa a no informados

Consecuencia

No informados reciben más acciones sobrevaloradas → requieren compensación con underpricing promedio

Modelo Diamond-Dybvig (1983)

Setup:

- Depositantes con shocks de liquidez inciertos
- Activos de largo plazo con costo de liquidación temprana
- Contrato: "first-come, first-served"

Modelo Diamond-Dybvig (1983)

Setup:

- Depositantes con shocks de liquidez inciertos
- Activos de largo plazo con costo de liquidación temprana
- Contrato: "first-come, first-served"

Equilibrio Bueno:

- ✓ Solo retiran quienes necesitan liquidez
- ✓ Banco provee seguro óptimo

Equilibrio Malo (Run):

- × Todos creen que todos retiran
- × Óptimo individual: retirar primero
- × Colapso del banco

Modelo Diamond-Dybvig (1983)

Setup:

- Depositantes con shocks de liquidez inciertos
- Activos de largo plazo con costo de liquidación temprana
- Contrato: "first-come, first-served"

Equilibrio Bueno:

- ✓ Solo retiran quienes necesitan liquidez
- ✓ Banco provee seguro óptimo

Equilibrio Malo (Run):

- × Todos creen que todos retiran
- × Óptimo individual: retirar primero
- × Colapso del banco

Solución

Seguro de depósitos elimina el equilibrio malo

Motivación

Modelos tradicionales asumen mecanismo abstracto de formación de precios.

Pregunta: ¿Cómo se forman realmente los precios con información asimétrica?

Modelo Kyle (1985):

- Market maker + noise traders + trader informado
- Trader informado elige cantidad
- Precios ajustan para zero-profit

Modelo Glosten-Milgrom (1985):

- Cantidades fijas
- Focus en bid-ask spread
- Spread refleja probabilidad de trader informado

Insight Clave

El spread compensa al market maker por el riesgo de negociar con informados

Ejemplo: Bid-Ask Spread

Escenario Simple

- Valor verdadero: $V = 100$ (desconocido para market maker)
- 50 % traders son noise traders
- 50 % son informados (conocen V)

Ejemplo: Bid-Ask Spread

Escenario Simple

- Valor verdadero: $V = 100$ (desconocido para market maker)
- 50 % traders son noise traders
- 50 % son informados (conocen V)

Sin información asimétrica:

- Bid = Ask = 100
- Spread = 0

Ejemplo: Bid-Ask Spread

Escenario Simple

- Valor verdadero: $V = 100$ (desconocido para market maker)
- 50 % traders son noise traders
- 50 % son informados (conocen V)

Sin información asimétrica:

- Bid = Ask = 100
- Spread = 0

Con traders informados:

- Si $V > 100$: informados compran
- Si $V < 100$: informados venden
- Market maker pierde dinero con informados
- **Solución:** Bid < 100 < Ask (spread positivo)

Fenómenos No Explicados por CAPM

- **P/E Effect:** Acciones con bajo P/E superan a las de alto P/E
- **Size Effect:** Empresas pequeñas obtienen mayores retornos
- **January Effect:** Retornos anormalmente altos en enero
- **Weekend Effect:** Retornos negativos los lunes

Fenómenos No Explicados por CAPM

- **P/E Effect:** Acciones con bajo P/E superan a las de alto P/E
- **Size Effect:** Empresas pequeñas obtienen mayores retornos
- **January Effect:** Retornos anormalmente altos en enero
- **Weekend Effect:** Retornos negativos los lunes

Enfoque Conductual

Explicaciones basadas en:

- Sesgos psicológicos
- Sobrerreacción/subreacción
- Sentimiento del mercado

Oportunidad

Teoría de juegos puede ayudar a explicar estas anomalías incorporando:

- Decisiones estratégicas contables
- Interacciones entre agentes

Conclusiones

Contribuciones de la Teoría de Juegos

1. Finanzas Corporativas:

- Dividendos como señales
- Pecking order en financiamiento
- Dinámicas de takeovers

2. Intermediación:

- Explicación de bank runs
- Papel del seguro de depósitos
- Monitoreo delegado

3. Asset Pricing:

- Formación de precios con información asimétrica
- Market microstructure

Desafíos Pendientes

- Mejor comprensión de anomalías de mercado
- Modelos más ricos de información
- Incorporar diferencias de creencias no basadas en información
- Análisis de cascadas informacionales
- Creencias de orden superior

La teoría de juegos ha revolucionado las finanzas, pero aún quedan muchos fenómenos por explicar. La incorporación de modelos informacionales más sofisticados promete nuevos avances.

- La teoría de juegos explica *qué* señales, contratos y reglas hacen creíbles las decisiones financieras.
- Coordinar expectativas y manejar asimetrías es tan crítico como medir riesgo.
- Tres llaves: **señalización, agencia, coordinación bajo creencias de orden superior.**

¿Preguntas?

Referencias:

Chatterjee, K. & Samuelson, W. (2014). *Game Theory and Business Applications*,
Cap. 2

Allen, F. & Morris, S. (2014). *Game Theory Models in Finance*