



MAX-PLANCK-INSTITUT
FÜR DEMOGRAFISCHE
FORSCHUNG

MAX PLANCK INSTITUTE
FOR DEMOGRAPHIC
RESEARCH

La Última Transición de la Fecundidad Mecanismos, Escenarios a Futuro

**Daniel Ciganda¹, Nicolas Todd², Mikko Myrskylä¹, Ritabrata Dutta³,
Angelo Lorenti¹, Susann Kowatsch¹, Lars Dommermuth⁴**

¹Max Planck Institute For Demographic Research

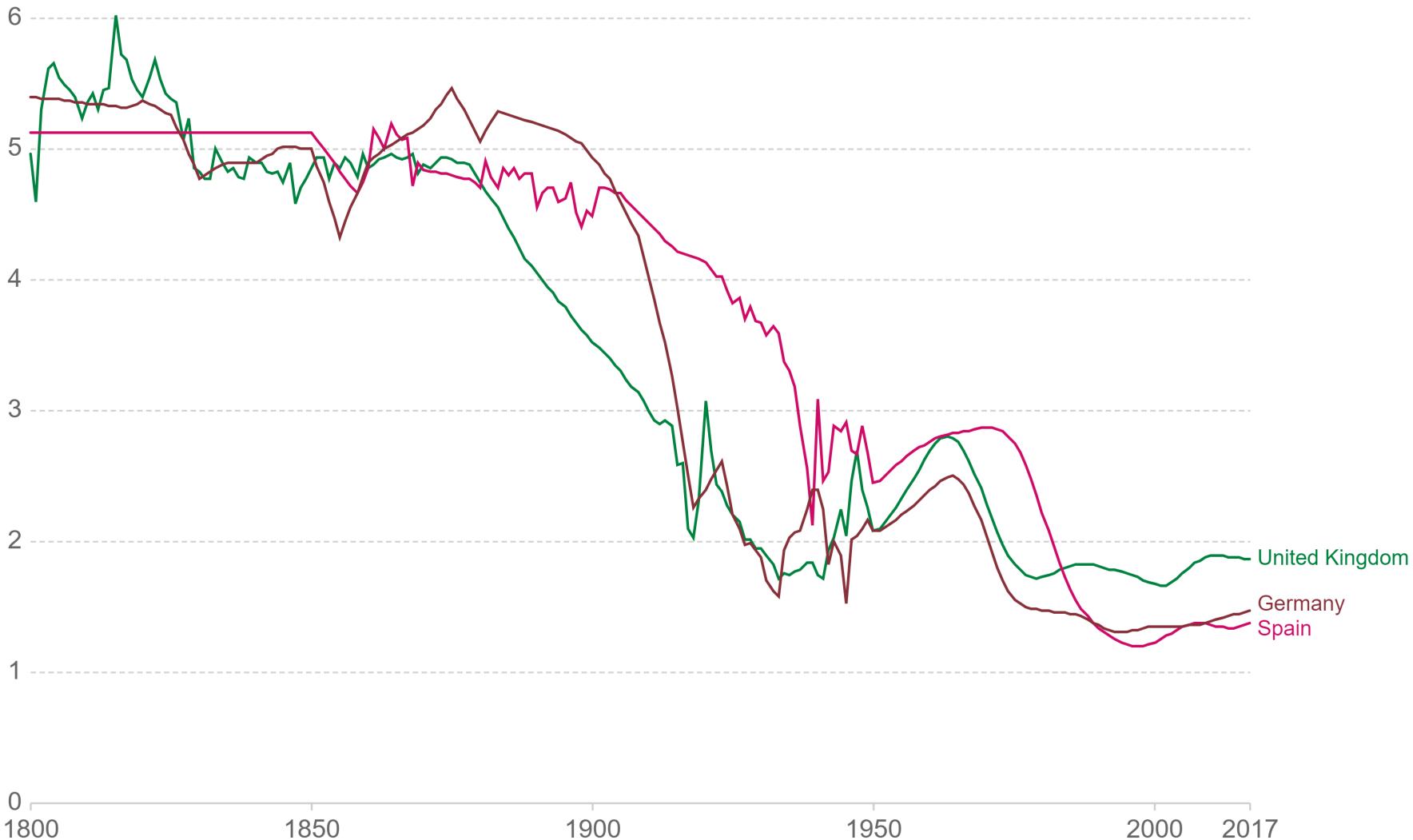
²Centre National de la Recherche Scientifique, Paris

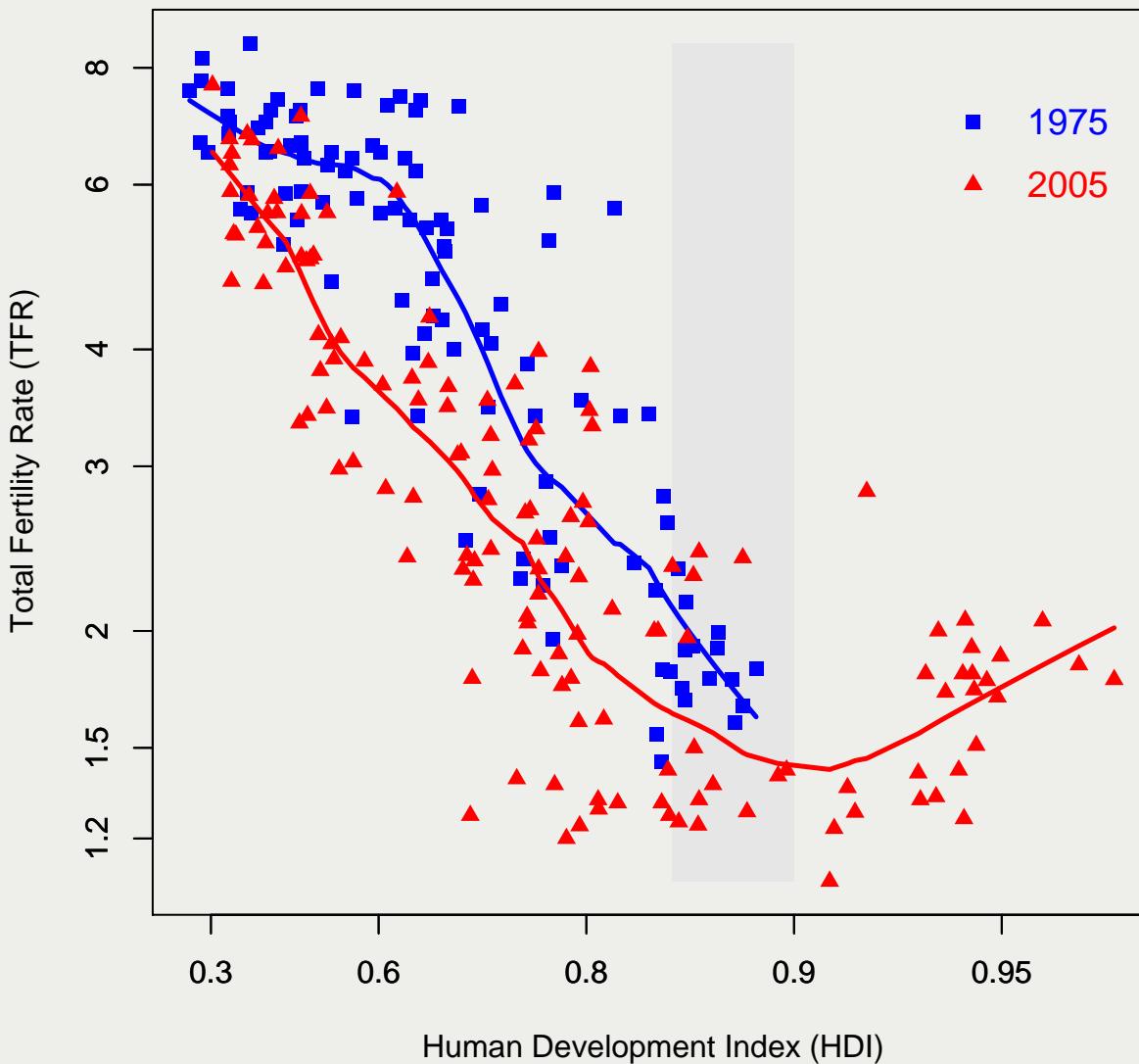
³Department of Statistics, University of Warwick

⁴Statistics Norway

Fertility rate over the long-term, 1800 to 2017

Total fertility rate represents the number of children that would be born to a woman if she were to live to the end of her childbearing years and bear children in accordance with age-specific fertility rates of the specified year.



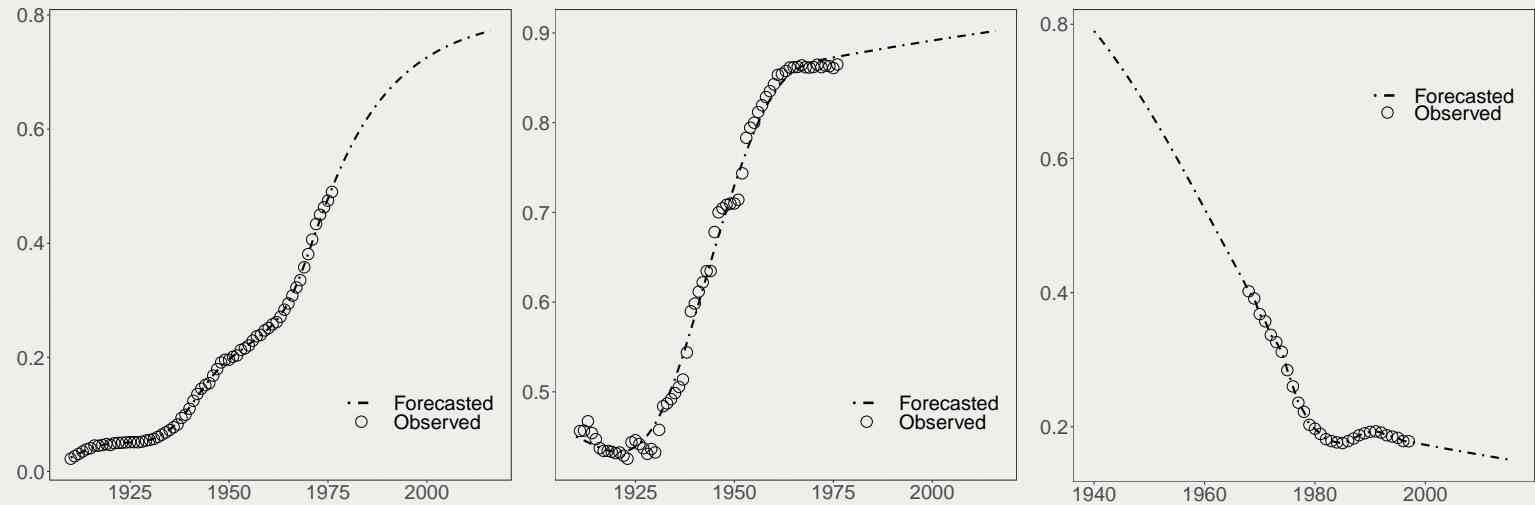


Source: Myrskylä, Kohler, Billari - Nature (2009)



Motivación

- ▶ Cambio en la relación fecundidad - desarrollo:
 - ▶ Índice de Desarrollo Humano, Myrskyla et al (2009).
 - ▶ Participación de la mujer en el mercado de trabajo, Rindfuss & Brewster (1996).
 - ▶ PBI per-capita, Luci (2014).
- ▶ ¿Cuáles son las dinámicas a nivel micro detrás del cambio en la correlación fecundidad - desarrollo?
- ▶ ¿Puede el desarrollo contribuir a la recuperación de las tasas de fecundidad?

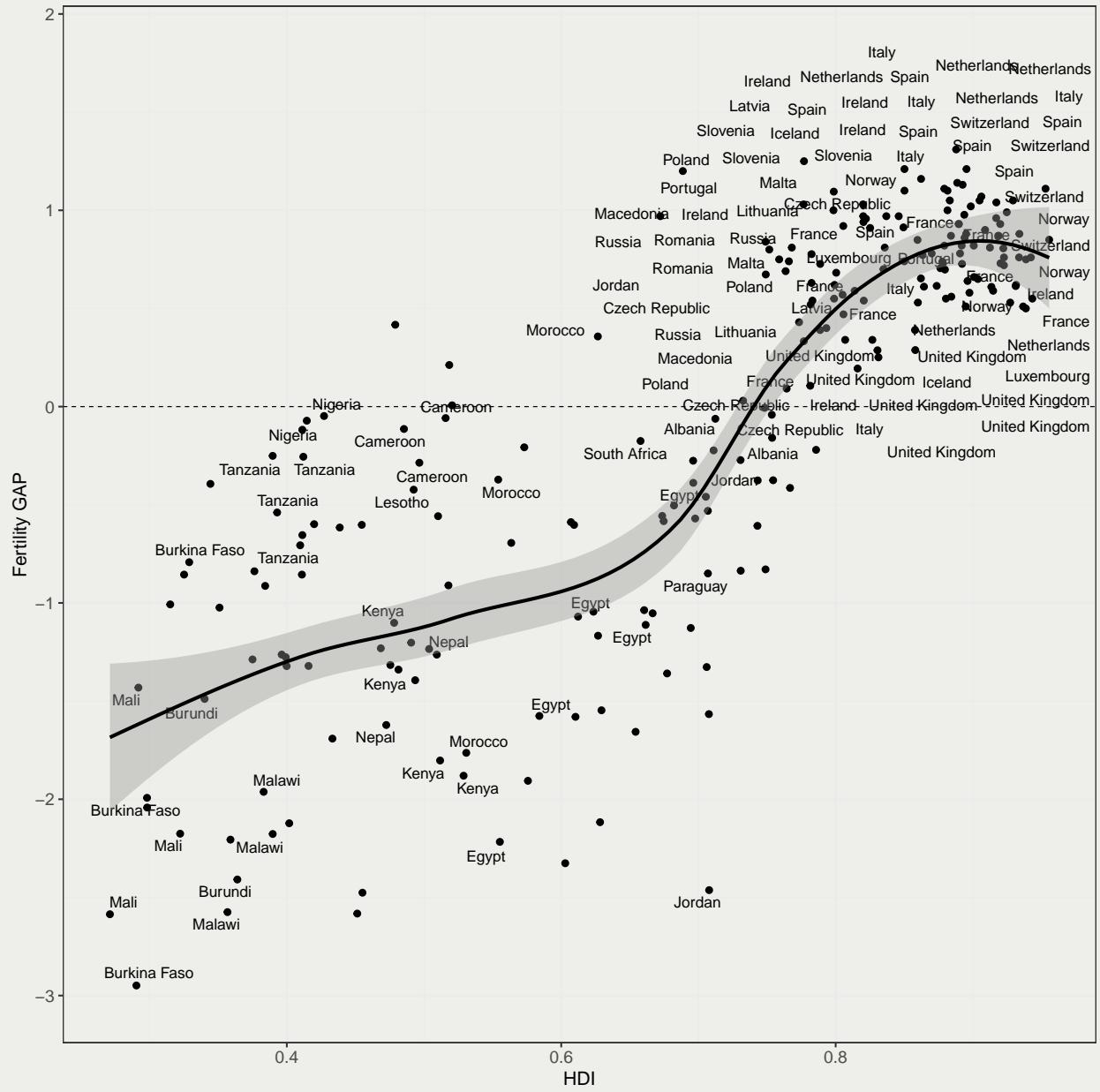


Nivel Educativo- Participación M. Trabajo - Nac. No Planeados | Francia 1925 - 2016.

- ▶ Transición en la educación, mercado de trabajo: Caída del Tamaño Deseado de Familia
- ▶ Transición Fecundidad Natural a Fecundidad regulada: Caída de fecundidad No planeada / No deseada.



- ▶ Diferenciar entre fecundidad **planificada** y **no planificada** es clave.
- ▶ Si consideramos la **distancia** entre la fecundidad deseada y la realizada...





Mecanismos

- ▶ A medida que los países se desarrollan, atraviesan tres transiciones importantes:
 - La expansión de la educación superior
 - La transición de la fecundidad natural a la regulada
 - Transición de un régimen de proveedor único a un régimen de hogares con dos ingresos
- ▶ Como consecuencia, las personas se vuelven más similares con respecto a su capacidad para prevenir nacimientos no planificados y más similares con respecto a sus preferencias por un tamaño dado de familia.
- ▶ En una primera etapa de anticoncepción premoderna, la expansión de la educación superior contribuye principalmente a la disminución de la fecundidad (reducción de la fecundidad no planificada, promoción de la participación en el mercado laboral) → los efectos negativos *superan* cualquier beneficio potencial
- ▶ Una vez que se hayan completado la difusión de la anticoncepción moderna y la transición al mercado laboral, la expansión continua de la educación podría resultar en la *recuperación* de las tasas de fecundidad.



Ideas Influyentes Relación Recursos - Fecundidad

- ▶ Becker: costos de oportunidad, trade-off cantidad y calidad.
- ▶ Necesitan asumir una preferencia negativa por los hijos después de un cierto nivel de ingresos.
 - ▶ Galor (2011) *The Demographic Transition: Causes and Consequences*
- ▶ Suponen un **control perfecto** sobre el proceso reproductivo.
- ▶ Estos modelos datan de la década de 1960. La anticoncepción fue **LEGALIZADA** en Francia en 1967 (!)
- ▶ España: 1978(!!!)



Modelos del Proceso Reproductivo: Definiciones

Proceso Reproductivo - Secuencia de nacimientos de distinto orden de una mujer/pareja y edades de la madre al nacimiento

A partir de un grupo de estas secuencias pueden obtenerse todas las medidas resumen de fecundidad:

- ▶ Tasas específicas por edad; Tasa Global de Fecundidad; PPR; Indicadores de cohorte



Figure: Trayectoria Reproductiva de una Cohorte de 8 Mujeres

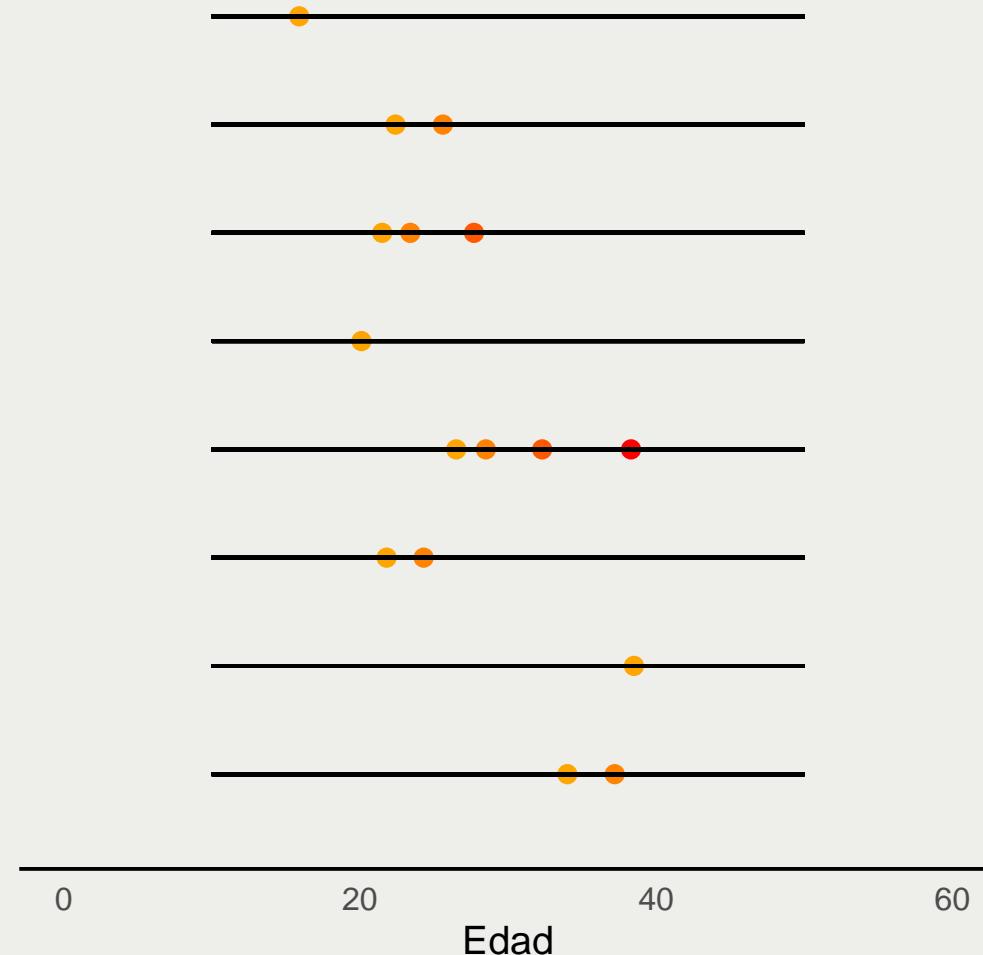


Figure: Tasas Específicas de Fecundidad Por Edad, España, 1960 - 2017

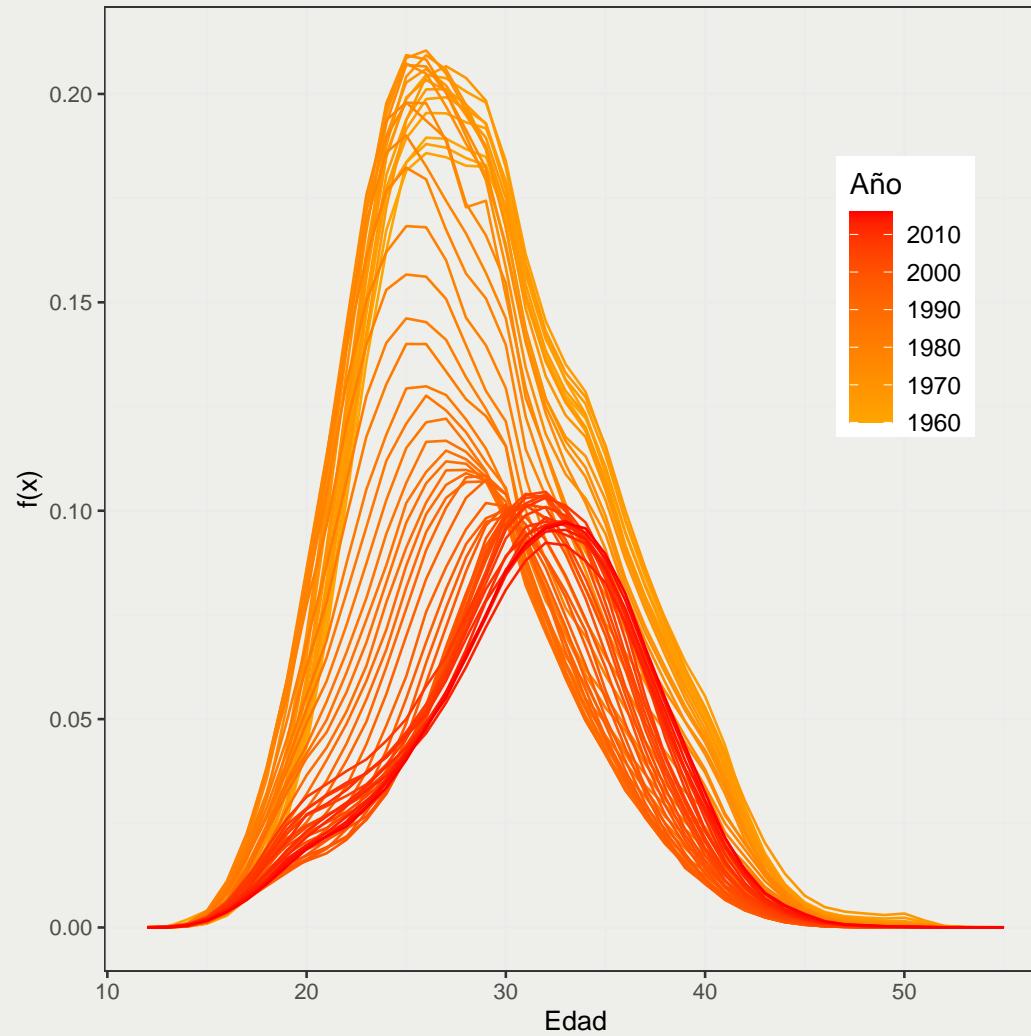
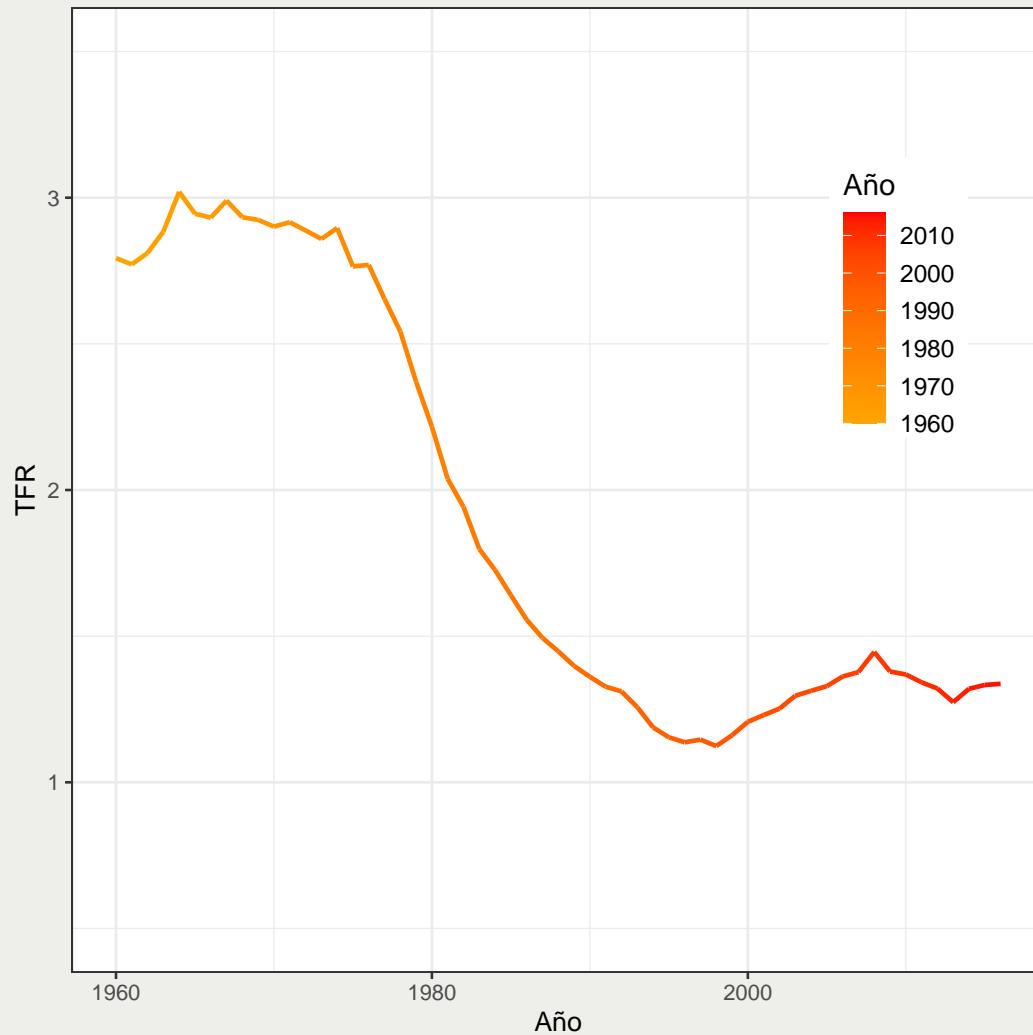




Figure: Tasas Global Fecundidad, España, 1960 - 2017





Descripción del Modelo

Para construir un modelo del proceso reproductivo simple, necesitamos:

- ▶ Inicio del proceso (inicio de la actividad sexual, formación de una unión)
- ▶ Probabilidad / riego de concebir → fecundabilidad
- ▶ Período de no susceptibilidad (embarazo + amenorrea post-parto)

Considerar: Cambio en el riesgo de concebir con la edad



Modelo del Proceso Reproductivo

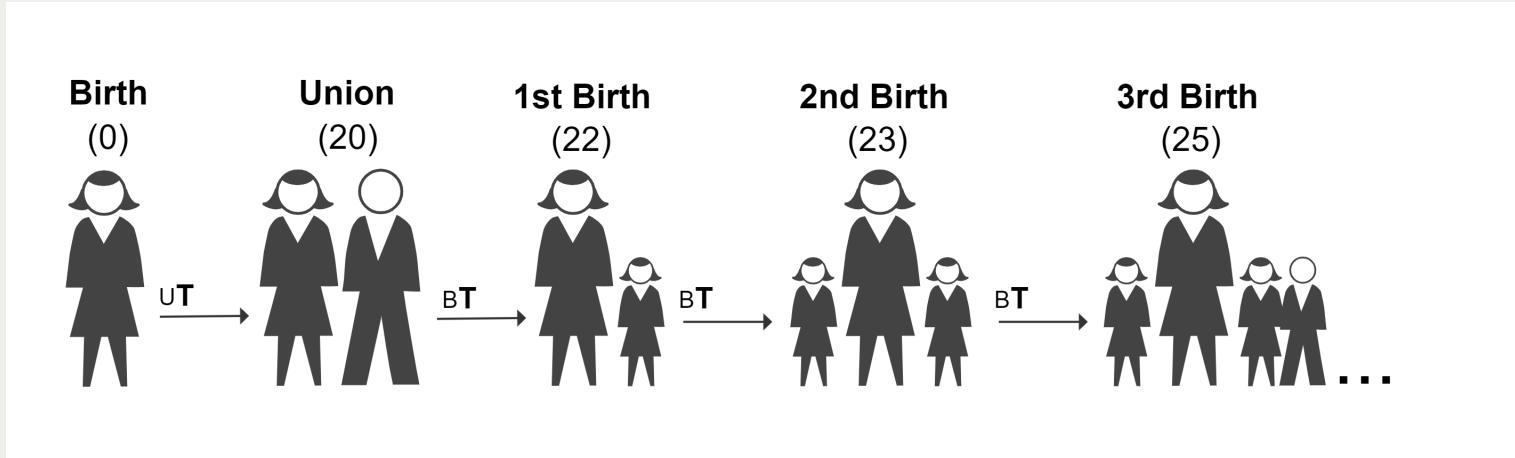


Figure: Modelo Computacional del Proceso Reproductivo en Regimen de Fecundidad Natural



Descripción del Modelo

Para construir un modelo del proceso reproductivo en un contexto de fecundidad regulada, necesitamos:

- ▶ Inicio del proceso (inicio de la actividad sexual, formación de una unión)
- ▶ Probabilidad / riego de concebir → fecundabilidad
- ▶ Período de no susceptibilidad (embarazo + amenorrea post-parto)
- ▶ Preferencias: Número Deseado de Hijos
- ▶ Decisión de tener un/otro hijo
- ▶ Riesgo de concebir en presencia de acciones anticonceptivas (efectividad)



Número Deseado de Hijos

- ▶ Nr. de hijos que una mujer en la simulación intentará activamente alcanzar.
- ▶ Se genera al momento de la formación de la unión y depende de:
 - ▶ El número deseado de hijos promedio por las mujeres en edad reproductiva en la población
 - ▶ Participación en el mercado de trabajo de la mujer (depende a su vez del nivel educativo)
 - ▶ Proporción de mujeres con el mismo status de actividad en el mercado laboral
- ▶ Reducción en el tiempo directamente relacionada con cambios en la distribución del trabajo remunerado / no remunerado.



Número Deseado de Hijos

Nr. de hijos que una mujer en la simulación intentará activamente alcanzar.

$$E_G = \bar{D}_{t[i]} \cdot (1 + (-1)^{w_i} \cdot (1 - p_{t[i]}) \cdot \delta)$$

donde:

$t[i]$ es el tiempo a la formación de la unión para la mujer i

$\bar{D}_{t[i]}$ es el numero deseado de hijos promedio para todas las mujeres en edad reproductiva en $t[i]$.

w_i indica si la mujer i participa o no en el mercado de trabajo

$p_{t[i]}$ es la proporción de mujeres en la población que comparten el status de participación con la mujer i

δ el desvío máximo de la norma



Intención

- ▶ Probabilidad de que una mujer/pareja decida tener un/otro hijo en un año determinado.
 - ▶ Hay una penalización a la intención asociada a participar en el mercado laboral.
 - ▶ Nivel educativo puede reducir esa penalización:
subcontratación, horario laboral flexible, dist. de trabajo no remunerado dentro del hogar.
 - ▶ Tiempo desde el último nacimiento

```
if (decision == yes){  
     $F_{i,x}$  (fecundabilidad) → Nacimiento Planeado  
}else{  
     $RF_{i,x,t}$  (fecundabilidad residual) → Nacimiento No Planeado  
}
```



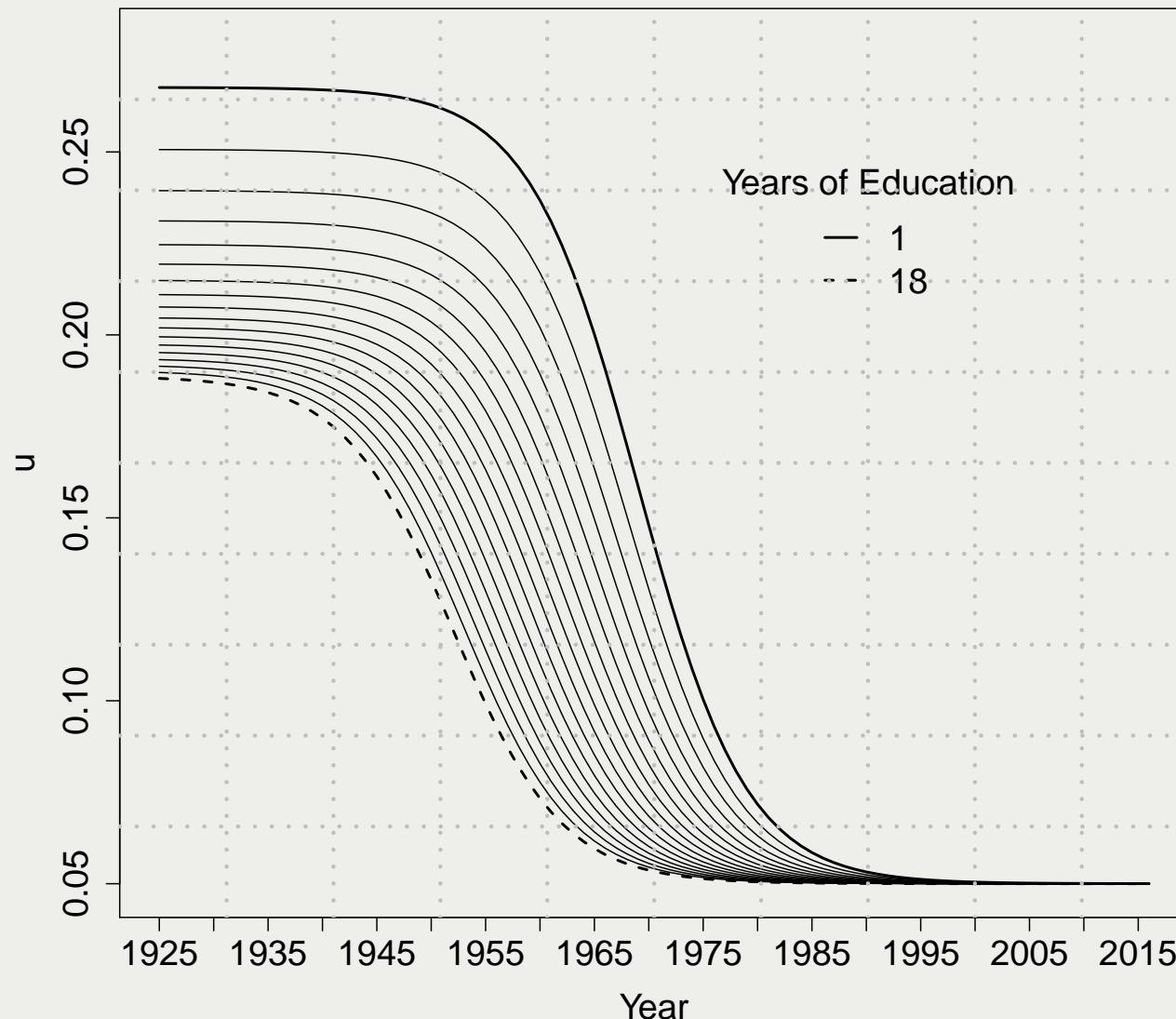
Intención

Probabilidad de que una mujer/pareja decida tener un/otro hijo en un año determinado.

$$I_{i,t} = (\beta_i - \omega_i \cdot w_i)(1 - e^{-\lambda \cdot d_{i,t}})$$



Modelo del Proceso Reproductivo





Descripción del Modelo

Inputs

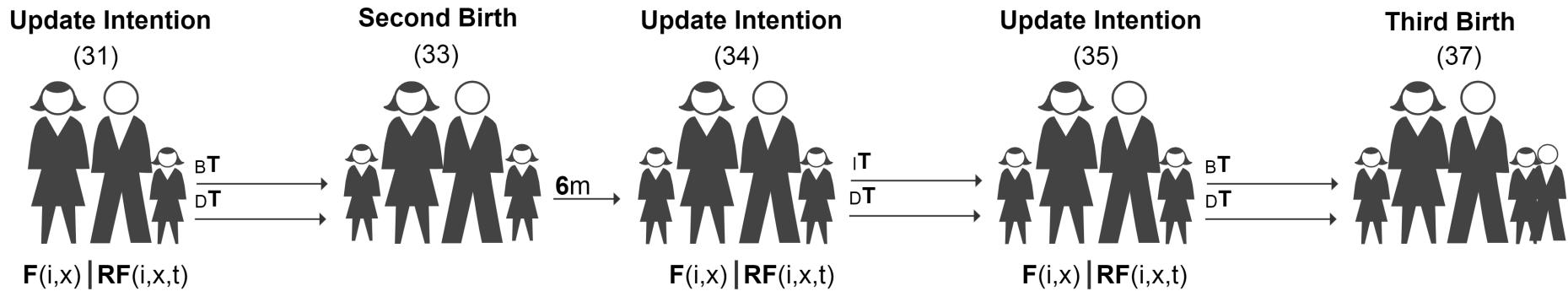
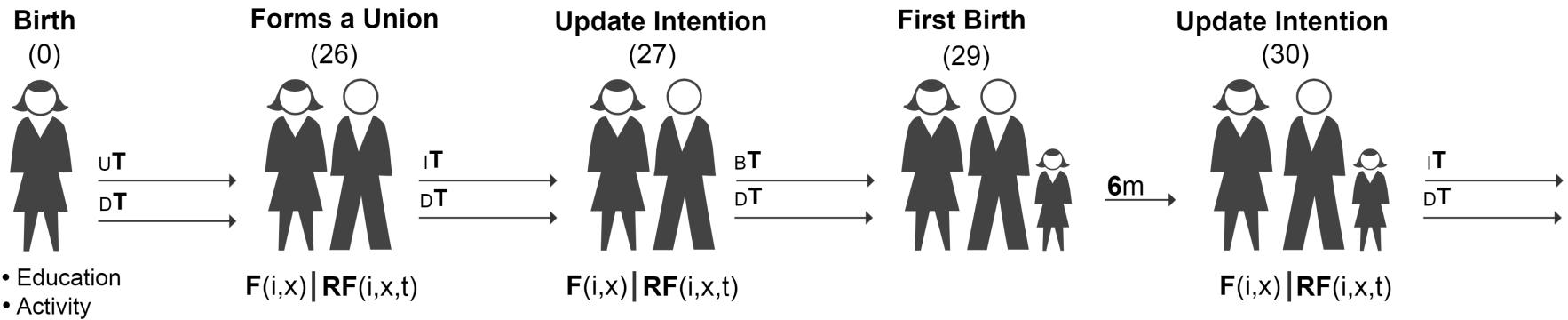
- ▶ Distribución empírica del nivel educativo (cohorte)
- ▶ Distribución de la participación en el mercado de trabajo por nivel educativo (cohorte)
- ▶ Tasas de mortalidad (cohorte)

Eventos

- ▶ Inicio de una unión con cohabitación
- ▶ Decisión de tener un hijo
- ▶ Nacimientos
- ▶ Muertes

Output

- ▶ Trayectorias reproductivas para las cohortes de nacimiento de mujeres nacidas de 1910 a 2016



```

read input data
educational attainment (cohort)
labor force participation by edu. (cohort)

initialization
generate wts to birth in the first year

While time < end time do
choose next event → n_event
update clock
update ages & waiting times

if n_event = birth then
    if girl then
        add to population
        assign:
        educational attainment
        years in education
        labor force participation
        wt to union
        wt to death
        wt to evaluate == Inf
    end
    update indicators of mother:
    age at birth
    nr. children
    nr. children left
    wt to evaluate
end

if n_event = death then
    remove from the population
end

(continues at top of right column)

```

```

if n_event = union formation then
    assign desired family size  $D_i$ 
    compute intention  $I_{i,t}$ 
    if  $I_{i,t} > x \sim U(0, 1)$  then
        | wt conception →  $F_{i,x}$ 
    else
        | wt conception →  $RF_{i,x,t}$ 
    end
    if wt conception > 1 year then
        | wt evaluate == 1 year
    end
end

if n.event = evaluate then
    update intention  $I_{i,t}$ 
    if  $I_{i,t} > x \sim U(0, 1)$  then
        | wt conception →  $F_{i,x}$ 
    else
        | wt conception →  $RF_{i,x,t}$ 
    end
    if wt conception > 1 year then
        | wt evaluate == 1 year
    end
end

if year change then
    remove those with age > max_age
    compute indicators.
end

end While

save output
asfrs; unplanned births; desired fam. size.
end

```



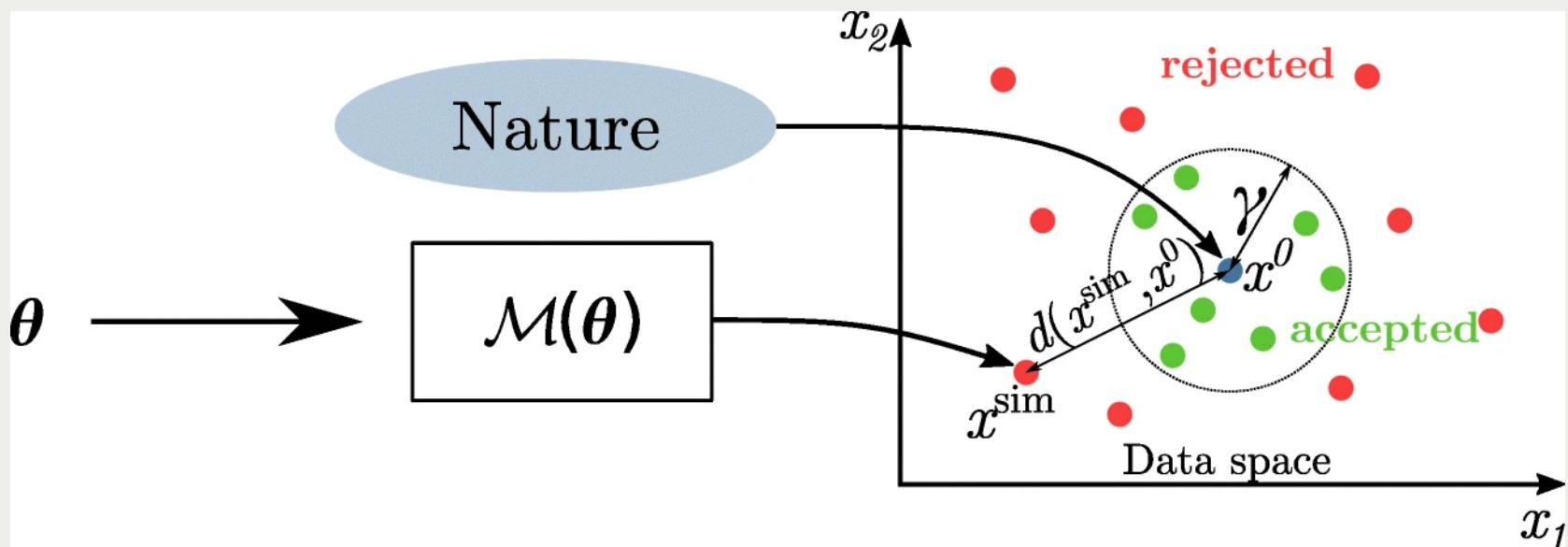
Name	Domain	Description	Source
δ	desired fam. size intention	effect on D_i of working baseline intention	estimated
β	intention	rate of reduction penalty after pregnancy	fixed
λ	intention	penalty on intention of working	fixed
η	intention	years of edu. after which η is reduced	estimated
τ	intention	speed at which η is reduced	estimated
ϵ	intention	maximum fecundability	fixed
ϕ	fecundability	inflection point of decline (age)	fixed
γ	fecundability	speed of decline with age	fixed
κ	fecundability	additional effect due to achieved D	fixed
A	contraception	governs minimum effect on conception risk	estimated
ρ	contraception	maximum effect on conception risk	estimated
v	contraception	inflection year in the diffusion process	estimated
ψ	contraception	speed of the diffusion	estimated
r	contraception	differential access/use by education	estimated
α	contraception	time to union after schooling	estimated
ξ	age union form.		estimated

Table: Parámetros del modelo



Estimación

- ▶ Likelihood-free estimation methods → Computación Bayesiana Aproximada (ABC)



Fuente: Pacchiardi et al. - Sankhya B (2020)



Estimación - Gutmann & Corander (2016)

Obtain an initial sample of \mathcal{X} of size n_0 , $\theta_1, \dots, \theta_{n_0}$

Compute $\Delta_{\theta_1}, \dots, \Delta_{\theta_{n_0}}$

Set $n = n_0$

While $n \leq N$ **do**

Map the relationship $\theta \rightarrow \Delta_\theta$ with a Gaussian Process emulator $G(\cdot)$

Obtain a new sample of \mathcal{X} of size n^*

Obtain predictions for $G(\theta_k) \quad k = 1, \dots, n^*$

Compute acquisition function $A(\cdot)$

Obtain the new locations to be explored θ_j

Compute Δ_{θ_j}

Increment n

end While

Return:

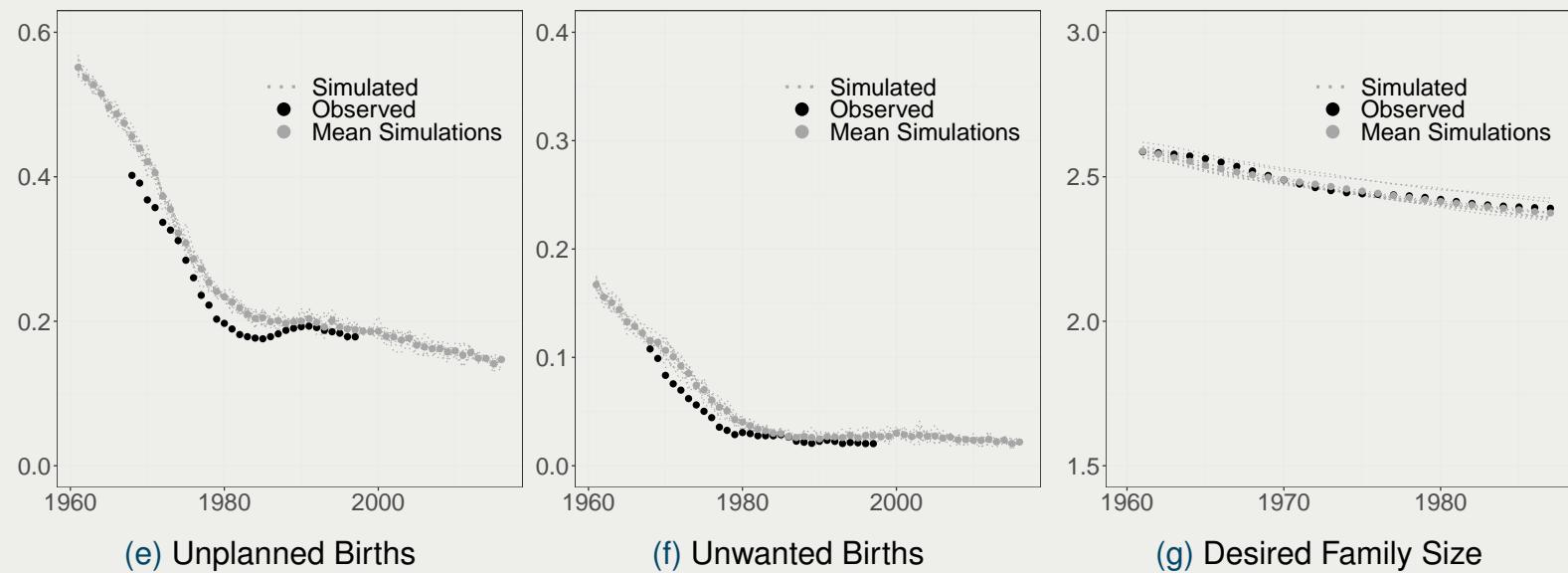
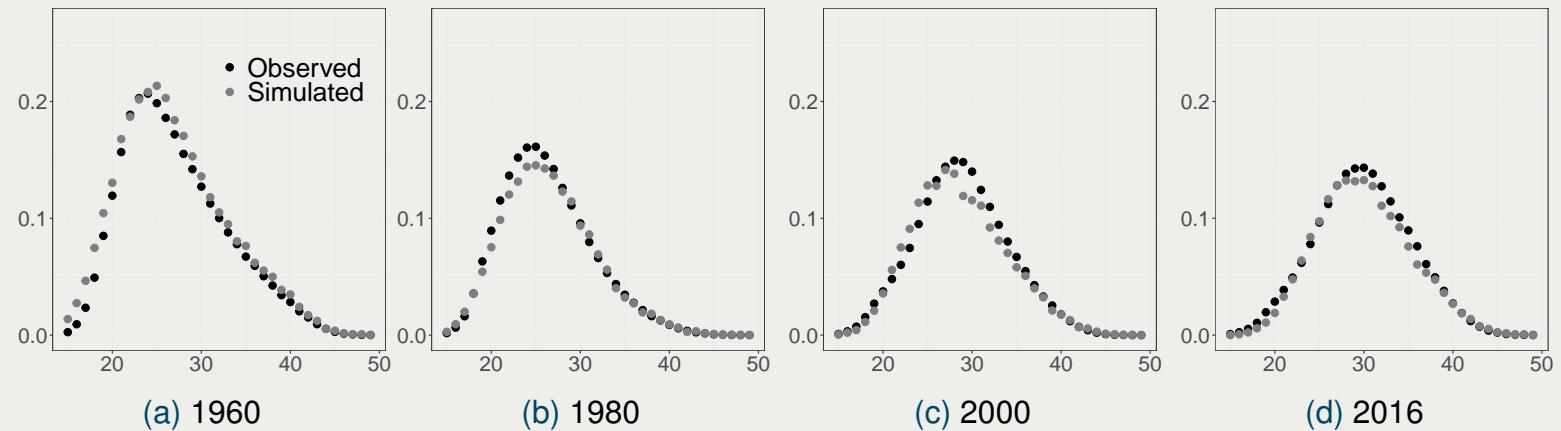
The value of θ that minimizes Δ_θ ; or

A fraction p of θ values with lowest Δ_θ

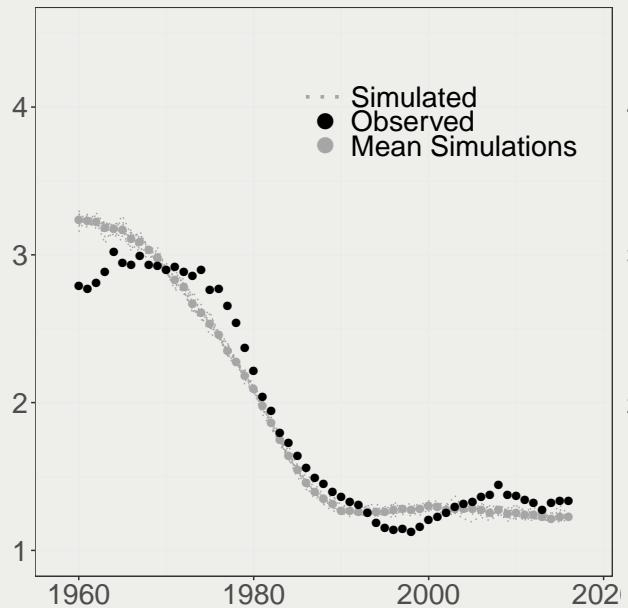


- ▶ Tasas específicas de fecundidad por edad entre los 14 y los 50 años para el período 1960-2016. De: Human Fertility Database. item El número ideal promedio de niños. Obtenido de (Sobotka et al. 2014). item Fecundidad Completa por educación. Obtenido de (Zeman et al. 2014). item Proporción de nacimientos no planeados / no deseados Regnier-Loilier et al (2007).

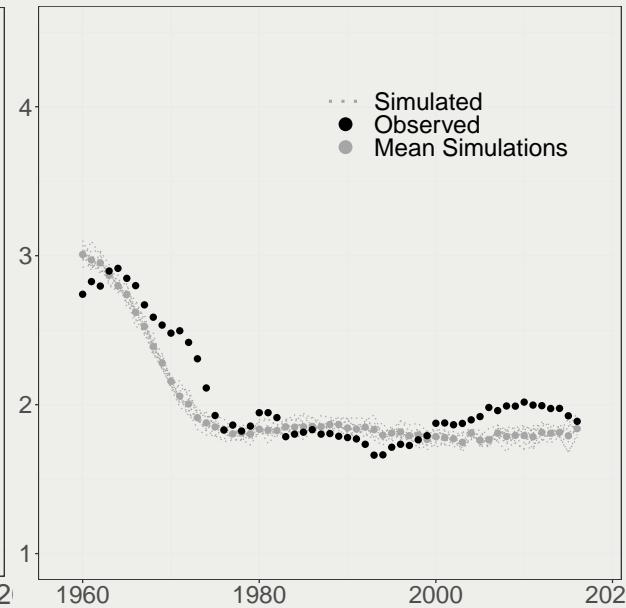
Age Specific Fertility Rates



(a) Spain



(b) France

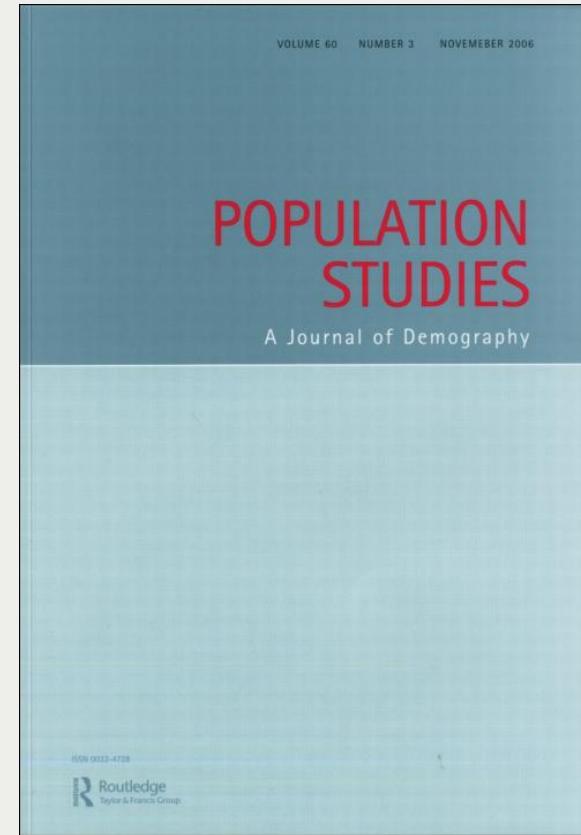




Demographic Models of The Reproductive Process

Past, Interlude and Future

Daniel Ciganda, Nicolas Todd





Demographic Models of The Reproductive Process

- ▶ Período de desarrollo activo:
Henry (1972), Brass (1958), Singh (1963) Sheps et al. (1973) Singh et al. (1974), Perrin and Sheps (1964), Potter and Sakoda (1966)
- ▶ Desaparición hacia la década del 80
- ▶ Fragmentación del trabajo teórico, empírico, y de proyección
- ▶ Causas:
 - ▶ Univerzalización de microdatos, las técnicas y paquetes estadísticos para analizarlos
 - ▶ Modelos no incorporan la fuente de variabilidad más importante en un contexto de fecundidad regulada: preferencias, decisiones
 - ▶ Ni sus determinantes (STD)

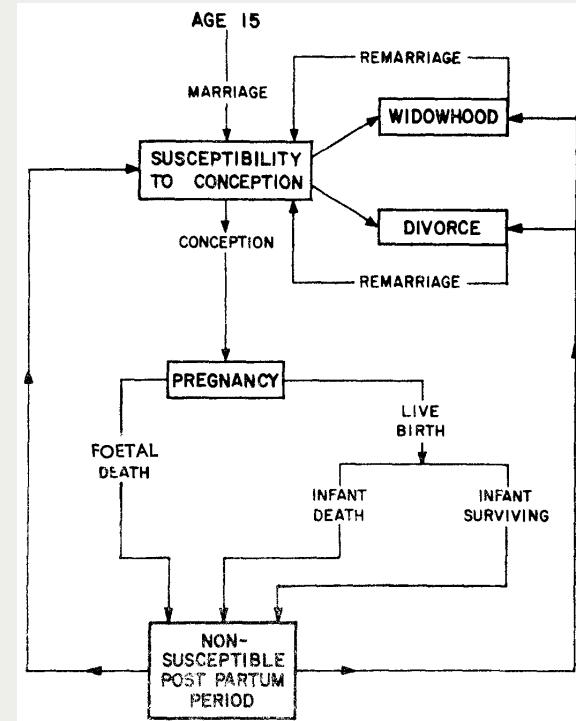


Figure: REPSIM, Ridley & Sheps (1966)



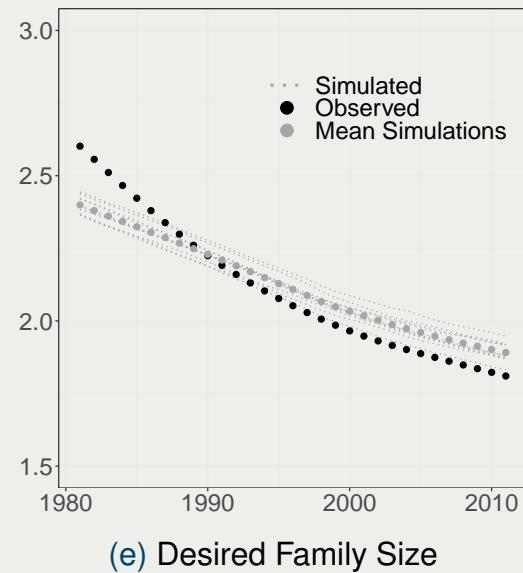
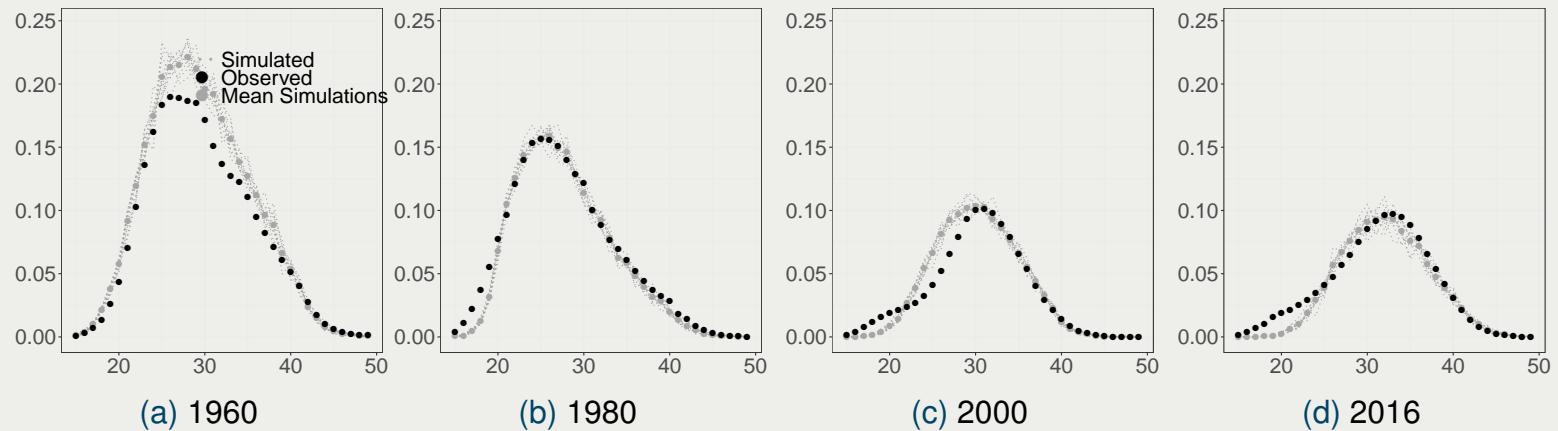
Demographic Models of The Reproductive Process

Tres tendencias que convergen para una potencial vuelta de los modelos computacionales del proceso reproductivo:

- ▶ La popularización de enfoques como ABM
- ▶ Los avances en la capacidad de computación y en la herramientas de programación que reducen las barreras para implementar y computar simulaciones de mediana y larga escala
- ▶ El Desarrollo de técnicas estadísticas que permiten la inferencia, la evaluación de la incertidumbre y la comparación de modelos

*Reproducible: Código y datos disponible en Github.

Spain





[International Conference on Social Informatics](#)

SocInfo 2019: [Social Informatics](#) pp 218-238 | [Cite as](#)

Using Simulated Reproductive History Data to Re-think the Relationship Between Education and Fertility

Authors

[Authors and affiliations](#)

Daniel Ciganda , Angelo Lorenti

Conference paper

First Online: 11 November 2019

1
Mentions

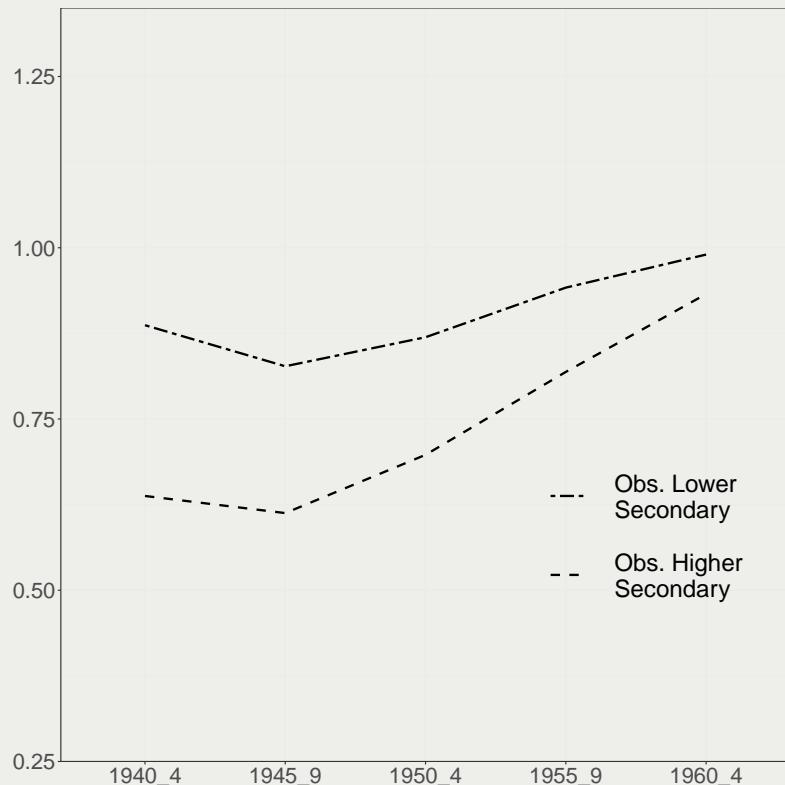
627
Downloads

Part of the [Lecture Notes in Computer Science](#) book series (LNCS, volume 11864)

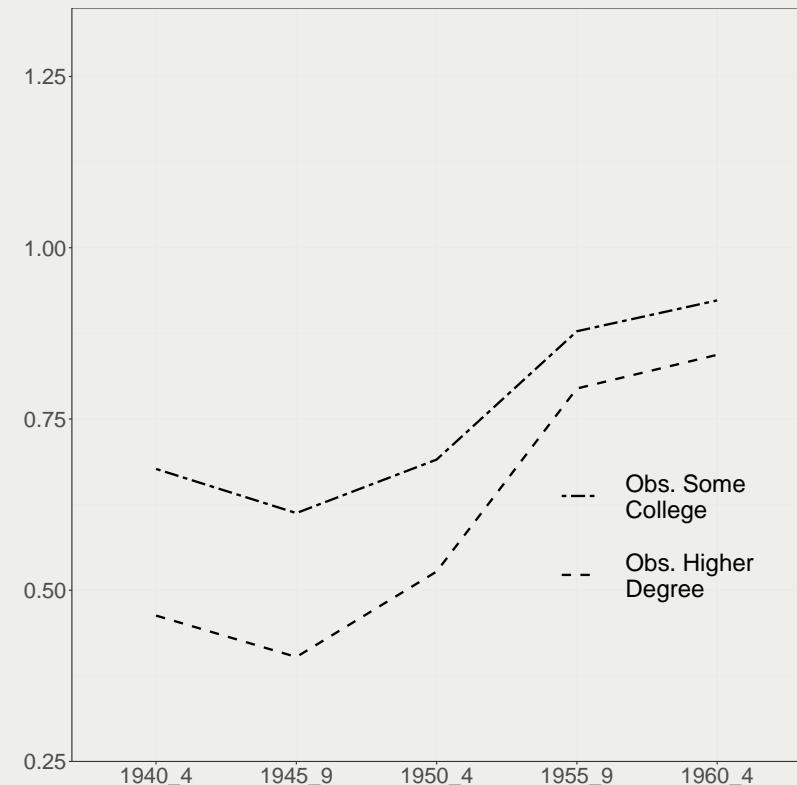


- ▶ Simular trayectorias reproductivas a partir de un modelo del proceso reproductivo → conjunto conocido de mecanismos
- ▶ Aplicar a nuestros datos simulados los mismos modelos estadísticos que se han aplicado a datos observados
- ▶ ¿Pueden los mecanismos modelados explicar los resultados observados?

Relative Risks for the Transition to Second Child by Cohort and Education, with Lowest Education as the Reference | Women



(a) Secondary Education



(b) Tertiary Education

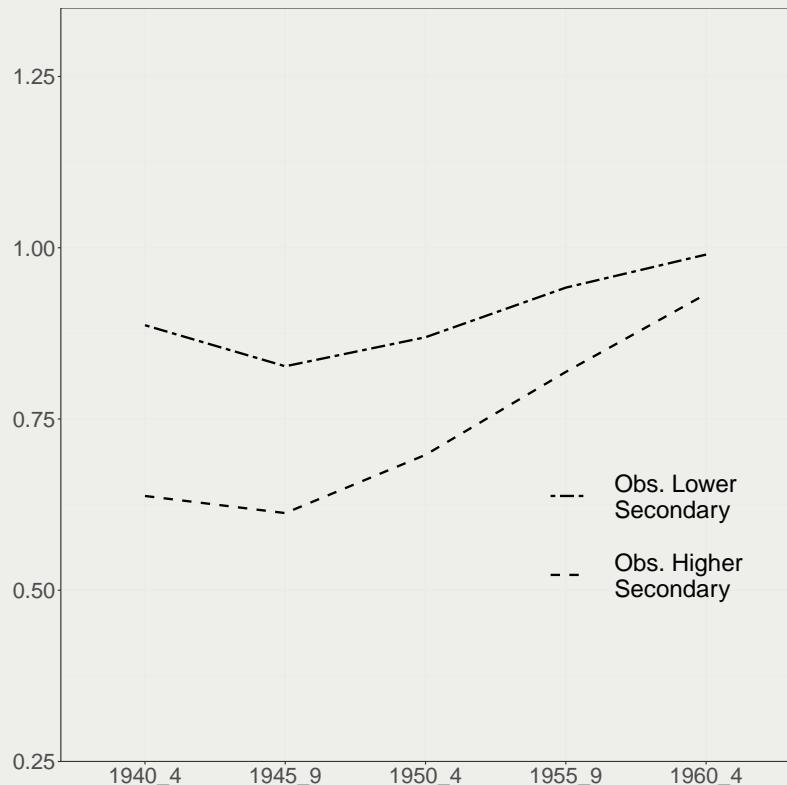
Fuente: Kravdal and Rindfuss - American Sociological Review (2008)



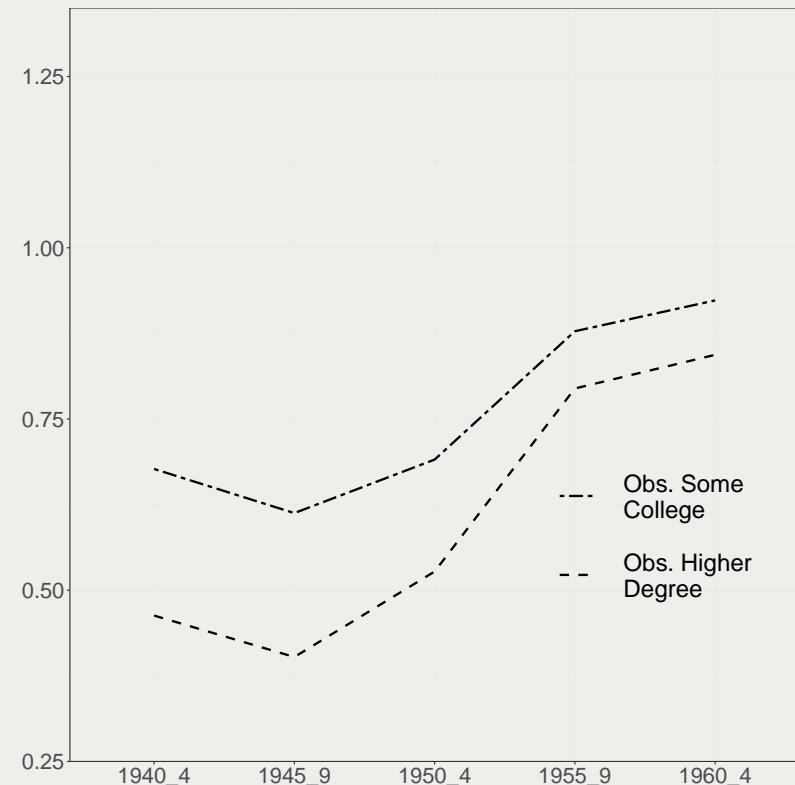
Simulated Data

- ▶ Edad a cada nacimiento / Nr. Final de Hijos
- ▶ Cohorte
- ▶ Tamaño deseado de familia
- ▶ Educación
- ▶ Participación en el mercado de trabajo

Relative Risks for the Transition to Second Child by Cohort and Education, with Lowest Education as the Reference | Women



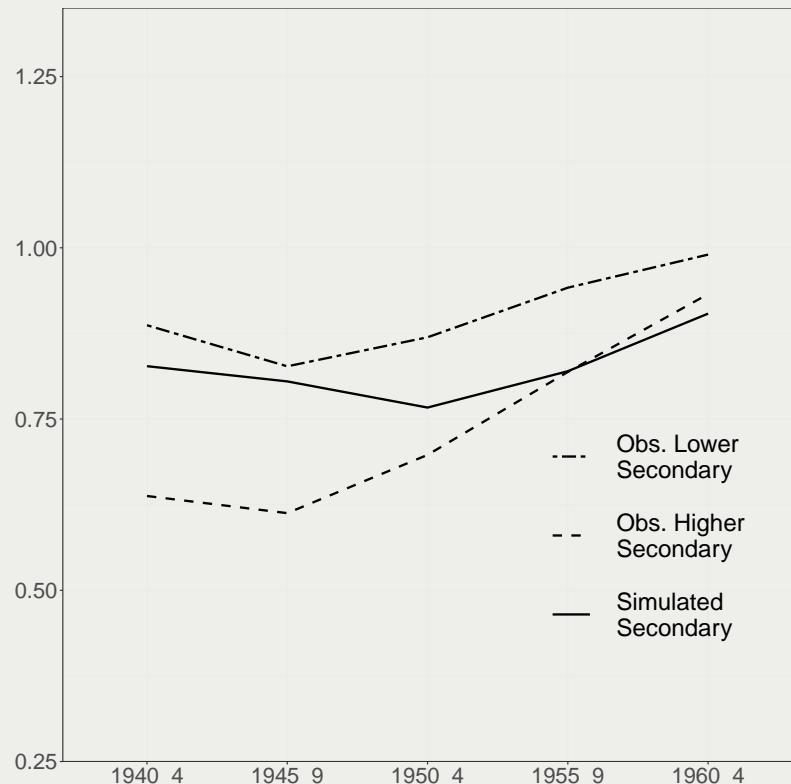
(a) Secondary Education



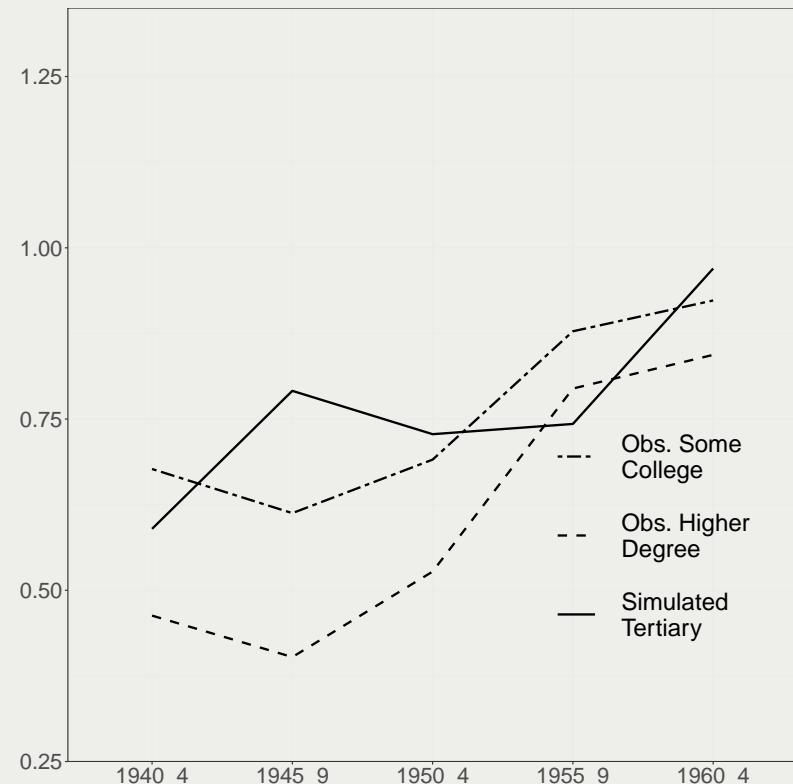
(b) Tertiary Education

Fuente: Kravdal and Rindfuss - American Sociological Review (2008)

Relative Risks for the Transition to Second Child by Cohort en Education, with Lowest Education as the Reference | Women



(a) Secondary Education

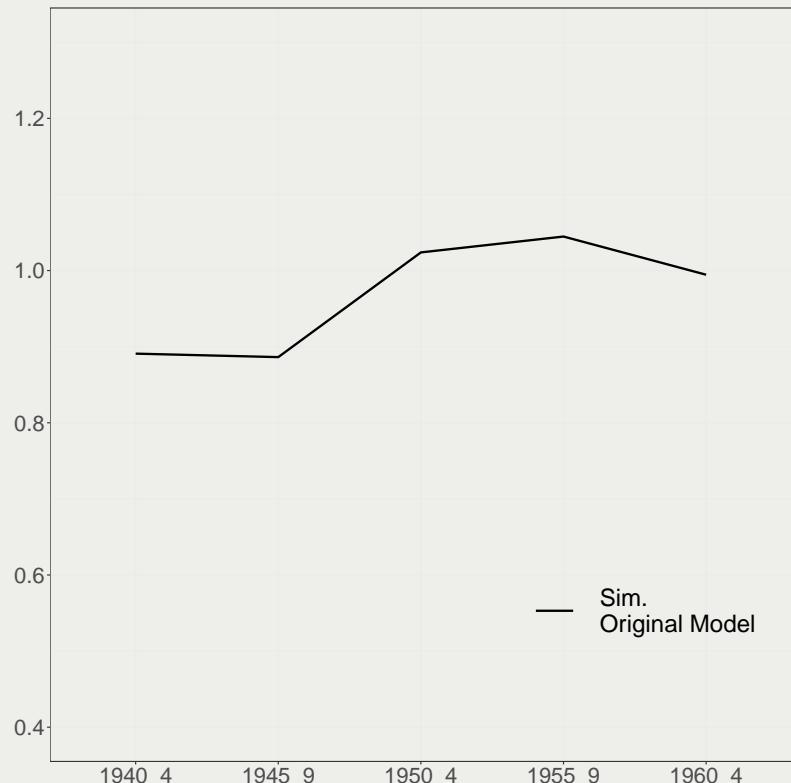


(b) Tertiary Education

Relative Risks for the Transition to Second and Third Births by Cohort | Women with Tertiary Education, Comparison of Model Specifications.

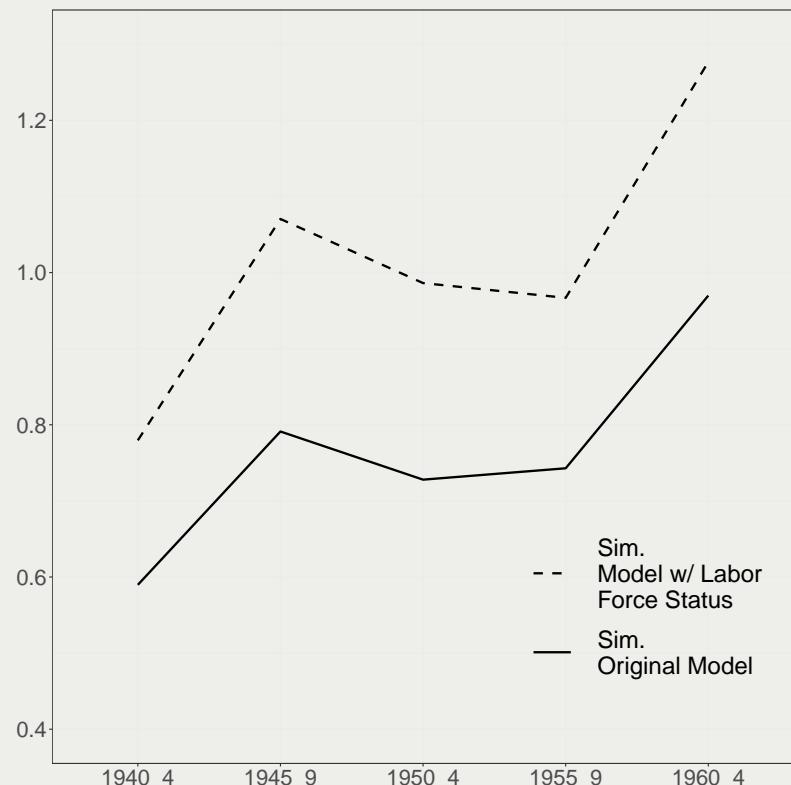


(a) Transition to 2nd Child

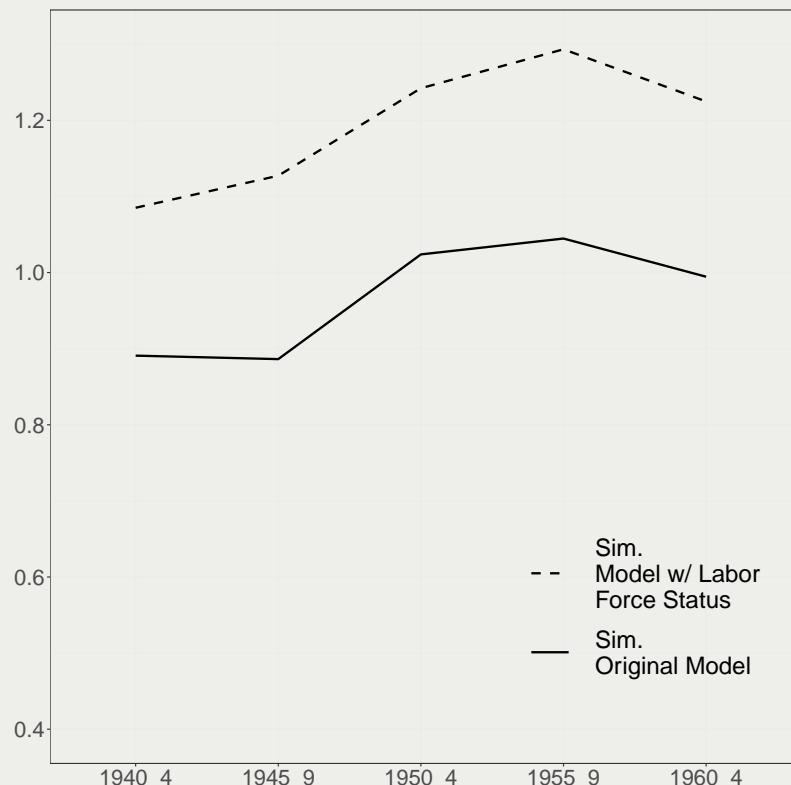


(b) Transition to 3rd Child

Relative Risks for the Transition to Second and Third Births by Cohort | Women with Tertiary Education, Comparison of Model Specifications.

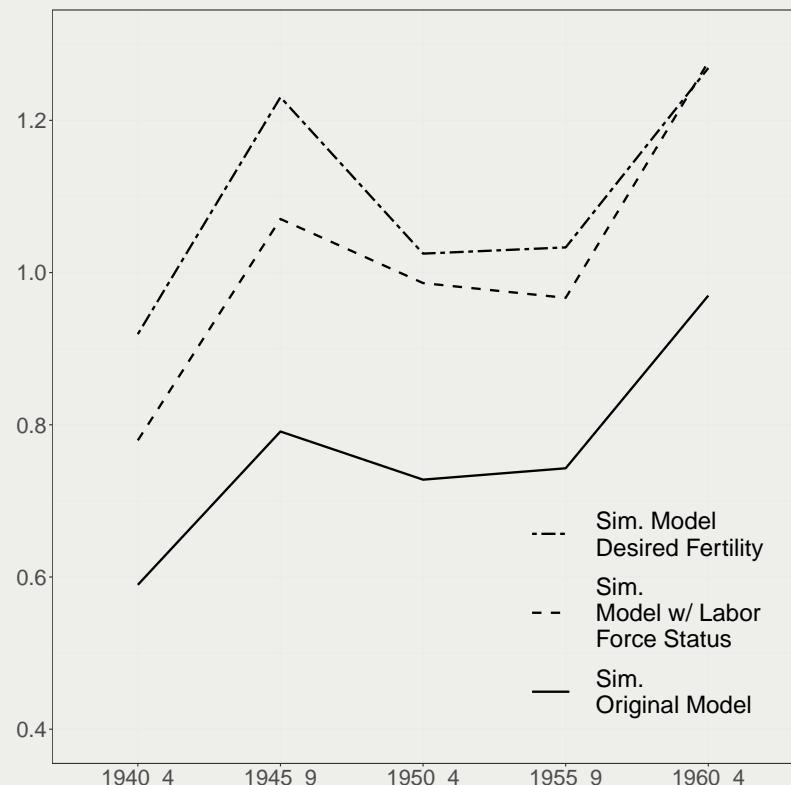


(a) Transition to 2nd Child

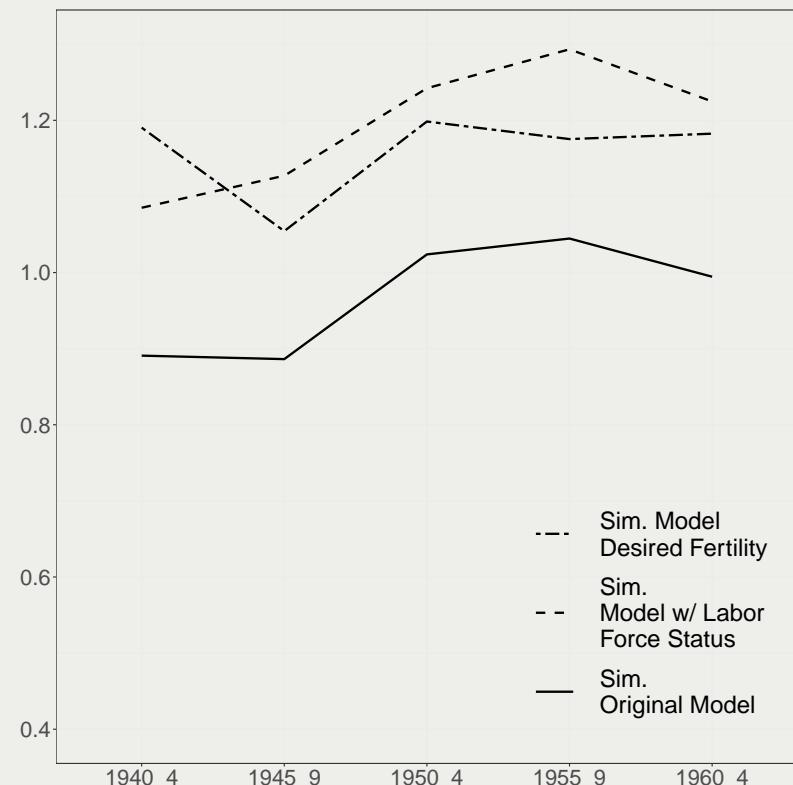


(b) Transition to 3rd Child

Relative Risks for the Transition to Second and Third Births by Cohort | Women with Tertiary Education, Comparison of Model Specifications.



(a) Transition to 2nd Child



(b) Transition to 3rd Child



Conclusiones

- ▶ El cambio en la correlación entre el nivel educativo y la fecundidad **no implica necesariamente un cambio en las preferencias**
- ▶ Una parte significativa de este cambio puede explicarse por la reducción de la fecundidad no planeada y la convergencia de los tamaños deseados de familia a medida que avanza la transición de las mujeres al mercado laboral
- ▶ Los modelos computacionales pueden ser útiles cuando se trata de preguntas que involucran **cantidades difíciles de medir / observar**



MAX-PLANCK-INSTITUT
FÜR DEMOGRAFISCHE
FORSCHUNG

MAX PLANCK INSTITUTE
FOR DEMOGRAPHIC
RESEARCH

Proyecciones Causales / Mecanísticas

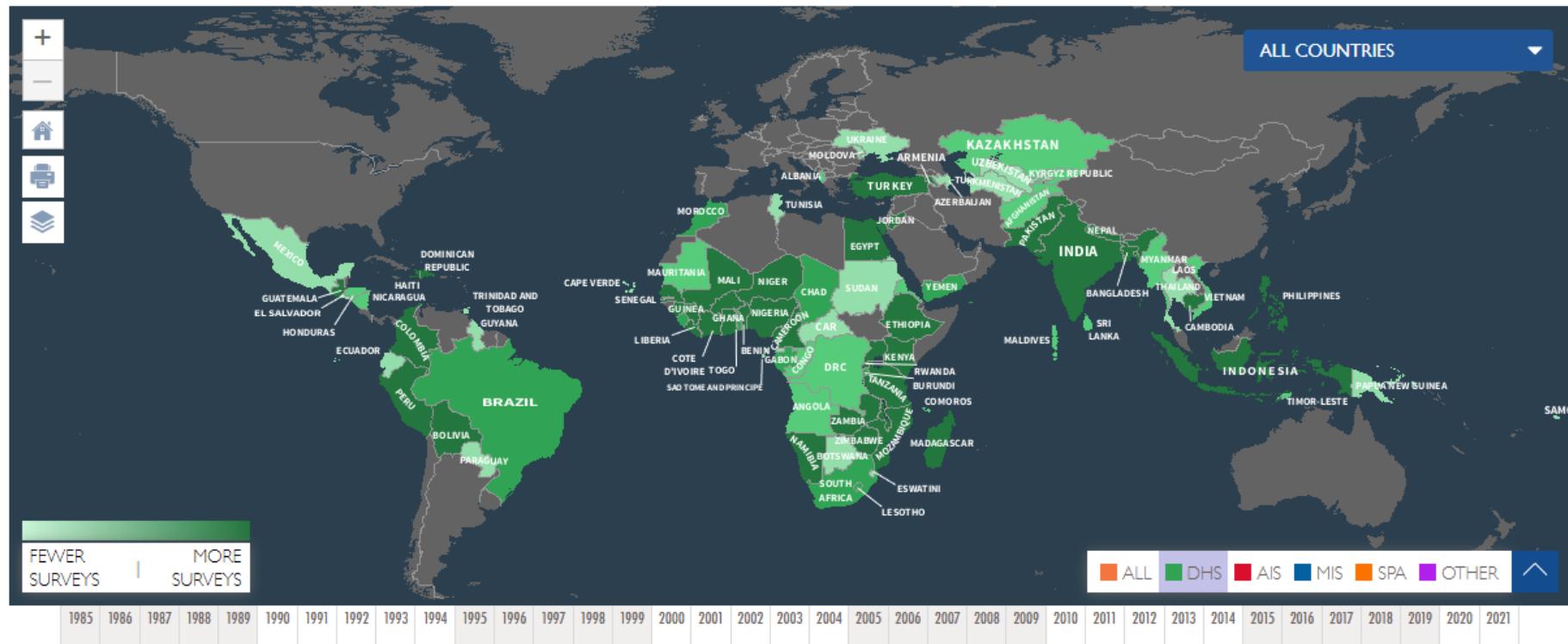
Daniel Ciganda, Nicolas Todd, Mikko Myrskylä, Susann Kowatsch

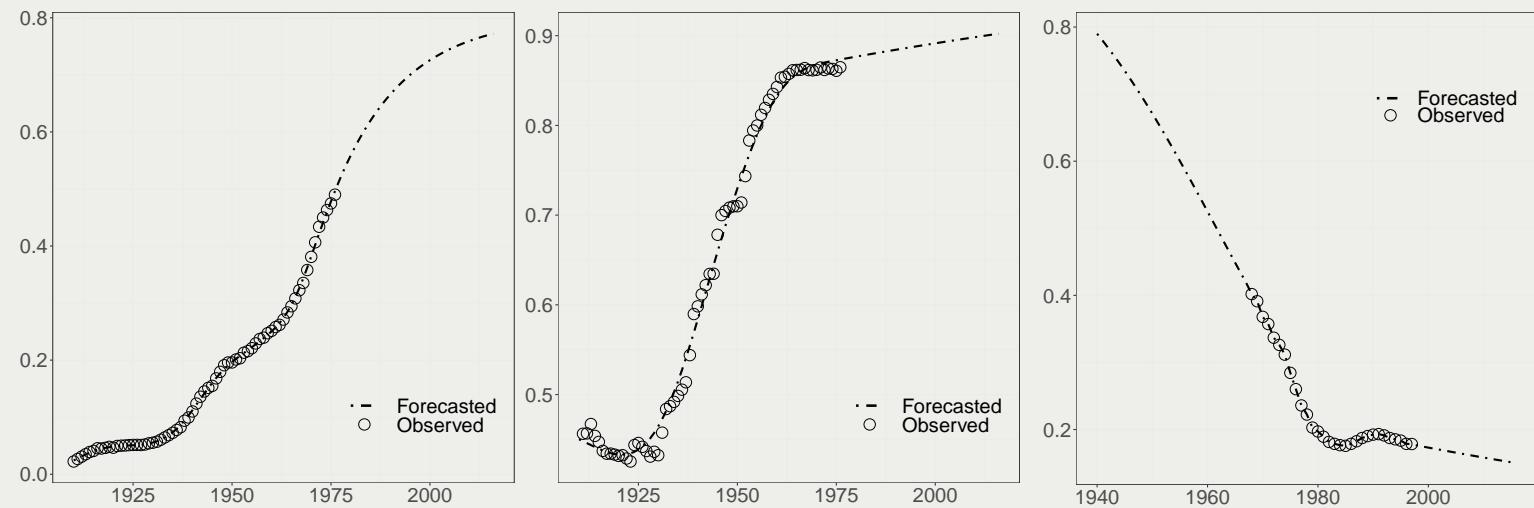
[The DHS Program](#) > Countries

Show Countries

Show Map

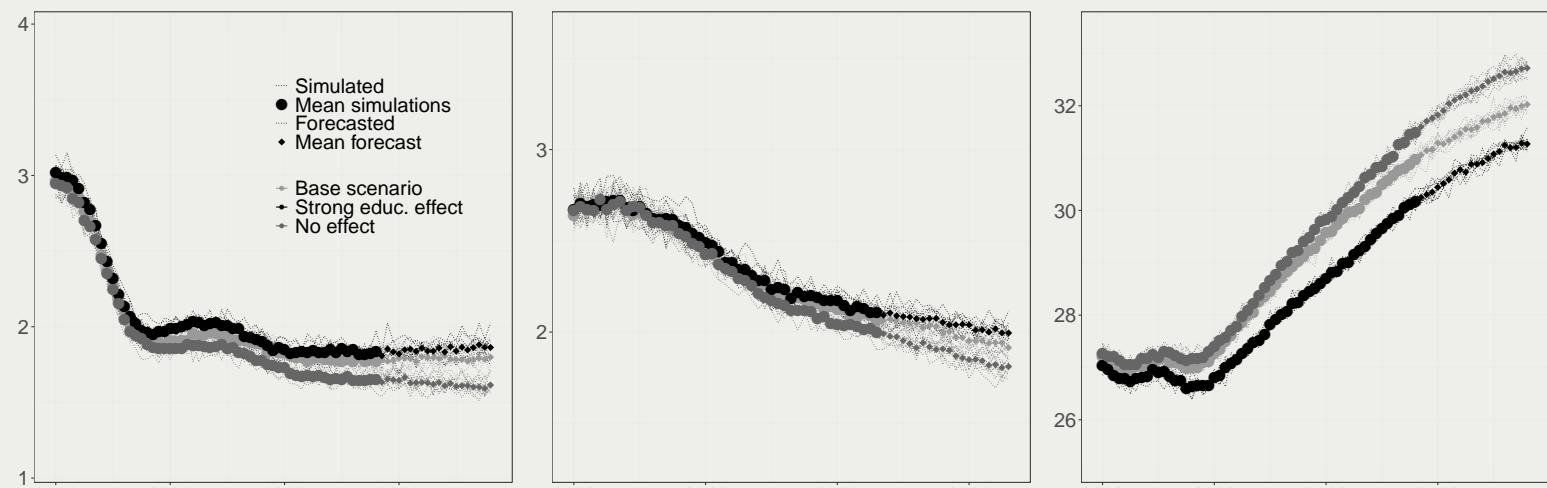
ALL COUNTRIES





Nivel Educativo- Participación M. Trabajo - Nac. No Planeados | Francia 1925 - 2016.

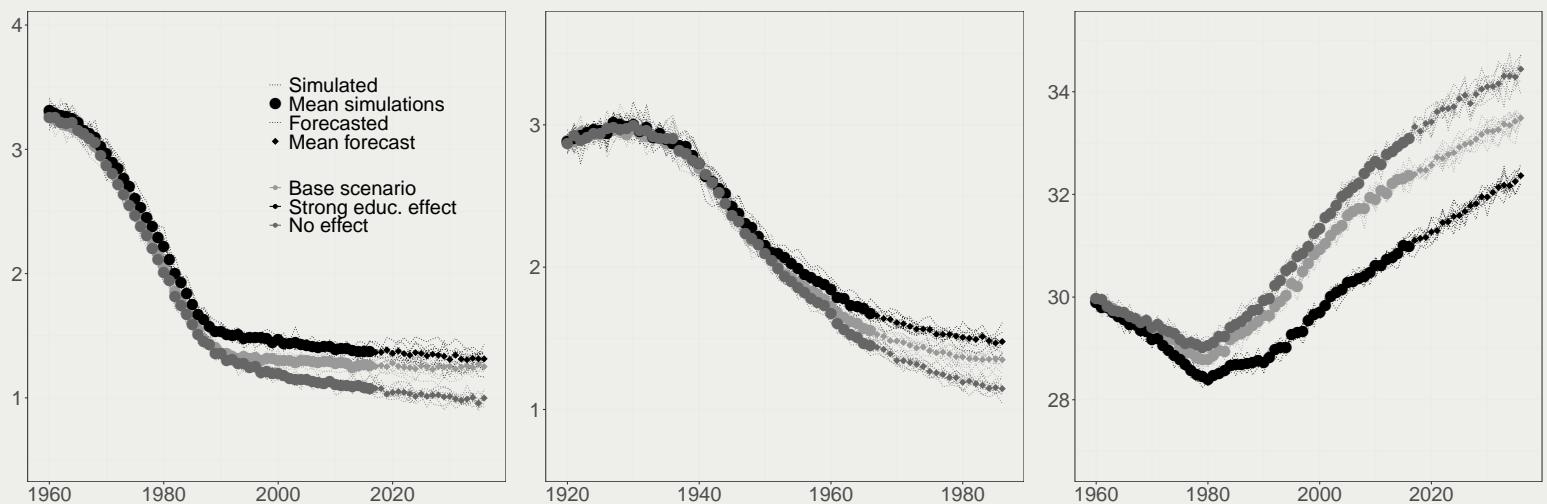
(a) France



(b) TFR

(c) CCF

(d) Mean Age at Birth



(e) Spain



Gracias!