

# Cambio Tecnológico y el Futuro del Empleo

Josep Pijoan-Mas

CEMFI y CEPR

Foro sobre el Futuro de Empleo (BBVA)

Mayo 2017

# La Rebelión de las Máquinas

- La “Rebelión de las Máquinas” ha transformado el mercado laboral durante las últimas 4 décadas, y lo transformará más en las próximas
- Existe hoy el temor que los robots nos lleven a
  - desempleo masivo
  - grandes niveles de desigualdad
- Dos preguntas clave:
  - *¿Está justificada la preocupación sobre el futuro del empleo?*
  - *¿Qué retos nos plantea la automatización?*

## La charla de hoy

- 1 A pesar del rápido cambio tecnológico de los últimos 150 años, **la tasa de empleo** no ha cambiado de forma significativa.
  - **El empleo se ha movido**, de los sectores más automatizados a nuevos sectores creados por la tecnología y a sectores menos automatizados
- 2 La introducción de los ordenadores en las últimas 4 décadas tampoco ha destruido empleo neto
  - Retroceso de ocupaciones *rutinizables* de cualificación media
  - Avance de ocupaciones *no rutinizables* de cualificación baja y alta
  - ▷ **Polarización del mercado laboral y aumento de desigualdad**
  - ▷ *¿Descenso de la participación de las rentas del trabajo en el PIB?*
- 3 Avances en Aprendizaje Automático y Robótica Móvil
  - Amenazan 43% del empleo actual en EEUU
  - Amenazan empleos *no rutinarios* de alta cualificación
  - Amenazan en ser muy rápidos
- 4 Retos de política económica

Cambio estructural: 1850-2010

# Introducción

- La I Revolución Industrial inicia una época de innovaciones tecnológicas sin precedentes
  - I Revolución Industrial (1750) (máquina vapor, ferrocarril, mecanización)
  - II Revolución Industrial (1870) (electricidad, motor de explosión, agua corriente)
  - III Revolución Industrial (1960's) (ordenador, internet)
- Arranca crecimiento exponencial de la productividad y del PIB pc
  - Mayores niveles de bienestar material, reducción de pobreza
  - Mayor esperanza de vida, mayor alfabetización, desarrollo social
- Pero las nuevas tecnologías destruyen ocupaciones
  - La I RI reemplaza artesanos por capital y trabajadores sin cualificar
  - La II RI reemplaza trabajadores sin cualificar por capital

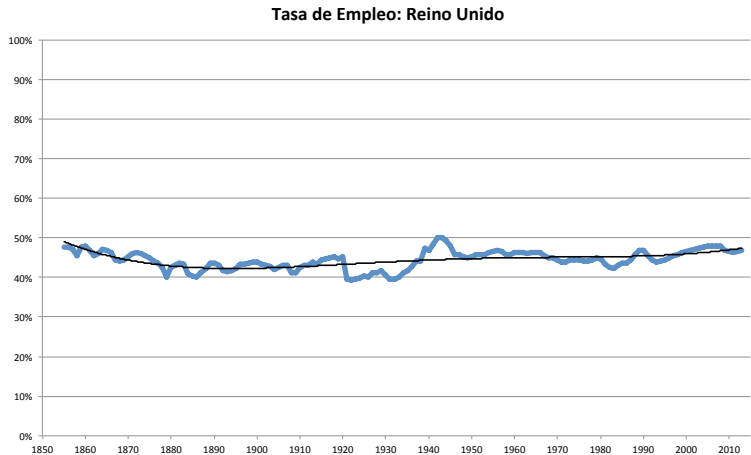
## Datos de empleo

*¿Han supuesto las innovaciones de los últimos 150 años una **destrucción neta de empleo**?*

- Evidencia empírica
  - En el RU: la tasa de empleo ha variado poco
  - En Esp: la tasa de empleo ha variado poco
  - En EEUU: la tasa de empleo ha aumentado ligeramente

# Datos de empleo

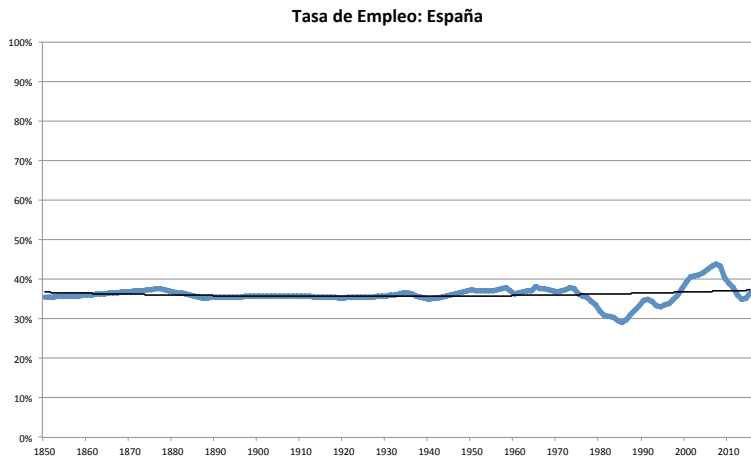
*El Reino Unido*



Fuente: Elaboración propia. Datos: [Bank of England](#)

# Datos de empleo

España

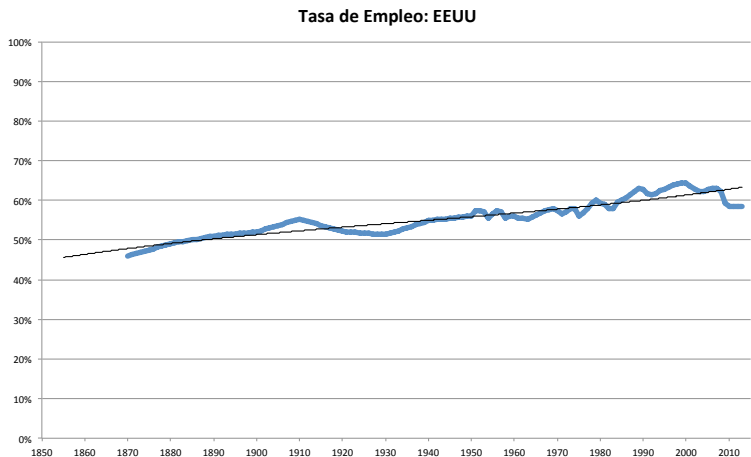


Fuente: Elaboración propia. Datos: Prados de la Escosura (2016)



# Datos de empleo

EEUU



Fuente: Elaboración propia. Datos: [U.S. Bureau of the Census](#) y [Current Population Survey](#)

## Datos de empleo

*¿Han supuesto las innovaciones de los últimos 150 años una **destrucción neta de empleo**?*

- Evidencia empírica
  - En el RU: la tasa de empleo ha variado poco
  - En Esp: la tasa de empleo ha variado poco
  - En EEUU: la tasa de empleo ha aumentado ligeramente
  
- ▷ Automatización no excluye trabajadores del proceso productivo

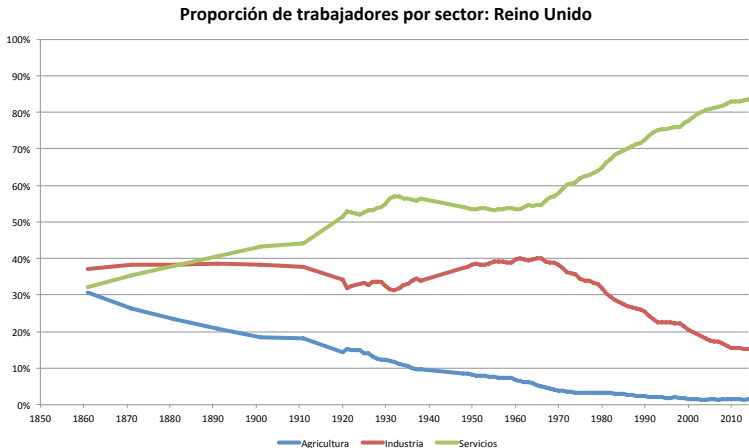
## Datos de composición sectorial

*¿Donde han ido los trabajadores?*

- Cambio estructural: a medida que se desarrolla un país el empleo:
  - Cae en el sector agrícola
  - Primero aumenta y luego cae en el sector industrial
  - Aumenta en el sector de servicios
- Esto es aparente en las series temporales de RU, EEUU o España

# Datos de composición sectorial

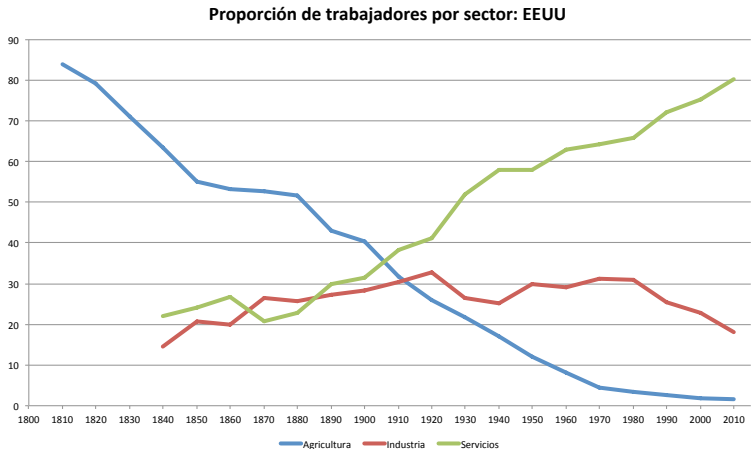
## El Reino Unido



Fuente: Elaboración propia. Datos: [Bank of England](#)

# Datos de composición sectorial

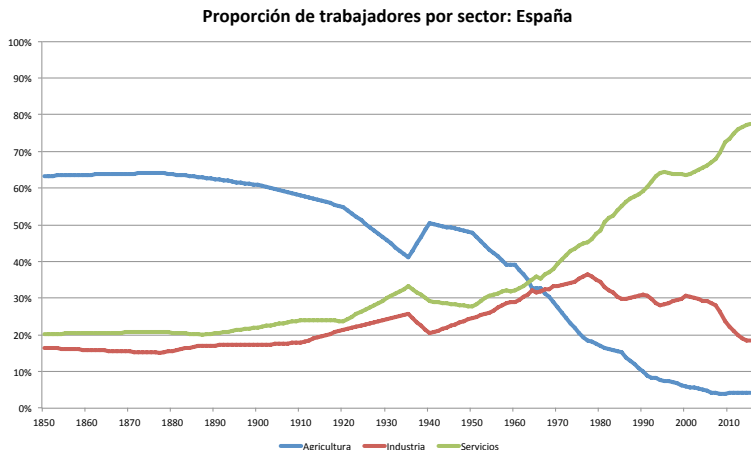
EEUU



Fuente: Elaboración propia. Datos: [Stanley Lebergott \(1966\)](#) hasta 1960, WDI después

# Datos de composición sectorial

España



Fuente: Elaboración propia. Datos: Prados de la Escosura (2016)

## Datos de composición sectorial

*¿Donde han ido los trabajadores?*

- Cambio estructural: a medida que se desarrolla un país el empleo:
  - Cae en el sector agrícola
  - Primero aumenta y luego cae en el sector industrial
  - Aumenta en el sector de servicios
- Esto es aparente en las series temporales de RU, EEUU o España
- Por lo tanto,
  - En el proceso de desarrollo se destruye mucho empleo  
(en España se pasa del 50 % al 5 % de empleo en agricultura en 50 años)
  - Pero también se crea mucho empleo  
(primero en industria, luego en servicios)

## Creación de empleo

*¿Cómo y por qué se crea el nuevo empleo?*

- 1 Las nuevas tecnologías están asociadas a la creación de nuevas ocupaciones o industrias
  - Se crean empleos para fabricar las nuevas máquinas, sus respuestos, o las redes de distribución de energía
- 2 Las nuevas tecnologías desplazan trabajadores a los sectores con menor crecimiento tecnológico (Baumol, 1967)
  - No todos los bienes y servicios son igual de “automatizables”
  - Las nuevas tecnologías abaratan la producción de los bienes más “automatizables”
  - Esto genera un excedente para los consumidores
  - Típicamente los consumidores usan este excedente para aumentar su demanda de bienes no “automatizables”



## La Polarización del Empleo: 1980's a 2010's

# La llegada de los ordenadores al mercado laboral

- Microdatos de empleo y salarios
  - Muestran cambios relevantes en el mercado laboral (sobretudo a partir de los 80's)
  - Para vincular estos cambios a la entrada de ordenadores, robots, y TIC necesitamos entender mejor qué hace un ordenador
- *¿Qué hace bien un ordenador (o robot)?*
  - Ejecutar y *repetir con precisión tareas que se pueden codificar* en forma de algoritmo, tanto abstractas (ordenadores) como manuales (robots)
- *¿Qué hace mal un ordenador (o robot)?*
  - Tareas que requieran interacciones personales, adaptabilidad, reconocimiento visual y de lenguaje, resolución de problemas, intuición, capacidad de persuasión

# Una clasificación de tareas en el mercado laboral

## ① Tareas rutinarias

- Atributos: repetición de tareas pre-determinadas
- Ejemplos: montaje de coches, gestión de información en oficinas
- Realizadas típicamente por trabajadores de nivel educativo intermedio

## ② Tareas abstractas (no rutinarias)

- Atributos: resolución de problemas, intuición, capacidad de persuasión
- Ejemplos: directivos, doctores, ingenieros, abogados
- Realizadas típicamente por trabajadores de alto nivel educativo

## ③ Tareas manuales (no rutinarias)

- Atributos: requieran interacciones personales, adaptabilidad, reconocimiento visual y de lenguaje
- Ejemplos: preparación y servicio de comida, limpieza y conserjería, cuidado de personas, seguridad, transporte
- Realizadas típicamente por trabajadores de bajo nivel educativo

# Evidencia empírica

## *Polarización del empleo*

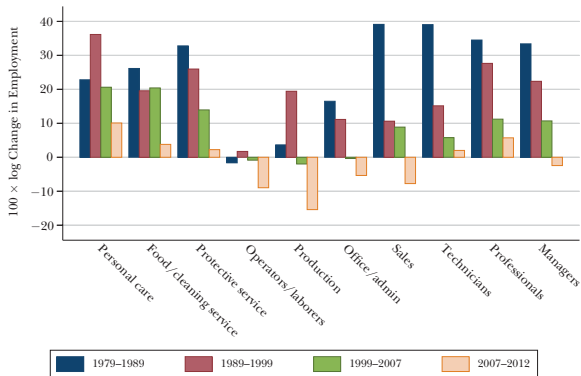
- En los EEUU (1979-2012) vemos grandes aumentos de empleo en **tareas manuales** y **tareas abstractas** pero no en **tareas rutinarias**  
*Autor, Levy, Murnane (2003), Autor, Dorn (2013)*
- Descenso de la proporción de puestos de trabajo basados en **tareas rutinarias**

# Polarización del empleo

EEUU

## Change in Employment by Major Occupational Category, 1979–2012

(the y-axis plots 100 times log changes in employment, which is nearly equivalent to percentage points for small changes)

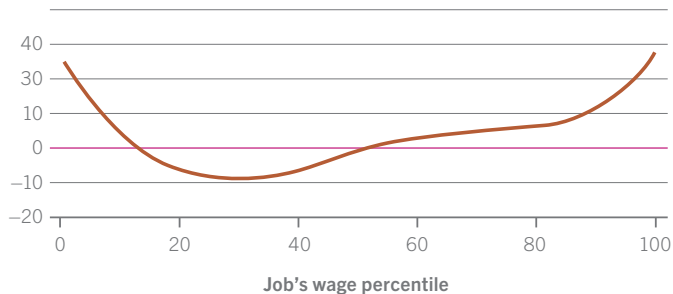


Fuente: D. Autor (2015)

# Polarización del empleo

EEUU

Change in employment share 1980–2005, in %



Fuente: D. Dorn (2015)

# Evidencia empírica

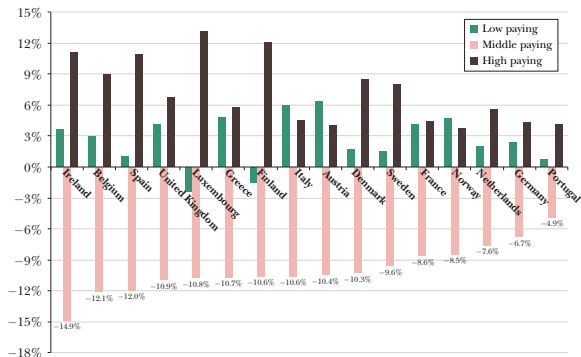
## *Polarización del empleo*

- En los EEUU (1979-2012) vemos grandes aumentos de empleo en **tareas manuales** y **tareas abstractas** pero no en **tareas rutinarias**  
*Autor, Levy, Murnane (2003), Autor, Dorn (2013)*
  - Descenso de la proporción de puestos de trabajo basados en **tareas rutinarias**
- En Europa (1993-2012) vemos el mismo patrón para 16 países  
*Goos, Manning, Salomons (2014)*

# Polarización del empleo

## Europa

Change in Occupational Employment Shares in Low, Middle, and High-Wage Occupations in 16 EU Countries, 1993–2010



Fuente: D. Autor (2015) con datos de Goos, Manning, Salomons (2014)



# Evidencia empírica

## *Polarización del empleo*

- En los EEUU (1979-2012) vemos grandes aumentos de empleo en **tareas manuales** y **tareas abstractas** pero no en **tareas rutinarias**  
*Autor, Levy, Murnane (2003), Autor, Dorn (2013)*
  - Descenso de la proporción de puestos de trabajo basados en **tareas rutinarias**
- En Europa (1993-2012) vemos el mismo patrón para 16 países  
*Goos, Manning, Salomons (2014)*
- Mismo patrón en España (1997-2012)  
*Anghel, De la Rica, Lacuesta (2012)*

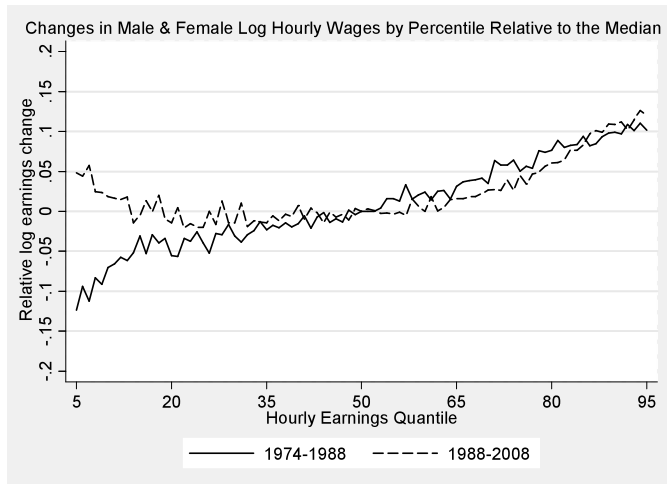
# Evidencia empírica

## *Desigualdad por ocupación*

- Datos. Desde los 80's vemos
  - Aumentos salariales en **tareas abstractas** y **tareas manuales**
  - Estancamiento de salarios en **tareas rutinarias**

# Distribución de las ganancias salariales

EEUU



Distribución de las ganancias salariales. Fuente: [Acemoglu, Autor \(2011\)](#)

# Polarización

## Teoría

- *¿Podemos atribuir la polarización a la entrada de ordenadores en el mercado laboral?*
- Progreso Técnico Sesgado hacia la Rutinización (RBTC).
- Los ordenadores
  - **sustituyen** a trabajadores que realizan **tareas rutinarias**  
↓ demanda  $\Rightarrow$  ↓ salario ↓ empleo
  - **complementan** a los trabajadores que realizan **tareas abstractas**  
↑ demanda  $\Rightarrow$  ↑ salario ↑ empleo
  - **no afectan** a los trabajadores que hacen **tareas manuales**  
↑ oferta  $\Rightarrow$  ↓ salario ↑ empleo  
(trabajadores rutinarios desplazados encuentran empleo en trabajos manuales)
- Los dos primeros efectos consistentes con los datos, el tercero no
  - ▷ Aumento de demanda en **ocupaciones manuales** debido a la automatización de otras tareas (**Baumol**)

# Los Trabajos del Futuro

## Retos para el futuro

- 1 Los ordenadores/robots podrán realizar un mayor rango de tareas (tanto manuales como abstractas)

### a) Aprendizaje Automático (ML, Machine Learning)

- DeepBlue (1996) vs AlphaGo (2016)
- Reconocimiento de patrones
- Uso de Big Data gracias a Digitalización del Conocimiento y Ley de Moore

### b) Robótica Móvil (MR, Mobile Robotics)

- Paradoja de Moravec (1980's)
- ML + mejoras en sensores

- 2 Velocidad de cambio

- Si aumenta la velocidad de cambio, los desajustes a corto plazo serán mucho más graves
- Aumento ventas de robots industriales: 16 % p.a. entre 2010 y 2015

# Exapansión de tareas amenazadas

## ① Tareas abstractas *no rutinizables*

Algoritmos de ML buceando en Big Data reconocen patrones mejor que humanos

- Interpretación de Rayos-X, resonancias magnéticas (Enlitic)
- Elección tratamiento contra cáncer (Memorial Sloan-Kettering Cancer Center)
- Investigación previa al juicio: peinado de documentos legales (e-discovery)

## ② Tareas manuales *no rutinizables*

Algoritmos de ML + mejores sensores + mejoras en movilidad

- Coches autopilotados (Tesla, Google)
- Entrega de comida a domicilio, mensajería (Marble, SF)
- Robots que trepan molinos de viento para mantenimiento (General Electric)
- Control de calidad en plantas de envasado (El Dulze)

## Exapansión de tareas amenazadas

*Marble, SF*





# Tareas difíciles de computerizar

# Tareas difíciles de computerizar

## 1 Percepción y manipulación

- Identificar objetos en un campo de visión desordenado (*interior de una casa, habitación de hotel*)
- Manipulación objetos irregulares
- Percepción y rectificación de errores

## 2 Inteligencia creativa

- Creación en sentido amplio: *música, escultura, teorías científicas, bromas*
- Proceso creativo caracterizado por recombinação de múltiples ideas pre-existentes
- Deafío: cómo determinar qué combinaciones *tienen sentido*

## 3 Inteligencia emocional y social

- Reconocer emociones humanas y responder a ellas efectivamente
- Importante en: *negociación, persuasión, cuidado de personas*

## Predicciones sobre destrucción de empleo

- **Frey and Osborne (2013)** predicen riesgo de automatización del empleo
  - Examinan 702 ocupaciones en EEUU (descripción de tareas en O \* NET)
  - Atribuyen probabilidad de automatización basados en avances esperados
  - Clasificación en 3 categorías
    - Probabilidad baja (<30 %): 33 % del empleo actual
    - Probabilidad media (30 %-70 %): 19 % del empleo actual
    - Probabilidad alta (>70 %): 47 % del empleo actual
  - **Ocupaciones más amenazadas:** transporte, logística, administrativo, construcción, parte de ventas
- Otros estudios con números parecidos para OECD

# Predicciones sobre destrucción de empleo

## Comentarios

- 1 El estudio no establece un marco temporal en que esto pueda pasar
- 2 Aunque una tecnología pueda reemplazar a un trabajador no significa que esto se materialice
  - a) depende de precios relativos
  - b) depende de aspectos legales
- 3 Se trata de destrucción bruta de empleo
  - Como sabemos, esto no impide creación de empleo
    - Mediante creación de nuevos empleos asociados a las nuevas tecnologías
    - Mediante expansión de empleo en tareas no automatizables
- 4 Necesidad de modelo y predicciones de oferta laboral para hablar de consecuencias en desigualdad

# Recomendaciones de Política Económica

## Retos de política económica

- Complejo escenario de política económica:
  - El cambio tecnológico es bueno para el conjunto de la sociedad: no queremos frenarlo
  - Pero hay que incluir a todos los miembros de la sociedad en sus ganancias

# Retos de política económica

## Programas de "gasto"

- 1 Preparar a la sociedad para el futuro
  - Proveer **mejor educación** de forma **universal**
  - Potenciar: adaptabilidad al cambio, creatividad, inteligencia social
  - Necesidad de innovación y experimentación pedagógica
- 2 Lidar con **destrucción de empleo a corto plazo** (y jobless recoveries)
  - **Protección de rentas** durante el desempleo
  - **Políticas activas del mercado laboral** para canalizar trabajadores desplazados a nuevas ocupaciones
- 3 Compensar **perdedores del proceso de cambio** → evitar exclusión social
  - Fortaleza del Estado del Bienestar para garantizar de forma universal bienes de mérito (Educación, Salud, Dependencia)

# Retos de política económica

## *Problemas de finanzas públicas*

- Gran presión en el gasto
  - + Puntos 1-3 anteriores implican grandes gastos
  - + Deuda/PIB=100 %
  - + Demografía: SS + SNS + Dependencia
- Necesidad sistema fiscal efectivo
  - Revisión del IVA: eliminar tipo reducido, reducir tipo regular
  - Necesidad de gravar rentas del capital
- Malas ideas
  - Proteger los empleos → *proteger trabajadores*
  - Tax robots → *tax capital*
  - Renta básica → *programas de gasto específicos*