Análisis econométrico: modelo de gravedad aplicado en Stata

Guía docente, prácticas y soluciones

Jordi Paniagua · Universitat de València

Universidad de los Llanos · Villavicencio
7 de octubre de 2026

Destinatarios. Profesorado que desea iniciarse en investigación aplicada. Se requiere interpretar una regresión y manejar comandos básicos de Stata; no se presupone formación en equilibrio general.

Objetivos observables. Al terminar, la persona participante podrá traducir una pregunta bilateral a una ecuación de gravedad, auditar el panel, estimar PPML con tres conjuntos de efectos fijos, interpretar efectos discretos y ejecutar un contrafactual distinguiendo comercio de bienestar.

Duración. 120 minutos exactos, incluidos 28 minutos de prácticas en parejas, demostraciones, puestas en común y preguntas. Los anexos y las extensiones 04 y 05 quedan fuera de ese tiempo.

Texto de referencia y organización del taller

La sesión sigue las cuatro secciones de Yotov (2025), *Gravedad para estudiantes universitarios*, versión española de *Gravity for Undergrads*, traducida por Federico Carril-Caccia y Jordi Paniagua. El texto, los datos y los códigos se descargan desde `https://yotoyotov.com/Gravity_Undergrads.html`. La primera parte desarrolla las razones para estudiar el modelo y sus cuatro ventajas: intuición, ajuste empírico, flexibilidad y fundamentos teóricos. Después se presenta el sistema estructural completo y se recorre la secuencia de cinco estimadores antes de realizar las prácticas.

Lectura y diapositivas. Sección 1 del capítulo: diapositivas 4–9; sección 2: diapositivas 10–22, con ampliación del sistema de ecuaciones; sección 3: diapositivas 23–31; sección 4: diapositivas 32–39. El ejercicio de equilibrio general ocupa las diapositivas 40–47 y se apoya en Yotov, Piermartini, Monteiro y Larch (2016), *An Advanced Guide to Trade Policy Analysis: The Structural Gravity Model*, OMC/UNCTAD. Fuentes para proyectos y cierre: diapositivas 48–50.

Figuras del texto. Se reutilizan los seis archivos originales incluidos con el capítulo: portada del Financial Times de 19 de abril de 2016 (figura 1), comercio observado y predicho (figura 2), fundamentos teóricos (figura 3), Estados Unidos y Canadá en Marte (figura 4), evolución de estimadores (figura 5) y estructura de los datos (figura 6). La correlación de 0,99 procede del capítulo y describe ajuste dentro de muestra. Las imágenes conservan su contenido y se atribuyen en las diapositivas correspondientes.

Cinco etapas. (1) MCO ingenuo, con PIB y distancia, en 2023; (2) MCO estructural con efectos fijos de exportador e importador, en 2023; (3) panel con efectos fijos de origen–año y destino–año, 1990–2023; (4) adición de efectos fijos de par dirigido; (5) PPML en niveles con los tres conjuntos de efectos fijos. El archivo `02_estimacion.do` ejecuta m1–m5 en ese orden y después compara

métodos sobre un soporte positivo común. Se mantiene la agrupación de errores por par no dirigido. Los años consecutivos se conservan en la especificación de panel.

Fuentes del equilibrio general. Los recursos oficiales de la guía avanzada están en https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/advancedguide2016_e.htm, apartado de aplicaciones y ejercicios. El archivo `Chapter2Application1.dta`, dentro de `Chapter2/Datasets/`, contiene los mismos flujos y claves que la copia local `gravity_data.dta`. El código selecciona 2006. La calibración histórica y sectorial delimita la interpretación del bienestar.

Preparación antes de la sesión

1. Disponer de Stata 17 o posterior. La entrega se ha ejecutado con Stata 18.
2. Descargar el archivo de datos desde https://yotoyotov.com/Gravity_Undergrads.html, descomprimirlo y guardar `Gravity_Undergrads_Data.dta` en `datos/`. La descarga oficial permite al autor seguir el uso docente de su material. La base Gravedad para universitarios no se redistribuye en este paquete.
3. Abrir Stata, cambiar a la carpeta raíz `Curso_Unillanos_2026` y ejecutar `do "stata/00_instalar.do"` con conexión. Comprueba e instala, si faltan, ftools, reghdfe, ppmlhdfe y ge_gravity. No actualiza paquetes instalados sin necesidad.
4. Ejecutar `do "stata/00_master.do"`. El proceso reemplaza únicamente salidas del curso y crea el registro `resultados/curso_completo.log`. No modifica los originales.
5. La matriz histórica `datos/gravity_data.dta` corresponde a los recursos de *An Advanced Guide to Trade Policy Analysis*, OMC/UNCTAD. Su versión reducida a 2006 se selecciona en el código, no editando la fuente.

Si falla un equipo. Trabajar con otra persona o con los CSV y el registro de referencia entregados. Las soluciones son reproducibles, pero versiones diferentes de los paquetes pueden producir pequeñas variaciones numéricas. No dedicar la sesión a instalar paquetes por primera vez.

Programa y cronómetro

Diap.	Minutos	Tema
1	0–1	Portada
2	1–3	Texto de referencia del curso
3	3–4	Programa de la sesión
4	4–6	La gravedad en el debate sobre política comercial
5	6–8	Por qué estudiarla para enseñar e investigar
6	8–10	Popularidad 1 · Una intuición sencilla
7	10–12	Popularidad 2 · Un ajuste empírico elevado
8	12–14	Popularidad 3 · Flexibilidad de las aplicaciones
9	14–16	Popularidad 4 · Fundamentos microeconómicos
10	16–18	Gravedad estructural
11	18–20	Costes multilaterales: Estados Unidos y Canadá en Marte
12	20–22	Los supuestos que dan estructura a la gravedad
13	22–24	Demanda bilateral e índice de precios
14	24–26	Producción, gasto y vaciado de mercados
15	26–28	Las dos resistencias multilaterales son endógenas
16	28–31	El sistema estructural completo: cinco bloques
17	31–33	Bienestar: poder de compra, no exportaciones
18	33–34	Sectores: misma lógica, nuevas exigencias
19	34–36	Recomendaciones 2025 · Diseñar los datos
20	36–38	Recomendaciones 2025 · Especificación e inferencia
21	38–40	Recomendaciones 2025 · Heterogeneidad y dinámica
22	40–42	Por qué el comercio interno cambia la identificación
23	42–43	La secuencia de estimación del capítulo
24	43–45	1. Gravedad ingenua · MCO
25	45–47	2. Gravedad estructural · Efectos fijos de país
26	47–49	3. Gravedad con datos de panel
27	49–51	4. Gravedad HDFE · Efectos fijos de par
28	51–54	5. Gravedad multiplicativa · PPML
29	54–56	La especificación de trabajo en Stata
30	56–58	Qué identifica el coeficiente de un acuerdo
31	58–60	Inferencia y tamaño del efecto
32	60–62	La estructura de los datos del capítulo
33	62–64	Datos y puesta en marcha
34	64–72	Práctica 1 · Auditar los datos
35	72–74	Lo que cambia al mirar la base
36	74–86	Práctica 2 · Estimar y defender una especificación
37	86–89	Resultados de la secuencia de estimación
38	89–91	Interpretar el PPML
39	91–93	Antes de escribir la primera conclusión
40	93–94	De un coeficiente a un contrafactual
41	94–95	Qué implementa ge_gravity en este taller
42	95–97	Datos para estimación y equilibrio general
43	97–99	Definir el shock con el signo correcto
44	99–101	Resolver y leer las salidas
45	101–109	Práctica 3 · Comercio y bienestar de Colombia
46	109–112	Resultados del contrafactual
47	112–114	Sensibilidad: elasticidad y cierre
48	114–116	Fuentes para un proyecto propio
49	116–118	Convertir el taller en un primer proyecto
50	118–120	Preguntas y recursos para continuar

Práctica 1: datos e identificación del panel

Consigna (8 minutos). Ejecutar `01_datos.do`. Documentar unicidad, años, ceros, diagonal y cruce RTA–EU. Entregar tres decisiones: tratamiento de ceros, interpretación de filas ausentes y categoría de comparación.

Solución. La base tiene 320.920 filas para 100 economías entre 1990 y 2023; 32.835 valores de comercio iguales a cero (10,23 %) y 288.085 positivos. No hay diagonal interna. El rectángulo completo de 100 economías sería $100 \times 99 \times 34 = 336.600$; las 15.680 filas que faltan no se convierten en ceros. Se verifica la clave exportador–importador–año. Hay 2.881 pares dirigidos con cambios en RTA durante la muestra. Los PIB están observados en esta versión.

La tabla RTA–EU contiene 219.197 filas $(0,0)$, 87.327 filas $(1,0)$ y 14.396 filas $(0,1)$, sin ninguna $(1,1)$. Los coeficientes se comparan con $(0,0)$; el de UE no es adicional al de RTA. Leer siempre la codificación real.

Criterio de evaluación. Se considera resuelta cuando se distingue cero de ausencia, se reconoce la falta de comercio interno y se identifica la categoría de referencia. No basta con copiar un número.

Práctica 2: estimación e interpretación

Consigna (12 minutos). Ejecutar `02_estimacion.do`. Comparar m1–m5, justificar las variables absorbidas, transformar RTA y comparar m6–m7 sobre el mismo soporte positivo. Escribir un resultado y una amenaza de identificación.

	N	$\widehat{\beta}_{RTA}$	EE	$\widehat{\beta}_{EU}$	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

El PIB se absorbe con efectos fijos de país, y la distancia con efectos fijos de par. PPML usa niveles y conserva los ceros. Los cinco modelos no estiman exactamente sobre la misma muestra: los dos primeros usan 2023 y el resto todo el panel; además MCO elimina los ceros. La comparación m6–m7 aísla el cambio de método sobre el soporte positivo común. No atribuir toda diferencia MCO–PPML exclusivamente a ceros.

La solución de PPML es $\widehat{\beta}_{RTA} = 0,07562$ (EE 0,03063), equivalente a $7,86\,\%$, con intervalo normal transformado aproximadamente $[1,57\,\%, 14,53\,\%]$. Para EU, $\widehat{\beta} = 0,27263$ (EE 0,04442), equivalente a $31,34\,\%$ frente a la categoría $(0,0)$. La diferencia EU–RTA se contrasta con `lincom EU - RTA`; su cambio porcentual se obtiene con $100[\exp(\widehat{\beta}_{EU} - \widehat{\beta}_{RTA}) - 1]$.

Respuesta modelo. "En el panel analizado, la especificación PPML con efectos fijos de origen-año, destino-año y par relaciona la categoría RTA con un comercio bilateral aproximadamente 7,86 % mayor frente a la categoría de referencia, condicionado a los controles. Su interpretación causal exige descartar factores bilaterales cambiantes y anticipación ligados a la adopción del acuerdo."

Los errores estándar se agrupan por par no dirigido; los efectos fijos son por par dirigido. Esta diferencia deliberada permite correlación temporal y entre ambas direcciones, pero no toda dependencia entre acuerdos o países. `nlcom` aplica el método delta; los CSV también incluyen un intervalo obtenido exponenciando los extremos normales del intervalo de beta. No son idénticos en muestras finitas.

Criterio de evaluación. Distinguir controles de inferencia, explicar por qué no aparecen distancia y PIB, calcular el porcentaje exacto y reconocer al menos una amenaza causal.

Práctica 3: un contrafactual de Colombia

Consigna (8 minutos). Ejecutar `03_equilibrio_general.do`. Comparar Colombia con dos socios. Separar efecto bilateral directo, exportaciones totales del modelo, salario real y bienestar. Cambiar elasticidad y cierre.

Calibración. Corte de 2006, 69 economías, 4.761 flujos y 69 ventas internas positivas; 138 ceros internacionales. La base de manufacturas del material de Yotov se utiliza como un universo cerrado y un sector representativo. No representa la economía colombiana completa ni una previsión para 2026. No se estima el modelo de hogares de Marriage and Trade.

Shock. Reducción hipotética del 10 % en costes iceberg de Colombia con todos los socios, en ambos sentidos, sin modificar costes internos. Para $\theta = 4$, $b = -4\ln(0,9) = 0,42144$. La entrada de `ge_gravity` es b, no la caída de costes ni el porcentaje de variación del comercio. El efecto bilateral mecánico es $100[\exp(b) - 1] = 52,42\,\%$ en cada relación tratada.

	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

Las cifras son porcentajes. Colombia obtiene en esta calibración un cambio de bienestar del modelo cercano a 3,546 %, un salario real 3,288 % mayor y unas exportaciones nominales normalizadas 59,73 % mayores. El efecto parcial mecánico sobre sus exportaciones es 52,42 %; en otros países solo se aplica directamente a sus ventas hacia Colombia. Las ventas internas se excluyen al sumar exportaciones.

Cierre y bienestar. Por defecto el déficit $D_i = E_i - Y_i$ es aditivo y constante en el numerario. Así, $E_i' = Y_i\widehat{w}_i + D_i$ y $\widehat{W}_i = (E_i'/E_i)/\widehat{P}_i$, mientras el salario real es $\widehat{w}_i/\widehat{P}_i$. El multiplicativo fija la proporción gasto/producción y hace coincidir esos dos cocientes. El numerario mantiene la producción nominal mundial; no impone bienestar constante.

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

La tabla muestra el cambio de bienestar de Colombia bajo la misma caída de costes. Se recalcula b para cada θ. Es sensibilidad estructural, no incertidumbre estadística. Cuando la entrada sea una beta estimada, mantener esa beta al variar theta constituye otro ejercicio: cambia el coste implícito asociado.

Verificación. El código exige una matriz completa, países coincidentes, claves únicas, no negativos y diagonal positiva. El shock nulo debe devolver $W = 1$ y el comercio original. Se comprueban vaciado de mercado, cierre de gasto, identidad de salario real, identidad de bienestar

y normalización mundial. Los ceros iniciales permanecen a cero: no se modela la apertura de nuevas rutas. Los valores W, RW, NW y P pertenecen al exportador y se repiten por destino; nunca se suman como si fueran flujos.

Criterio de evaluación. Presentar tres cifras correctamente convertidas, reconocer al menos dos supuestos y evitar describir la simulación como un efecto causal observado o como bienestar total de Colombia.

Extensión opcional: una beta como entrada del equilibrio

`04_puente_opcional.do` ilustra $b_{ij} = \widehat{\beta}\Delta RTA_{ij}$ en una exposición hipotética COL–USA. Usa el coeficiente del capítulo guardado y la matriz histórica de manufacturas. Transportar efectos entre universos, sectores y años requiere justificación: el ejemplo enseña la mecánica, no evalúa un tratado histórico. No multiplicar de nuevo beta por $-\theta$.

En un proyecto completo, estimar y calibrar en marcos compatibles; considerar incertidumbre del shock estimado, de la elasticidad y de los datos. Un bootstrap exige un esquema de remuestreo adecuado para la estimación y una matriz completa para cada resolución de GE; no remuestrear sin más filas de la matriz y enviarlas al solucionador.

Fundamentos y decisiones para investigar

Lectura preparatoria. Yotov (2025), *Gravedad para universitarios*, secciones 1–4; Yotov, Piermartini, Monteiro y Larch (2016), *An Advanced Guide to Trade Policy Analysis*, capítulos 1–2, para demanda CES, vaciado, resistencias y equilibrio general. El modelo completo se explica durante la sesión y la iteración numérica queda en el anexo.

Convenciones del modelo. i es origen y j destino; $a_i > 0$ pondera la variedad; Q_i es dotación/oferta; p_i precio de fábrica; $\tau_{ij} \geq 1$ coste iceberg; $\sigma > 1$ elasticidad de sustitución y $\theta = \sigma - 1$. Todas las sumas incorporan $i = j$. El CES y su restricción son

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

La demanda $X_{ij} = a_i(p_i\tau_{ij}/P_j)^{-\theta}E_j$ y el índice $P_j = [\sum_i a_i(p_i\tau_{ij})^{-\theta}]^{-1/\theta}$ implican $\sum_i X_{ij} = E_j$. Vaciado requiere $Y_i = p_i Q_i = \sum_j X_{ij}$. Tras sustituir precios se obtiene el sistema:

$$\begin{aligned}
X_{ij} &= \frac{Y_i E_j}{Y}(\tau_{ij}/(\Pi_i P_j))^{-\theta},\\
\Pi_i^{-\theta} &= \sum_j (\tau_{ij}/P_j)^{-\theta} E_j/Y,\\
P_j^{-\theta} &= \sum_i (\tau_{ij}/\Pi_i)^{-\theta} Y_i/Y,\\
p_i &= a_i^{1/\theta}(Y_i/Y)^{-1/\theta}/\Pi_i,\\
Y_i &= p_i Q_i, \qquad E_i = Y_i + D_i, \qquad Y = \sum_i Y_i = \sum_i E_i.
\end{aligned}$$

Dados costes, ponderaciones, dotaciones, elasticidad y transferencias con $\sum_i D_i = 0$, un numerario completa la determinación nominal. Con $D_i = 0$ hay equilibrio comercial individual. El cierre proporcional usa $E_i = \phi_i Y_i$ con ϕ_i fijo y consistencia mundial. No mantener a la vez ingresos y precios fijos al interpretar el contrafactual como equilibrio completo.

Bienestar y sector. $W_i = E_i/P_i$, luego $\widehat{W}_i = \widehat{E}_i/\widehat{P}_i$. Con tecnología fija de un factor, $\widehat{p}_i = \widehat{w}_i$, pero gasto real y salario real solo coinciden en variación si E_i/Y_i es constante. La versión sectorial sustituye cada flujo, tamaño, resistencia y elasticidad por sus equivalentes sectoriales; para un GE con varios sectores se debe completar el modelo de gasto y producción, y, si procede, insumos intermedios.

Comprobación de comprensión. Pedir explicar (a) por qué un shock entre terceros afecta a Colombia, (b) qué absorbe cada efecto fijo, (c) por qué producción sectorial no es PIB y (d) cuándo el cambio de salario real representa el cambio de bienestar. La respuesta debe nombrar alternativas comerciales, composición de los efectos fijos, definición de producción y cierre del gasto.

La actualización bibliográfica de 2025

La referencia es Mario Larch, Serge Shikher y Yoto V. Yotov (2025), *Estimating Gravity Equations: Theory Implications, Econometric Developments, and Practical Recommendations*, *Review of International Economics*, 33(5), 1066–1092, doi:10.1111/roie.12789. Para consultar el texto íntegro se utilizó la versión pública de autores, 3 de enero de 2025. Sus 15 recomendaciones completan las implicaciones de la teoría expuestas en el capítulo.

La modificación práctica más visible es conservar años consecutivos como punto de partida y abordar explícitamente el ajuste dinámico. Los códigos Gravedad para universitarios ya cumplen ese criterio. Los modelos MCO se conservan como comparación docente; la especificación de

trabajo es PPML en niveles con efectos fijos de origen–año, destino–año y par dirigido. Un estudio de adopción escalonada necesita justificar sus comparaciones; no se proporciona un estudio de eventos genérico que aparente resolver cualquier problema de identificación.

Extensión 05: frontera y ventas internas

Ejecutar `do "stata/05_frontera_opcional.do"` desde la raíz. Usa todos los años de la base local de manufacturas y estima

$$\mathbb{E}[X_{ij,t} \mid \cdot] = \exp\{\alpha_{i,t} + \delta_{j,t} + \mu_{ij} + \gamma_t 1[i \neq j]\}, \quad \gamma_{1986} = 0.$$

El archivo exporta `resultados/frontera_anual.csv`, las estimaciones y un registro propio. Es una descripción condicional de la evolución de ventas internacionales respecto a internas; recoge múltiples cambios comunes y no identifica un tratado particular. El nivel permanente de frontera es colineal con el par, y una interacción para cada año necesita una referencia. Sin diagonal, frontera–año se confunde con efectos anuales absorbidos.

Solución de referencia en Stata 18. Para 2006, $\widehat{\gamma} = 0,7960$ (EE 0,04758), equivalente a $121,67\,\%$ respecto a la brecha de referencia de 1986; IC normal transformado $[101,93\,\%, 143,34\,\%]$. PPML utiliza 99.708 observaciones y excluye 273 por separación o grupos singleton según el diagnóstico del comando. No confundir este cambio condicional con el crecimiento observado del comercio mundial. El registro conserva también el aviso sobre valores muy pequeños de la variable dependiente estandarizada; se documenta la convergencia en 18 iteraciones.

Ejercicio posterior. Interpretar $100[\exp(\widehat{\gamma}_t) - 1]$ en el último año frente a 1986, leer su intervalo y explicar la colinealidad que aparece si se eliminan ventas internas. Para una política unilateral $z_{i,t}$, la interacción $z_{i,t}1[i \neq j]$ puede identificar una diferencia externa–interna si hay variación independiente suficiente; no recupera automáticamente el efecto total nacional ni garantiza causalidad.

Fuentes para construir una base propia

USITC Gravity Portal, consultado el 1 de octubre de 2026. La familia ITPD, *Release 2025*, fue actualizada en agosto de 2026. En ITPD-E, las ventanas publicadas son 1986–2023 para agricultura, 1988–2023 para manufacturas, minería y energía, y 2000–2023 para servicios; no implican cobertura completa. Elegir fuentes observadas y simuladas según el objetivo, documentando imputaciones. Los enlaces a ITPD-S/U, DGD, MREID, DICL y LABPTA están en el portal y en el Beamer.

Protocolo de unión. Definir primero unidad (país–país–sector–año), revisar el diccionario y concordancias, comprobar `isid` en cada archivo, estudiar la multiplicidad de acuerdos antes de agregar y auditar los no emparejados. Cambios territoriales o sectoriales exigen una decisión documentada. Nunca convertir todos los no emparejados en ceros ni recurrir a `merge m:m` para superar duplicados. Para ITPD-E Release 2025, citar Larch, Shikher y Yotov (2026), USITC WP 2026–08–A, y Borchert, Larch, Shikher y Yotov (2021), *International Economics*, 166, 140–166, siguiendo la documentación del portal.

Aplicaciones fuera del comercio de bienes

IED. La gravedad puede organizar una investigación sobre localización de filiales o proyectos, ingresos, empleo e inversión. El recurso MREID se documenta en Ahmad, Bergstrand, Paniagua y Wickramarachi (2023), USITC WP 2023–11–B. Elegir la variable según la hipótesis y distinguir inversión neta, flujos brutos, stocks y actividad de filiales. Los valores negativos de IED neta no se

eliminan ni se desplazan con una constante para aplicar PPML. Un modelo de bienestar multinacional debe reflejar propiedad, beneficios y localización de producción.

Turismo. Pregunta propuesta: ¿la conectividad bilateral modifica las pernoctaciones? Medir residencia/nacionalidad del origen, alojamiento/frontera y visitas/pernoctaciones de modo consistente. UN Tourism publica llegadas y pernoctaciones por origen en el Yearbook of Tourism Statistics, edición 2023; el archivo enlazado es una copia de la publicación oficial alojada por la oficina estadística de Ucrania. Comprobar acceso y cobertura en la edición utilizada. Santana-Gallego y Paniagua (2022), Tourism Economics 28(2), 394–417, estudian cómo las redes migrantes se relacionan con turismo mediante información, costes y visitas a familiares y amigos; copia del artículo en la web del autor.

Migración. UN DESA International Migrant Stock 2024 permite describir stocks bilaterales; los datos incluyen estimaciones y no equivalen a flujos de decisiones anuales. Para estudiar nuevas entradas, consultar International Migration Flows y registros nacionales, armonizando definiciones. Un modelo de elección debe incluir destinos alternativos y justificar el papel de quedarse; una diferencia de stocks no mide por sí sola inmigración.

Actividad para el profesorado. En parejas, elegir comercio, IED, turismo o migración y escribir: resultado bilateral, mecanismo, fuente y fecha, comparación identificadora y limitación principal. En una segunda página, indicar si tiene sentido un contrafactual estructural y qué ecuaciones adicionales exigiría. También pueden plantearse movilidad regional, colaboraciones científicas o flujos financieros, con unidades y mecanismos propios.

Guion del docente por diapositiva

1. Portada

Minutos 0–1 (1 minutos). Presentar el taller como una primera experiencia completa de investigación: pregunta, auditoría, estimación e interpretación. Se asume familiaridad con regresión y manejo básico de Stata. El objetivo no es dominar en dos horas toda la literatura. Fondo y diseño adaptados de la presentación del proyecto Marriage and Trade para este congreso; fecha de esta sesión: 7 de octubre de 2026.

2. Texto de referencia del curso

Minutos 1–3 (2 minutos). Mostrar desde el principio el texto que articula el curso. Cada participante debe descargar guía y datos directamente de la web del autor. El orden de las cuatro secciones del capítulo organiza la exposición; el sistema estructural y el equilibrio general se apoyan además en la guía avanzada de OMC/UNCTAD. RTA corresponde a acuerdos comerciales regionales y EU identifica la Unión Europea en los archivos. La traducción española es de Federico Carril-Caccia y Jordi Paniagua.

3. Programa de la sesión

Minutos 3–4 (1 minutos). El recorrido conserva dos horas. Usar los archivos resueltos para concentrar los ejercicios en la interpretación económica. Las extensiones 04 y 05 y los anexos quedan para después de la sesión. Reservar las preguntas breves de comprensión dentro de cada bloque y los dos últimos minutos para cerrar.

4. La gravedad en el debate sobre política comercial

Minutos 4–6 (2 minutos). Utilizar la portada como ejemplo histórico de la presencia de la gravedad en el debate público. La ecuación resaltada conecta un modelo econométrico con decisiones concretas. No leer las cifras del recorte como resultados del taller ni como una evaluación actual del Brexit. Introducir la distinción entre estimar efectos bilaterales y calcular consecuencias de equilibrio general.

5. Por qué estudiarla para enseñar e investigar

Minutos 6–8 (2 minutos). Seguir el recuadro 1 del capítulo adaptándolo al profesorado. Una primera contribución puede consistir en documentar una exposición bilateral bien definida y una comparación convincente. Las posibilidades de aplicación no implican que todos los modelos compartan el mismo mecanismo ni la misma interpretación de bienestar. Pedir que cada persona tenga presente una política o flujo de su área.

6. Popularidad 1 · Una intuición sencilla

Minutos 8–10 (2 minutos). La forma ingenua sigue la ecuación 1 del capítulo: ambos tamaños se representan con Y. Más adelante se distingue producción del origen y gasto del destino. La analogía con Newton facilita la intuición, pero no impone una elasticidad de dos ni constituye una derivación económica. En la práctica el PIB aproxima los tamaños y la distancia aproxima una parte de las fricciones.

7. Popularidad 2 · Un ajuste empírico elevado

Minutos 10–12 (2 minutos). Explicar los ejes: horizontal predicción, vertical observación. La correlación 0,99 es la reportada en el capítulo, no una nueva validación predictiva fuera de muestra. La gráfica está en niveles y las relaciones grandes tienen gran peso visual. Los efectos fijos explican una parte importante del ajuste. Al final de la práctica se puede discutir por qué ajuste, significación y causalidad responden a cuestiones diferentes.

8. Popularidad 3 · Flexibilidad de las aplicaciones

Minutos 12–14 (2 minutos). Recoger la flexibilidad que destaca el capítulo. También cambian el nivel de agregación, los sectores y el horizonte temporal. Para IED no confundir actividad de filiales con inversión financiera neta; para migración, stock con flujo; para turismo, llegadas con personas únicas. Los anexos y la guía ofrecen referencias y bases para profundizar. El modelo comercial de un sector no se traslada automáticamente a estas aplicaciones.

9. Popularidad 4 · Fundamentos microeconómicos

Minutos 14–16 (2 minutos). Seguir la cuarta razón del capítulo. La misma forma de gravedad puede surgir de varios modelos, pero los parámetros no tienen siempre el mismo significado y el resto del equilibrio puede ser diferente. Utilizaremos Armington-CES para mostrar todas las ecuaciones con una notación coherente. Señalar el papel de los modelos ricardianos, de competencia monopolística, sectoriales y de empresas heterogéneas sin derivarlos todos.

10. Gravedad estructural

Minutos 16–18 (2 minutos). Seguir la sección 2.1 del capítulo. Respecto a la forma ingenua, se sustituye la constante por producción mundial, se distingue Y del origen y E del destino, y se incorporan resistencias multilaterales. Esta primera ecuación es transversal y no incluye subíndice temporal. Presentar primero tamaño y después costes relativos. Los índices temporales se introducirán en la estimación con panel.

11. Costes multilaterales: Estados Unidos y Canadá en Marte

Minutos 18–20 (2 minutos). Reproducir el experimento conceptual del texto. La forma ingenua solo mira tamaños y fricciones bilaterales, de modo que no recoge el cambio en las alternativas. P y Pi permiten hacerlo. Mantener explícito que es un ejemplo para razonar, no un contrafactual cuantitativo ni una comparación observada. Después presentar las ecuaciones que determinan esos dos índices.

12. Los supuestos que dan estructura a la gravedad

Minutos 20–22 (2 minutos). La estructura se deriva aquí con Armington y CES, no con una analogía física. Q mide producción bruta y c cantidad que llega al comprador: el transporte iceberg consume parte de Q. El gasto E puede diferir de Y cuando se introduce un cierre de transferencias. En el caso básico equilibrado E=Y. Los parámetros a recogen ponderaciones de demanda por origen; no son los coeficientes de una regresión. La elasticidad comercial puede tener otro fundamento en modelos ricardianos o con empresas heterogéneas; no identificar sigma con theta en cualquier aplicación.

13. Demanda bilateral e índice de precios

Minutos 22–24 (2 minutos). Presentar el resultado de la maximización CES sin resolver las condiciones de primer orden. X es valor, no cantidad física. El exponente de la cuota de gasto es 1-sigma, es decir menos theta; la elasticidad de cantidades respecto al precio relativo es menos sigma. La entrada de un proveedor más barato afecta a todas las cuotas mediante P. No igualar índice de precios con la distancia media. En esta normalización las ponderaciones a están dentro del índice CES.

14. Producción, gasto y vaciado de mercados

Minutos 24–26 (2 minutos). El origen vende al exterior y a sí mismo: omitir la diagonal rompe estas identidades. En una economía mundial cerrada el gasto agregado coincide con la producción agregada aunque cada país tenga déficit o superávit. Con el cierre proporcional la consistencia mundial debe cumplirse en el equilibrio; no se pueden escoger arbitrariamente ingresos nuevos. La normalización del nivel nominal es necesaria y no determina el bienestar real. Producción bruta sectorial no equivale al PIB, especialmente con insumos intermedios.

15. Las dos resistencias multilaterales son endógenas

Minutos 26–28 (2 minutos). Derivar verbalmente la primera ecuación sumando la demanda sobre destinos y usando vaciado. La segunda aparece al sustituir los precios de fábrica en el índice CES. Por tanto no son dos regresores observados que se puedan sustituir sin más por indicadores de lejanía. El vínculo entre precio de fábrica y resistencia de salida se obtiene de la condición de vaciado. Una caída de costes hacia un destino modifica acceso a mercados y precios de equilibrio. La escala de las resistencias exige una normalización; importan las magnitudes relativas y sus combinaciones.

16. El sistema estructural completo: cinco bloques

Minutos 28–31 (3 minutos). Esta es la diapositiva de referencia del curso: todas las ecuaciones principales permanecen en el bloque central. Se muestra el cierre aditivo para enlazar con ge_gravity; poner D=0 recupera el modelo equilibrado. Hay una redundancia nominal, de modo que debe fijarse el numerario. Conservar Y y E al cambiar tau solo describe un ejercicio condicionado: para el equilibrio completo también deben ajustarse precios e ingresos. El algoritmo iterativo se consulta en el anexo, sin dedicar tiempo de aula a su implementación.

17. Bienestar: poder de compra, no exportaciones

Minutos 31–33 (2 minutos). El índice CES es el coste de una unidad de utilidad: por eso gasto dividido por precios da bienestar real. No confundir la Q de producción con bienestar. A dotaciones constantes, ingreso por trabajador cambia con el salario. Los déficits implican transferencias y afectan al poder de compra además de los salarios. La fórmula de bienestar basada solo en la cuota doméstica requiere un cierre apropiado; se deja en un anexo para evitar aplicar esa identidad sin sus supuestos.

18. Sectores: misma lógica, nuevas exigencias

Minutos 33–34 (1 minutos). El sector tiene su propio denominador mundial y sus resistencias; no sustituir producción de manufacturas por PIB agregado. Al desagregar cambian los ceros, la

composición y posiblemente theta. La fórmula sectorial no cierra por sí sola un equilibrio general multisectorial: hay que indicar oferta, gasto y movilidad de factores. Los modelos con insumos intermedios añaden una estructura de costes y demanda intermedia; no basta con estimar cada sector y sumar cambios porcentuales de bienestar.

19. Recomendaciones 2025 · Diseñar los datos

Minutos 34–36 (2 minutos). Los primeros cinco criterios convierten la teoría en decisiones de muestra. Una cobertura amplia permite representar alternativas. Las ventas internas hacen posible comparar el mercado exterior con el nacional y estudiar costes de frontera. Su construcción exige producción y exportaciones comparables; no se utiliza PIB menos exportaciones. La referencia es Larch, Shikher y Yotov (2025), complementada por la guía avanzada de OMC/UNCTAD.

20. Recomendaciones 2025 · Especificación e inferencia

Minutos 36–38 (2 minutos). Distinguir modelo de media de modelo de errores. Los efectos fijos de par no reemplazan efectos fijos país-año, ni la agrupación reemplaza efectos fijos. Justificar aranceles con ln(1+arancel) cuando el mecanismo sea ad valorem; no tratar la distancia como el coste total. La inferencia por par permite dependencia dentro de la relación; según tratamiento y shocks comunes puede necesitarse agrupación en otras dimensiones. La selección de esas dimensiones exige más que probar qué opción produce significación.

21. Recomendaciones 2025 · Heterogeneidad y dinámica

Minutos 38–40 (2 minutos). El propósito de este bloque es ordenar un primer proyecto, no ejecutar en dos horas un diseño completo de adopción escalonada. Un coeficiente constante sobre una dummy RTA impone una respuesta común e inmediata. Las redes familiares, la conectividad y la integración pueden actuar con rezagos distintos. Las pruebas de anticipación y los gráficos de dinámica requieren hipótesis y comparaciones explícitas; la ausencia de significación previa no demuestra exogeneidad.

22. Por qué el comercio interno cambia la identificación

Minutos 40–42 (2 minutos). En una muestra que solo contiene i distinto de j, multiplicar z por B no crea nueva información: B siempre vale uno. La diagonal permite una comparación externa-interna, sujeta a variación, rango y ausencia de cambios omitidos relevantes. El nivel permanente de B queda absorbido por el par. El archivo 05 estima cambios anuales comunes en esa brecha con la base histórica; es descriptivo, no una evaluación causal de una política z específica. El coeficiente eta mide un efecto diferencial externo-interno, no el efecto total nacional de z.

23. La secuencia de estimación del capítulo

Minutos 42–43 (1 minutos). La figura resume las cinco etapas del capítulo. Explicar cada etapa antes de pedir que se ejecuten los modelos. Las regresiones m1 a m5 del archivo 02 siguen exactamente esta secuencia, con errores estándar agrupados por par no dirigido. Las estimaciones lineales sirven para ver qué añade cada componente; la especificación final utiliza PPML.

24. 1. Gravedad ingenua · MCO

Minutos 43–45 (2 minutos). Seguir la sección 3 y la primera estimación de la sección 4 del texto. La log-linealización sugiere usar PIB para tamaño y distancia, RTA y EU para fricciones. RTA y EU son indicadores distintos. Los coeficientes de variables en logaritmos son elasticidades; los de indicadores se convierten con exp(beta) menos uno. La práctica restringe esta regresión a 2023. Faltan las resistencias multilaterales y los ceros quedan fuera.

25. 2. Gravedad estructural · Efectos fijos de país

Minutos 45–47 (2 minutos). El segundo paso sigue la sección 3: efectos fijos de exportador y de importador absorben tamaño y resistencias multilaterales. Por ello desaparecen ambos PIB; la distancia sigue variando entre pares y puede estimarse. Se mantiene 2023 para comparar las dos primeras columnas. La descomposición algebraica completa de los efectos fijos queda disponible en un anexo.

26. 3. Gravedad con datos de panel

Minutos 47–49 (2 minutos). Introducir aquí la dimensión temporal del modelo econométrico. El tercer modelo corresponde a la gravedad panel del texto y a m3 del archivo 02. Mantiene distancia y utiliza años consecutivos. No basta con añadir solo efectos fijos de año: oferta, demanda y acceso a mercados evolucionan de manera diferente en cada país. La comparación m2–m3 también modifica la muestra, por lo que no atribuir todos los cambios exclusivamente a los nuevos efectos fijos.

27. 4. Gravedad HDFE · Efectos fijos de par

Minutos 49–51 (2 minutos). El cuarto paso añade heterogeneidad permanente de cada par dirigido a los efectos fijos de origen-año y destino-año. La distancia y otras características bilaterales invariantes quedan absorbidas. Ahora la identificación de RTA y EU usa variaciones dentro de la relación a lo largo del tiempo, netas de los componentes de país-año. Corresponde a m4 y a la gravedad HDFE del capítulo.

28. 5. Gravedad multiplicativa · PPML

Minutos 51–54 (3 minutos). Usar Poisson como cuasi-verosimilitud: la condición clave es la especificación de la media condicional, acompañada de inferencia robusta adecuada. No decir que PPML elimina todos los sesgos. Un cero no necesita una corrección log(1+X), que además depende de las unidades. Los ceros pueden ser excluidos si hay separación; hay que mirar el diagnóstico del comando.

29. La especificación de trabajo en Stata

Minutos 54–56 (2 minutos). El bloque ya existe en el do-file, por lo que no es necesario teclearlo en clase. El escalado es una elección numérica; no convertir las pendientes a millones. Una predicción de la media no es una observación ni una predicción fuera de muestra. Una caída en número de filas exige revisar mensajes sobre separación y singletons. Aquí se conservan las 320.920 observaciones.

30. Qué identifica el coeficiente de un acuerdo

Minutos 56–58 (2 minutos). Pedir un factor bilateral que cambie con un acuerdo: infraestructura, conflicto o reformas conjuntas. La especificación principal conserva los años consecutivos. La respuesta gradual y la adopción escalonada requieren un análisis específico con comparaciones válidas y heterogeneidad; los efectos fijos no solucionan factores bilaterales cambiantes. Remitir a las recomendaciones 13–15.

31. Inferencia y tamaño del efecto

Minutos 58–60 (2 minutos). Explicar la diferencia entre absorber heterogeneidad y corregir la matriz de varianzas. El clúster se crea con mínimo y máximo del par. La elección del nivel de agrupación debe seguir el diseño de investigación; aquí damos un criterio docente explícito. nlcom utiliza el método delta. Para un intervalo asimétrico en porcentaje se pueden exponenciar los extremos del intervalo de beta. No transformar el error estándar con exp(se).

32. La estructura de los datos del capítulo

Minutos 60–62 (2 minutos). Leer una relación CAN–MEX a través del tiempo y compararla con MEX–CAN. Los efectos fijos de par dirigido no son iguales entre direcciones. La figura usa etiquetas ISO para facilitar la lectura; el archivo del curso utiliza identificadores numéricos Exporter e Importer con sus nombres correspondientes. Las columnas finales son ilustrativas y no requieren que el alumno genere cada dummy manualmente.

33. Datos y puesta en marcha

Minutos 62–64 (2 minutos). Abrir la carpeta raíz del curso en Stata. Recordar que ejecutar un do-file no cambia automáticamente el directorio de trabajo. El config busca primero la descarga del estudiante y, en este ordenador, después los originales de la carpeta hermana. Los identificadores Exporter e Importer son numéricos; Exporter_Name e Importer_Name contienen los nombres. El comercio está en dólares corrientes. No distribuir la base Gravedad para universitarios en el ZIP: indicar la descarga oficial.

34. Práctica 1 · Auditar los datos

Minutos 64–72 (8 minutos). Minutos 0–2: ejecutar 01_datos.do y comprobar clave. Minutos 2–5: ceros, diagonal y años. Minutos 5–8: leer RTA–EU y redactar las tres decisiones. Hay 32.835 ceros (10,23 por ciento), no hay flujos internos y faltan 15.680 filas respecto al rectángulo 100 por 99 por 34; no son ceros observados. RTA y EU son mutuamente excluyentes. No hace falta teclear todo el código: la entrega es una interpretación de la auditoría.

35. Lo que cambia al mirar la base

Minutos 72–74 (2 minutos). Corregir conjuntamente. La tabla cruzada tiene 219.197 filas en (0,0), 87.327 en (1,0), 14.396 en (0,1) y cero en (1,1). Para comparar UE con otros acuerdos se utiliza betaEU menos betaRTA. En una base con otra codificación cambiaría la interpretación. Hay 2.881 pares dirigidos con alguna variación en RTA. No confundir falta de cobertura histórica con ausencia de comercio.

36. Práctica 2 · Estimar y defender una especificación

Minutos 74–86 (12 minutos). Minutos 0–2: ejecutar 02_estimacion.do. Minutos 2–5: comparar las cinco etapas explicadas en clase. Minutos 5–8: interpretar RTA y la categoría de comparación de EU. Minutos 8–12: revisar m6–m7 con muestra positiva común y redactar resultado y limitación. El cambio de m4 a m5 combina estimador y muestra. Las salidas de referencia permiten continuar si algún equipo tarda en estimar.

37. Resultados de la secuencia de estimación

Minutos 86–89 (3 minutos). Leer primero N y luego los coeficientes. El efecto EU cambia de signo entre especificaciones; eso ilustra la relevancia del control de heterogeneidad, no prueba por sí mismo cuál modelo es causal. Señalar que no se copian errores estándar del capítulo: aquí se usa agrupación explícita por par no dirigido. Los cinco coeficientes proceden del código entregado. No convertir la significación en la única decisión científica.

38. Interpretar el PPML

Minutos 89–91 (2 minutos). Hacer la cuenta exp(0,0756)-1. Es aproximadamente 7,86 por ciento, no 0,0756 por ciento ni necesariamente 7,56 por ciento. Para UE se obtiene 31,34 por ciento frente a la categoría sin ninguno de los dos indicadores. La comparación EU frente a RTA requiere la diferencia de coeficientes y su covarianza para el error estándar. Recordar que el intervalo mostrado proviene de exponenciar beta más y menos 1,96 errores estándar, distinto del intervalo simétrico del método delta.

39. Antes de escribir la primera conclusión

Minutos 91–93 (2 minutos). Pedir a dos parejas que lean su conclusión. Corregir frases como el acuerdo causa un aumento de bienestar del ocho por ciento. El ajuste dentro de muestra no valida causalidad. Para investigación con panel corto y numerosos efectos fijos, revisar la literatura de sesgo de parámetros incidentales e inferencia, sin convertirlo en una receta automática. Mantener esta discusión en un nivel de primer proyecto.

40. De un coeficiente a un contrafactual

Minutos 93–94 (1 minutos). Pedir una predicción: si Colombia compra más barato, puede sustituir producción interna; si vende más, sus ingresos y costes de producción pueden variar. Los socios también reaccionan. No prometer que el efecto GE siempre será menor que el parcial. En esta simulación concreta las exportaciones colombianas crecen más en GE que bajo el cálculo bilateral mecánico.

41. Qué implementa ge_gravity en este taller

Minutos 94–95 (1 minutos). Remitir al sistema de cinco bloques ya explicado. En este punto no repetir ni derivar el algoritmo. El comando resuelve precios y flujos compatibles con los supuestos. Mantener una distinción clara entre una reducción de costes iceberg y una reforma arancelaria con recaudación y redistribución. La sensibilidad al cierre está ya programada.

42. Datos para estimación y equilibrio general

Minutos 95–97 (2 minutos). La base para equilibrio general se identifica con los recursos de An Advanced Guide to Trade Policy Analysis, de OMC/UNCTAD. La web oficial ofrece el paquete de datos y aplicaciones. Se utiliza la copia local y se selecciona 2006 en el código. La diagonal debe representar ventas internas comparables, no PIB menos exportaciones. Una aplicación actual requiere revisar cobertura, resto del mundo y estructura productiva.

43. Definir el shock con el signo correcto

Minutos 97–99 (2 minutos). Hacer una comprobación de signos: bajar costes aumenta exp(b). Enviar shock=0 para pares no tratados y para la diagonal. Es una caída proporcional de costes iceberg de diez por ciento, no diez puntos porcentuales de un arancel. Si se parte de un coeficiente estimado, la entrada será beta por el cambio del indicador: no multiplicar otra vez por menos theta. El anexo y 04_puente_opcional.do muestran ese caso sin confundirlo con el escenario principal.

44. Resolver y leer las salidas

Minutos 99–101 (2 minutos). No sumar W a través de relaciones: colapsar por exportador tomando una media de valores repetidos, o seleccionar la diagonal. Para exportaciones sí sumar X_cf pero excluir ventas internas. gen_X guarda niveles y gen_w guarda ratios. El script usa estas convenciones y verifica RW=NW/P. No confundir el precio del exportador guardado en la fila con el precio del importador de esa relación.

45. Práctica 3 · Comercio y bienestar de Colombia

Minutos 101–109 (8 minutos). Minutos 0–2: ejecutar 03_equilibrio_general.do y comprobar ausencia de errores. Minutos 2–4: leer exportaciones y bienestar de Colombia. Minutos 4–6: comparar dos socios y W frente a RW. Minutos 6–8: revisar tabla de sensibilidad y nombrar dos supuestos. Los assert ya comprueban la matriz y el shock nulo; el detalle está en el anexo. No sumar cocientes de bienestar por pareja.

46. Resultados del contrafactual

Minutos 109–112 (3 minutos). Separar los tres conceptos de la tabla. Colombia gana aproximadamente 3,546 por ciento de bienestar en el modelo, 3,288 de salario real y 59,73 de exportaciones nominales normalizadas. Ecuador muestra una respuesta mayor que muchos socios. No atribuir estas diferencias a una sola causa sin análisis adicional: dependen de participaciones comerciales y desequilibrios. El efecto general de exportaciones puede superar al parcial; no existe una regla de que deba ser menor.

47. Sensibilidad: elasticidad y cierre

Minutos 112–114 (2 minutos). El mismo shock en costes no es el mismo número b para distintas elasticidades. Con una estimación fija beta ocurre al revés: beta es la entrada que se conserva y el coste implícito cambia. Diferenciar sensibilidad estructural de incertidumbre estadística. Si la entrada procede de una estimación, una aplicación completa podría propagar su incertidumbre con bootstrap de un diseño de muestreo adecuado, manteniendo completa la matriz del equilibrio.

48. Fuentes para un proyecto propio

Minutos 114–116 (2 minutos). Mostrar que la práctica del capítulo es un punto de partida. La elección de una base depende del resultado que se desea medir y del tipo de análisis. ITPD-E se orienta a estimar y ITPD-S a simular. En la guía y en los anexos se conservan las coberturas y los recursos para IED, turismo y migración. Evitar que la descarga de una base grande sustituya la formulación de una pregunta.

49. Convertir el taller en un primer proyecto

Minutos 116–118 (2 minutos). Invitar a cada profesor a anotar una pregunta de su campo. En migración o redes, ser especialmente cuidadoso con causalidad inversa y con el mecanismo estructural: una preferencia no es automáticamente un coste iceberg. El equilibrio general del proyecto Marriage and Trade tiene una estructura propia; no se está replicando con este taller de un sector. Un primer avance razonable es un memo de dos páginas con pregunta, datos, ecuación y amenaza de identificación.

50. Preguntas y recursos para continuar

Minutos 118–120 (2 minutos). Solicitar la principal duda y recuperar las dos preguntas iniciales. Comprobar verbalmente que una persona distingue comercio bilateral y bienestar. Remitir a los anexos para instalar comandos, recordar el álgebra del equilibrio y localizar fuentes. Los anexos no forman parte de los 120 minutos.

Referencias y procedencia

La base y secuencia de estimación son de Yotov (2025), *Gravity for Undergrads*; se añade agrupación explícita por par no dirigido, auditoría de datos, diagnóstico y comparación sobre soporte común. Consultar `https://yotoyotov.com/Gravity_Undergrads.html`. Se ha consultado la traducción española local, en cuya elaboración participan Federico Carril-Caccia y Jordi Paniagua.

El manual solicitado es OMC/UNCTAD (2012), *A Practical Guide to Trade Policy Analysis*, capítulo 3, pp. 103–134: `https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/wto_unctad12_e.pdf`. El bloque GE se complementa con Yotov, Piermartini, Monteiro y Larch (2016), *An Advanced Guide to Trade Policy Analysis: The Structural Gravity Model*, capítulos 1–2: `https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/advancedwtounctad2016_e.pdf`.

La exposición y las seis figuras originales siguen Yotov (2025), *Gravedad para universitarios*. El conjunto `gravity_data.dta` corresponde a la base de manufacturas de la guía avanzada de OMC/UNCTAD (2016): 69 economías, 1986–2006. Los recursos oficiales están enlazados al inicio de esta guía y en el Beamer. Para aplicaciones de política, verificar documentación, cobertura y unidades de la fuente primaria.

Software y método: Correia, Guimarães y Zylkin (2020), *Stata Journal*, 20(1), 95–115; Santos Silva y Tenreyro (2006), *Review of Economics and Statistics*, 88(4), 641–658; Anderson y van Wincoop (2003), *American Economic Review*, 93(1), 170–192; Baier, Yotov y Zylkin (2019), *Journal of International Economics*, 116, 206–226. Ayuda de `ge_gravity`: `https://www.tomzylkin.com/uploads/4/1/0/4/41048809/help_file.pdf`. Ayuda de PPML: `https://scorreia.com/help/ppmlhdfe.html`.

El fondo de portada se reutiliza del archivo `Colombia/presentacion/figuras/portada_congreso.jpg` del proyecto marriages_trade; su LEEME documenta la extracción de la plantilla oficial del congreso. Se mantienen paleta, tipografía y márgenes de esa presentación. Se actualizan el título, el propósito del taller y la fecha al 7 de octubre.