

Crecimiento Económico  
3er curso (2º Semestre)  
Grado en Economía  
Profesores: Fernando García-Belenguer  
Inmaculada Álvarez-Ayuso

**Tema III:**

**LA CONTABILIDAD DEL CRECIMIENTO**

Bibliografía recomendada: Weil, capítulos 7 y 10.

# **Tema III: La contabilidad del crecimiento**

- **3.1. La contabilidad del desarrollo**
- **3.2. El residuo de Solow y la contabilidad de crecimiento**
- **3.3. Determinantes de la Productividad Total de los Factores (PTF)**
- **3.4. Reasignación sectorial y la productividad total de los factores**

## **Tema III: La contabilidad del crecimiento**

En este tema veremos que el nivel de producción varía de unos países a otros no solo porque acumulan cantidades diferentes de factores de producción, si no también porque la eficacia con que los combinan para producir es decir, su productividad, varia de unos a otros.

Así pues, para explicar las diferencias de renta entre los países debemos estudiar la productividad, así como la acumulación de factores.

## Tema III: La contabilidad del crecimiento

En definitiva, se va a analizar la naturaleza de la productividad y como se mide, abordando las siguientes cuestiones:

- ¿Cuánto varía la productividad de unos países a otros?
- ¿En qué medida se deben las diferencias de renta per cápita entre los países a diferencias de productividad?
- ¿En qué medida varía el crecimiento de la productividad de unos países a otros?
- ¿Qué parte de las diferencias entre las tasas de crecimiento de los países se debe a las diferencias de crecimiento de la productividad y que parte a las diferencias de acumulación de factores?



## Tema III: La contabilidad del crecimiento

Para responder a estas preguntas, utilizamos dos técnicas, llamadas **contabilidad del desarrollo** y **contabilidad del crecimiento**.

# Tema III: La contabilidad del crecimiento

FIGURE 7.2

## Inferring Productivity from Data on Output and Factor Accumulation

(a) The countries have equal factor accumulation, but Country 1 has higher output.

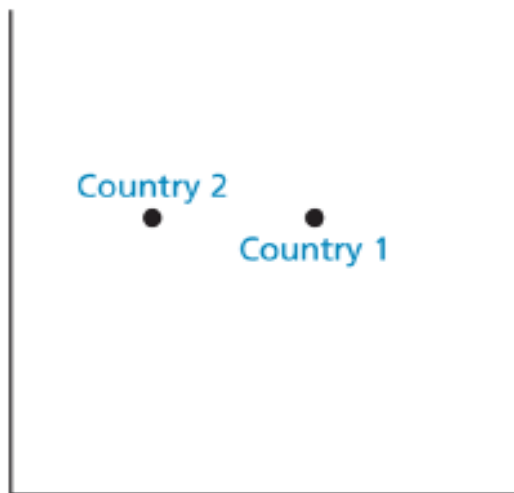
Output per worker



Factors of production per worker

(b) The countries have equal output, but Country 1 has higher factor accumulation.

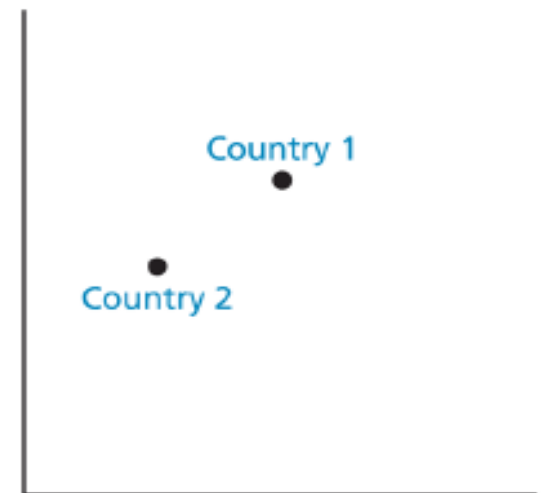
Output per worker



Factors of production per worker

(c) Country 1 has higher output and higher factor accumulation

Output per worker



Factors of production per worker

## Tema III: La contabilidad del crecimiento

### ¿Qué entendemos por productividad?

- La medimos como un Residuo → Lo que no podemos explicar
- Supongamos dos funciones de producción distintas:
  1.  $Y = AL$  (Simple) → Productividad:  $A = \frac{Y}{L}$
  2.  $Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$  → Productividad:  $A = \frac{Y}{K^\alpha L^{1-\alpha}}$
- Cuanto más completa es nuestra función, menos significativa debería ser nuestra medida de  $A$
- Pero...¿En qué unidades la medimos? → Usamos medidas relativas
  - Relativa a otros años
  - Relativa a otros países

# Tema III: La contabilidad del crecimiento

## Contabilidad de crecimiento vs. Contabilidad de desarrollo

- Contabilidad de crecimiento → Series temporales
  - Comparación entre distintos años
  - Obtenemos tasas de crecimiento de A
- Contabilidad de desarrollo → Sección cruzada
  - Comparación entre distintos países
  - Obtenemos productividades relativas



## 3.1 La contabilidad del desarrollo

Es posible averiguar que país tiene una mayor productividad, incluso cuando el nivel de producción así como la acumulación de factores son mayores en un país que en otro utilizando las funciones de producción.

Es decir, podremos observar cuantitativamente las diferencias de productividad entre los países. Con una medida cuantitativa de las diferencias de productividad, también podremos averiguar que parte de la diferencia de renta per cápita entre los países se debe a las diferencias de productividad y cual a la acumulación de factores de producción.

## 3.1 La contabilidad del desarrollo

Medición de las diferencias de productividad entre los países

Partimos de la función de producción:

$$Y = AK^\alpha (hL)^{1-\alpha}$$

Donde  $Y$  es la producción total,  $A$  es una medida de la productividad,  $K$  es la cantidad de capital físico,  $L$  es el número de trabajadores,  $h$  es la cantidad de capital humano por trabajador y  $\alpha$  es un número comprendido entre 0 y 1.

Dividiendo la función de producción por el empleo:

$$y = Ak^\alpha h^{1-\alpha}$$

## 3.1 La contabilidad del desarrollo

### Medición de las diferencias de productividad entre los países

Para comparar la productividad de dos países, podemos dividir ambas producciones:

$$\frac{Y_1}{Y_2} = \left( \frac{A_1}{A_2} \right) \left( \frac{k_1^\alpha h_1^{1-\alpha}}{k_2^\alpha h_2^{1-\alpha}} \right)$$

El cociente entre los niveles de renta es el producto del cociente entre los niveles de productividad y el cociente entre los niveles de acumulación de factores.

Por tanto, los niveles de producción pueden variar de unos países a otros debido a que tienen diferentes niveles de productividad, de acumulación de factores, o ambos.

## 3.1 La contabilidad del desarrollo

### Medición de las diferencias de productividad entre los países

Para medir las diferencias en productividad:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{\left( \frac{y_1}{y_2} \right)}{\left( \frac{k_1^\alpha h_1^{1-\alpha}}{k_2^\alpha h_2^{1-\alpha}} \right)}$$

Esta técnica para descomponer las diferencias de renta en la parte que se debe a diferencias de productividad y la parte que se debe a diferencias de acumulación de factores, se denomina **contabilidad del desarrollo**.

# 3.1 La contabilidad del desarrollo

## Medición de las diferencias de productividad entre los países

Ejemplo 1:

	Output per Worker, $y$	Physical Capital per Worker, $k$	Human Capital per Worker, $h$
Country 1	24	27	8
Country 2	1	1	1

- Si asumimos  $\alpha = 1/3$

- $$\frac{A_1}{A_2} = \frac{\left(\frac{24}{1}\right)}{\left(\frac{27^{1/3}8^{2/3}}{1^{1/3}1^{2/3}}\right)} = \frac{24}{\left(\frac{3 \times 4}{1}\right)} = 2$$

- La productividad del país 1 es el doble de la productividad del país 2.

# 3.1 La contabilidad del desarrollo

## Medición de las diferencias de productividad entre los países

### Ejemplo 2:

TABLE 7.2

Output, Factor Accumulation, and Productivity Relative to the United States, 1998

Country	Output per Worker, $y$	Physical Capital per Worker, $k$	Human Capital per Worker, $h$	Factors of Production, $k^{1/3}h^{2/3}$	Productivity, $A$
United States	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Canada	0.76	1.02	0.98	0.99	0.77
Japan	0.74	1.37	0.87	1.00	0.73
Finland	0.71	1.14	0.89	0.96	0.74
United Kingdom	0.70	0.80	0.82	0.81	0.87
South Korea	0.44	0.75	0.92	0.86	0.51
Mexico	0.32	0.36	0.74	0.58	0.55
Peru	0.20	0.24	0.77	0.52	0.39
India	0.086	0.047	0.55	0.24	0.35
Kenya	0.041	0.021	0.53	0.18	0.23
Tanzania	0.015	0.019	0.45	0.16	0.094

Sources: Output per worker: Heston, Summers, and Aten (2002); physical capital: Bernanke and Gürkaynak (2001); education: Barro and Lee (2000). The data set used here and in Section 7.3 is composed of 71 countries for which consistent data are available for 1960 and 1998.

- Existen diferencias sorprendentemente grandes entre los niveles de productividad,  $A$ , de los países.
- La tabla también recoge la existencia de diferencias en cuanto a puntos fuertes y débiles.

## 3.1 La contabilidad del desarrollo

### Medición de las diferencias de productividad entre los países

- Las grandes diferencias de productividad que mide este procedimiento son uno de los resultados más importantes que se han obtenido en el ámbito del crecimiento.
- ¿Estamos seguros de que las diferencias de productividad obtenidas mediante este procedimiento son correctas?

## 3.1 La contabilidad del desarrollo

### Medición de las diferencias de productividad entre los países

- Las diferencias probablemente se deban a problemas de medición de los factores de producción.
- Si subestimamos las medidas de capital es posible que estemos sobrestimando el papel de las diferencias de productividad.



## 3.1 La contabilidad del desarrollo

### Medición de las diferencias de productividad entre los países

- ¿Qué importancia tienen estos problemas de medición de los factores de producción y los consiguientes problemas de medición de la productividad?
- Las diferencias de productividad entre los países son muy grandes.

## 3.2 El residuo de Solow y la contabilidad de crecimiento

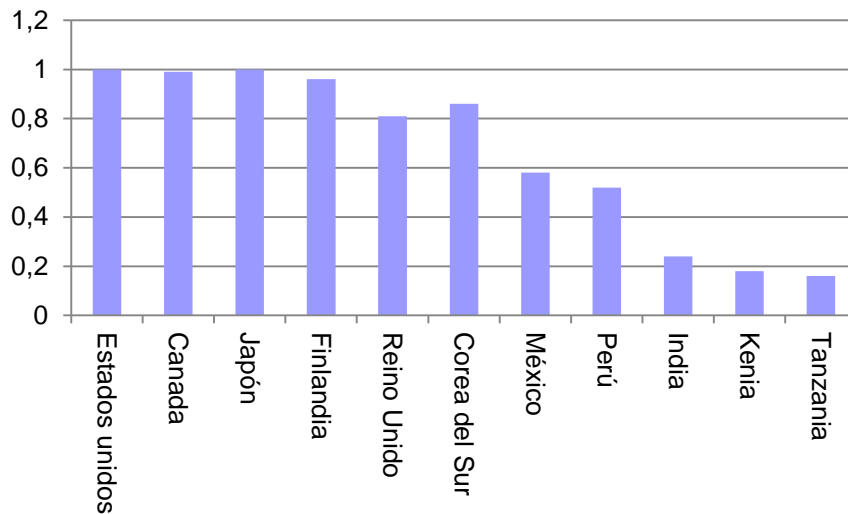
### La contribución de la productividad a las diferencias de renta entre los países

- Una vez que hemos obtenido una medida de la productividad de los diferentes países, podemos preguntarnos cuanto contribuyen las diferencias de productividad a las diferencias en renta y que papel desempeñan las diferencias de acumulación de factores.

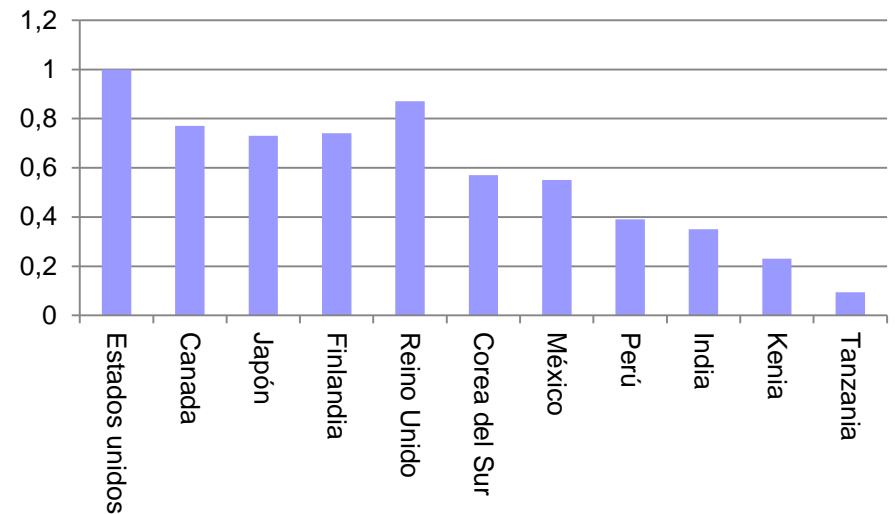
## 3.2 El residuo de Solow y la contabilidad de crecimiento

La contribución de la productividad a las diferencias de renta entre los países

Factores de producción por trabajador en relación con los Estados Unidos



Productividad en relación con los Estados Unidos



- Ambos gráficos muestran la acumulación de factores y la productividad en relación con EEUU, ordenando los países de ricos a pobres desde el punto de vista de la renta per cápita.
- Los países más ricos son los que acumulan más factores de producción.
- En el caso de la productividad observamos que los países más ricos presentan un mayor porcentaje respecto de EEUU.

## 3.2 El residuo de Solow y la contabilidad de crecimiento

La contribución de la productividad a las diferencias de renta entre los países

- Lo que más nos llama la atención en ambos gráficos es su similitud.
- Cuando observamos el grupo de países comenzando por los pobres y acabando por los ricos, los niveles de acumulación de factores y de productividad parece que aumentan aproximadamente a la misma tasa.
- Si los observamos detenidamente podemos ver que las diferencias de factores de producción entre los países más ricos y los más pobres son mayores que las diferencias de productividad entre los dos grupos.

## 3.2 El residuo de Solow y la contabilidad de crecimiento

Diferencias entre las tasas de crecimiento de la productividad de los países

- A continuación, veremos como crece la renta de los países con el paso del tiempo, investigando la importancia relativa de la productividad y de la acumulación de factores.
- Concretamente, veremos que parte del crecimiento de la renta de un país se debe al crecimiento de la productividad y cual al crecimiento de la cantidad de factores de producción, basándonos en una técnica llamada **contabilidad de crecimiento**.

## 3.2 El residuo de Solow y la contabilidad de crecimiento

### Contabilidad de crecimiento

- Solow 1957
- Periodo: USA 1909-1949
- Medida del cambio de la productividad
- ¿Qué parte del crecimiento es debida a  $A$ ?
- ¿Qué parte del crecimiento es debida a la acumulación de factores?
- Supuesto: Función de producción neoclásica:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$$

## 3.2 El residuo de Solow y la contabilidad de crecimiento

### Contabilidad de Crecimiento: Metodología

- Tomamos logs en  $Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$  y derivamos c.r. a  $t$

$$\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} = \frac{\dot{A}_t}{A_t} + \alpha \frac{\dot{K}_t}{K_t} + (1 - \alpha) \frac{\dot{L}_t}{L_t}$$

- Despejando obtenemos la ecuación básica del residuo de Solow:

$$\frac{\dot{A}_t}{A_t} = \frac{\dot{Y}_t}{Y_t} - \alpha \frac{\dot{K}_t}{K_t} - (1 - \alpha) \frac{\dot{L}_t}{L_t}$$

- ¿Qué es  $\frac{\dot{A}_t}{A_t}$ ?
  - Residuo de Solow o Productividad Total de los Factores (PTF)
  - Todo el crecimiento de  $Y$  que no explican  $K$  ni  $L$

## 3.2 El residuo de Solow y la contabilidad de crecimiento

### Contabilidad de Crecimiento: Resultados

- Para calcular las tasas de crecimiento de  $Y$ ,  $K$  y  $L$  utilizo las Cuentas Nacionales
- Las tasas de crecimiento pueden ser anuales, quinquenales...
- Los resultados de Solow fueron:
  - $1/8$  del crecimiento de  $Y$  es debido a el ratio  $K/L$
  - El resto ( $7/8$ ) es debido al crecimiento de  $A$
- ¡Explicamos muy poco!
- $A \rightarrow$  Medida de nuestra ignorancia



## 3.3 Determinantes de la Productividad Total de los Factores (PTF)

¿Qué representa  $A$ ?

Todo lo que afecta a  $Y$  y no está recogido en  $K$  y  $L$ :

1. Mala especificación de la función de producción: Por ejemplo; Externalidades

$$Y_t = A_t(h_t^e)^\gamma K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$$

2. Problemas en los datos de las Cuentas Nacionales:

- Sobre(infra)estimación del PIB/stock de capital:

Mala contabilización/Actividades en internet

3. Ajuste por la calidad de los factores de producción

- Capital físico  $\rightarrow Y_t = A_t(B_t K_t)^\alpha L_t^{1-\alpha}$

- Trabajo  $\rightarrow$  Capital humano:  $Y_t = A_t K_t^\alpha (h_t L_t)^{1-\alpha}$

### 3.3 Determinantes de la Productividad Total de los Factores (PTF)

#### Progreso tecnológico incorporado en el capital

- Ejemplo: Equipos informáticos
  - Precio de un ordenador en 1985 → ¿1000 Euros?
  - Precio de un ordenador en 2015 → ¿1000 Euros?
  - ¡Pero hoy son muchísimo más potentes!
- El precio de 1MB de memoria RAM/1GHz se ha reducido enormemente
- Pero las Cuentas Nacionales no han corregido sus medidas de FBCF
- Medida de  $K$  está infravalorada → Ajuste:  $q_t$

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

## 3.3 Determinantes de la Productividad Total de los Factores (PTF)

¿Qué representa A?(II)

### 4. Factores sociales/económicos/culturales

#### 4.1. Efecto positivo en la PTF

- Movimientos intersectoriales de la fuerza laboral  
Sector 1<sup>ario</sup> ↔ 2<sup>ario</sup> / Construcción-turismo
- Políticas económicas liberalizadoras (eficiencia/competencia)  
Ejemplos: Hunosa/Ford
- Cambios en los hábitos de consumo:  
Comercio local vs. grandes superficies
- ¿Gasto Público? (Justicia, Defensa, Admon. Eficiente, Regulación adecuada...)

## 3.3 Determinantes de la Productividad Total de los Factores (PTF)

¿Qué representa  $A$ ? (III)

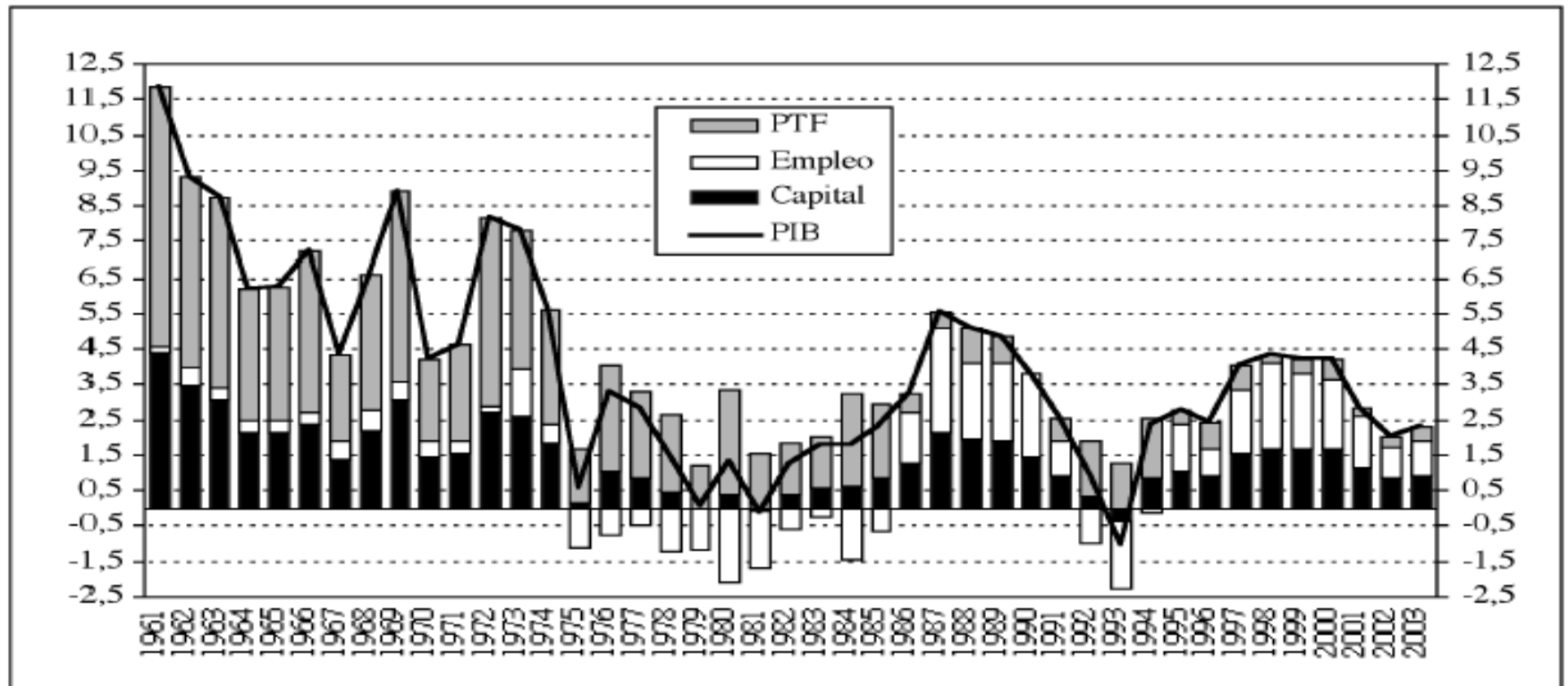
### 4.2. Efecto negativo en la PTF

- Regulaciones medioambientales
- Legislación laboral
  - Seguridad laboral
  - Mercados flexibles
  - Poder sindical
- ¿Gasto Público? (Corrupción, sobredimensionamiento del sector público, ineficiencias...)
- Mala asignación de factores (K, L, h, Impuestos...)

“Economía Positiva vs. Economía normativa”

### 3.3 Determinantes de la Productividad Total de los Factores (PTF)

Contabilidad Crecimiento España (FEDEA)



## 3.3 Determinantes de la Productividad Total de los Factores (PTF)

### Aplicaciones

- “Productivity Slowdown” en los años 70
  - ¿Cambio de tecnológico?
- China → ¿Trasvase agricultura a servicios e industria?
- Milagros Sudeste Asiático → Acumulación de factores
- China/India → mala asignación de factores

### 3.3 Determinantes de la Productividad Total de los Factores (PTF)

#### Ejemplo 3: contabilidad de crecimiento y capital humano

**TABLE 7.3**  
**Data for Calculating Productivity Growth in Erewhon**

	Output per Worker, $y$	Physical Capital per Worker, $k$	Human Capital per Worker, $h$
Erewhon in 1965	1	20	5
Erewhon in 2000	4	40	10
Annual Growth Rate	4%	2%	2%

#### Contabilidad de crecimiento y capital humano

- $y_t = A_t k_t^\alpha h_t^{1-\alpha} \rightarrow \frac{\dot{A}_t}{A_t} = \frac{\dot{y}_t}{y_t} - \alpha \frac{\dot{k}_t}{k_t} - (1 - \alpha) \frac{\dot{h}_t}{h_t}$
- $\frac{\dot{A}_t}{A_t} = 0.04 - \frac{1}{3}0.02 - \frac{2}{3}0.02 = 0.02$

■ El 50% del crecimiento en la producción se debe al crecimiento en productividad, mientras que la acumulación de factores explica el 50% restante.

### 3.3 Determinantes de la Productividad Total de los Factores (PTF)

#### Descomposición de la productividad en tecnología y eficiencia

- La productividad (A) está determinada por dos factores: la **Tecnología** (T), que representa los conocimientos sobre la forma en que pueden combinarse los factores de producción para producir, y la **Eficiencia** (E), que mide la eficacia con que se utilizan realmente la tecnología y los factores de producción.

- Es decir:

$$A = T \times G$$



### 3.3 Determinantes de la Productividad Total de los Factores (PTF)

#### Descomposición de la productividad en tecnología y eficiencia

##### Ejemplo

- Supongamos que la India está a  $G$  años de los Estados Unidos en el terreno tecnológico. Entonces,

$$T_{1998,India} = T_{1998-G,EEUU}$$

- Siendo  $g$  la tasa de crecimiento de la tecnología de los Estados Unidos, la relación entre su tecnología en los años 1998 y 1998- $G$  viene dada por la ecuación:

$$T_{1998,EEUU} = T_{1998-G,EEUU} \times (1+g)^G$$

### 3.3 Determinantes de la Productividad Total de los Factores (PTF)

#### Descomposición de la productividad en tecnología y eficiencia

#### Ejemplo (continuación)

- Sustituyendo la primera ecuación en la segunda y reordenando términos:

$$\frac{T_{1998,India}}{T_{1998,EEUU}} = (1 + g)^G$$

- Siendo  $G = 10$  y  $g = 0.81\%$ :

$$\frac{T_{1998,India}}{T_{1998,EEUU}} = (1,0081)^{-10} = 0,92$$

- La tecnología de la India representa un 92% del nivel de EEUU. En términos de eficiencia:

$$\frac{A_{India}}{A_{EEUU}} = \frac{T_{India}}{T_{EEUU}} \times \frac{E_{India}}{E_{EEUU}}$$

### 3.3 Determinantes de la Productividad Total de los Factores (PTF)

#### Descomposición de la productividad en tecnología y eficiencia Ejemplo (continuación)

Tabla 10.1

#### Descomposición de la diferencia de productividad entre la India y los Estados Unidos

Años que separan a la India de los Estados Unidos en tecnología (G)	Nivel de tecnología de la India en relación con el de los Estados Unidos (T)	Nivel de eficiencia de la India en relación con el de los Estados Unidos (E)
10	0,92	0,38
20	0,85	0,41
30	0,79	0,45
40	0,72	0,48
50	0,67	0,52
75	0,55	0,64
100	0,45	0,78

Fuente: Weil, D.N., *Crecimiento Económico*, Pearson

- Suponiendo que  $g=0.81\%$  y el cociente entre productividades es 0.35 (Tabla 7.2)

### **3.3 Determinantes de la Productividad Total de los Factores (PTF)**

**Descomposición de la productividad en tecnología y eficiencia**

**Ejemplo (continuación)**

**Observamos:**

- La mayor parte de la diferencia en productividad se debe a la eficiencia
- El «punto de nivelación» – la diferencia de tecnología en la que el nivel de tecnología y el nivel de eficiencia tendrían la misma importancia se encontraría entre los 50 y 75 años.
- El análisis de otros países en vías de desarrollo refuerza estas observaciones.

### **3.3 Determinantes de la Productividad Total de los Factores (PTF)**

**Descomposición de la productividad en tecnología y eficiencia**

**Ejemplo (continuación)**

#### **Concluimos:**

- Las diferencias en productividad son muy elevadas para deberse únicamente a la tecnología.
- Destacan las diferencias en eficiencia.

### 3.3 Determinantes de la Productividad Total de los Factores (PTF)

#### Ejemplos de ineficiencia

- Planificación central en la Unión Soviética: los planificadores no desempeñan el papel de los precios en una economía de mercado, generando escasez y ausencia de incentivos.
- Los textiles en 1910: diferencias salariales debido a la eficiencia.
- Diferencias internacionales de productividad por industrias: diferencias de organización de la producción por países.
- La minería subterránea del carbón en los Estados Unidos, 1949-1994: la subida del precio motivó un comportamiento estratégico en los trabajadores. Este tipo de conducta en la que los empresarios se ven obligados a contratar más trabajadores de los necesarios se conoce como **prácticas restrictivas**.

### 3.3 Determinantes de la Productividad Total de los Factores (PTF)

## Tipos de ineficiencia

- Actividades improductivas.
- Recursos inutilizados.
- Mala asignación sectorial de los factores.

### 3.3 Determinantes de la Productividad Total de los Factores (PTF)

#### Mala asignación sectorial de los factores

■ En una economía de mercado que funcione bien, el trabajo se asigna óptimamente a los distintos sectores de una manera automática como consecuencia de dos fuerzas:

- 1) El trabajo recibe un salario igual a su producto marginal.
- 2) Los trabajadores se trasladan al sector productivo, hasta que ambos sectores se igualan.

■ Motivos por los que esto no sucede:

- 1) Barreras a la movilidad
- 2) Los salarios no son iguales al producto marginal.



### **3.3 Determinantes de la Productividad Total de los Factores (PTF)**

#### **Aumento de la eficiencia como consecuencia de la reasignación sectorial**

- La mala asignación sectorial puede ser fuente de ineficiencia.
- A continuación, veremos como la reasignación sectorial afecta a la tasa de crecimiento de la productividad.

### 3.4 Reasignación sectorial y la productividad total de los factores (PTF)

Suponemos dos sectores con funciones de producción:

$$Y_1 = A_1 L_1$$
$$Y_2 = A_2 L_2$$

La cantidad total de producción es:

$$Y = Y_1 + Y_2$$

Podemos calcular el nivel agregado de productividad de la economía de la forma siguiente:

$$A = \frac{Y}{L} = \frac{A_1 L_1 + A_2 L_2}{L} = A_1 \left( \frac{L_1}{L} \right) + A_2 \left( \frac{L_2}{L} \right)$$

Por lo tanto, la productividad agregada es una media ponderada de la productividad de cada sector, donde las ponderaciones son la proporción de la población activa empleada en cada sector.

### 3.4 Reasignación sectorial y la productividad total de los factores (PTF)

Tomando la derivada con respecto al tiempo:

$$\dot{A} = \frac{\dot{A}_1 L_1 + \dot{A}_2 L_2}{L}$$

Podemos dividir, pues, esta expresión por el nivel de productividad,  $A$ , para obtener una ecuación de la tasa de crecimiento de la productividad:

$$\hat{A} = \frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{A}_1 L_1 + \dot{A}_2 L_2}{AL} = \frac{\dot{A}_1 L_1 + \dot{A}_2 L_2}{Y}$$

Dividiendo y multiplicando por  $A_1$  en el primer término y  $A_2$  en el segundo:

$$\hat{A} = \hat{A}_1 \frac{Y_1}{Y} + \hat{A}_2 \frac{Y_2}{Y}$$

Por tanto, la tasa de crecimiento de la productividad es una media ponderada de las tasas de crecimiento de la productividad de los dos sectores. Las ponderaciones son las proporciones de la producción total de los sectores.

### 3.4 Reasignación sectorial y la productividad total de los factores (PTF)

#### Reasignación:

Puesto que  $A_1 > A_2$ , los trabajadores pasan de 2 a 1. Suponiendo  $\dot{L}_1 = -\dot{L}_2$ :

$$\dot{A} = \frac{\dot{A}_1 L_1 + \dot{A}_2 L_2 + (A_1 - A_2) \dot{L}_1}{L_1 + L_2}$$

Dividiendo por el nivel de A y reordenando:

$$\hat{A} = \hat{A}_1 \frac{Y_1}{Y} + \hat{A}_2 \frac{Y_2}{Y} + \frac{(A_1 - A_2)}{A} \frac{\dot{L}_1}{L}$$

El último término representa el aumento del crecimiento de la productividad resultante de la reasignación.