

# **Medición del ciclo: contabilidad nacional, filtros y hechos estilizados**

**Macroeconomía avanzada**

**ITAM, Otoño 2026**

**Semanas 1-2**

Jorge Alonso Ortiz

# El PIB que ves hoy no es el PIB que verás mañana

## Revisión de 2008Q4: BEA preliminar vs. serie vigente

El 30 de enero de 2009, la BEA publicó que el PIB de EUA cayó un 3.8 % (SAAR) en 2008Q4; la serie vigente hoy dice  $\approx -8.5$  %. El estímulo fiscal se decidió con el dato equivocado por casi 5 puntos.

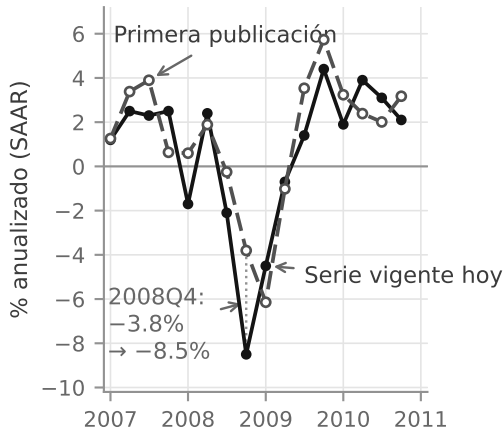
## Python (puremacro) — Vintages en tiempo real de ALFRED

```
from puremacro import fetch
vintages = fetch.fetch_fred_alfred('GDPC1') # vintages
vigente = fetch.fetch_fred('GDPC1') # actual
```

**Pregunta clave:** ¿Qué implica entonces “medir” la economía? Reaparecerá al comparar el filtro bilateral (HP) con el unilateral (Hamilton).

SAAR: tasa anualizada,  $1 + g^{\text{saar}} = (1 + g^q)^4$ , no  $g^{\text{saar}}/4$ . (Orphanides 2001; Croushore y Stark 2001) | Serie vigente: BEA vía FRED; primera publicación:

Real-Time Data Set de la Fed de Filadelfia. | Companion notebook: T01\_A\_business\_cycle\_facts §6.



# Un curso sobre el corto plazo: el ciclo económico

---

## Definición Operativa del Ciclo (Lucas 1977)

Las fluctuaciones del producto respecto a su tendencia exhiben persistencia y comovimiento regular y reproducible entre los componentes del gasto ( $c, i, g, nx$ ).

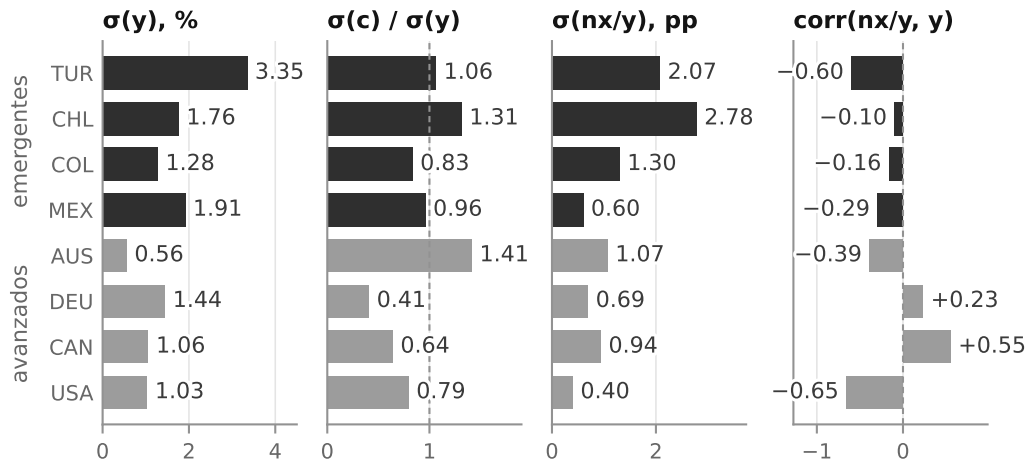
- **Objetivo del curso:** Estudiar el corto plazo con la lente neoclásica y sus extensiones estocásticas.
- **Fuentes empíricas:** NIPA (BEA) y OCDE QNA.

## Cuatro momentos cíclicos fundamentales:

1. Volatilidad del producto  $\sigma(y)$ .
2. Volatilidad relativa del consumo  $\sigma(c)/\sigma(y)$ : suele ser  $< 1$  en avanzados y  $> 1$  en emergentes, pero el corte no es limpio —en el panel de 31 economías está por encima de uno en 15.
3. Volatilidad de la balanza comercial  $\sigma(nx/y)$ .
4. Contraciclicidad del saldo neto:  $\text{corr}(nx/y, y) < 0$ .

(Lucas 1977; Aguiar y Gopinath 2007; Neumeyer y Perri 2005) | Companion: T01\_A\_business\_cycle\_facts §4.

## Los cuatro momentos, medidos: ocho economías, un filtro



Emergentes: Turquía, Chile, Colombia y México; avanzadas: Australia, Alemania, Canadá y Estados Unidos. El producto emergente es del orden del doble de volátil; el saldo externo es más volátil y contracíclico. Pero la volatilidad relativa del consumo no parte la muestra: Australia (avanzada) es la más alta y México y Colombia quedan por debajo de 1.

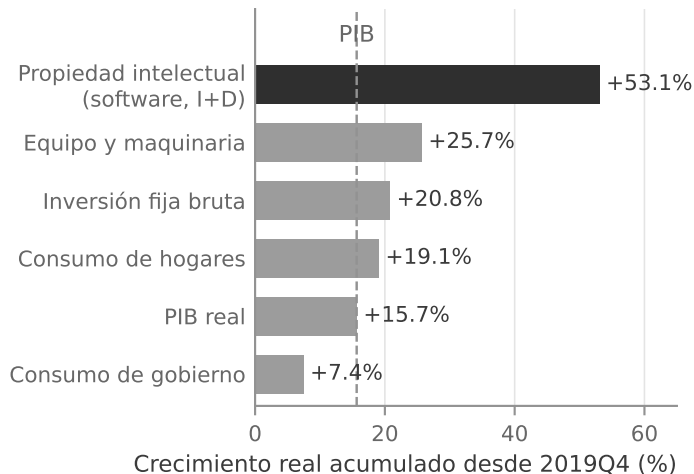
OCDE QNA, ciclo HP ( $\lambda = 1600$ ), muestra pre-COVID; COL  $n = 60$ , CHL y TUR  $n = 96$ . | Companion: T01\_A\_business\_cycle\_facts §4.

## El PIB es una construcción revisable, y el filtro elegido decide el ciclo

---

- Qué mide (y qué no mide) la contabilidad nacional: identidades de gasto e ingreso, problemas de medición y datos en tiempo real
- Cómo separar el corto plazo del largo plazo: los filtros de Hodrick-Prescott y de Hamilton
- Cierre: laboratorio (30-45 min) — HP vs Hamilton con puremacro

## Toda descomposición del ciclo empieza en las cuentas de la BEA



### Hecho clave: Inversión en Propiedad Intelectual

Desde 2019Q4, la inversión en **propiedad intelectual (software e I+D)** creció +53.1 %: más del triple que el PIB (+15.7 %) y el doble que el equipo tradicional (+25.7 %). Toda descomposición del ciclo debe confrontar este cambio estructural en la demanda factorial.

## Dos identidades organizan los datos; la medición las complica

### Contabilidad Nacional: Identidades Fundamentales

#### Distribución del gasto agregado:

$$PIB_t = C_t + I_t + G_t + XN_t$$

#### Distribución del ingreso factorial:

$$PIB_t = WL_t + RK_t + \Pi_t + PI_t + D_t + T_t$$

donde  $PI_t$  es la renta mixta (*proprietors' income*) del autoempleo, que no es ni salario ni beneficio puro.

### Tres desafíos severos de medición

Las identidades contables son exactas por definición, pero su medición empírica enfrenta fricciones estructurales:

- **Calidad e intangibles:** Dificultad para valorar mejoras cualitativas y capital no físico (software, algoritmos, I+D).
- **Separación factorial:** Ambigüedad al aislar beneficios ( $\Pi_t$ ), rentas de capital ( $RK_t$ ) y rentas laborales ( $WL_t$ ).
- **Economía informal:** Subdeclaración y problemas de cobertura en economías emergentes (e.g., México).

Las fricciones de medición condicionan directamente las propiedades estadísticas observadas del ciclo económico y del crecimiento.

## Revisiones: ¿noticias que llegan o ruido que se corrige?

La revisión de un dato,  $r_t = y_t^f - y_t^p$  (final menos preliminar), admite dos lecturas teóricas polares:

### Hipótesis News (Pronóstico Eficiente)

El preliminar es un pronóstico eficiente de la agencia. La revisión incorpora información *nueva* y es impredecible:

- $\mathbb{E}[r_t | y_t^p] = 0$
- $\text{Var}(y_t^f) > \text{Var}(y_t^p)$
- En  $r_t = \alpha + \beta y_t^p + \varepsilon_t$ , la hipótesis nula es  $\beta = 0$ .

### Hipótesis Noise (Error de Medición)

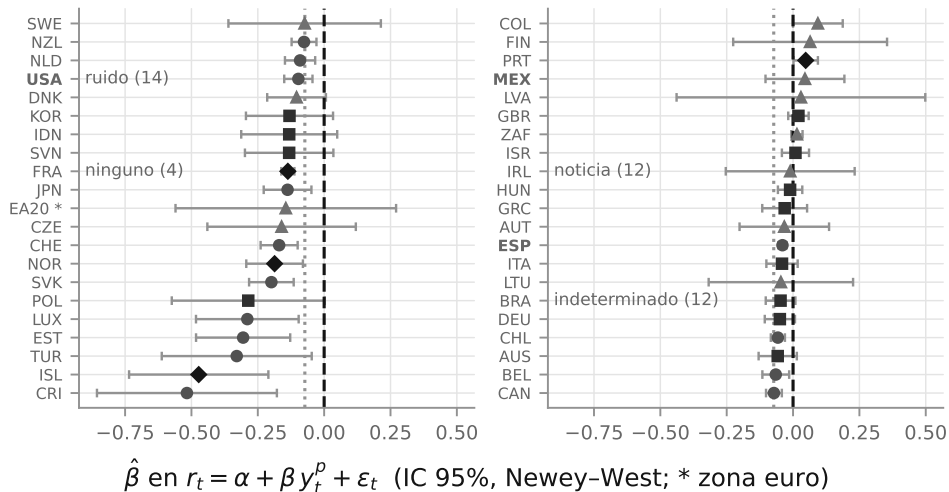
El preliminar es el dato final contaminado por error de muestreo. La revisión *corrige* ese error y es predecible:

- $\text{cov}(r_t, y_t^p) = -\text{Var}(\text{error}) < 0$
- $\text{Var}(y_t^p) > \text{Var}(y_t^f)$
- En  $r_t = \alpha + \beta y_t^p + \varepsilon_t$ , la hipótesis nula es  $\beta < 0$ .

**Test de Mankiw-Shapiro:** Si la revisión fuera predecible ( $\beta < 0$ ), la agencia estaría dejando información sobre la mesa — y quien decide política en tiempo real podría (y debería) explotarla.

(Mankiw y Shapiro 1986; Croushore 2011)

## El pasado no está escrito: Mankiw-Shapiro en 42 economías



## El signo es el hecho; el veredicto, casi nunca

**Regresión de contrastes:**  $r_t = \alpha + \beta y_t^p + \varepsilon_t$

| País              | $\hat{\beta}$ | s.e.  | $t$  | $\frac{\text{Var}(y^p)}{\text{Var}(y^f)}$ |
|-------------------|---------------|-------|------|-------------------------------------------|
| EUA (USA)         | -0.097        | 0.027 | -3.6 | 1.12                                      |
| España (ESP)      | -0.040        | 0.008 | -5.1 | 1.06                                      |
| Alemania (DEU)    | -0.050        | 0.029 | -1.7 | 0.99                                      |
| Reino Unido (GBR) | +0.020        | 0.020 | +1.0 | 0.94                                      |
| México (MEX)      | +0.045        | 0.076 | +0.6 | 0.84                                      |

- **El signo es el hecho:**  $\hat{\beta} < 0$  en 33 de 41 países; un positivo significativo: Portugal ( $p = 0.045$ ).
- **El veredicto casi nunca lo es:** solo 18 de 41 países rechazan  $\beta = 0$  al 5 %; en los otros 23 cruza el cero. Mediana  $-0.072$ . La dicotomía *news/noise* es más limpia en el pizarrón que en los datos.
- **Y el sesgo, que nadie contrasta:** la revisión *media* es positiva en 37 de 41 países (+0.30 pp al año). El primer dato no solo es ruidoso: es bajo.

Fuente: OCDE STES, 42 áreas, 1999-2026 (puremacro.fetch.vintage\_panel); Newey-West, desestacionalización homogénea común. En la figura, un área por fila, de la  $\hat{\beta}$  más negativa a la más positiva; discontinua,  $\beta = 0$ ; punteada, la mediana. | Companion notebook: T01\_B\_cross\_country\_facts §4.1.

# Una nota sobre los datos, porque los datos deciden la respuesta

**El problema de las 501 series sin desestacionalizar**

- El archivo de revisiones de la OCDE (11,503 series) traía 501 ediciones **sin desestacionalizar** en 12 áreas.
- Al pie de la letra, Suecia y Turquía daban  $\hat{\beta} \approx -0.96$ : casi toda la varianza del preliminar parecía error, pero era pura estacionalidad.
- **Tirarlas cuesta caro**: elimina 53 pares y convierte el preliminar de otras 110 series en una estimación posterior —rezagos medianos de hasta 3.1 años—, mezclando datos ajustados y no ajustados.

**Solución común: Desestacionalización homogénea**

A las 11,503 series se les restan sus cuatro medias trimestrales de crecimiento (filtro común, sin mirar hacia adelante).

| Tratamiento (México)    | $\hat{\beta}$ | s.e.  | $p$    |
|-------------------------|---------------|-------|--------|
| En bruto (estacional)   | −0.310        | 0.091 | < 0.01 |
| Filtro común (ajustado) | +0.045        | 0.076 | 0.56   |

- **Moraleja**: La narrativa que explicaba el −0.31 se le habría ajustado a un artefacto estacional.
- Con el filtro común, 17 países rechazan  $\beta = 0$  hacia *noise* ( $\hat{\beta} < 0$ ), frente a solo un positivo espurio.

T01\_B §4.1 estima los tres tratamientos —archivo en bruto, tirando y ajustando— área por área, y contrasta el filtro barato contra X-13 sobre la edición más estacional de cada área afectada.

# Gobernar en la niebla: ¿cómo decide la política monetaria en tiempo real?

## La regla del filtro óptimo (Shrinkage)

Si  $\beta < 0$ , creer ciegamente en el dato preliminar  $y_t^p$  es un error:  $\mathbb{E}[r_t \mid y_t^p] \neq 0$ . Un banco central racional construye el **preliminar corregido**:

$$\tilde{y}_t^p = \hat{\alpha} + (1 + \hat{\beta}) y_t^p$$

**Intuición:** con  $\hat{\beta} = -0.18$ , el dato preliminar debe **encontrarse un 18 %** hacia su media histórica antes de calibrar la tasa de interés o la brecha.

## Las dos fuentes de incertidumbre del ciclo

Al estimar la brecha del producto en tiempo real, el error total conjuga **dos límites de nuestro conocimiento**:

$$\text{Error total} = \underbrace{y_t^f - y_t^p}_{\text{Vintage (dato)}} + \underbrace{c_t^{\text{uni}} - c_t^{\text{bi}}}_{\text{Punto final (filtro)}}$$

- El filtro unilateral (Hamilton) elimina la niebla del futuro.
- **Ningún filtro** elimina la niebla del dato: exige modelar la revisión (Mankiw-Shapiro).

**Reto de examen:** si en agosto de 2020 la BEA anuncia  $-32.9\%$  (SAAR), ¿qué número exacto dictaría la prudencia monetaria?

## Medir el PIB con informalidad: el problema del INEGI no es el de la BEA

---

### Cobertura vs. Calidad (INEGI frente a BEA)

- El reto de la BEA es el cambio de calidad; el del INEGI es la **cobertura**: más de la mitad del empleo en México es informal (ENOE).
- El INEGI no ignora la informalidad: la **imputa** mediante el método del insumo laboral (encuestas de hogares vs registros patronales), atribuyéndole  $\approx 25\%$  del PIB.
- El ingreso del autoempleado llega como **renta mixta** ( $PI_t$ ), contaminando el *labor share*.

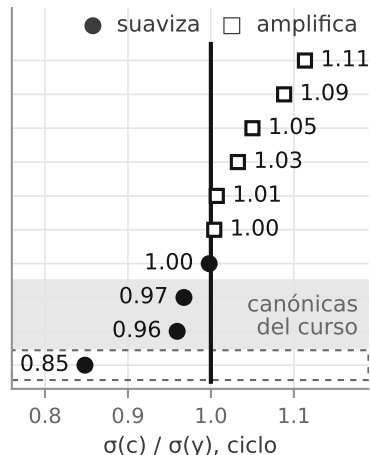
### ¿Es $\sigma(c)/\sigma(y) > 1$ en México?

El hecho estilizado de economías emergentes (Aguiar-Gopinath 2007) **depende de la convención**: cruza la línea 1.0 según la ficha metodológica elegida.

(INEGI, Medición de la Economía Informal, SCNM; Gollin 2002; Aguiar y Gopinath 2007; Alonso-Ortiz 2026)

## Diez fichas de medición, diez respuestas: de 0.85 a 1.11

| Consumo | Muestra de $\sigma$ | n   | Filtro   | Filtro sobre  |
|---------|---------------------|-----|----------|---------------|
| hogares | 1996Q4-2026Q1       | 118 | Hamilton | toda la serie |
| hogares | 1997Q4-2026Q1       | 114 | Hamilton | la ventana    |
| hogares | 1995Q1-2026Q1       | 125 | HP       | la ventana    |
| hogares | 1996Q4-2019Q4       | 93  | Hamilton | toda la serie |
| hogares | 1994Q1-2019Q4       | 104 | HP       | toda la serie |
| hogares | 1996Q4-2019Q4       | 93  | Hamilton | la ventana    |
| hogares | 1994Q1-2019Q4       | 104 | HP       | la ventana    |
| hogares | 1997Q4-2019Q4       | 89  | Hamilton | la ventana    |
| hogares | 1995Q1-2019Q4       | 100 | HP       | la ventana    |
| total ‡ | 1995Q1-2019Q4       | 100 | HP       | la ventana    |

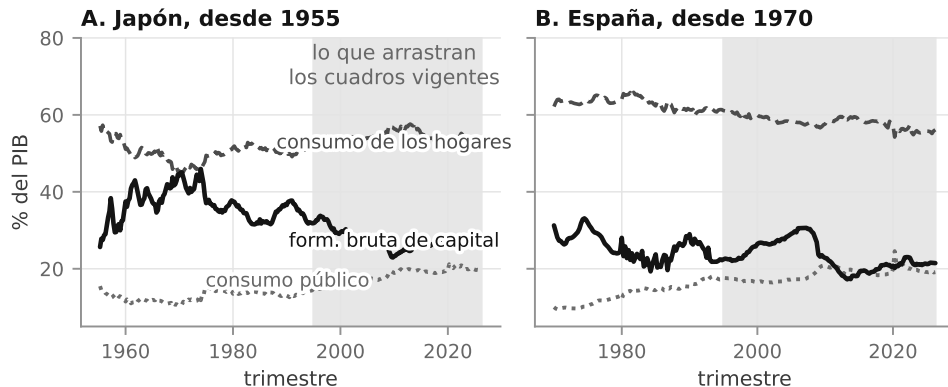


Cuatro decisiones que casi nadie declara mueven la respuesta: la serie de consumo, la ventana, el filtro y si la tendencia se estima sólo con datos de la ventana o mirando hacia adelante con toda la serie. La banda gris son las convenciones canónicas del curso; ‡ = consumo final total (P3, S1) y las demás filas son consumo de hogares (S1M).

Volúmenes en base fija,  $\sigma$  con ddof=1 sobre la muestra efectiva. | Companion: T01\_B\_cross\_country\_facts §4.2.

# Las cuentas son una cadena de añadas: medio siglo de composición

## Medio siglo de cuotas de gasto



- **La cuota sobre el PIB es lo que una cadena de añadas transporta:** cociente de dos cifras a precios corrientes, misma moneda y mismo trimestre — inmune a la base, al año de referencia y al tipo de cambio.
- **Y basta para dos hechos que no se ven empezando en 1995:** Japón construyó y dejó de construir; España construyó un Estado, y casi todo entre 1975 y 1993.
- **La franja gris es el tramo que cubren las cuentas vigentes (1995+);** lo anterior viene de añadas empalmadas, y a precios corrientes porque los archivos antiguos no traen deflatores: la cuota es justo el estadístico que eso no estropea.

## Qué sobrevive al empalme, y qué no: una añada vieja es otro instrumento

**El empalme es un cociente, y su estabilidad es la garantía.** Sobre el solape, dos añadas miden la misma economía: el cociente reconcilia base de precios, unidades y metodología — todo eso es *nivel*, y lo que sobrevive de la añada vieja son sus *tasas de crecimiento*. Si el cociente *deriva*, el nivel empalmado depende del trimestre de anclaje: 9 de las 28 costuras no quedan determinadas, y la formación de capital es inestable en tres de sus cuatro (sólo aguanta la de Japón en 1995Q1).

| $ Y - C - G - I - X + M $ , % del PIB |               |       |
|---------------------------------------|---------------|-------|
| ESP                                   | OCDE 1995+    | 0.000 |
| ESP                                   | INE base 1995 | 0.269 |
| ESP                                   | INE base 1986 | 0.689 |
| JPN                                   | 93SNA         | 0.560 |
| JPN                                   | 68SNA         | 0.950 |

Siete columnas, siete cocientes distintos: siete constantes que no son iguales no preservan una suma. La identidad cierra exacta dentro de una añada y se abre, legiblemente, con la distancia.

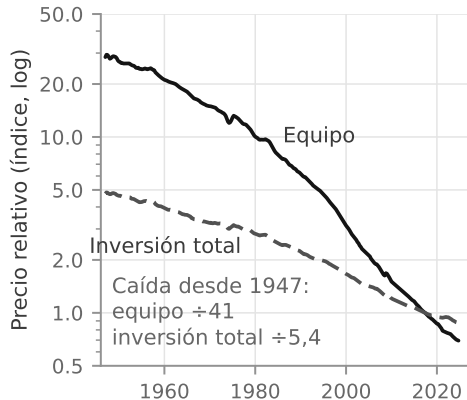
| Los mismos trimestres, dos ediciones |                |                   |       |       |
|--------------------------------------|----------------|-------------------|-------|-------|
|                                      | $\Delta$ acum. | $sd(\Delta \log)$ | razón | corr. |
| ESP 80-94                            | 35.1 / 34.6    | 0.54 / 0.95       | 1.76  | +0.48 |
| JPN 80-93                            | 45.0 / 50.9    | 0.67 / 1.04       | 1.57  | +0.65 |

**Los segundos momentos no sobreviven.** Las revisiones entran despacio en el nivel y deprisa en el movimiento, así que la volatilidad de una edición vieja es una propiedad de la edición. Una añada archivada dice bien *adónde* fue la economía y mal *cuán accidentado* fue el viaje — lo que autoriza tendencias y cuotas, y prohíbe volatilidades, correlaciones y persistencia sobre la historia empalmada.

Ediciones 199907 vs 200505 (ESP) y 199907 vs 201112 (JPN) del archivo de revisiones STES. *Inestable* no es *descartado*: `drop_unstable` viene desactivado, porque borrar datos en silencio es su propio modo de fallo (T01\_B §1.11, T01\_A §2.1).

# El precio relativo del equipo se desploma — y la IA es capital cada vez más barato

El **precio relativo del equipo** (PERIC) cae un factor de  $\approx 41$  desde 1947 ( $\approx 371$  puntos log,  $\approx 4.8\%$  anual), mientras que la inversión total (PIRIC) cae un factor de  $\approx 5$ . GHK estiman que  $\sim 60\%$  del crecimiento de la productividad laboral de EUA en la posguerra es cambio técnico incorporado a la inversión.



## Principio CTEI — cambio técnico específico a la inversión

Parte del progreso técnico no llueve sobre la función de producción: llega **incorporado** en máquinas que cada año cuestan menos y rinden más. Un solo mecanismo —capital que se abarata— ordena el precio del equipo, la participación del trabajo en el ingreso, la prima por calificación y la irrupción de la IA, que es el episodio vigente de esa historia.

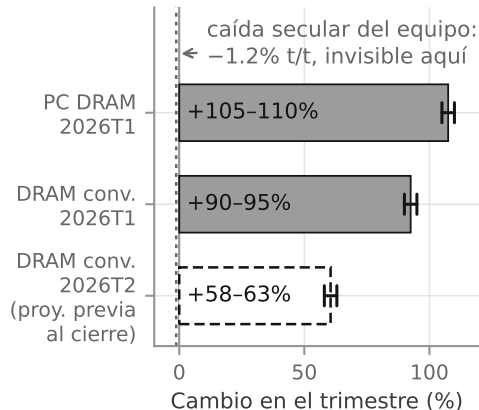
- (i) Esta serie solo existe porque la BEA ajusta por calidad: ¿qué pasaría con el PIB real sin precios hedónicos?
- (ii) Si la IA es equipo que se desploma de precio, ¿dónde aparece: en  $I$  real, en  $A_t$  o en ninguna parte si es intangible?

## Python (puremacro) — PERIC y PIRIC en FRED con puremacro

```
from puremacro import fetch
peric = fetch.fetch_fred('PERIC')
piric = fetch.fetch_fred('PIRIC')
```

## 2025-26: la IA encarece el capital — ¿se rompe el hecho estilizado?

La historia secular: el equipo se abarata  $\approx 4.8\%$  anual durante 78 años, y la IA es el episodio vigente. Pero en el corto plazo la misma IA lo *encarece*: los centros de datos reasignaron la capacidad mundial de memoria hacia HBM y los precios de contrato de la DRAM subieron  $\approx 90\text{--}110\%$  en un trimestre (2026T1), con escasez proyectada hasta 2027.



### Externalidad pecuniaria (Scitovsky 1954)

La demanda de las empresas de IA sube el precio de la memoria para **todos** los demás compradores. Opera *a través de precios*: con competencia y mercados completos no es una ineficiencia, es el sistema de precios racionando capacidad escasa. Tiene consecuencias de bienestar solo con fricciones *nombrables*: oligopolio con capacidad rígida (3 firmas  $\approx 90\%$ ), contratos que racionan sin precio y mercados incompletos (A6, marzo 6: ahí las externalidades pecuniarias rompen la eficiencia restringida, Dávila et al. 2012). Cuidado con el intruso habitual: la oferta de corto plazo casi vertical *amplifica* el movimiento de precios, pero por sí sola no rompe la eficiencia — es un dato tecnológico, no una fricción.

Scitovsky (1954); Greenwald y Stiglitz (1986); Dávila et al. (2012). Cifras: precios de contrato reportados, TrendForce vía prensa, feb-jun 2026; la barra abierta es proyección previa al cierre del trimestre.

## Tres preguntas que este episodio abre en tres bloques del curso

---

- (i) **Medición (este mazo):** ¿aparecerá en PERIC? El deflactor hedónico ajusta por calidad y llega con rezago; el precio de lista no es el deflactor.
- (ii) **Identificación (A4-A5):** el precio relativo del equipo revela choques *tecnológicos* a la inversión; aquí sube sin retroceso tecnológico: es demanda. ¿Qué supuesto se rompe?
- (iii) **Distribución (B1):** cómputo más caro para las demás empresas; México importa su memoria: choque de términos de intercambio a su deflactor de inversión.

La respuesta a (i) se ve en la lámina siguiente (índices encadenados y precios hedónicos); (ii) y (iii) quedan sembradas para más adelante. Clave de las etiquetas, que se usan en todo el curso: A1-A6 son los mazos 1-6 y B1-B2 los mazos 7-8; así, A4-A5 = semanas 7-10, A6 = semana 11 y B1 = semanas 13-14.

## El PIB real es un índice encadenado, no una suma de cantidades

Cuando los precios relativos cambian tanto (equipo  $\div 41$ ), la base fija sobreestima el crecimiento (sesgo de sustitución). La BEA promedia con Paasche vía el **índice de Fisher encadenado**:

$$L_t = \frac{\sum_i p_{i,t-1} q_{i,t}}{\sum_i p_{i,t-1} q_{i,t-1}}, \quad P_t = \frac{\sum_i p_{i,t} q_{i,t}}{\sum_i p_{i,t} q_{i,t-1}}$$

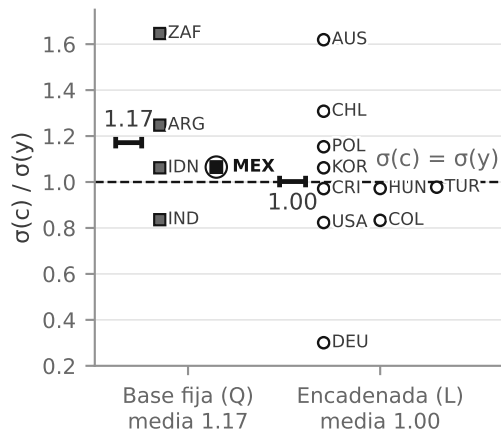
$$F_t = \sqrt{L_t P_t}, \quad \text{PIB real}_t = \text{PIB real}_{t-1} \times F_t$$

### No aditividad del índice encadenado

Las series encadenadas **no son aditivas**: los componentes reales no suman el PIB real (la BEA publica contribuciones al crecimiento).

### Python (puremacro) — Índices encadenados en puremacro

```
# PRICE_BASE='L' (encadenado) vs 'Q' (base fija)
qna = fetch.fetch_qna_expenditure(...)
```



Un punto por país; comparen las dos medias de grupo, no los países sueltos.

(Whelan 2002; Landefeld, Seskin y Fraumeni 2008) | OCDE QNA; la ventana común 2004-2019 es la que hace comparables las cifras.

# Precios hedónicos: comparar computadoras que ya no existen

---

## Regresión Hedónica (BEA y BLS)

¿Cómo comparar precios cuando los bienes cambian año con año? Se valoran las **características**, no el bien:

$$\ln p_i = \beta_0 + \sum_k \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i$$

donde  $x_{ik}$  son atributos observables (cómputo, memoria, eficiencia energética). Los  $\beta_k$  son precios implícitos; el precio **ajustado por calidad** surge tras mantenerlos constantes.

## Implicaciones para la Inversión y la IA

- Una computadora que cueste lo mismo y rinde el doble es una **caída real de precio**: sin ajuste hedónico, el desplome del PERIC sería invisible.
- **El reto de los intangibles**: A mayor intangibilidad del capital (algoritmos, modelos de IA, datos masivos), menos atributos medibles hay para valorar.
- El error de medición se recrudece justo donde la frontera tecnológica avanza más rápido.

(Griliches 1961; Pakes 2003; Byrne, Fernald y Reinsdorf 2016)

## Largo plazo y corto plazo

---

Para distinguir lo que es corto plazo de largo plazo vamos a emplear filtros estadísticos, que cobran particular importancia en la caracterización neoclásica de los ciclos económicos:

- El filtro de Hodrick y Prescott (HP), que se usa con mucha frecuencia en macroeconomía
- El filtro de Hamilton (HAM), que surge como crítica al filtro HP, con el argumento de que este genera correlaciones inexistentes

## El filtro de Hodrick y Prescott

---

El filtro HP permite obtener componentes cíclicos  $y_t^c$  y de tendencia  $y_t^\tau$  resolviendo el problema

$$\min_{y_t^\tau} \sum_{t=1}^T (y_t - y_t^\tau)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(y_{t+1}^\tau - y_t^\tau) - (y_t^\tau - y_{t-1}^\tau)]^2$$

donde  $\lambda$  es un parámetro que sirve para seleccionar lo que es corto o largo plazo

- Es óptimo para series cuya tendencia sigue un proceso estocástico  $I(2)$  suave (con  $\Delta^2 \tau_t$  ruido blanco), con un ciclo que sea **ruido blanco** i.i.d. normal —no basta con que sea estacionario— y cuando se usa en un contexto histórico, no predictivo
- Las dos principales críticas son que altera las propiedades dinámicas del verdadero proceso generador de datos (PGD) y que los investigadores eligen valores de  $\lambda$  demasiado elevados

## El filtro HP tiene solución cerrada

---

En su forma matricial podemos escribir el problema como:

$$\min_{\mathbf{y}^\tau} \|\mathbf{y} - \mathbf{y}^\tau\|_2^2 + \lambda \|D \mathbf{y}^\tau\|_2^2,$$

donde  $D$  es el operador de segunda diferencia:

$$D = \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 & & & \\ & 1 & -2 & 1 & & \\ & & \ddots & \ddots & \ddots & \\ & & & 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^{(T-2) \times T}.$$

La condición de primer orden lleva directamente a la solución cerrada

$$\mathbf{y}^\tau = (I_T + \lambda D^\top D)^{-1} \mathbf{y}, \quad \mathbf{y}^c = \mathbf{y} - \mathbf{y}^\tau,$$

que es exactamente lo que implementa `data.hp_filter`.

**Reglas prácticas para  $\lambda$**  (series en niveles/log-niveles):

$$\lambda_{\text{anual}} \approx 6.25, \quad \lambda_{\text{trimestral}} = 1600, \quad \lambda_{\text{mensual}} = 129,600.$$

## El filtro de Hamilton

---

**Hamilton (2018)** propone un filtro estadístico alternativo que no está sujeto a las críticas al filtro HP y resulta en una regresión predictiva

$$y_{t+h} = \beta_0 + \sum_{s=1}^p \beta_s y_{t-s+1} + u_{t+h}$$

donde recomienda  $p = 4$  y  $h = 8$  para datos trimestrales. En forma matricial basta con apilar las observaciones en  $\mathbf{z} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u}$  y estimar  $\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}^\top \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^\top \mathbf{z}$  por MCO. Reglas prácticas: trimestral  $(h, p) = (8, 4)$ ; mensual  $(24, 12)$ ; anual  $(2, 1)$  — la regla general es  $h = 2$  años y  $p = 1$  año de rezagos en la frecuencia de los datos.

¿Cambian las propiedades estadísticas del ciclo económico según el filtro que usemos? Esa pregunta no la responderá la teoría: la responderán ustedes en el ejercicio de laboratorio.

## El ciclo de Hamilton es el error de predicción a $h$ periodos

---

**Idea central.** En vez de “suavizar”, extraemos el *componente cíclico* como la parte no predecible de  $y_t$  usando solo información disponible en tiempo real:

$$\underbrace{\hat{y}_{t|t-h}}_{\text{tendencia (predecible)}} = \mathbb{E}[y_t \mid y_{t-h}, y_{t-h-1}, \dots, y_{t-h-p+1}], \quad \hat{c}_t = y_t - \hat{y}_{t|t-h}.$$

**Algoritmo (trimestral típico:  $h=8, p=4$ ):**

1. Para  $t = p, \dots, T - h$ , define  $z_t \equiv y_{t+h}$  y los regresores  $X_t \equiv [1, y_t, y_{t-1}, \dots, y_{t-p+1}]$ .
2. Estima por MCO:  $z_t = \beta_0 + \beta_1 y_t + \dots + \beta_p y_{t-p+1} + u_t$ .
3. Para  $t = p+h, \dots, T$  predice con información hasta  $t-h$ :

$$\hat{y}_{t|t-h} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 y_{t-h} + \dots + \hat{\beta}_p y_{t-h-p+1}.$$

4. **Ciclo:**  $\hat{c}_t = y_t - \hat{y}_{t|t-h}$ ; **Tendencia:**  $\hat{y}_t^T = \hat{y}_{t|t-h}$ .

**Ventajas clave:** unilateral (sin sesgo de punto final), no requiere  $\lambda$  (aunque sí fijar  $h$  y  $p$ ) y, bajo supuestos generales, produce  $\hat{c}_t$  estacionario.

## Ejercicio en vivo: HP vs Hamilton y el sesgo de punto final

1. Bajen GDPC1, filtren con HP ( $\lambda = 1600$ ) y Hamilton ( $h = 8, p = 4$ ); comparen  $\sigma$  y comovimiento de ambos ciclos.
2. Trunquen la muestra en 2019Q4: el ciclo HP se mueve 1.3 pp (filtro bilateral); el de Hamilton, apenas 0.42 pp de máximo sobre 2014–2019 (unilateral).
3. **Extensión México:** Repitan con la QNA de la OCDE ( $\sim 2\times$  más volátil). En economías emergentes los choques de tendencia dominan: *“the cycle is the trend”* (Aguiar y Gopinath 2007).

### Python (puremacro) — Filtros HP y Hamilton en puremacro

```
import numpy as np, pandas as pd
from puremacro import fetch, data, cycles

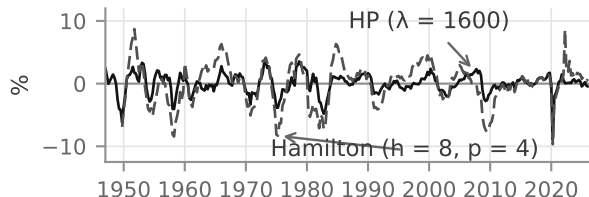
y = 100*np.log(fetch.fetch_fred('GDPC1'))
c_hp, t_hp = data.hp_filter(y, 1600)
c_ham, t_ham = cycles.hamilton_filter(y, h=8, p=4)

# Cache de Mexico en data_curso/:
qna = pd.read_csv('data_curso/oecd_qna_kaldor.csv',
                  parse_dates=['date'])
pib = qna.loc[(qna['code']=='MEX') &
              (qna['variable']=='log_gdp_real')]
y_mx = 100*pib.set_index('date')['value'].sort_index()
```

(Hamilton 2018; Hodrick y Prescott 1997; Aguiar y Gopinath 2007) | Laboratorio interactivo: T01\_A\_business\_cycle\_facts §3.

# HP y Hamilton no cuentan la misma historia en 2019

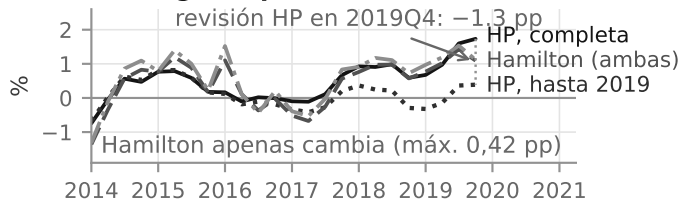
## A. Ciclo del PIB real de EUA, 1947-hoy



### La elección del filtro decide el ciclo

En diciembre de 2019, ¿cuál de los dos ciclos habrían querido conocer? El filtro de Hamilton también distorsiona: amplifica los ciclos de frecuencia media, y  $(h, p)$  son parámetros de sintonía tan discrecionales como  $\lambda$  (Schüler 2018; Hodrick 2020). **No hay filtro gratis:** la elección del método depende de la pregunta de investigación.

## B. Sesgo de punto final del HP, 2014-2019



PIB real de EUA (GDPC1, BEA vía FRED); filtros y sesgo de punto final en T01\_A\_business\_cycle\_facts §3 y §5.

## Los hechos de Kaldor ordenan el largo plazo; el labor share y la PTF son los que se están rompiendo

---

- Los hechos estilizados de Kaldor, dentro y fuera de EUA
- Estimación del capital instalado: los métodos de Hall y de Kehoe
- El labor share y la productividad total de los factores
- Cierre: laboratorio (30–45 min) — labor share con EU-KLEMS y mini-proyecto de capital para México

# Hechos estilizados de Kaldor (1961)

---

## 1. Crecimiento sostenido

El PIB real por habitante crece a una tasa aproximadamente constante a largo plazo.

## 2. Ratios de gasto estables

Las razones de consumo e inversión respecto del PIB ( $C/Y$  e  $I/Y$ ) son aproximadamente constantes.

## 3. Labor share constante (quiebre)

El **labor share** ( $1 - \alpha \approx \text{const}$ ) se mantuvo estable casi un siglo; se quiebra desde  $\sim 2000$ .

## 4. Capital-producto estable

La razón de capital instalado respecto del PIB ( $K/Y$ ) es estable en el acervo a coste corriente (BEA).

**Lección de fondo:** Los hechos de Kaldor son propiedades de una **senda de crecimiento balanceado**, no leyes universales invariantes en cualquier muestra o país.

## ¿Sobreviven los hechos de Kaldor fuera de EUA?

### Dinámica de transición vs. BGP

$C/Y$  e  $I/Y$  para México, EUA y Corea desde 1995: Corea exhibe  $I/Y$  alta y decreciente (transición); México, baja y volátil. **Los hechos de Kaldor son hechos de senda balanceada, no leyes.**

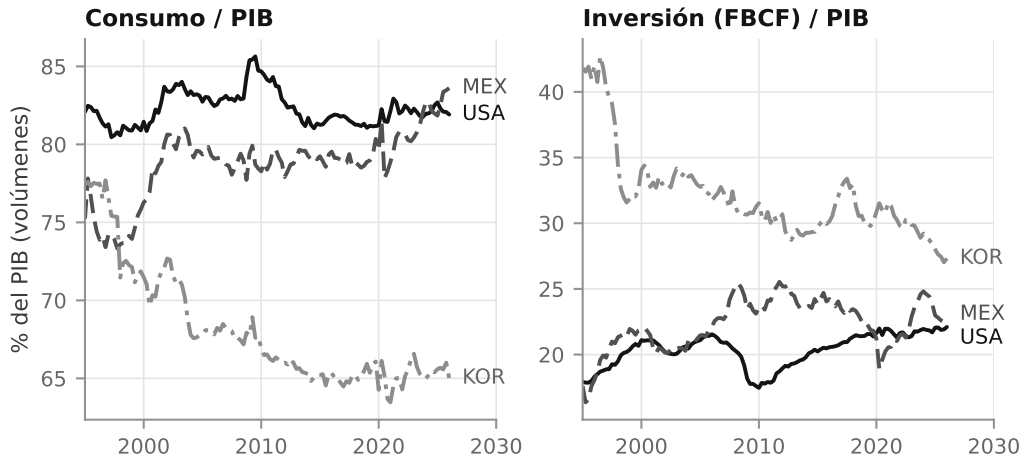
### Precios relativos y medición

**Segunda capa:** la  $I/Y$  nominal de EUA es aproximadamente constante, mientras que la razón *real* crece; solo se reconcilian si el precio relativo de la inversión cae (caída del precio relativo del equipo).

### Python (puremacro) — Extracción OECD QNA

```
import pandas as pd
from puremacro import fetch
# fetch_qna_expenditure DEJA FUERA a MEX
# (filtra PRICE_BASE='L'; MEX va en 'Q'):
qna = pd.read_csv(
    'data_curso/oecd_qna_kaldor.csv',
    parse_dates=['date'])
# razones REALES: filtrar variable y exp()
# razones NOMINALES:
nom = fetch.sdmx_get(provider='oecd',
    dataflow='OECD.SDD.NAD,'
    'DSD_NAMAIN1@DF_QNA_'
    'EXPENDITURE_NATIO_CURR',
    ...) # PRICE_BASE='V'
```

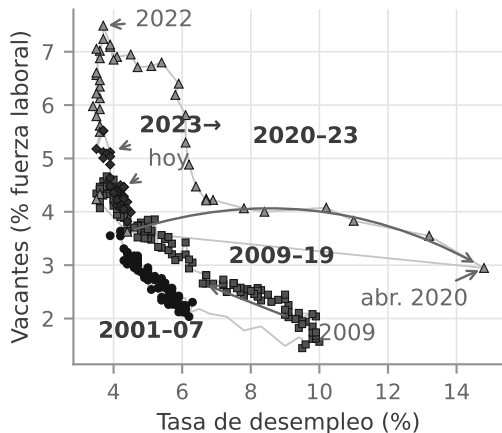
## Corea y México cuentan transición y volatilidad, no senda balanceada



¿Qué cuenta cada trayectoria: senda balanceada o dinámica de transición?

OCDE QNA (SDMX); participaciones reales como exponencial de la diferencia de logaritmos; consumo = P3 total; los volúmenes de México van a precios de 2018 (base fija, sin PRICE\_BASE='L').

# Vacantes y desempleo se mueven en contra: la curva de Beveridge



Cada nube es un episodio; sigan el orden temporal de las etiquetas.

(Beveridge 1944; Blanchard y Diamond 1989) | BLS vía FRED (JTSJOL, CLF16OV, UNRATE). | Laboratorio: T01\_A\_business\_cycle\_facts §5.

## Búsqueda y emparejamiento

Kaldor omite el mercado laboral; este hecho estilizado lo complementa: la tasa de vacantes ( $v$ ) y de desempleo ( $u$ ) se mueven en direcciones opuestas a lo largo del ciclo económico.

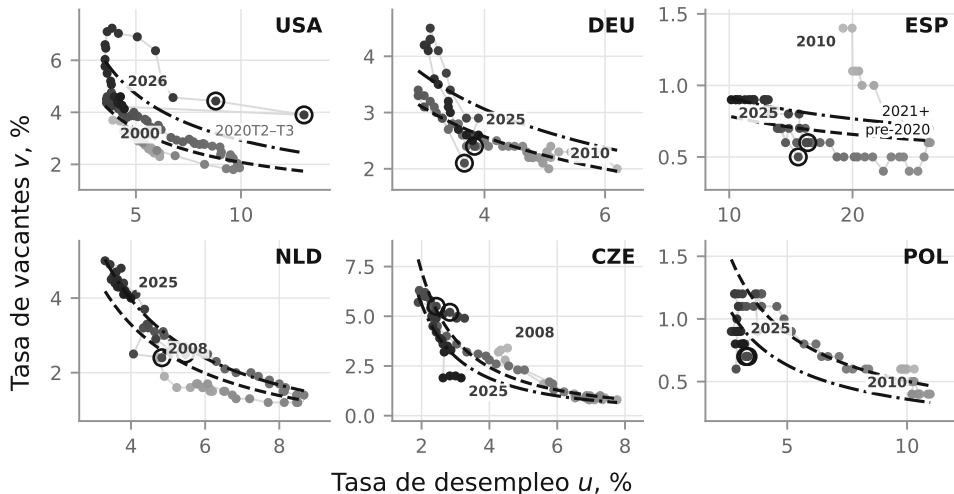
## Desplazamiento estructural

La curva completa se desplaza hacia afuera cuando cambia la eficiencia de emparejamiento entre trabajadores y puestos (2020-2023).

## Hoja de ruta del curso

**Volveremos a esta curva tres veces:** al medir flujos laborales, al formalizar búsqueda y emparejamiento (DMP), y al estudiar por qué el desempleo fluctúa tanto.

## La misma curva en seis economías — y en dos se desplaza al revés



Tono claro a oscuro = orden temporal; círculos = 2020Q2-Q3; curvas = ajuste pre-2020 y desplazamiento desde 2021, hacia adentro en Chequia y Polonia.

Eurostat (JVS y LFS) y JOLTS/FRED para EUA, trimestral. | Companion: T01\_B\_cross\_country\_facts §5.2.

# El ajuste del trabajo en el ciclo: descomposición en tres márgenes

Kaldor resumió el largo plazo sin desagregar el insumo laboral. En el ciclo, el producto se descompone en tres márgenes:

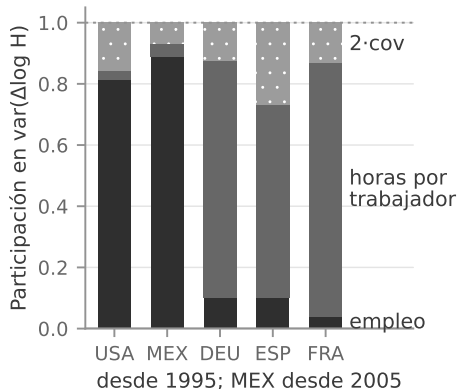
$$\Delta \log Y_t = \Delta \log \left( \frac{Y_t}{H_t} \right) + \Delta \log \left( \frac{H_t}{E_t} \right) + \Delta \log E_t$$

donde  $Y/H$  es productividad por hora,  $H/E$  margen **intensivo** y  $E$  margen **extensivo**.

Descomposición de varianza de horas totales:

$$\text{var}(\Delta \ln H) = \text{var}(\Delta \ln E) + \text{var}(\Delta \ln h) + 2 \text{cov}(\Delta \ln E, \Delta \ln h)$$

- **Gran Recesión (2008-09)**: ajuste dominado por el margen extensivo ( $\Delta \log E$ ); sesgo de composición en productividad media.
- **Crisis COVID-19 (2020Q2)**: desplome absorbido por el margen intensivo ( $\Delta \log(H/E)$ ) vía suspensiones.



## Laboratorio (Experimento 1)

Implementen la descomposición en T01\_A\_business\_cycle\_facts (§5.4). Comprueben la identidad exacta con FRED y OCDE: `_datos.gasto()` y `_datos.mercado_laboral()`.

## El consumo duradero es inversión

---

Los primeros dos hechos nos hacen plantearnos qué es una economía y cuál es la medida correcta de su actividad productiva. Nosotros vamos a destacar la observación de que el consumo duradero es inversión.

- Hay que descontar el consumo duradero del consumo privado total y añadirlo a la inversión, o tratar por separado al sector de los hogares
- Hay que imputar los servicios derivados del acervo de bienes duraderos que vamos acumulando
- Necesitamos desarrollar técnicas para obtener estimaciones de capital instalado

Con estas técnicas vamos a poder imputar el capital duradero y su rentabilidad a nuestra medida de economía.

## Estimación del capital instalado

---

- **Muestreo.** El Bureau of Economic Analysis de EUA produce estimaciones del acervo de capital de sus empresas, los bienes duraderos y su depreciación. La mayoría de los países no disponen de esa información
- **Método de Hall.** Requiere asumir la misma tasa de depreciación que la encontrada para EUA, pero su uso es preferible cuando se dispone de suficientes datos
- **Método de Kehoe.** Similar a Hall, pero no requiere series muy largas. Requiere datos de depreciación contable

## El método de Hall

---

Debemos estar dispuestos a asumir que el capital de cualquier país se deprecia físicamente de forma similar a largo plazo y que existe una **senda de crecimiento balanceado**, que se corresponde con el crecimiento geométrico de la inversión real

$$1 + g = \left( \frac{I_{t_2}}{I_{t_1}} \right)^{\frac{1}{t_2 - t_1}}$$

Conociendo  $\delta$ , sabemos que  $K_0 = \frac{I_1}{g + \delta}$  y, con la ley de evolución del capital,

$$K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + I_t$$

podemos reconstruir la serie de capital completa.

## El método de Kehoe

### Sistema no lineal de Kehoe (2002)

Busca  $(\delta, K_0)$  simultáneamente igualando promedios en senda balanceada sobre periodos  $[t_1, t_2]$ ,  $[t_3, t_4]$  y  $[t_5, t_6]$ :

$$\frac{1}{t_2 - t_1} \sum_{t=t_1+1}^{t_2} \frac{\delta K_{t-1}}{PIB_t} = \frac{1}{t_4 - t_3} \sum_{t=t_3+1}^{t_4} \frac{DEP_t}{PIB_t}$$

$$\frac{K_0}{PIB_1} = \frac{1}{t_6 - t_5} \sum_{t=t_5+1}^{t_6} \frac{K_{t-1}}{PIB_t}$$

Requiere información sobre el consumo de capital fijo contable ( $DEP_t$ ).

### Resolución numérica sin forma cerrada

Dos ecuaciones y dos incógnitas sin solución analítica:

- Se resuelve numéricamente con `scipy.optimize.fsolve`.
- En cada evaluación,  $K_t$  se regenera por inventario perpetuo:  $K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + I_t$ .
- Halla  $(\delta^*, K_0^*)$  que anula los dos residuos contables.

### Implementación en el curso

El cuaderno `T04_C_business_cycle_accounting` (§6.1) construye la senda de inventario perpetuo para México bajo seis reglas  $(K_0, \delta)$ ; calibrar  $(\delta, K_0)$  como aquí es su extensión natural.

# Mini-proyecto: el capital de México con el método de Hall

Construyan  $K_t$  por inventario perpetuo con la FBCF trimestral de la OCDE, con  $\delta \in \{0.04, 0.05, 0.06\}$  y  $K_0 = I_1/(g + \delta)$ ; validen  $K/Y$  contra Penn World Table.

## Acervo vs. Flujo (Conversión)

$\delta$  es anual y la FBCF es trimestral:

$$\delta_{\text{trim}} = 1 - (1 - \delta)^{1/4} \approx \delta/4$$

Usen el  $g$  trimestral en  $K_0$ , y comparen  $K/(4 \cdot Y_{\text{trim}})$  con el  $K/Y$  anual de PWT: el capital es un **acervo**, el PIB trimestral es un **flujo** ( $k/y \approx 9.4$ ).

**Entregable:** figura + párrafo. ¿Es  $K/Y$  constante? ¿Es más sensible a  $\delta$  o a  $K_0$ ?

(Hall y Jones 1999; Kehoe y Prescott 2002; Feenstra, Inklaar y Timmer 2015)

## Python (puremacro) — Inventario perpetuo

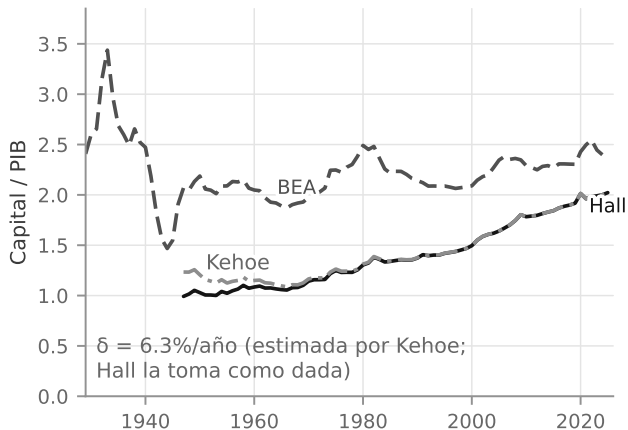
```
import numpy as np, pandas as pd
from puremacro import fetch
# formato largo; 'value' en log: exp()
qna = pd.read_csv(
    'data_curso/oecd_qna_kaldor.csv',
    parse_dates=['date'])
fbcf = qna.loc[(qna['code']=='MEX') &
    (qna['variable']=='log_gfcf_real')]
inv = np.exp(fbcf.set_index('date')
    ['value']).sort_index())
# validacion con PWT via FRED (anual):
k_pwt = fetch.fetch_fred('RKNANPMXA666NRUG')
y_pwt = fetch.fetch_fred('RGDPNAMXA666NRUG')
```

## Precaución: serie de México

Para México **no** usar `fetch_qna_expenditure` (filtra base 'L'; México publica en base fija 'Q'). Superposición MEX-PWT: 1995-2023.

## Hall y Kehoe se replican entre sí, pero su $K/Y$ se duplica: sólo la BEA es estable

**No dice lo que uno esperaría:** la BEA sí es plana —entre 1.9 y 2.6 en ochenta años—, pero las dos reconstrucciones **crecen de forma monótona** y se duplican, de  $\approx 1.0$  en 1947 a  $\approx 2.0$  en 2024. En 1947 están a un factor de dos de la BEA.



## ¿Por qué se separan? No es la base de precios: es la condición inicial

---

Es cierto que  $K^{\text{nom}}/Y^{\text{nom}} = (P_K/P_Y) \cdot K^{\text{real}}/Y^{\text{real}}$ , así que un precio relativo del capital con tendencia sí separa las dos series; pero eso explica un **desnivel que se abre**, no que la reconstrucción *arranque* en la mitad.

El sospechoso principal es la **condición inicial**.  $K_0 = I_1/(g + \delta)$  supone que la economía ya estaba en su senda balanceada en 1947; en volúmenes encadenados —donde la inversión real crece más rápido que el PIB porque el equipo se abarata— ese  $K_0$  queda demasiado bajo, y el inventario perpetuo tarda décadas en olvidar el error.

**Lo que se llevan:** el cuarto hecho de Kaldor aguanta en el acervo medido a coste corriente, y **no** en cualquier reconstrucción hecha en casa. Antes de invocar un hecho estilizado, pregunten con qué serie se midió.

## Del dato al modelo: hay que decidir dónde va cada partida

---

Esto nos permite discutir y transformar la estructura de los datos en función del modelo en mente. En el caso del ajuste del consumo de bienes duraderos...

$$C_t = CPT_t - CPD_t + q_t^{\text{dur}} K_{t-1}^{\text{dur}} \quad I_t = IP_t + CPD_t$$

... pero también hay que decidir qué hacer con el gobierno y con el sector exterior: ¿cómo llevar un modelo de economía cerrada a los datos de la contabilidad nacional?

- La balanza comercial hay que imputarla o ignorarla; aquí la mandamos a la inversión:  $I_t = IP_t + CPD_t + XN_t$
- Y hay que decidir sobre  $G$ : tomamos la **economía privada**, es decir, la restamos del producto —es la convención de la Tarea 1—; repartirla entre consumo e inversión públicos es la otra opción

Tras esas decisiones la contabilidad por el lado del gasto cierra como

$$C_t + I_t = Y_t, \quad Y_t \equiv PIB_t - G_t + q_t^{\text{dur}} K_{t-1}^{\text{dur}}$$

$Y_t$  ya no es el PIB de las NIPA: lleva dentro los servicios imputados de los duraderos, que se suman por los dos lados de la identidad. Ojo con el subíndice: aquí “dur” es *duradero*; el  $K_{dt-1}$  del mazo siguiente es el capital **demandado** por la empresa.

## El labor share es aproximadamente constante

---

Un parámetro importante en la tecnología de producción que típicamente escribimos como  $Y_t = A_t K_{t-1}^\alpha L_t^{1-\alpha}$  es el peso del trabajo en ella, conocido como **labor share**. Típicamente lo estimamos de dos formas, bajo el supuesto de que los mercados son competitivos y las empresas, precio-aceptantes

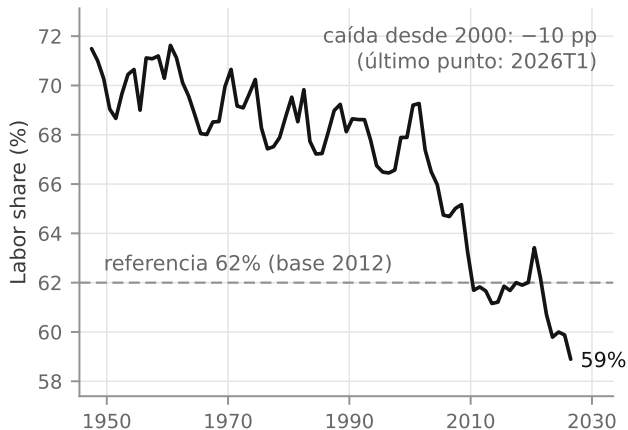
- Como el cociente de la remuneración a asalariados respecto del PIB

$$1 - \alpha = \frac{WL_t}{PIB_t}$$

- Descontando del PIB el **proprietors' income** o renta ambigua, que suele ser importante en los países más pobres por la prevalencia de la informalidad, el autoempleo y las explotaciones agrícolas de autosubsistencia

$$1 - \alpha = \frac{WL_t}{PIB_t - PI_t}$$

## El labor share de EUA fue casi constante — hasta ~2000



**Pregunta:** ¿dónde ubican el quiebre? ¿Sobrevive el hecho 3 de Kaldor a los últimos 25 años — y qué pasaría con la medición si la renta ambigua creciera?

BLS (PRS85006173) vía FRED, anual, reexpresado en % con ancla del 62 % en 2012; el eje no arranca en cero, para que el movimiento de los últimos 25 años sea legible.

## ¿Sigue vivo el hecho 3? Médanlo ustedes con EU-KLEMS

Carguen el extracto de EU-KLEMS 2023 del curso y grafiquen la serie *en bruto comp\_total/va* (1995-2020):

### Python (puremacro) — EU-KLEMS 2023 (Panel)

```
import pandas as pd
# columns: code, year, comp_total,
# va, labor_share (6 paises, TOT)
ls = pd.read_csv(
    'data_curso/klems_labor_share.csv')
W = ls.pivot(index='year',
              columns='code',
              values='labor_share')
```

### Dos cautelas de medición

- 1. El año inicial manda:** No es lo mismo medir desde 1995 que desde el pico de 2000; la conclusión sobre si sube o cae depende de la ventana muestral.
- 2. Ruptura estructural en EUA:** Entre 1996 y 1997, *comp\_total* salta 20 % contra 6 % del valor agregado. La “subida” 1995-2020 de EUA es un artefacto contable, no un movimiento económico real.

(Karabarbounis y Neiman 2014; Gollin 2002; Elsby, Hobijn y Şahin 2013) | Cuaderno: T01\_B\_cross\_country\_facts §3.

## Qué trae el extracto, qué no, y hasta dónde llega el ejercicio

---

- El extracto preprocesado (`klems_labor_share.csv`, seis economías, 1995-2020) es lo que se distribuye: `klems.load_klems_panel` lee el árbol completo de EU-KLEMS en `data/raw/euklems` (tres archivos CSV descargados por separado), quedando como extensión fuera de clase
- El ajuste por autoempleo de Gollin se discute conceptualmente con la fórmula del *Adjustment-2*; `gollin_adjusted_ls` exige columnas SNA que KLEMS no produce (pueden construirse vía `fetch.sdmx_get`)
- Extensión, con el principio CTEI puesto a trabajar: si el equipo barato es **complementario de la calificación**, la caída de la participación del trabajo y el alza de la prima por calificación son dos caras del mismo abaratamiento; `korv_gmm.fit_korv_pooled` estima las elasticidades que separan ambas caras

(Gollin 2002; Krusell, Ohanian, Ríos-Rull y Violante 2000; Rognlie 2015; Koh, Santaèulàlia-Llopis y Zheng 2020)

## Complementariedad con el capital: equipo e intangibles

---

Al estimar la función de producción que distingue el trabajo calificado y no calificado (como en KORV 2000), ¿qué ocurre si descomponemos el capital en **equipo** e **intangible** (software, I+D, modelos algorítmicos)?

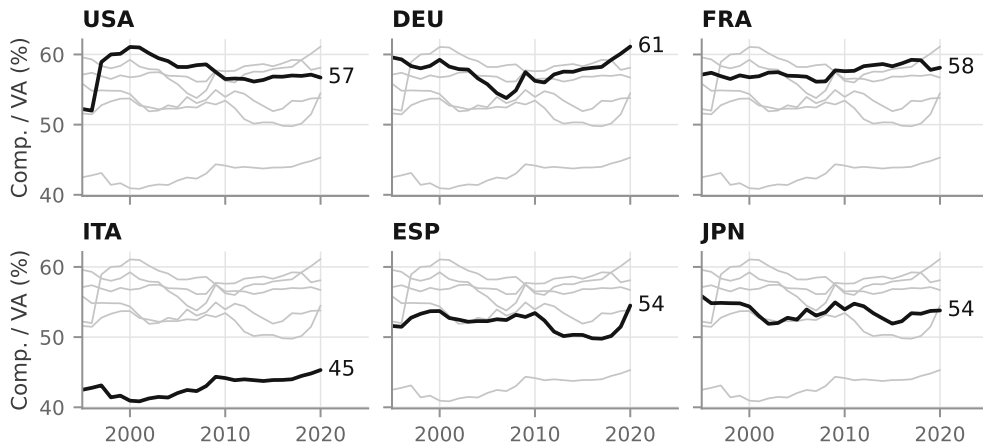
Nuestro trabajo de estimación de la elasticidad de sustitución revela que:

- El trabajo calificado exhibe una fuerte **complementariedad** no solo con el capital equipo tradicional, sino que esta sinergia es aún más pronunciada con el capital intangible
- El trabajo no calificado es altamente **sustituible** tanto por capital equipo como por la nueva ola de capital intangible y automatización
- Gran parte de la caída secular del *labor share* y el aumento de la prima salarial (inequidad) no se entienden sin el papel dual de los intangibles

**Corolario:** El abaratamiento secular del equipo y la explosión del software sesgan estructuralmente la demanda laboral. La tecnología no es neutral.

(Estimaciones propias sobre la elasticidad de sustitución de KORV con capital intangible)

## Con estos seis países la caída no se ve — y eso ya es una lección de medición



**Cómo leer la figura — y por qué no muestra la caída:** en el extracto crudo `comp_total/va` de estas seis economías avanzadas, 1995-2020, la serie *sube* en cinco (EUA 52 → 57, DEU 60 → 61, FRA 57 → 58, ESP 52 → 54, ITA 43 → 45) y solo baja en Japón (56 → 54). En cada panel el país nombrado va en tinta y los otros cinco en gris.

EU-KLEMS 2023, serie cruda sin ajuste por autoempleo (Gollin); en 2020 Alemania, Italia y España marcan su máximo.

## El signo del hecho 3 depende de con qué se mida

---

- **Ojo con EUA:** ese  $52 \rightarrow 57$  no es un movimiento económico sino la ruptura de la serie fuente entre 1996 y 1997 —comp\_total salta 6.9 puntos de un año al siguiente—; medida desde su máximo de 2000, EUA sí cae ( $61 \rightarrow 57$ ) y es el único de los seis donde la caída sostenida se ve
- **Lo que sí está ahí:** el mensaje de la figura no es una caída global, sino dos cosas que sí están: niveles muy distintos —casi 16 puntos entre Italia y Alemania en 2020— y trayectorias que no van todas en la misma dirección
- **La lección de medición del título:** el signo del hecho 3 depende del numerador, del denominador, del sector y de la ventana

Verificado sobre `data_curso/klems_labor_share.csv`, que es exactamente lo que dibuja la figura anterior. El choque con Karabarbounis-Neiman es deliberado: se resuelve en la lámina siguiente.

# Si el hecho 3 se rompe, ¿por qué mecanismo? Tres respuestas

---

**Antes de comparar:** Karabarbounis y Neiman (KN) miden el sector *corporativo*, ajustado por ingreso mixto y autoempleo (Gollin), en decenas de países desde 1970. La consigna de EU-KLEMS sirve para contrastar esto en primera persona.

## 1. Mecanismo Real (KN 2014)

Atribuyen  $\approx 50\%$  de la caída al desplome del precio de inversión, con  $\sigma_{KL} > 1$ .

**Principio CTEI:** la IA abarata el capital algorítmico acelerando este proceso histórico.

## 2. Mecanismo Contable (Rognlie / Koh)

**Rognlie (2015):** la caída neta desaparece fuera del sector vivienda.

**Koh et al. (2020):** en EUA la caída surge de capitalizar propiedad intelectual en NIPA.

## 3. Reasignación: Superestrellas

**Autor et al. (2020):** alternativa de equilibrio de mercado (no contable).

- Desplazamiento de cuota de mercado hacia empresas “superestrella” con altos márgenes y bajo *labor share*.
- No cambia la tecnología de cada empresa; cambia el peso de cada empresa en el agregado.

(Karabarbounis y Neiman 2014; Rognlie 2015; Koh, Santaeuil·lia-Llopis y Zheng 2020; Autor et al. 2020)

## Productividad total de los factores

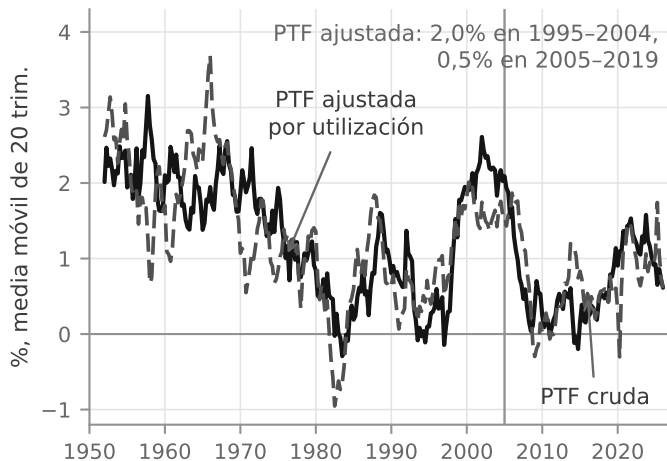
---

Hemos mostrado que podemos obtener medidas de  $\alpha$ ,  $K_{t-1}$  y  $L_t$  usando datos de contabilidad nacional y del mercado laboral, lo que nos permite obtener  $A_t$  y añadir a los hechos estilizados que:

- El logaritmo de  $A_t$  crece a una tasa aproximadamente constante y representa dos tercios del crecimiento del ingreso real por habitante

El modelo neoclásico de crecimiento hace compatibles crecimientos constantes a largo plazo de la productividad y la población con crecimientos estables y similares del ingreso por habitante, el consumo y la inversión de un país. Por lo tanto, podemos calibrar el modelo neoclásico de crecimiento a cualquier país moderno.

## La PTF de EUA se desacelera desde ~2004, con o sin ajuste por utilización



La PTF de Fernald: la desaceleración post-2004 es el trasfondo de todo debate sobre la IA.

Fernald (2014), FRBSF quarterly\_tfp.xlsx: dtfp y dtfp\_util en media móvil de 20 trimestres.

## Debate de cierre: si la IA está en todas partes, ¿por qué no en $A_t$ ?

1. **Contabilidad mecánica:** ¿les convence el  $\approx 0.7\%$  acumulado en una década estimado por Acemoglu (2024)?
2. **Intangibles mal medidos:** si la inversión en IA es intangible mal capitalizada, ¿acaba en  $C$ , en  $I$  o en el residuo?
3. **Principio CTEI:** si la IA abarata capital y no es un shock  $A_t$  neutral, la huella sale antes en el **precio del equipo**, el labor share y la prima salarial.

### Python (puremacro) — PTF de Fernald (puremacro)

*Importar submódulo directamente:*

```
import pandas as pd
from puremacro.fetch import fernald
ptf = fernald.fetch() # tfp_ernald
# Contraste dtfp vs dtfp_util (FRBSF):
tfp = pd.read_excel(
    'https://www.frbsf.org/wp-content/'
    'uploads/quarterly_tfp.xlsx',
    sheet_name='quarterly', header=1)
```

### Paradoja de Solow (1987)

“Se ven computadoras (e IA) por todas partes excepto en las estadísticas de productividad”.

(Solow 1987; Fernald 2014; Brynjolfsson, Rock y Syverson 2021; Acemoglu 2024)