

Esperanza de vida, renta y capital humano. El cambio estructural en España después de 1959

Jordi Paniagua
Universitat de València

Resumen

Este trabajo analiza la relación entre la esperanza de vida y la renta en España durante los años 1900 y 2015 aplicando el modelo de regresión lineal. Los resultados indican que la relación entre la esperanza de vida y la renta es positiva y significativa. Los resultados econométricos también sugieren un cambio estructural en la economía española a partir del año 1960 y ponen de relieve la importancia del capital humano en la esperanza de vida.

Palabras clave: Curva de Preston, España, cambio estructural, plan de estabilización de 1959.

1. Introducción

El objetivo de este trabajo es estudiar el cambio estructural de la economía española en 1959 sobre la relación entre esperanza de vida y renta, conocida como curva de Preston. Preston (1975) postula que las personas de los países ricos tienen, de media, una esperanza de vida mayor que los países con menos renta. Jetter et al. (2019) aportan pruebas globales sobre la relación positiva entre esperanza de vida e ingresos. Sin embargo, poco se sabe sobre el efecto de las reformas políticas en los países en desarrollo.

Este documento se centra en la reforma política en España, el Plan de Estabilización y Liberalización de 1959, que transformó la economía española. Según Myro (2023), el cambio estructural tuvo cuatro aspectos: el cambio en la estructura productiva, a favor de la industria y los servicios, la apertura comercial, la expansión de los recursos públicos y una mayor equidad en la distribución de la renta. La relación entre esperanza de vida e ingreso es relevante para entender las políticas de desarrollo. Por ello, este trabajo ayuda a comprender el efecto que tuvo el plan de 1959 en la economía española.

El resto del trabajo se organiza como sigue: En la sección 2 se exponen las hipótesis de investigación; en la sección 3 se describen los métodos econométricos y los datos; en la sección 4 se discuten los resultados y en la sección 5 se concluye.

2. Contexto y Preguntas de Investigación

La curva de Preston predice una relación positiva entre la esperanza de vida y el ingreso. Por lo tanto, nuestra pregunta de investigación si en España se observa una relación positiva entre esperanza de vida e ingresos.

Podemos plantear una serie de hipótesis que nos permitirán entender mejor la relación entre ingresos y esperanza de vida en España:

Hipótesis 1. *La relación entre la esperanza de vida y el ingreso es positiva en España.*

Se sugiere que la relación entre el ingreso y la esperanza de vida se aplanan después de alcanzar cierto nivel de desarrollo. Jetter et al. (2019) estiman un valor promedio de aproximadamente US\$ 26,246. Después de este umbral, un aumento en el ingreso tiene otros usos además de mejorar la salud (por ejemplo, cultura, ocio y educación). El ingreso en España aumentó significativamente después de 1950. Por lo tanto, se espera que la elasticidad de la esperanza de vida con respecto al ingreso sea mayor en el período 1900-1959 que en el período 1960-2015 en España. Por lo tanto:

Hipótesis 2. *La relación entre la esperanza de vida y el ingreso experimentó un cambio estructural en España en 1959.*

Hipótesis 3. *La elasticidad del ingreso en relación con la esperanza de vida es mayor en los años anteriores al cambio estructural.*

Además del ingreso, otros factores pueden explicar la esperanza de vida. La teoría del capital humano sugiere que el conocimiento afecta positivamente diferentes aspectos del individuo (Becker, 1962). Por lo tanto,

Hipótesis 4. *La relación entre el capital humano (años de escolaridad) y la esperanza de vida es positiva.*

3. Método y datos

3.1. Datos

La fuente de los datos es www.gapminder.org. La esperanza de vida se mide en años, y el ingreso en el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita está en dólares constantes (ajustados por inflación según el poder adquisitivo). La Tabla 1 muestra las principales estadísticas descriptivas de las variables. Los datos de escolaridad están disponibles desde 1970 hasta 2009, y el resto de las variables son de 1900 a 2015.

```

## Cargar los Datos
data <- read_dta("life.dta")

# Crear la tabla de resultados
summary_stats <- data %>%
  summarise(Variable = c("PIBpc", "Esperanza Vida",
    "Escolaridad"), Media = c(mean(GDPpc, na.rm = TRUE),
    mean(life, na.rm = TRUE), mean(school, na.rm = TRUE)),
    `Desv. Estándar` = c(sd(GDPpc, na.rm = TRUE),
    sd(life, na.rm = TRUE), sd(school, na.rm = TRUE)),
    Mínimo = c(min(GDPpc, na.rm = TRUE), min(life,
    na.rm = TRUE), min(school, na.rm = TRUE)),
    Máximo = c(max(GDPpc, na.rm = TRUE), max(life,
    na.rm = TRUE), max(school, na.rm = TRUE)))

# Añadir el número de observaciones
num_observaciones <- nrow(data)

# Convertir a huxtable
summary_stats_hux <- as_hux(summary_stats)

# Mostrar la tabla summary_stats_hux Nos quedamos
# con la tabla solo y quitamos códigos latex
# innecesarios
summary_stats_hux_tex <- to_latex(summary_stats_hux,
  tabular_only = TRUE)
summary_stats_hux_tex <- gsub("\\{=\\tex\\}", "", summary_stats_hux_tex)
summary_stats_hux_tex <- gsub("`", "", summary_stats_hux_tex)

writeLines(summary_stats_hux_tex, "summary_stats_hux.tex")

# Añadir título y etiqueta
# caption(summary_stats_hux) <- 'Estadísticas

```

```
# descriptivas' label(summary_stats_hux) <-
# 'tab1' writeLines(to_latex(summary_stats_hux,
# tabular_only = TRUE), 'summary_stats_hux.tex')
```

Tabla 1: Estadísticas descriptivas

Variable	Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
PIBpc	1.25e+04	1.1e+04	2.72e+03	3.48e+04
Esperanza Vida	62.3	15.5	30.3	81.7
Escolaridad	8.04	1.92	4.6	10.8

```
## Generar Variables Logarítmicas
```

```
data <- data %>%
  mutate(
    lnGDPpc = log(GDPpc),
    lnschool = log(school),
    lnlife = log(life),
    D = ifelse(year > 1960, 1, 0),
    DxlnGDPpc = lnGDPpc * D
  )
```

```
## Gráficos
```

```
### Expectativa de Vida y PIB per Cápita (1990-2015)
```

```
model1 <- lm(life ~ lnGDPpc, data = data)
```

```
#summary(model1)
```

```
tot<-ggplot(data, aes(x = lnGDPpc, y = life)) +
```

```
  geom_point() +
```

```
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE) +
```

```
  labs(
```

```
    title = "Expectativa de vida y PIB per cápita (1990-2015)",
```

```
    subtitle = paste("Ecuación: vida =", round(coef(model1)[1], 2), "+", round(coef(model1)[2], 2), "* lnGDPpc",
```

```
    y = "Expectativa de vida (años)",
```

```

    x = "Logaritmo del PIB per cápita"
  ) +
  theme_minimal()
ggsave("tot.png", plot = tot)

### Expectativa de Vida y PIB per Cápita (1990-1959)

model2 <- lm(life ~ lnGDPpc, data = data, subset = year < 1960)
#summary(model2)

before <- ggplot(data %>% filter(year < 1960), aes(x = lnGDPpc, y = life)) +
  geom_point() +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE) +
  labs(
    title = "Expectativa de vida y PIB per cápita (1990-1959)",
    subtitle = paste("Ecuación: vida =", round(coef(model2)[1], 2), "+", round(coef(model2)[2], 2), "*"),
    y = "Expectativa de vida (años)",
    x = "Logaritmo del PIB per cápita"
  ) +
  theme_minimal()
ggsave("before.png", plot = before)

### Expectativa de Vida y PIB per Cápita (1960-2015)

model3 <- lm(life ~ lnGDPpc, data = data, subset = year >= 1960)
#summary(model3)

after <- ggplot(data %>% filter(year >= 1960), aes(x = lnGDPpc, y = life)) +
  geom_point() +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE) +
  labs(

```

```

    title = "Expectativa de vida y PIB per cápita (1960-2015)",
    subtitle = paste("Ecuación: vida =", round(coef(model3)[1], 2), "+", round(coef(model3)[2], 2), "* ",
    y = "Expectativa de vida (años)",
    x = "Logaritmo del PIB per cápita"
  ) +
  theme_minimal()
ggsave("after.png", plot = after)

### Expectativa de Vida y Escolaridad (1970-2009)

model4 <- lm(life ~ school, data = data, subset = life > 70)
# summary(model4)

school <- ggplot(data %>% filter(life > 70), aes(x = school, y = life)) +
  geom_point() +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE) +
  labs(
    title = "Expectativa de vida y escolaridad (1970-2009)",
    subtitle = paste("Ecuación: vida =", round(coef(model4)[1], 2), "+", round(coef(model4)[2], 2), "* ",
    y = "Expectativa de vida (años)",
    x = "Escolaridad (años)"
  ) +
  theme_minimal()
ggsave("school.png", plot = school)

## Gráficos de Series Temporales

### Escala Logarítmica

# Filtrar datos
data_filtered <- data %>% filter(year <= 2010)

```

```

# Convertir a formato largo para que ggplot maneje la leyenda automáticamente
data_long <- data_filtered %>%

  pivot_longer(cols = c(GDPpc, life), names_to = "variable", values_to = "value")

# Crear gráfico # Escala logarítmica para PIB per cápita
log <- ggplot(data_long, aes(x = year, color = variable, linetype = variable)) +
  geom_line(aes(y = ifelse(variable == "GDPpc", value,
                           exp((value - min(data_filtered$life)) /
                                (max(data_filtered$life) - min(data_filtered$life)) *
                                (log(max(data_filtered$GDPpc)) - log(min(data_filtered$GDPpc))) +
                                log(min(data_filtered$GDPpc)))))) ) +

  scale_y_continuous(
    trans = "log",
    name = "PIB per cápita (US$)",
    sec.axis = sec_axis(
      ~ (log(.) - log(min(data_filtered$GDPpc))) /
        (log(max(data_filtered$GDPpc)) - log(min(data_filtered$GDPpc))) *
        (max(data_filtered$life) - min(data_filtered$life)) +
        min(data_filtered$life),
      name = "Expectativa de vida (años)")
    ) +
  scale_color_manual(
    values = c("GDPpc" = "blue", "life" = "red"),
    labels = c("GDPpc" = "PIB per cápita", "life" = "Expectativa de vida")
  ) +
  scale_linetype_manual(
    values = c("GDPpc" = "solid", "life" = "dashed"),
    labels = c("GDPpc" = "PIB per cápita", "life" = "Expectativa de vida")
  ) +
  labs(
    title = "PIB per cápita y Expectativa de vida (Escala Logarítmica)",
    x = "Año",

```

```

    color = "Variable", # Título de la leyenda
    linetype = "Variable"
) +
theme_minimal()+
theme(legend.position = "bottom") # Mueve la leyenda debajo del gráfico

ggsave("log.png", plot=log)

### Escala Lineal

lin <- ggplot(data_long, aes(x = year, color = variable, linetype = variable)) +
  geom_line(aes(y = ifelse(variable == "GDPpc", value,
                           exp((value - min(data_filtered$life)) /
                                (max(data_filtered$life) - min(data_filtered$life)) *
                                (log(max(data_filtered$GDPpc)) - log(min(data_filtered$GDPpc))) +
                                log(min(data_filtered$GDPpc)))))) ) +
  scale_y_continuous(
    name = "PIB per cápita (US$)",
    sec.axis = sec_axis(
      ~ (log(.) - log(min(data_filtered$GDPpc))) /
        (log(max(data_filtered$GDPpc)) - log(min(data_filtered$GDPpc))) *
        (max(data_filtered$life) - min(data_filtered$life)) +
        min(data_filtered$life),
      name = "Expectativa de vida (años)")
    ) +
  scale_color_manual(
    values = c("GDPpc" = "blue", "life" = "red"),
    labels = c("GDPpc" = "PIB per cápita", "life" = "Expectativa de vida")
  ) +
  scale_linetype_manual(
    values = c("GDPpc" = "solid", "life" = "dashed"),
    labels = c("GDPpc" = "PIB per cápita", "life" = "Expectativa de vida")
  )

```

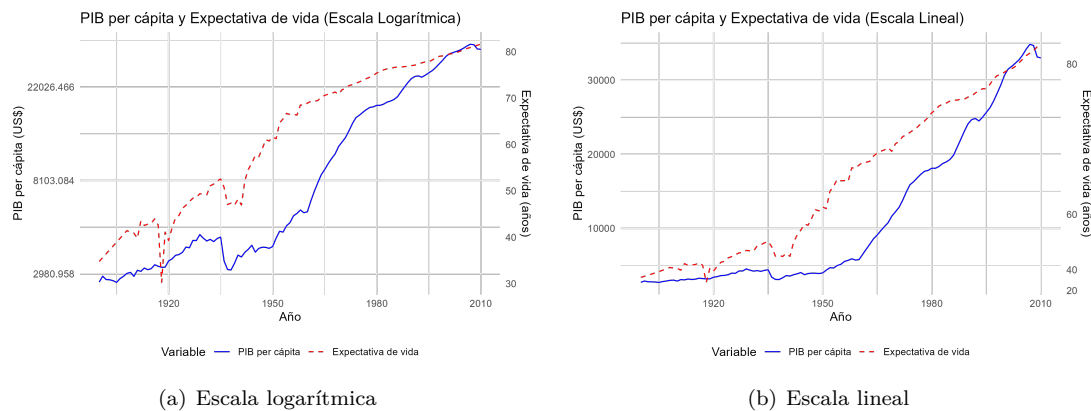
```

) +
labs(
  title = "PIB per cápita y Expectativa de vida (Escala Lineal)",
  x = "Año",
  color = "Variable", # Título de la leyenda
  linetype = "Variable"
) +
theme_minimal() +
theme(legend.position = "bottom") # Mueve la leyenda debajo del gráfico
ggsave("lin.png", plot=lin)

```

La Figura 1 muestra cómo ambas variables muestran un notable aumento durante el período de estudio. La parte izquierda muestra el PIB per cápita en logaritmos, y la parte derecha en unidades naturales. Podemos apreciar que mientras la esperanza de vida sigue una progresión lineal, el ingreso tiene una progresión geométrica. Por lo tanto, está justificado usar un modelo LIN-LOG, donde la esperanza de vida (Y) está en niveles y el ingreso (X) en logaritmos, ya que la regresión LIN-LOG se ajusta mejor a la naturaleza de los datos.¹

Figura 1: Gráficos de variables

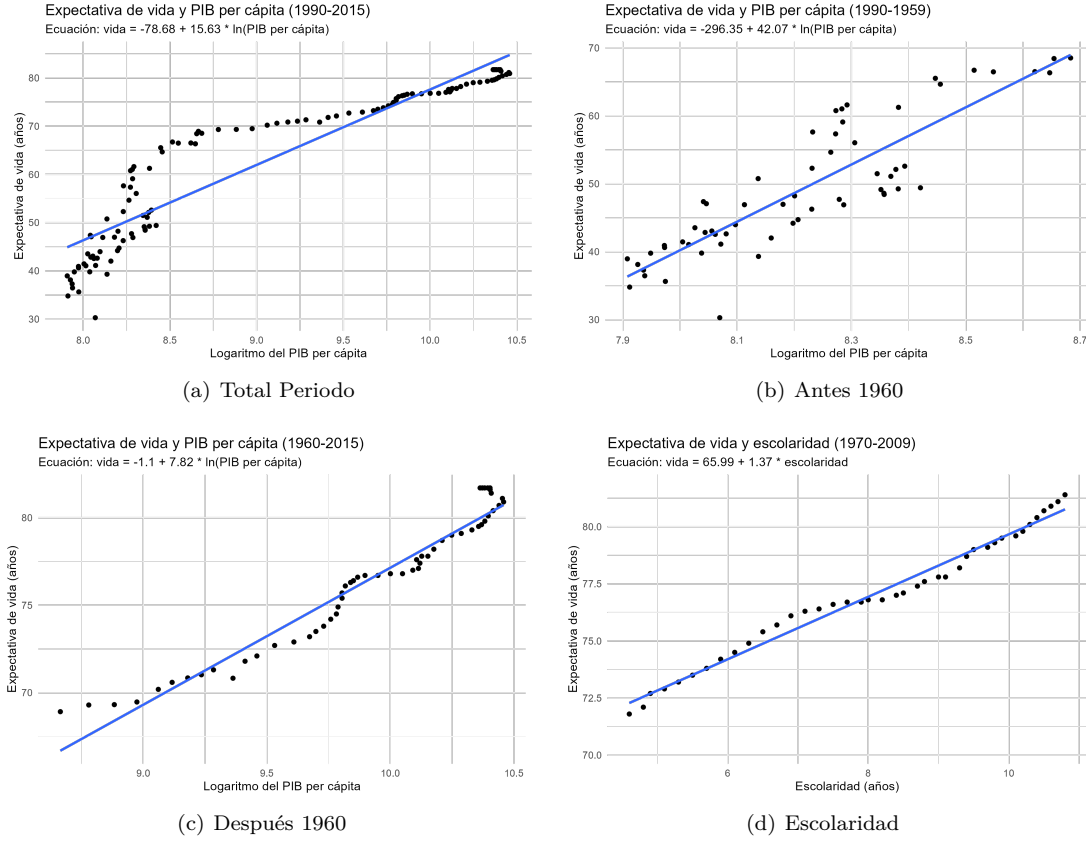


La utilización de una escalara logarítmica para la renta per cápita modifica ligeramente la interpretación de un cambio en la variable. La tasa de variación simple tiene un valor similar al del logaritmo cuando la tasas de variación es pequeña². Por tanto, un pequeño cambio en el logaritmo de la renta per cápita se puede interpretar como la tasa de variación simple la renta per cápita.

¹La regresión lineal nos permite analizar la relación lineal entre dos variables. El logaritmo linealiza variables con progresión geométrica, ofreciendo mejores resultados en cuanto a los resultados e interpretación de la relación lineal entre las dos variables.

² $\log \left(\frac{P_1}{P_0} \right) \approx \frac{P_1 - P_0}{P_0}$

Figura 2: Diagramas de dispersión



La Figura 2 muestra cuatro diagramas de dispersión. El superior izquierdo muestra todo el período, y el inferior muestra los dos subperíodos. Podemos apreciar que la pendiente se ha reducido en los últimos años. En la parte superior derecha, vemos cómo la esperanza de vida y los años de escolaridad están positivamente correlacionados.

3.2. Especificación empírica

Para probar las hipótesis de investigación, se estimarán los siguientes modelos de regresión lineal:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 \ln X_{1t} + u_t \quad (1)$$

donde Y representa la esperanza de vida al nacer, X_1 es el ingreso, t es el tiempo, y u es un error aleatorio.

La naturaleza de los datos descrita anteriormente, nos sugiere que la mejor especificación de la ecuación de regresión (1) es semilogarítmica. Por tanto, variaciones unitarias de la variable dependiente (el logaritmo de la renta per cápita) se interpretan como una tasa de variación porcentual en la renta. La

estimación de β_1 mide la semielasticidad, es decir, el cambio en la esperanza de vida en años antes de un aumento en la tasa de variación en la renta per cápita. Un aumento un 1 % en la renta per cápita se asociará con un un aumento de la esperanza de vida en $\hat{\beta}_1/100$ años. La primera hipótesis se verificará examinando la significancia y el signo de $\hat{\beta}_1$.

Utilizamos la siguiente ecuación para estimar las conjeturas 2 y 3:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 \ln X_{1t} + \beta_2 D + \beta_3 D \cdot \ln X_{1t} + u_t \quad (2)$$

donde D es una variable dicotómica que toma el valor 0 para 1900-1959 y 1 para 1960-2015. El valor estimado de β_3 es la pendiente diferencial del segundo período. Por lo tanto, la significancia de β_3 sugiere la presencia de un cambio estructural (es decir, un cambio significativo en la pendiente).

Finalmente, añadimos los años de escolaridad:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 \ln X_t + \beta_4 X_{2t} + u_t \quad (3)$$

donde X_2 es una medida de los años promedio de escolaridad en España (inversión en capital humano).

4. Resultados

```
## Estimaciones de Regresión

model5 <- lm(life ~ lnGDPpc, data = data)
model6 <- lm(lnlife ~ lnGDPpc, data = data)
model7 <- lm(life ~ lnGDPpc + D + DxlnGDPpc, data = data)
model8 <- lm(life ~ lnGDPpc + lnschool, data = data)

# Creamos la
regression_table <- huxreg(model5, model6, model7,
  model8, stars = c(`*` = 0.1, `**` = 0.05, `***` = 0.01),
  number_format = 3, coefs = c(`log PIBpc` = "lnGDPpc",
    `D (=1 si año>1959)` = "D", DxlnPIBpc = "DxlnGDPpc",
    `log años escolaridad` = "lnschool"), statistics = c(N = "nobs",
```

```

R2 = "r.squared"))
regression_table <- insert_row(regression_table, c("Var. dependiente:",
  "Años", "Log Años", "Años", "Años"), after = 1)
periodo <- c("Período:", "1900-2015", "1900-2015",
  "1900-2015", "1970-2009")
periodo <- as.character(periodo)

# Añadimos el periodo de cada regresión

regression_table <- insert_row(regression_table, periodo,
  after = 12)

# No queremos decimales en los años
number_format(regression_table)[13, -1] <- 0

regression_table <- add_footnote(regression_table,
  "Errores Estándar en paréntesis")

regression_table_tex <- to_latex(regression_table,
  tabular_only = TRUE)
regression_table_tex <- gsub("\\\\{=latex\\}", "", regression_table_tex)
regression_table_tex <- gsub("`", "", regression_table_tex)

writeLines(regression_table_tex, "regression_table_tex.tex")

```

Los resultados de la estimación reportados en la Tabla 2 concuerdan con nuestras hipótesis. El R^2 es alto; el ingreso solo explica alrededor del 86 % de la varianza de la esperanza de vida durante este período. La estimación del ingreso ($\hat{\beta}_1$) es significativa con un nivel de confianza mayor al 90 % ($p < 0,01$) y tiene una magnitud similar al valor obtenido por Jetter et al. (2019) (13.95). Los resultados en la columna 1 de la Tabla 2 revelan que durante todo el período, aumentar el ingreso en un 1 % se asocia con un aumento en la esperanza de vida de 0.15 años, ceteris paribus.³ Al dividir la semi-elasticidad estimada en la columna 1 por la esperanza de vida promedio (de la Tabla 1, 62 años), obtenemos una elasticidad del ingreso de 0.25.

³Para interpretar correctamente el coeficiente de un modelo LIN-LOG (15.63), el valor estimado del coeficiente debe dividirse por 100.

Para robustez, la columna 2 presenta las mismas estimaciones con el logaritmo de la esperanza de vida como variable dependiente. Por lo tanto, el coeficiente estimado (0.262) es directamente la elasticidad del ingreso en relación con la esperanza de vida, confirmando nuestro cálculo.

Tabla 2: Resultados de la regresión

	(1)	(2)	(3)	(4)
Var. dependiente:	Años	Log Años	Años	Años
log PIBpc	15.627 *** (0.593)	0.262 *** (0.012)	42.197 *** (2.139)	3.759 *** (1.126)
D (=1 si año>1959)			293.874 *** (20.281)	
DxlnPIBpc			-34.135 *** (2.368)	
log años escolaridad				5.848 *** (1.315)
N	116	116	116	40
R2	0.859	0.797	0.951	0.977
Período:	1900-2015	1900-2015	1900-2015	1970-2009
*** p < 0.01; ** p < 0.05; * p < 0.1.				

Errores Estándar en paréntesis

La estimación de la interacción de la variable dummy D y el ingreso ($\hat{\beta}_3$) en la Columna 3 de la Tabla 2 es negativa y altamente significativa. Por lo tanto, la pendiente de la línea de regresión es significativamente menor después de 1959. Durante el primer período, aumentar el ingreso en un 1 % se asocia con un aumento en la esperanza de vida de 0.42 años, ceteris paribus. La interacción revela que el coeficiente estimado de ingreso durante el segundo período fue 0.34 años menos, alrededor de 0.08. Después de 1959, los cambios en el ingreso tienen una asociación más débil con los aumentos en la esperanza de vida.

La Columna 4 de la Tabla 2 informa sobre el efecto del capital humano en la esperanza de vida. Aumentar los años de escolaridad en un 100 % (es decir, duplicar los años de escolaridad) se asocia con un aumento en la esperanza de vida de 5.8 años, ceteris paribus. Introducir el capital humano en la ecuación reduce a la mitad el efecto del ingreso en la esperanza de vida, que ahora es de 3.7 (en lugar de 8). Este resultado sugiere un sesgo por variable omitida en las estimaciones del ingreso en la esperanza de vida.

5. Conclusiones

Estudiamos el efecto del plan de estabilización económica español de 1959 en la relación entre el ingreso y la esperanza de vida en España utilizando herramientas econométricas estándar. Después de 1959, la elasticidad del ingreso en la esperanza de vida se volvió menos elástica, en línea con los países más desarrollados. Después de este punto, el aumento del ingreso y la esperanza de vida tienen una asociación más débil. Otros factores como el capital humano (años de escolaridad) jugaron un papel importante en aumentar la esperanza de vida desde entonces.

De este trabajo se desprenden varias recomendaciones de política económica. Por un lado cuantifica el objetivo en aumento de la renta asociado a un objetivo de incremento de una medida de bienestar: la esperanza de vida. Por otro, ayuda también a cuantificar los entre años de escolaridad necesarios que se asocian un objetivo de aumento en la esperanza de vida.

Este artículo tiene varias limitaciones que son una invitación a investigaciones futuras. Por ejemplo, la inversión en capital humano podría aumentar con la esperanza de vida. Esta causalidad inversa debería abordarse con herramientas apropiadas como variables instrumentales.

Referencias

- Becker, G. S. (1962). Investment in human capital: A theoretical analysis. *The journal of political economy*, pages 9–49.
- Jetter, M., Laudage, S., and Stadelmann, D. (2019). The intimate link between income levels and life expectancy: global evidence from 213 years. *Social Science Quarterly*, 100(4):1387–1403.
- Myro, R. (2023). Crecimiento económico y cambio estructural. In *Leciones de Economía Española*, volume 2, pages 39–68. Thompson Reuters, Pamplona, 17 edition.
- Preston, S. H. (1975). The changing relation between mortality and level of economic development. *Population studies*, 29(2):231–248.