

# Modulo Econometría Avanzada II: Aplicaciones de Dif-in-Dif En Tiempo Dinamico

Jaime Polanco-Jimenez <sup>1</sup>  
Pontificia Universidad Javeriana  
Estudiante de Doctorado

May 15, 2024

## 1 Problema Actual

- Contexto
- Aplicaciones
  - Ejemplo 1.
  - Ejemplo 2.

# Problema Actual

## 1 Problema Actual

- Contexto
- Aplicaciones
  - Ejemplo 1.
  - Ejemplo 2.

## *TODO EN UNO!!!!*

*Los resultados potenciales sin tratamiento se caracterizan por tendencias paralelas. Además, no hay efectos anticipatorios y el tratamiento es homogéneo a todas las unidades.*

## *CÓMO?*

- **Tendencias paralelas<sup>1</sup>** : La diferencia en los valores esperados de los resultados entre los tratados y no tratados es constante a lo largo del tiempo.
- **Efectos anticipatorios**: Manipulación de los resultados potenciales que ocurren antes de la implementación del tratamiento.
- **Tratamiento homogéneos<sup>2</sup>**: Tratamiento son consistentes y similares entre los diferentes grupos tratados.

---

<sup>1</sup>  $E[Y_{it}|D_{it} = 1] - E[Y_{it}|D_{it} = 0] = E[Y_{it'}|D_{it'} = 1] - E[Y_{it'}|D_{it'} = 0]$

<sup>2</sup>  $E[Y_{it}(1) - Y_{it}(0)|D_{it} = 1] = ATT \ \forall i, t$

# Limitaciones de TWFE: Heterogeneidad y Dinámica

TWFE es una herramienta poderosa, pero presenta limitaciones cuando se viola la suposición de efectos de tratamiento homogéneos y constantes en el tiempo.

## Casos problemáticos para TWFE:

### ① Efectos Heterogéneos:

- ▶ El impacto del tratamiento varía entre grupos o individuos.
- ▶ Ejemplo: Un programa de capacitación laboral puede tener mayor impacto en mujeres que en hombres.

### ② Efectos Dinámicos:

- ▶ El efecto del tratamiento cambia con el tiempo.
- ▶ Ejemplo: Un programa de desarrollo infantil puede tener efectos a corto plazo en habilidades cognitivas y efectos a largo plazo en logros educativos.

### ③ Adopción escalonada del tratamiento:

- ▶ Los grupos adoptan el tratamiento en diferentes momentos.
- ▶ TWFE puede generar estimaciones sesgadas al comparar grupos tratados en diferentes etapas.

En estos casos, TWFE puede producir estimaciones sesgadas e inconsistentes.

# Violación 1: Tendencias paralelas

- Grupos de tratamiento y control con tendencias previas diferentes.
- Ejemplo: Efecto de una política educativa en el rendimiento, pero el grupo de tratamiento ya mostraba una mejora previa.

Canónico:

$$E[Y_{it}|D_{it} = 1] - E[Y_{it}|D_{it} = 0] = E[Y_{it'}|D_{it'} = 1] - E[Y_{it'}|D_{it'} = 0]$$

Dinámico:

$$E[Y_{i,t}(\infty) - Y_{i,t'}(\infty)|G_i = g] = E[Y_{i,t}(\infty) - Y_{i,t'}(\infty)|G_i = g']$$

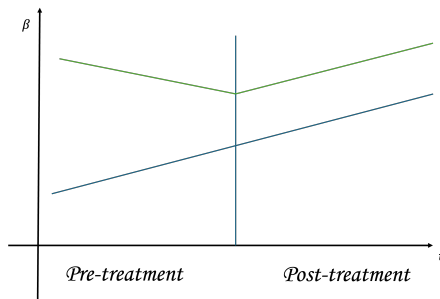
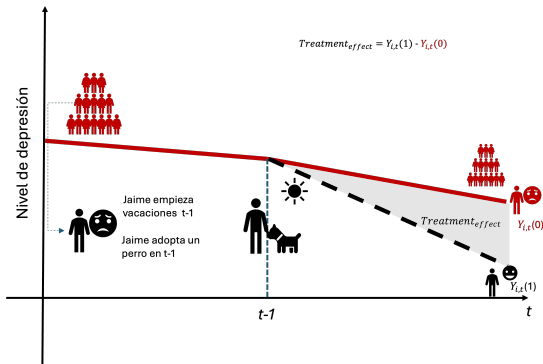


Figure: Ejemplo de tendencias diferenciales

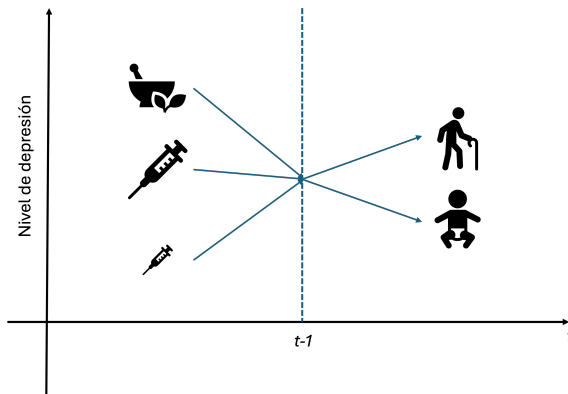
## Violación 2: Selección en el Tiempo

- El momento de la intervención no es aleatorio.
- Factores externos que influyen tanto en el tratamiento como en el resultado.
- Ejemplo: Efecto de una mascota sobre la depresión. ¿en promedio se reduce su nivel de depresión cuando se adopta una mascota?



## Violación 3: Heterogeneidad en los Efectos

- El efecto del tratamiento varía entre individuos o grupos.
- TWFE estima un efecto promedio, ocultando variaciones importantes.
- Ejemplo: Efecto de una política de salud en la mortalidad, con mayor impacto en ciertos grupos de edad.





# Alternativas a TWFE

TWFE es una herramienta poderosa, pero presenta limitaciones cuando se viola la suposición de efectos de tratamiento homogéneos y constantes en el tiempo.

Estimadores robustos:

- ▶ **Callaway y Sant'Anna (2021)** - Difference-in-Differences with multiple time periods
- ▶ **de Chaisemartin et al. (2020)** - Two-Way Fixed Effects Estimators with Heterogeneous Treatment Effects
- ▶ **Sun y Abraham (2021)** - Estimating dynamic treatment effects in event studies with heterogeneous treatment effects
- ▶ **Borusyak, Jaravel y Spiess (2021)** - Revisiting Event Study Designs: Robust and Efficient Estimation.
- ▶ **Athey et al. (2021)** - Matrix Completion Methods for Causal Panel Data Models
- ▶ **Wooldridge (2021)** - Two-Way Fixed Effects, the Two-Way Mundlak Regression, and Difference-in-Differences Estimators
- ▶ ...

Extensiones:

- Estimaciones cuando el tratamiento no es un estado absorbente (*de Chaisemartin et al. (2022), Imai y Kim 2021*)
- Estimaciones cuando el tratamiento no es binario o fuzzy DiD (*de Chaisemartin et al. (2018)*) o en presencia de tratamiento continuo (*Callaway (2021)*)

# Religious Competition, Culture and Domestic Violence: Evidence from Colombia.

**Author:** *(Hector Galindo-Silva Guy Tchuente 2023)*

**Pregunta:** ¿Cuál es el impacto de la religión en la violencia doméstica?

**Motivation:** El surgimiento de organizaciones religiosas con estilos de culto diferentes a la predominante zona católica puede lidiar con la violencia familiar

**How:**

❶ TWFE

i. Primer Iglesia No Católica:

↓ Violencia Doméstica, ↓ Violencia contra la pareja, ↓ Violencia contra cualquier miembro.

❷ Robustness

- i. de Chaisemartin and DHaultfoeulle, 2020, Sun and Abraham, 2021 and Callaway and Sant'Anna, 2021'

	All municipalities			Municipalities where a first non-Catholic church was established in 2005-2019		
	Obs.	Mean	St. dev.	Obs.	Mean	St. dev.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b><i>Domestic Violence</i></b>						
Domestic violence (cases)	16830	69.904	625.802	7530	108.865	353.813
Domestic violence (rate)	16819	104.737	146.339	7525	124.907	155.189
Intimate partner violence (cases)	16830	44.545	408.012	7530	69.579	228.013
Intimate partner violence (rate)	16819	60.536	86.484	7525	75.509	93.354
Other domestic violence (cases)	16830	25.359	219.191	7530	39.286	128.531
Other domestic violence (rate)	16819	44.201	69.460	7525	49.398	68.868
Domestic violence (NP data, cases)	11220	58.299	679.936	5020	90.506	380.767
Domestic violence (NP data, rate)	11220	75.509	92.048	5020	87.675	95.539
<b><i>Sociodemographics and economy</i></b>						
Total population	16830	40190.309	243082.412	7530	63685.983	171820.532
Rurality index	14575	0.572	0.244	6521	0.441	0.242
Index of ethnic fractionalization (1993)	16800	0.042	0.119	7530	0.039	0.112
Unsatisfied basic needs (1993)	2236	45.170	21.043	1001	40.753	20.905
Homicide (rate)	12829	36.441	41.388	6441	35.235	36.857
Internally displaced pop. (outflow, rate)	14575	1217.041	3004.463	6521	1106.387	2470.288
Internally displaced pop. (inflow, rate)	14575	656.547	1650.789	6521	734.723	1473.844
Catholic churches (1995)	15045	2.218	10.994	6915	2.820	7.873
Civil society organizations (1995)	15780	141.589	341.569	7185	203.084	324.619
Vote share for traditional parties	3299	0.336	0.252	1497	0.305	0.242

**Nota:** (1) a (3) abarcan todos los municipios, (4) a (6) están restringidas a los municipios en los que las iglesias no católicas adquirieron estatus legal dentro del plazo especificado. ‘NP’ denota la Policía Nacional de Colombia y las tasas se presentan por cada 100.000 habitantes.

# Determinantes del primer establecimiento de una iglesia no católica

	All municipalities			Municipalities where a first non-Catholic church was established in 2005-2019		
	Obs.	Mean	St. dev.	Obs.	Mean	St. dev.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b><i>Domestic Violence</i></b>						
Domestic violence (cases)	16830	69.904	625.802	7530	108.865	353.813
Domestic violence (rate)	16819	104.737	146.339	7525	124.907	155.189
Intimate partner violence (cases)	16830	44.545	408.012	7530	69.579	228.013
Intimate partner violence (rate)	16819	60.536	86.484	7525	75.509	93.354
Other domestic violence (cases)	16830	25.359	219.191	7530	39.286	128.531
Other domestic violence (rate)	16819	44.201	69.460	7525	49.398	68.868
Domestic violence (NP data, cases)	11220	58.299	679.936	5020	90.506	380.767
Domestic violence (NP data, rate)	11220	75.509	92.048	5020	87.675	95.539
<b><i>Sociodemographics and economy</i></b>						
Total population	16830	40190.309	243082.412	7530	63685.983	171820.532
Rurality index	14575	0.572	0.244	6521	0.441	0.242
Index of ethnic fractionalization (1993)	16800	0.042	0.119	7530	0.039	0.112
Unsatisfied basic needs (1993)	2236	45.170	21.043	1001	40.753	20.905
Homicide (rate)	12829	36.441	41.388	6441	35.235	36.857
Internally displaced pop. (outflow, rate)	14575	1217.041	3004.463	6521	1106.387	2470.288
Internally displaced pop. (inflow, rate)	14575	656.547	1650.789	6521	734.723	1473.844
Catholic churches (1995)	15045	2.218	10.994	6915	2.820	7.873
Civil society organizations (1995)	15780	141.589	341.569	7185	203.084	324.619
Vote share for traditional parties	3299	0.336	0.252	1497	0.305	0.242

**Nota:** Todos los modelos incluyen efectos fijos de municipio, año y departamento  $\times$  año. Las muestras para los modelos de regresión incluyen datos de 2005 a 2019.

## ❶ Los tratamientos son homogéneos?

- ▶ ¿Las iglesias atienden la misma cantidad de personas por cada 100mil habitantes?
- ▶ ¿Hay diferencias en la composición por edad, género, etnia?

## ❷ Hay anticipación en el tratamiento?

- ▶ ¿las iglesias No-católicas llegan a donde hay mayor/menor violencia?

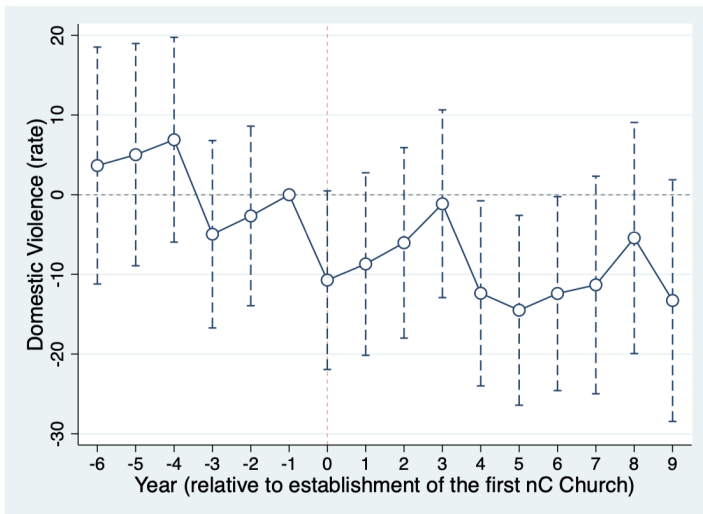
## ❸ ¿Hay tendencias paralelas?

- ▶ ¿En ausencia del tratamiento, las tendencias en el grupo de tratamiento y en el grupo de control serían paralelas?

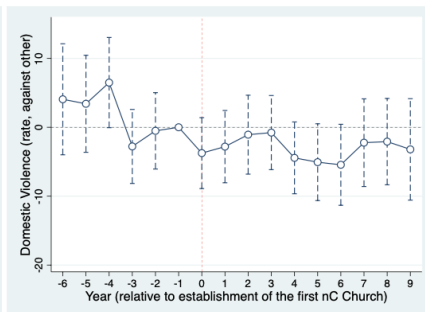
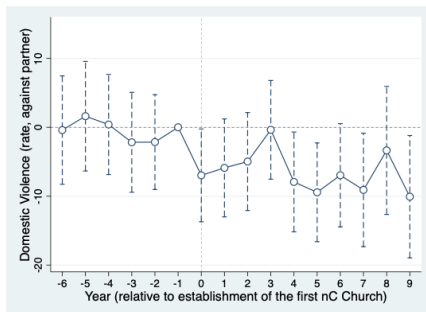
$$v_{i,t} = \alpha_i + \beta_t + \sum_{\tau=-k}^2 \gamma_{\tau} \cdot D_{i,t}^{\tau} + \sum_{\tau=0}^L \gamma_{\tau} \cdot D_{i,t}^{\tau} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

Donde  $D_{i,t}^{\tau}$  es un indicador para  $\tau$  años para el tratamiento del municipio  $i$  (el establecimiento de la primera iglesia no católica en el municipio  $i$ , que ocurre en  $\tau = 0$ ).  $\alpha_i$  y  $\beta_t$  representan efectos fijos de municipio y año, respectivamente, mientras que  $\varepsilon_{i,t}$  es el término de error.

# General Result



## Otros Resultados



**Nota:** Esta especificación incluye efectos fijos de municipio y año, efectos fijos de departamento  $\times$  año y las siguientes covariables (rezagadas): logaritmo de la población total, índice de ruralidad y proporción de la población con necesidades básicas insatisfechas. Las líneas verticales indican intervalos de confianza del 90

# Análisis de la estimación

A que estimador le debemos creer?

Depende de que supuesto violamos y queremos flexibilizar?

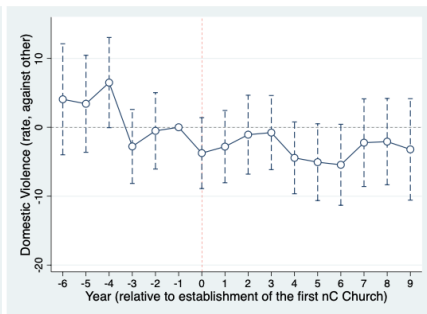
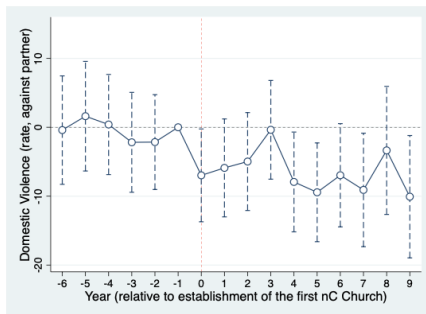
Por ejm:

- ① Si no tenemos certeza de tendencias paralelas. Entonces por ejm. podemos proponer:
  - ▶ Callaway & Santanna
    - ★ Por que usar Callaway & Santanna? Este enfoque compara unidades tratadas con unidades aún no tratadas, centrándose en el último período previo al tratamiento para las comparaciones.
- ② Si en algunos municipios, llega la primera iglesia y luego se va?
  - ▶ de Chaisemartin
    - ★ Por que usar de Chaisemartin (2022)?
- ③ ¿Qué más?:
  - ▶ Cuando y por qué usar TWFE?
  - ▶ Cuando y por qué usar Borusyak, Jaravel?
  - ▶ Cuando y por qué usar Sun & Abraham?



# Métodos para abordar estos problemas

- Robusto a heterogeneidades del tratamiento.



**Nota:** En municipios con un número de iglesias católicas por encima de la mediana (a) y por debajo de la mediana (b) (por cada 100.000 habitantes)

# Métodos para abordar estos problemas

- Robusto a estimadores.

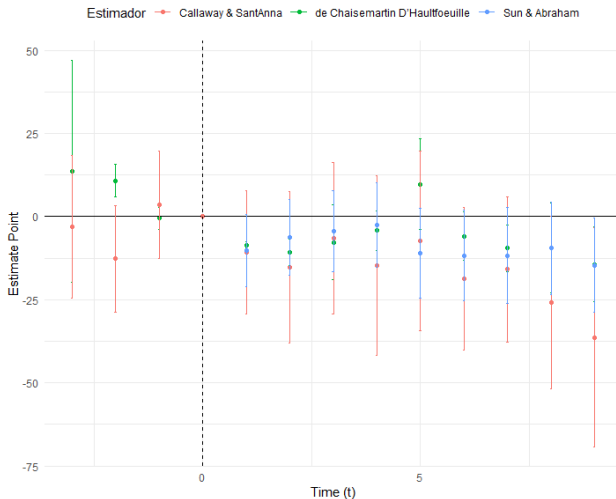


Figure: Adaptación propia

**Nota:** Todas las columnas informan las estimaciones del efecto de la primera iglesia no católica sobre la violencia doméstica, utilizando tres estimadores DID diferentes, robustos a la heterogeneidad. Todos los

# Acing the test: Educational effects of the SaberEs test preparation program in Colombia

**Author:** *Posso et al. 2023*

**Pregunta:** ¿Cuáles son los efectos del programa de preparación para las pruebas SaberEs en el aprendizaje de los estudiantes?

**Contexto:** SaberEs tenía como objetivo desarrollar habilidades en el análisis y la resolución de pruebas estandarizadas, particularmente el examen Saber 11 es escuelas publicas en Medellín, Colombia.

**How:**

- ① Callaway & Santanna 202
  - i. El programa SaberEs:  
↑ Ingreso a educación tercearia, ↑ Desempeño en SABER11,
- ② Robustness
  - i. Sensitivity analysis based on Rambachan and
  - ii. Event study with non-staggered treatment adoption
  - iii. Formal test for parallel pre-trends
  - iv. Others estimation: Borusyak et al. (2021) Roth (2023),

	Mean	SD	Min	Max
<i>Panel A: Test scores</i>				
General	258.70	42.14	13	450
Reading	52.85	8.93	0	100
Math	51.13	10.52	0	100
Science	51.48	9.11	0	100
Social studies	51.52	10.06	0	93
English	51.66	10.37	0	100
<i>Panel B: Higher education and financial aid</i>				
Access to higher education	0.60	0.49	0	1
Access to short-cycle	0.31	0.46	0	1
Access to university	0.33	0.47	0	1
Access to STEM	0.26	0.44	0	1
Access to professional STEM	0.16	0.37	0	1
Access to short-cycle STEM	0.13	0.34	0	1
Received financial aid	0.05	0.22	0	1
Received <i>Ser Pilo Paga</i>	0.03	0.16	0	1
<i>Panel C: Treatment</i>				
Treated	0.66	0.47	0	1
Treated tres editores	0.46	0.50	0	1
Treated avancemos	0.20	0.40	0	1

## Panel D: Covariates

Female	0.57	0.50	0	1
TV	0.80	0.40	0	1
Oven	0.60	0.49	0	1
Landline	0.85	0.36	0	1
Microwave	0.50	0.50	0	1
PC	0.78	0.42	0	1
Car	0.16	0.37	0	1
Internet	0.77	0.42	0	1
Washing machine	0.81	0.39	0	1
DVD	0.61	0.49	0	1
NSE 1	0.03	0.18	0	1
NSE 2	0.33	0.47	0	1
NSE 3	0.62	0.48	0	1
NSE 4	0.02	0.13	0	1
Employed	0.06	0.23	0	1
Parent's education	0.10	0.30	0	1
High income	0.07	0.26	0	1
High stratum	0.04	0.20	0	1
Household floor	0.42	0.49	0	1
>6 People in household	0.20	0.40	0	1
>3 Rooms in household	0.61	0.49	0	1

**Nota:** NSE es el nivel socioeconómico del estudiante (NSE), dado que el Icfes clasifica a los estudiantes en cuatro niveles (siendo el cuarto el más alto) según la educación y ocupación de sus padres, así como los ingresos de la familia. La educación de los padres toma el valor de 1 si uno de los padres tiene algún nivel de educación terciaria (completa o incompleta). Los ingresos altos toman el valor de 1 para las personas cuyo ingreso familiar es superior a tres salarios mínimos mensuales. El estrato alto toma el valor de 1 para los hogares por encima del tercer estrato. El piso de la vivienda es igual a 1 si el piso de la casa es de cemento, grava, ladrillos, tierra o arena. El resto se explica por sí mismo.

## ❶ Los tratamientos son homogéneos?

- ▶ SaberEs no impactó a todos los estudiantes de manera uniforme. Los beneficios del programa fueron particularmente pronunciados para los estudiantes de alto rendimiento, lo que potencialmente influyó en su acceso a ayuda financiera y educación superior.

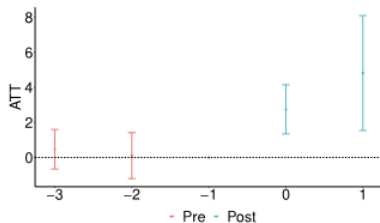
## ❷ Hay anticipación en el tratamiento?

- ▶ ¿Las instituciones podían anticipar su inclusión en el programa.?

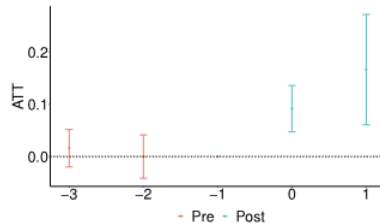
## ❸ ¿Hay tendencias paralelas?

- ▶ ¿En ausencia del tratamiento, las tendencias en el grupo de tratamiento y en el grupo de control serían paralelas?

# General Result



(a) Student's rank



(b) Standardized test scores

**Nota:** Los resultados se presentan con grupos balanceados en torno al momento del evento para evitar el problema de los efectos compositivos. Los controles incluyen género, bienes y servicios del hogar (computadora, automóvil, Internet y lavadora), educación de los padres,

Supongamos:

- 1 Las escuelas que fueron tratadas son aquellas que ya tenían mal desempeño. Y se excluyeron aquellas que eran mejores. Entonces:
  - ▶ Callaway & Santanna
    - ★ Se usaría Callaway & Santanna?
    - ★ Es comparable con Borusyak, Jaravel?

Para abordar esto, puede incorporar efectos anticipatorios en su modelo, realizar análisis de sensibilidad y considerar estimadores alternativos.

- 2 Sun and Abraham (2021):
  - ▶ Permite la detección y corrección. Estimando el periodo de tratamiento en una ventana de tiempo.



# Robustness Check

## Dynamic results.

	Student's rank				Standardized test scores			
	(1) C&S	(2) BJS	(3) C&S	(4) BJS	(5) C&S	(6) BJS	(7) C&S	(8) BJS
<i>Saheris effect (<math>\beta</math>)</i>	3.715*** (0.785)	2.711*** (0.497)	3.598*** (0.820)	2.688*** (0.462)	0.131*** (0.028)	0.099*** (0.016)	0.123*** (0.029)	0.094*** (0.015)
Gap reduction	38.3%	28.0%	37.1%	27.7%	39.2%	29.6%	36.8%	28.1%
Observations	147,656	147,554	147,656	70,859	147,656	147,554	147,656	70,859
Controls	NO	NO	YES	YES	NO	NO	YES	YES

**Nota:** C&S se relaciona con la agregación “simple” de Callaway y Sant’Anna (2021). BJS se relaciona con el estimador propuesto por Borusyak et al. (2021). Los controles incluyen género, bienes y servicios del hogar (computadora, automóvil, Internet y lavadora), educación de los padres y estrato. \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < .001$

# Métodos para abordar estos problemas

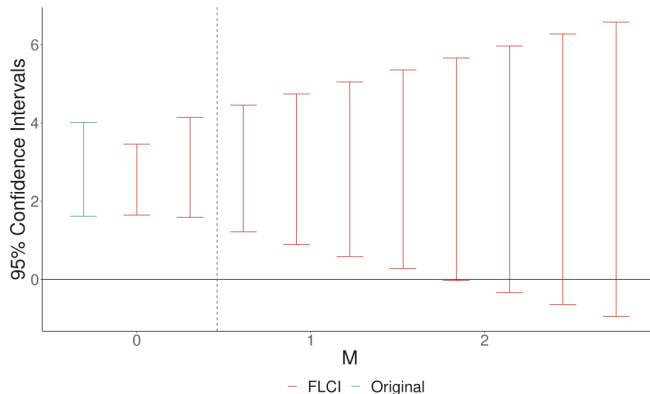
- Robusto a estimadores tratamiento.

	Student's rank						Standardized test scores					
	(1) DiD	(2) DiD	(3) TWFE	(4) OR	(5) IPW	(6) DR	(7) DiD	(8) DiD	(9) TWFE	(10) OR	(11) IPW	(12) DR
<i>SaberEs</i> effect ( $\beta$ )	2.965*** (0.976)	2.559*** (0.886)	1.862** (0.827)	2.222** (0.917)	2.693*** (1.032)	2.222** (0.915)	0.104*** (0.034)	0.089*** (0.030)	0.066** (0.029)	0.073** (0.032)	0.092** (0.036)	0.074** (0.032)
Gap reduction	30.6%	26.4%	19.2%	22.9%	27.8%	22.9%	31.1%	26.6%	19.7%	22.0%	27.4%	22.2%
Observations	35,495	35,484	35,495	35,484	35,484	35,484	35,495	35,484	35,495	35,484	35,484	35,484
Controls	NO	YES	NO	YES	YES	YES	NO	YES	NO	YES	YES	YES

**Nota:** Las diferentes especificaciones son, en su respectivo orden: Diferencias en Diferencias (DiD) sin controles, Diferencias en Diferencias (DiD) con controles, Efectos Fijos Bidireccionales (TWFE) sin controles, Regresión de Resultados (OR), Inversa Ponderación de probabilidad (IPW) con ponderaciones estabilizadas y diferencias en diferencias (DR) doblemente robustas mejoradas para secciones transversales repetidas.

# Métodos para abordar estos problemas

- Robusto a tendencias



**Nota:** Análisis de sensibilidad basado en Rambachan y Roth (2023) al 95% para el rango general para considerar su robustez hasta cierto grado ( $M$ ) de desviación del supuesto de tendencias paralelas. Se verifico desviaciones lineales ( $M = 0$ ) y no lineales ( $M > 0$ ). La figura B.3 muestra el conjunto de confianza que resulta de esta estimación. Se encontró que los resultados son significativos al permitir una extrapolación lineal de la tendencia preexistente. Además, al permitir desviaciones no lineales encontramos que el aumento en el rango general de los estudiantes es robusto. Esto se explica por la magnitud del valor de ruptura de  $M$ , que en este caso es más de cuatro veces mayor que el tamaño de la tendencia previa que tiene un 50% de poder de ser detectada como se muestra en el análisis de poder descrito anteriormente.