

IX Congreso Internacional de Ciencias Económicas

Los nuevos desafíos en un mundo en tensión

Análisis econométrico: modelo de gravedad aplicado en Stata

Taller de iniciación a la investigación

Jordi Paniagua

Universitat de València

Universidad de los Llanos · Villavicencio, Colombia

7 de octubre de 2026 · 2 horas

Un recorrido de dos horas

Minutos	Trabajo en la sesión
0–32	Pregunta y sistema completo de gravedad estructural
32–44	Recomendaciones de estimación actualizadas
44–53	Bases USITC y aplicaciones fuera del comercio
53–65	Datos y práctica 1: auditoría
65–95	PPML, práctica 2 e interpretación
95–115	Equilibrio general y práctica 3 con Colombia
115–120	Primer proyecto y preguntas

28 minutos de prácticas guiadas; álgebra de solución en anexos

De la docencia a una pregunta investigable

Pregunta de estimación: ¿cómo cambia el comercio bilateral cuando cambia el régimen de integración comercial?

- **Unidad:** exportador i , importador j , año t .
- **Resultado:** valor de las ventas de i a j .
- **Variación:** cambios de RTA o EU dentro de una relación.
- **Comparación:** otras relaciones y años, condicionando por efectos fijos.

Pregunta de simulación: ¿qué ocurriría si los costes comerciales de Colombia con sus socios bajasen un 10 %?

Primera pregunta: adaptación de Yotov, Gravity for Undergrads. Segunda: escenario hipotético del taller.

El punto de partida: tamaño y fricciones

$$X_{ij} = G \frac{Y_i E_j}{\tau_{ij}^\theta}, \quad \theta > 0$$

Y_i Capacidad de oferta del origen.

E_j Capacidad de gasto del destino.

τ_{ij} Coste de comerciar: transporte, información, fronteras.

θ Sensibilidad del comercio a esos costes.

La distancia es una aproximación a las fricciones, no todas las fricciones

Yotov (2025), fundamentos del modelo; OMC/UNCTAD (2012), capítulo 3.

Los supuestos que dan estructura a la gravedad

- N países; cada origen produce una variedad diferenciada.
- Consumidor representativo, preferencias CES y $\sigma > 1$.
- Oferta Q_i dada; precio de fábrica p_i ; ingreso $Y_i = p_i Q_i$.
- Coste iceberg $\tau_{ij} \geq 1$: precio entregado $p_i \tau_{ij}$.

$$U_j = \left[\sum_i a_i^{1/\sigma} c_{ij}^{(\sigma-1)/\sigma} \right]^{\sigma/(\sigma-1)}, \quad \sum_i p_i \tau_{ij} c_{ij} = E_j$$

$a_i > 0$: ponderación de la variedad; c_{ij} : cantidad entregada.

Convención: $\theta \equiv \sigma - 1 > 0$; se omite el año para facilitar la lectura.

Yotov, Full_Grav_Lecture_I_Yotov_IEI_Light, pp. PDF 38–57 y 87; notación adaptada.

Demanda bilateral e índice de precios

$$X_{ij} \equiv p_i \tau_{ij} c_{ij} = a_i \left(\frac{p_i \tau_{ij}}{P_j} \right)^{-\theta} E_j \quad (1)$$

$$P_j = \left[\sum_i a_i (p_i \tau_{ij})^{-\theta} \right]^{-1/\theta} \quad (2)$$

- Un precio relativo mayor reduce la cuota de gasto del proveedor.
- P_j incorpora **todos** los proveedores, incluido $i = j$.
- $\sum_i X_{ij} = E_j$: el gasto se distribuye entre orígenes.

La demanda de un origen depende de las alternativas disponibles

Yotov, Full_Grav_Lecture_I_Yotov_IEI_Light, pp. PDF 38–57 y 87; notación adaptada.

Producción, gasto y vaciado de mercados

$$Y_i = p_i Q_i = \sum_j X_{ij}, \quad E_j = \sum_i X_{ij}, \quad Y \equiv \sum_i Y_i = \sum_j E_j \quad (3)$$

Cierre de gasto	Qué se supone
Equilibrado	$E_i = Y_i$ en cada país.
Déficit aditivo	$E_i = Y_i + D_i$, $\sum_i D_i = 0$; D_i fijo en el numerario.
Proporcional	$E_i = \phi_i Y_i$; ϕ_i fijo y equilibrio mundial.

Q_i permanece fijo en el modelo básico; p_i , Y_i y E_i pueden cambiar.

Yotov, Full_Grav_Lecture_I_Yotov_IEI_Light, pp. PDF 38–57 y 87; notación adaptada.

Gravedad estructural

$$X_{ij,t} = \frac{Y_{i,t} E_{j,t}}{Y_t} \left(\frac{\tau_{ij,t}}{\Pi_{i,t} P_{j,t}} \right)^{-\theta}$$

- $\Pi_{i,t}$: resistencia multilateral de salida; acceso del origen a sus mercados.
- $P_{j,t}$: resistencia multilateral de entrada; acceso del destino a sus proveedores.
- Y_t : producción mundial del universo modelado.

Importa el coste bilateral en relación con las alternativas

Anderson y van Wincoop (2003); Yotov (2025); diapositivas Yotov, Lecture I (2019).

Las dos resistencias multilaterales son endógenas

$$\Pi_i^{-\theta} = \sum_j \left(\frac{\tau_{ij}}{P_j} \right)^{-\theta} \frac{E_j}{Y} \quad (4)$$

$$P_j^{-\theta} = \sum_i \left(\frac{\tau_{ij}}{\Pi_i} \right)^{-\theta} \frac{Y_i}{Y} \quad (5)$$

- **Salida**, Π_i : acceso a compradores, ponderados por gasto.
- **Entrada**, P_j : acceso a proveedores, ponderados por producción.
- Se determinan conjuntamente; incluyen comercio interno.

El vínculo con los precios de fábrica: $p_i = \frac{a_i^{1/\theta}}{\Pi_i} (Y_i/Y)^{-1/\theta}$.

Yotov, Full_Grav_Lecture_I_Yotov_IEI_Light, pp. PDF 38–57 y 87; notación adaptada.

Una intuición para la resistencia multilateral

Dos destinos compran a Colombia con el mismo coste bilateral.

Destino A	Destino B
Dispone de muchos proveedores cercanos y baratos.	Sus proveedores alternativos son caros o lejanos.
Colombia compite con mejores alternativas.	Colombia resulta relativamente más atractiva.

Discusión: ¿basta con controlar el PIB y la distancia Colombia–destino?

Ejemplo conceptual; no representa una comparación empírica de países concretos.

El sistema estructural completo: cinco bloques

$$X_{ij} = \frac{Y_i E_j}{Y} \left(\frac{\tau_{ij}}{\Pi_i P_j} \right)^{-\theta}$$

Comercio

$$\Pi_i^{-\theta} = \sum_j (\tau_{ij}/P_j)^{-\theta} E_j/Y$$

Resistencia de salida

$$P_j^{-\theta} = \sum_i (\tau_{ij}/\Pi_i)^{-\theta} Y_i/Y$$

Resistencia de entrada

$$p_i = a_i^{1/\theta} (Y_i/Y)^{-1/\theta} / \Pi_i$$

Precio de fábrica

$$Y_i = p_i Q_i, \quad E_i = Y_i + D_i, \quad Y = \sum_i Y_i$$

Producción y gasto

Dados (τ, a, Q, D, θ) y un numerario, se determinan flujos y precios.

El vaciado $Y_i = \sum_j X_{ij}$ está incorporado en el sistema.

Yotov, Full_Grav_Lecture_I_Yotov_IEI_Light, pp. PDF 38–57 y 87; notación adaptada.

Bienestar: poder de compra, no exportaciones

$$W_i \equiv E_i/P_i, \quad \widehat{W}_i = \frac{E'_i/E_i}{P'_i/P_i}, \quad \widehat{RW}_i = \frac{w'_i/w_i}{P'_i/P_i}$$

- Sombrero = cociente contrafactual / inicial.
- Con tecnología fija de un factor, $\widehat{p}_i = \widehat{w}_i$.
- Con déficit aditivo fijo, $\widehat{E}_i$ puede diferir de $\widehat{w}_i$.
- Con E_i/Y_i fijo, bienestar y salario real cambian en la misma proporción.

Un aumento de ventas no mide por sí solo una mejora de bienestar

Yotov, Full_Grav_Lecture_I_Yotov_IEI_Light, pp. PDF 38–57 y 87; notación adaptada.

De la teoría a los efectos fijos

$$\ln \mu_{ij,t} = \underbrace{\ln Y_{i,t} + \theta \ln \Pi_{i,t}}_{\alpha_{i,t}} + \underbrace{\ln E_{j,t} + \theta \ln P_{j,t} - \ln Y_t}_{\delta_{j,t}} - \theta \ln \tau_{ij,t}$$

$$-\theta \ln \tau_{ij,t} = \mu_{ij} + Z'_{ij,t} \beta \quad \implies \quad \mathbb{E}[X_{ij,t} \mid Z, \text{EF}] = e^{\alpha_{i,t} + \delta_{j,t} + \mu_{ij} + Z'_{ij,t} \beta}$$

- Origen-año y destino-año recogen tamaños y resistencias.
- Par dirigido recoge fricciones bilaterales permanentes.
- $\mu_{ij,t}$ es la media; μ_{ij} es un efecto fijo de par.

Yotov, Lecture II, pp. PDF 8–9 y 34–35; convención $\theta > 0$.

Sectores: misma lógica, nuevas exigencias

$$X_{ij,t}^k = \frac{Y_{i,t}^k E_{j,t}^k}{Y_t^k} \left(\frac{\tau_{ij,t}^k}{\Pi_{i,t}^k P_{j,t}^k} \right)^{-\theta_k}$$

- Estimar por sector o absorber origen–sector–año, destino–sector–año y par–sector.
- Permitir efectos de política distintos por sector; documentar agregación.
- Un GE multisectorial necesita asignación de gasto, factores y vínculos entre sectores.

Con preferencias Cobb–Douglas entre sectores: $E_j^k = s_j^k E_j$, $\sum_k s_j^k = 1$.

Yotov, Lecture I, pp. PDF 64–70. El `ge_gravity` de este curso resuelve un sector.

Recomendaciones 2025 · Diseñar los datos

1. Cubrir el mayor universo bilateral pertinente.
2. Usar registros nominales, moneda común y precios entregados.
3. Desagregar cuando la pregunta lo requiera.
4. Conservar años consecutivos del panel.
5. Incorporar ventas internas comparables.

Pregunta de auditoría: ¿qué población representa realmente cada fila ausente?

GU es útil para practicar; su falta de diagonal limita las preguntas estructurales que podemos abordar.

Larch, Shikher y Yotov (2025), ROIE, 33(5), 1066–1092. Síntesis de sus 15 recomendaciones; versión de autores, enero de 2025.

Recomendaciones 2025 · Especificación e inferencia

6. Estimar la media multiplicativa mediante PPML.
7. Absorber origen-año y destino-año.
8. Incorporar efectos fijos de par dirigido.
9. Justificar la medición de costes bilaterales.
10. Identificar costes no discriminatorios con comercio interno.
11. Agrupar errores según la dependencia del diseño.

Decisión del taller: EF de par dirigido y clúster de par no dirigido.

En un panel sectorial, los efectos fijos deben reflejar también el sector.

Larch, Shikher y Yotov (2025), *ROIE*, 33(5), 1066–1092. Síntesis de sus 15 recomendaciones; versión de autores, enero de 2025.

Recomendaciones 2025 · Heterogeneidad y dinámica

12. Distinguir políticas y disposiciones específicas.
13. Permitir ajuste temporal de los efectos.
14. Examinar heterogeneidad económicamente motivada.
15. Considerar DiD robusta a heterogeneidad, con identificación válida.

Diseño para investigar: definir tratamiento, momento de adopción, población de comparación y horizonte del efecto.

Un coeficiente medio de “cualquier acuerdo” puede ocultar respuestas distintas.

Larch, Shikher y Yotov (2025), ROIE, 33(5), 1066–1092. Síntesis de sus 15 recomendaciones; versión de autores, enero de 2025.

Actualizar una recomendación: conservar los años

Lecture II (2019)	Actualización Larch et al. (2025)
Plantea intervalos de varios años para permitir el ajuste comercial.	Prioriza años consecutivos y un tratamiento explícito de la dinámica.

En nuestros códigos: se conserva todo el panel anual GU.

Antes de estimar una respuesta dinámica: precisar fechas, duración, anticipación y categorías de referencia.

Una selección de años cambia la muestra y la pregunta que responde

Yotov, Lecture II, pp. PDF 25–27; Larch, Shikher y Yotov (2025), recomendaciones 4 y 13.

Por qué el comercio interno cambia la identificación

$$\mathbb{E}[X_{ij,t} \mid \cdot] = \exp\{\alpha_{i,t} + \delta_{j,t} + \mu_{ij} + \beta RTA_{ij,t} + \gamma_t B_{ij} + \eta z_{i,t} B_{ij}\}$$

$B_{ij} = 1[i \neq j]$; $z_{i,t}$: política o condición del origen.

- $z_{i,t}$ sola queda absorbida por origen-año.
- Con diagonal, $z_{i,t} B_{ij}$ compara ventas externas e internas.
- $\gamma_t B_{ij}$ permite una evolución común de la frontera; omitir un año base.

* Extension ejecutable con la base de manufacturas:
do "stata/05_frontera_opcional.do"

Yotov, Lecture II, pp. PDF 31–35. Interacciones identificables si existe variación suficiente; no garantizan causalidad.

USITC Gravity Portal · Elegir la base de comercio

Base	Contenido	Uso en un proyecto
ITPD-E	Flujos internacionales e internos de fuentes administrativas.	Estimación: documentar ceros, faltantes y unidades.
ITPD-S	Completa observaciones internas faltantes.	Simulación: revisar imputaciones y consistencia del equilibrio.
ITPD-U	Desagregación por uso de los bienes.	Preguntas sobre composición y uso.

Release 2025, anunciada en agosto de 2026: hasta 2023, 266 países y 170 industrias en la familia ITPD.

Cobertura histórica desigual por sector; no es un panel completo en todas las combinaciones.

USITC Gravity Portal. Consulta: 1 de octubre de 2026. Revisar metadatos y cobertura efectiva antes de unir bases.

USITC Gravity Portal · Relaciones y multinacionales

Base	Qué aporta	Cobertura publicada
DGD	Características y relaciones entre países.	1948–2019.
MREID	Ingresos, empleo e inversión de multinacionales; dimensión bilateral y sectorial.	185 países; 25 industrias; 2010–2021.
DICL	Similitud lingüística interna e internacional.	242 países.
LABPTA	Disposiciones laborales de acuerdos.	610 acuerdos; 196 países; 1990–2021.

Unir por claves documentadas; auditar merge; conservar la versión descargada.

USITC Gravity Portal. Consulta: 1 de octubre de 2026. Revisar metadatos y cobertura efectiva antes de unir bases.

Aplicación 1 · IED y actividad de multinacionales

Pregunta posible: ¿una disposición de un acuerdo cambia la actividad de filiales entre dos países?

$$\mathbb{E}[A_{ij,t}^k \mid \cdot] = \exp\{\alpha_{i,t}^k + \delta_{j,t}^k + \mu_{ij}^k + \beta_k Z_{ij,t}\}$$

- Elegir A : ingresos de filiales, empleo, inversión o número de proyectos.
- MREID ofrece una entrada bilateral y sectorial para investigar.
- Diferenciar flujo, stock, propietario inmediato y último.
- PPML requiere resultado no negativo: no borrar IED neta negativa para acomodarla al estimador.

Ahmad, Bergstrand, Paniagua y Wickramarachi (2023), MREID, USITC WP 2023–11–B; [datos](#) y [documentación](#). Ecuación propuesta para discusión.

Aplicaciones 2 y 3 · Turismo y migración

	Turismo	Migración
Resultado	Llegadas o pernoctaciones por origen–destino.	Nuevas entradas o stock residente: objetos distintos.
Mecanismo	Costes de viaje, información, visitas a familiares.	Elección de destino, redes y restricciones de movilidad.
Fuente inicial	UN Tourism / Yearbook: datos por país de origen.	UN DESA, International Migrant Stock 2024; registros de flujos.

Ejemplo: Santana-Gallego y Paniagua (2022), turismo y migración: separar información, costes y demanda de visitas.

Un stock migratorio no es un flujo; las llegadas no son visitantes únicos.

Tourism Economics 28(2), 394–417; UN DESA (2024); UN Tourism, Yearbook (2023). Enlaces y pautas de medición en la guía.

Datos y puesta en marcha

Gravity for Undergrads: 100 economías, 1990–2023; 320 920 observaciones internacionales.

Descargar la guía, los datos y el código de Yotov

```
cd "ruta/Curso_Unillanos_2026"  
do "stata/00_instalar.do" // antes del taller  
do "stata/01_datos.do"
```

Guardar Gravity_Undergrads_Data.dta en datos/.

00_master.do ejecuta todo y registra resultados en resultados/.

Base local de Yotov; descarga directa solicitada por el autor. Stata 17 o superior y paquetes SSC.

Práctica 1 · Auditar los datos

```
use "$GU", clear
isid Exporter Importer Year
count if Trade==0
count if Exporter==Importer
tabulate RTA EU
summarize Year Trade Distance
```

1. Anotar cuántos ceros hay y qué ocurre con $\ln(0)$.
2. Comprobar si hay ventas internas y si el panel está completo.
3. Leer la codificación conjunta de RTA y EU antes de interpretar.

Entrega: tres decisiones de datos justificadas en dos frases

Lo que cambia al mirar la base

Observaciones	320 920
Ceros observados	32 835 (10,23 %)
Observaciones positivas	288 085
Ventas internas	Ninguna
RTA=1 y EU=1 simultáneamente	Ninguna

En esta codificación, RTA y EU se comparan con la categoría (0, 0).

No sumar ambos coeficientes como si EU fuera un suplemento de RTA.

Auditoría ejecutada en Stata 18 sobre la base local de Gravity for Undergrads.

Por qué estimar en niveles con PPML

$$\mathbb{E}[X_{ij,t} \mid Z] = \exp\{\alpha_{i,t} + \delta_{j,t} + \mu_{ij} + Z'_{ij,t}\beta\}$$

- La media condicional tiene forma multiplicativa.
- Los ceros observados aportan información.
- Con heterocedasticidad, tomar logaritmos puede alterar la relación de media: $\mathbb{E}[\ln X \mid Z] \neq \ln \mathbb{E}[X \mid Z]$.
- No exige que el comercio sea un conteo ni que su varianza iguale a su media.

Santos Silva y Tenreyro (2006); Correia, Guimarães y Zylkin (2020).

Panel y efectos fijos de par

$$\ln X_{ij,t} = \alpha_{i,t} + \delta_{j,t} + \mu_{ij} + \beta_R RTA_{ij,t} + \beta_U EU_{ij,t} + u_{ij,t}$$

```
reghdfe ln_trade RTA EU, ///  
    absorb(Exporter#Year Importer#Year par) ///  
    vce(cluster cluster_par)
```

Efecto fijo	Absorbe
Origen $\times$ año	Oferta y condiciones del origen en cada año
Destino $\times$ año	Gasto y condiciones del destino en cada año
Par dirigido	Distancia, idioma y fricciones bilaterales constantes

Qué identifica el coeficiente de un acuerdo

- Variaciones del régimen comercial dentro del par, netas de los componentes origen-año y destino-año.
- Los acuerdos que no cambian durante la muestra no proporcionan esa variación directa.
- Los efectos fijos de par absorben selección bilateral **constante**; pueden quedar cambios simultáneos, anticipación y dinámica.

Para un artículo: estudiar fechas, transiciones, tendencias previas, efectos heterogéneos y comparaciones plausibles.

Una especificación estructural no basta para demostrar causalidad

Yotov (2019), Lecture II, retos de endogeneidad y ajuste; Yotov (2025).

La especificación de trabajo en Stata

```
gen double trade_m = Trade/1e6
ppmlhdfc trade_m RTA EU, ///
    absorb(Exporter#Year Importer#Year par) ///
    vce(cluster cluster_par) d(fe_suma)
gen byte muestra_ppml = e(sample)
predict double pred_m if muestra_ppml, mu
```

- trade_m: comercio en millones; las pendientes no cambian.
- d(fe_suma) permite recuperar la predicción con los efectos fijos.
- e(sample) identifica las observaciones utilizadas.

Ayuda oficial de ppmlhdfc.

Inferencia y tamaño del efecto

- **EF de par dirigido:** $i \rightarrow j$ puede diferir de $j \rightarrow i$.
- **Clúster de par no dirigido:** permite correlación a lo largo del tiempo y entre ambas direcciones.
- Para una variable binaria: $100[\exp(\hat{\beta}) - 1]$.

```
nlcom (pct_RTA: 100*(exp(_b[RTA])-1))  
lincom EU - RTA
```

Alcance: este clúster no cubre cualquier dependencia entre países o acuerdos.

Práctica 2 · Estimar y defender una especificación

```
do "stata/02_estimacion.do"
```

1. Comparar m1–m5: signo, magnitud, errores estándar y N .
2. Explicar por qué el PIB y la distancia dejan de aparecer.
3. Convertir el coeficiente RTA de PPML a porcentaje.
4. Comparar m6 y m7: MCO y PPML sobre el mismo soporte positivo.

Entrega: una frase con el resultado y otra con su principal limitación de identificación.

Las estimaciones se guardan en estimaciones.csv; el registro completo está en curso_completo.log.

Resultados de la secuencia de estimación

	N	$\hat{\beta}_{RTA}$	EE	$\hat{\beta}_{EU}$	EE
MCO ingenuo, 2023	9 564	0,664	0,055	0,900	0,091
MCO con EF, 2023	9 564	0,236	0,059	-0,261	0,109
MCO panel	288 085	0,147	0,046	-0,526	0,082
MCO con tres EF	288 085	0,103	0,026	0,427	0,054
PPML con tres EF	320 920	0,076	0,031	0,273	0,044

La secuencia modifica controles, muestra y forma funcional.

El R^2 de $\ln X$ no es comparable con el pseudo- R^2 de X .

Ejecución local en Stata 18. EE agrupados por par no dirigido; GU 1990–2023. Los modelos 1 y 2 usan solo 2023.

Interpretar el PPML

Comparación con $(RTA, EU) = (0, 0)$	Coeficiente	Cambio bilateral
Otro acuerdo (RTA)	0,0756	7,86 %
Unión Europea (EU)	0,2726	31,34 %

RTA: IC normal del 95 % transformado [1, 57 %, 14, 53 %].

Efecto bilateral condicionado a los efectos fijos; no es el aumento de las exportaciones totales ni del bienestar.

Resultados locales. EU y RTA son categorías excluyentes en esta base.

Antes de escribir la primera conclusión

1. **Muestra:** cobertura, ceros, separación y filas excluidas.
2. **Identificación:** variación del tratamiento tras los efectos fijos.
3. **Inferencia:** agrupación y precisión; no solo estrellas.
4. **Robustez:** muestra común, períodos, dinámica y medición.
5. **Reproducción:** fuentes, versiones, código y registro.

En este ejercicio: PPML conserva los 32 835 ceros y no excluye filas.

Resultado de esta ejecución; no es una propiedad garantizada para otras bases.

De un coeficiente a un contrafactual

Efecto bilateral	Cambian las fricciones de una relación, manteniendo los demás componentes.
Equilibrio general	Cambian los flujos de todas las relaciones, precios, ingresos y gasto de forma compatible.

Shock $\longrightarrow$ precios e ingresos $\longrightarrow$ comercio y bienestar

Yotov, Lecture III (2019); Yotov et al. (2016), capítulo 2.

Qué implementa ge_gravity en este taller

- El sistema de un sector y un factor: dotaciones y tecnología fijas.
- Costes iceberg, sin ingresos arancelarios ni insumos intermedios.
- Cierre principal: déficit aditivo fijo; sensibilidad con cierre proporcional.
- Salidas: comercio, precios, salario real y bienestar del modelo.

Interpretación: resolver el equilibrio después de un shock supuesto.

Ecuaciones en cambios y solución: ver anexo

Ayuda de ge_gravity; Baier, Yotov y Zylkin (2019). Los supuestos delimitan qué política puede simularse.

Una segunda base para el equilibrio general

Gravity for Undergrads	Hands_on_gravity
100 economías; 1990–2023	69 economías; corte de 2006
Comercio internacional agregado	Manufacturas; comercio interno e internacional
Adecuada para la práctica de estimación	Matriz de $69^2 = 4\,761$ flujos para el ejercicio GE

Interpretación docente: universo cerrado de 69 economías y un sector representativo. No mide el bienestar total actual de Colombia.

Base local gravity_data.dta; Yotov, Lecture III (2019), diapositiva 61.

Definir el shock con el signo correcto

Supuesto: costes de Colombia con todos sus socios -10% , en ambas direcciones.

$$b_{ij} = -\theta \Delta \ln \tau_{ij}, \quad b = -4 \ln(0,9) = 0,4214$$

```
gen byte tratado = ///  
    (exporter=="COL" | importer=="COL") ///  
    & exporter!=importer  
gen double shock = -4*ln(.90)*tratado
```

Efecto bilateral directo: $100[0,9^{-4} - 1] = 52,42\%$.

La entrada es el **cambio logarítmico de la facilidad de comercio**; no $-0,10$ ni $52,42$.

Resolver y leer las salidas

```
ge_gravity exporter importer trade shock, ///  
    theta(4) gen_w(W) gen_X(X_cf) ///  
    gen_rw(RW) gen_nw(NW) gen_P(P)  
gen double bienestar_pct = 100*(W-1)
```

Salida	Significado
W, RW	Cocientes de bienestar y salario real
NW, P	Cocientes de salario nominal e índice de precios
X_cf	Nivel contrafactual de comercio bilateral

W, RW, NW y P pertenecen al **exportador** y se repiten por destino.

Práctica 3 · Comercio y bienestar de Colombia

```
do "stata/03_equilibrio_general.do"
```

1. Verificar que el shock nulo reproduce la base.
2. Comparar exportaciones parciales y de equilibrio general de Colombia.
3. Leer bienestar y salario real de Colombia y de dos socios.
4. Cambiar θ y el cierre: ¿se mantiene el resultado?

Entrega: tres cifras, una interpretación y dos supuestos de los que dependen.

Salidas: ge_países.csv y ge_sensibilidad.csv. Escenario hipotético con base de manufacturas de 2006.

Resultados del contrafactual

	Bienestar	Salario real	Exportaciones
Colombia	3,546	3,288	59,73
Ecuador	0,817	0,599	9,58
Brasil	0,013	0,011	0,28
Estados Unidos	0,007	0,007	0,15
España	0,005	0,005	0,05
China	0,002	0,002	0,02

Todas las cifras son variaciones porcentuales. Costes de Colombia -10% ; $\theta = 4$; cierre aditivo.

Exportaciones de Colombia: cálculo parcial $+52,42\%$; equilibrio general $+59,73\%$.

Ejecución del código entregado. Base histórica, universo cerrado y sector representativo: no son efectos observados ni bienestar nacional total.

Sensibilidad: elasticidad y cierre

θ	Cierre aditivo	Cierre multiplicativo
3	3,422	3,094
4	3,546	3,255
6	3,843	3,631

Bienestar de Colombia, en %; caída de costes de 10 % en todos los casos.

- Al cambiar θ , recalcular $b = -\theta \ln(0,9)$.
- `multiplicative`: fija E'_i/Y'_i ; cambia la respuesta de los desequilibrios.
- La tabla es sensibilidad a supuestos, no un intervalo de confianza.

Salidas locales de `ge_gravity`. Para un shock estimado fijo, se mantendría b al variar θ .

Convertir el taller en un primer proyecto

1. Formular una política, población y período concretos.
2. Construir un panel bilateral documentado y auditar sus cambios.
3. Justificar variación, comparación, efectos fijos e inferencia.
4. Estimar PPML y explicar las sensibilidades relevantes.
5. Si procede, definir un contrafactual con datos internos y cierre explícito.

Conexión con Marriage and Trade: las redes familiares pueden motivar una variable bilateral; distinguir preferencias y costes antes de usar un coeficiente en GE.

Preguntas y recursos para continuar

Tres ideas para llevar al proyecto

- Gravedad: costes bilaterales **relativos** a otras opciones.
- Estimación: PPML, efectos fijos y una comparación defendible.
- Contrafactual: shock, cierre y datos determinan la interpretación.

Guía y descargas de Yotov Bibliografía De $\hat{\beta}$ a GE

Material de la sesión: Beamer, códigos, guía docente y resultados reproducibles.

De un coeficiente estimado al shock

$$b_{ij} = \hat{\beta} (RTA'_{ij} - RTA_{ij}), \quad \hat{\tau}_{ij} = \exp(-b_{ij}/\theta)$$

```
estimates use "resultados/ppml_principal.ster"  
scalar b_rta=_b[RTA]  
* Tras cargar una matriz completa y definir delta_rta:  
gen double shock_beta=b_rta*delta_rta  
ge_gravity exporter importer trade shock_beta, ///  
    theta(4) gen_w(W_beta) gen_X(X_beta)
```

Extensión: 04_puente_opcional.do. Transportar el coeficiente GU a otra muestra es una hipótesis adicional; no es una evaluación del tratado Colombia–EE.UU.

El sistema en cambios

$$\hat{P}_j^{-\theta} = \sum_i \pi_{ij} \hat{w}_i^{-\theta} e^{b_{ij}}$$

$$X'_{ij} = \frac{\pi_{ij} \hat{w}_i^{-\theta} e^{b_{ij}}}{\hat{P}_j^{-\theta}} E'_j, \quad \sum_j X'_{ij} = Y_i \hat{w}_i$$

$$E'_j = Y_j \hat{w}_j + D_j, \quad \sum_i Y_i \hat{w}_i = \sum_i Y_i$$

Numerario: producción nominal mundial constante. Esto no impide cambios reales de bienestar.

Ayuda de `ge_gravity`; cierre aditivo. El algoritmo obtiene salarios y precios compatibles simultáneamente.

Comprobaciones económicas del código

```
* Sin shock: recuperar la base.  
assert abs(W0-1)<1e-6  
assert abs(X0-trade)/(1+trade)<1e-6  
* Vaciado de mercado y salario real.  
assert abs(Y1/Y0-NW)<1e-5  
assert abs(RW-NW/P)<1e-5  
* Cierre de gasto, en la diagonal.  
assert abs(E1-(Y0*NW+E0-Y0))/(1+E1)<1e-5 ///  
    if exporter==importer
```

También se verifican positividad, normalización mundial y la identidad de bienestar.

Código de la práctica 3; tolerancias numéricas explícitas.

Errores frecuentes y su solución

Problema	Comprobación o solución
<code>file not found</code>	Situar Stata en la raíz del curso y revisar datos/.
<code>command unrecognized</code>	Ejecutar 00_instalar.do con conexión antes del taller.
Distancia omitida	Con EF de par, es colineal; no es un fallo del programa.
Se pierden filas en PPML	Revisar separación, singletons y <code>e(sample)</code> .
<code>non-square data set</code>	Comprobar todos los pares y una diagonal positiva por país.
Bienestar de 103,5 %	Una salida 1,035 se convierte en $100(1,035 - 1) = 3,5 \%$.

Material base y referencias de consulta

- Yotov, Y. V. (2025). *Gravity for Undergrads*. Guía, traducción al español, datos y código.
- OMC y UNCTAD (2012). *A Practical Guide to Trade Policy Analysis*, capítulo 3, pp. 103–134. PDF solicitado.
- Yotov, Y. V. (2019). *Trade, Policy and Geography with Structural Gravity*, IEI/UJI. Lectures I–III; archivos locales.
- Yotov, Y. V., Piermartini, R., Monteiro, J.-A. y Larch, M. (2016). *An Advanced Guide to Trade Policy Analysis: The Structural Gravity Model*, caps. 1–2. OMC/UNCTAD.

La guía de 2012 y la guía avanzada de 2016 son publicaciones distintas; el bloque GE se apoya además en la segunda.

Referencias metodológicas y software

- Anderson, J. E. y van Wincoop, E. (2003). Gravity with Gravitas. *American Economic Review*, 93(1), 170–192.
- Santos Silva, J. M. C. y Tenreyro, S. (2006). The Log of Gravity. *Review of Economics and Statistics*, 88(4), 641–658.
- Correia, S., Guimarães, P. y Zylkin, T. (2020). Fast Poisson estimation with high-dimensional fixed effects. *Stata Journal*, 20(1), 95–115. [Ayuda de ppmlhdfc](#).
- Baier, S. L., Yotov, Y. V. y Zylkin, T. (2019). On the widely differing effects of free trade agreements. *Journal of International Economics*, 116, 206–226.
- Zylkin, T. `ge_gravity`, v1.1. [Ayuda del autor](#); instalación mediante SSC.

MCO: una referencia inicial

$$\ln X_{ij} = \alpha + \beta_d \ln d_{ij} + \beta_y \ln PIB_i + \beta_e \ln PIB_j + \beta_R RTA_{ij} + \beta_U EU_{ij} + u_{ij}$$

```
regress ln_trade ln_dist RTA EU ///  
      ln_gdp_exp ln_gdp_imp if Year==2023, ///  
      vce(cluster cluster_par)
```

Lo que falta: resistencias multilaterales y otras características de los países.

Lo que cambia: se trabaja únicamente con comercio positivo.

Secuencia de estimadores adaptada del código de Yotov (2025).

Efectos fijos de origen y destino

$$\ln X_{ij} = \alpha_i + \delta_j + \beta_d \ln d_{ij} + \beta_R RTA_{ij} + \beta_U EU_{ij} + u_{ij}$$

```
reghdfe ln_trade ln_dist RTA EU if Year==2023, ///  
    absorb(Exporter Importer) ///  
    vce(cluster cluster_par)
```

- Los efectos fijos recogen tamaño, resistencias y otros factores propios de cada país.
- El PIB del origen y del destino queda absorbido.
- La distancia bilateral sigue teniendo variación identificadora.

El modelo que resuelve ge_gravity

$$\pi_{ij} = \frac{X_{ij}}{E_j}, \quad Y_i = \sum_j X_{ij}, \quad E_j = \sum_i X_{ij}$$

$$\hat{P}_j = \left[\sum_i \pi_{ij} \hat{w}_i^{-\theta} \exp(b_{ij}) \right]^{-1/\theta}, \quad \hat{W}_i = \frac{\hat{E}_i}{\hat{P}_i}$$

- Un sector y un factor; dotaciones y productividad constantes.
- Costes iceberg; sin recaudación arancelaria ni insumos intermedios.
- Cierre base: $E'_i = Y_i \hat{w}_i + D_i$, con $D_i = E_i - Y_i$ fijo.

Zylkin, ayuda de ge_gravity; Baier, Yotov y Zylkin (2019). Sombrero: cociente contrafactual/base.

Comprobar la matriz antes de simular

```
use "$GE", clear
keep if year==2006
isid exporter importer
assert !missing(trade) & trade>=0
count if exporter==importer
assert r(N)==69
assert trade>0 if exporter==importer
assert _N==69^2
```

03_equilibrio_general.do comprueba también conjuntos de países y socios por origen.

Una fila ausente y un cero observado son objetos diferentes

Solución numérica: lectura del algoritmo

1. Partir de $\pi_{ij} = X_{ij}/E_j$ y del shock b_{ij} .
2. Proponer cambios salariales positivos $\hat{w}_i$.
3. Obtener índices de precios y cuotas de gasto nuevas.
4. Calcular gasto con el cierre y ventas por origen.
5. Ajustar salarios hasta que ventas y producción coincidan.
6. Normalizar y verificar tolerancia, cierre y shock nulo.

La solución requiere condiciones de consistencia y convergencia; el código del comando implementa la iteración.

Esquema conceptual del equilibrio en cambios de `ge_gravity`; no es una implementación alternativa del solucionador.

Cuota interna y bienestar: una identidad condicionada

$$\lambda_{ii} \equiv X_{ii}/E_i = a_i(p_i\tau_{ii}/P_i)^{-\theta}$$

Con a_i , τ_{ii} , tecnología y dotaciones constantes:

$$\widehat{RW}_i = (\widehat{\lambda}_{ii})^{-1/\theta}, \quad \widehat{W}_i = \frac{\widehat{E}_i}{\widehat{w}_i} (\widehat{\lambda}_{ii})^{-1/\theta}.$$

Si además E_i/Y_i es fijo, $\widehat{W}_i = (\widehat{\lambda}_{ii})^{-1/\theta}$.

Con déficit aditivo fijo, no omitir el factor $\widehat{E}_i/\widehat{w}_i$.

Yotov, Lecture I, p. PDF 114; identidad derivada del Armington-CES de este curso.

Ejercicio adicional: la frontera a lo largo del tiempo

```
* Tras auditar datos y crear identificadores:
forvalues t=1987/2006 {
    gen byte border't'=(year=='t')*INTL
}
ppmlhdfe trade_m border1987-border2006, ///
    absorb(oi#year dj#year par) ///
    vce(cluster par_cluster)
```

05_frontera_opcional.do crea también el clúster, audita años y exporta coeficientes e intervalos.

Explicar por qué 1986 es la referencia y por qué el ejercicio falla sin diagonal.

Base histórica local; mantener todos los años disponibles. No se estima una política causal concreta.

Migración: una estructura de elección de destino

$$M_{ij} = N_i \frac{\exp(V_j - c_{ij})}{\sum_k \exp(V_k - c_{ik})}$$

- Ejemplo logit: N_i personas en riesgo de elegir; V_j atractivo; c_{ij} coste en unidades de utilidad.
- El denominador recoge destinos alternativos, incluido quedarse si $k = i$ pertenece al conjunto de elección.
- Escala del error normalizada; la elasticidad no es automáticamente la θ comercial.

El bienestar exige modelar salarios, vivienda, servicios y selección; no se obtiene introduciendo migrantes en el GE comercial.

Ejemplo pedagógico de elección discreta con errores valor extremo independientes; distinguir flujos de decisión y stocks acumulados.

Lecturas y datos para la siguiente investigación

- Larch, Shikher y Yotov (2025), *Estimating Gravity Equations: Theory Implications, Econometric Developments, and Practical Recommendations*. Artículo publicado. Versión de autores consultada.
- USITC Gravity Portal: ITPD-E/S/U, DGD, MREID, DICL y LABPTA.
- Santana-Gallego y Paniagua (2022), *Tourism and migration: Identifying the channels with gravity models*. *Tourism Economics*, 28(2), 394–417.
- UN DESA: International Migrant Stock y International Migration Flows.

Registrar fecha y versión de descarga; los portales se actualizan.