

Practica Conceptual: métodos de Inferencia Causal

José Burgos 25-0140

2025-08-15

Instrucciones

Responda las siguientes preguntas con base en los conceptos vistos en la presentación sobre métodos de inferencia causal. Justifique sus respuestas cuando sea necesario.

Parte I: Selección Múltiple

Marque la opción correcta. Solo una respuesta por pregunta.

1. ¿Cuál de los siguientes métodos se basa en una regla de corte para asignar tratamiento?

Regresión Discontinua (RD)

2. El método de controles sintéticos:

Construye un contrafactual ponderado usando unidades no tratadas

3. El supuesto de independencia condicional (CIA) implica:

Que, condicional a X , el tratamiento es ignorable

Parte II: Verdadero o Falso

Indique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Justifique brevemente.

El método de Propensity Score Matching requiere soporte común y el supuesto de ignorabilidad.

Verdadero:

El propensity Score Matching se fundamenta en dos supuestos clave para identificar el efecto promedio del tratamiento sobre los tratados ATT: la ignorabilidad del tratamiento (que establece que los resultados potenciales son independientes de la asignación al tratamiento dado un conjunto de covariables C) y el soporte común (que asegura que para cada unidad tratada exista una unidad de control con un propensity score similar, es decir, $0 < e(X_i) < 1$).

En diferencias en diferencias, el supuesto clave es que los grupos tengan las mismas medias en el periodo pretratamiento.

Falso:

El supuesto clave del método de Diferencias en Diferencias (DiD) es el de tendencias paralelas. Esto significa que, en ausencia del tratamiento, el grupo tratado y el grupo de control habrían evolucionado de forma paralela a lo largo del tiempo. No se requiere que los grupos tengan las mismas medias absolutas en el periodo pretratamiento, sino que sus trayectorias contrafactuales habrían sido idénticas. Este supuesto puede explorarse gráficamente con datos pretratamiento.

6. La regresión discontinua permite inferencia causal sin ignorabilidad, siempre que no exista manipulación del score.

Verdadero.

Una de las ventajas clave del diseño de Regresión Discontinua (RD) es su alta credibilidad y el hecho de que no requiere el supuesto de ignorabilidad. Sin embargo, para que la inferencia causal sea válida, es fundamental que no exista manipulación de la variable de asignación (el "score") alrededor del umbral de corte.

Los efectos estimados mediante controles sintéticos corresponden al promedio de todos los individuos tratados.

Falso.

El método de Controles Sintéticos es una herramienta poderosa para estudios de caso únicos, donde se busca estimar el efecto de una política pública o evento cuando solo afecta a una unidad (por ejemplo, un país, una región o una empresa). Por lo tanto, el efecto estimado es solo local y corresponde al impacto en esa única unidad tratada, no al promedio de todos los individuos tratados, ya que el diseño no se aplica típicamente a múltiples unidades tratadas para promediar.

Parte III

8. Defina el Efecto Promedio del Tratamiento (ATE), el Efecto Promedio sobre los Tratados (ATT), y el Efecto sobre los No Tratados (ATU). ¿En qué contexto se usa cada uno?

*El Efecto Promedio del Tratamiento (ATE) representa la diferencia promedio entre el resultado si todas las unidades recibieran el tratamiento y el resultado si ninguna unidad lo recibiera. Se define como $E[Y(1) - Y(0)]$, donde $Y(1)$ es el resultado si la unidad recibe el tratamiento y $Y(0)$ es el resultado si no lo recibe. Se **utiliza** cuando el interés es conocer el impacto causal promedio del tratamiento sobre toda la población, independientemente de si fueron o no tratados en la observación real. Es el efecto de interés en experimentos aleatorizados idealizados.*

Efecto Promedio sobre los tratados (ATT) representa la diferencia promedio entre el resultado si las unidades tratadas recibieron el tratamiento y lo que habrían obtenido si esas mismas unidades tratadas no lo hubieran recibido. Se define $E[Y(1) - Y(0)|T = 1]$, donde $T = 1$ indica que la unidad recibió el tratamiento.

El efecto sobre los no tratados (ATU) representa la diferencia promedio entre el resultado si las unidades no tratadas hubieran recibido el tratamiento y lo que realmente obtuvieron al no recibirlo. Se define como $E[Y(1) - Y(0)|T = 0]$, donde $T = 0$ indica que la unidad no recibió el tratamiento. Se utiliza cuando el interés es conocer el impacto que el tratamiento tendría si se aplicara al grupo que no lo recibió, lo cual es útil para considerar la extensión de una política a una nueva población.

9. ¿Qué condiciones deben cumplirse para que el método de diferencias en diferencias proporcione una estimación válida del efecto causal?

Para que el método de Diferencias en Diferencias (DiD) proporcione una estimación válida del efecto causal, la condición clave que debe cumplirse es el **supuesto de tendencias paralelas**.

Este supuesto significa que, en ausencia del tratamiento, tanto el grupo tratado como el grupo de control habrían evolucionado de forma paralela a lo largo del tiempo. Es decir, si el tratamiento no se hubiera aplicado, la trayectoria de la variable de resultado en el grupo tratado habría sido la misma que la del grupo de control.

Para evaluar si este supuesto se cumple, se puede explorar gráficamente el comportamiento de los datos en el periodo **pretratamiento** para ambos grupos. Si este supuesto se viola, el estimador obtenido mediante el método de Diferencias en Diferencias puede estar sesgado.

10. Describa paso a paso cómo se implementa el Propensity Score Matching (PSM). ¿Qué métricas se usan para evaluar el balance?

- Estimar el Propensity score $e(X_i)$:** Este primer paso consiste en calcular la probabilidad de que una unidad reciba el tratamiento, condicional a un conjunto de covariables observadas X_i .
- Emparejar unidades tratadas y de control con scores similares:** Una vez estimados los Propensity scores, se emparejan las unidades que recibieron el tratamiento con unidades del grupo de control que tienen valores de score de propensión similares. Existen diversos métodos de emparejamiento, como el vecino más cercano, el método Caliper (restringiendo la distancia máxima permitida), o el método Kernel (ponderando múltiples controles con una función kernel).
- Evaluar el balance en covariables:** Después de realizar el emparejamiento, es crucial verificar que las covariables estén balanceadas entre el grupo tratado y el grupo de control. Esto implica comparar las covariables antes y después del Matching.
- Estimar el efecto causal (ATT):** Finalmente, una vez que se ha logrado un buen balance entre los grupos, se procede a estimar el efecto causal promedio sobre los tratados (ATT). El ATT se define como $E[Y(1) - Y(0)|T = 1]$.

Para evaluar el balance en las covariables, se utilizan las siguientes métricas y visualizaciones:

- **Diferencias Estandarizadas de la Media (SMD):** Esta es la métrica principal para evaluar el balance. Se calcula $SMD = (X_T - X_C)/\text{spooled}$, donde X_T es la media de la covariable en el grupo tratado, X_C es la media en el grupo control, y spooled es la desviación estándar combinada.
- Una **regla práctica es que un SMD menor a 0.1** indica un balance adecuado entre las covariables de los grupos emparejados.
- **Visualizaciones:** Se recomienda utilizar histogramas o gráficas tipo “love plot” para visualizar y comparar la distribución de las covariables entre los grupos antes y después del emparejamiento.

11. ¿Qué representa la función $f(X_i - c)$ en un modelo de regresión discontinua? ¿Qué formas funcionales son comunes?

En un modelo de Regresión Discontinua (RD), la función $f(X_i - c)$ representa la relación continua entre la variable de decisión (o running variable) X_i y el resultado Y_i en ausencia del tratamiento.

Esta función se centra en el umbral (c), donde $X_i - c = 0$ en el punto de corte. Su propósito es capturar la trayectoria o tendencia del resultado Y_i a medida que la variable X_i se acerca al

umbral, tanto por debajo como por encima, asumiendo que el tratamiento no se aplicara. Permite estimar el efecto causal como una discontinuidad neta en el umbral, comparando el valor esperado del resultado justo por encima y justo por debajo del punto de corte.

Las formas funcionales comunes que puede tomar $f(X_i - c)$ incluyen:

- *Lineal*
- *Cuadrática o cúbica*
- *Local polinomial*
- *Spline o kernel*

12. Mencione dos ventajas y dos limitaciones del método de controles sintéticos. Dé un ejemplo de política pública en que este método sea apropiado.

El método de Controles Sintéticos presenta varias ventajas y limitaciones importantes para la estimación de efectos causales:

Ventajas:

- *No requiere asignación aleatoria. Esto lo hace útil en situaciones donde la intervención no fue asignada al azar.*
- *Es claramente visual y replicable, lo que facilita la comprensión y verificación de los resultados.*
- *Resulta robusto para estudios de caso únicos, donde otras metodologías podrían no ser aplicables.*

Limitaciones:

- *Solo estima un efecto local, es decir, el efecto para la unidad tratada específica, y no un efecto generalizable a otras unidades.*
- *Es sensible a la elección de variables predictoras y unidades donantes, lo que implica que la selección de estas puede influir significativamente en la validez del control sintético.*
- *Requiere buenos datos pretratamiento para poder construir un contrafactual creíble que replique la trayectoria de la unidad tratada antes de la intervención.*

Ejemplo de política pública donde este método es apropiado:

Un ejemplo adecuado es la Ley antitabaco en California (Proposición 99). En 1988, California aprobó una ley contra el tabaco, y el objetivo era estimar su impacto en el consumo anual de cigarrillos per cápita. El problema radica en que no existe un único estado comparable a California para usar como grupo de control directo.

La solución que ofrece el método de Controles Sintéticos es construir un control sintético a partir de una combinación ponderada de otros estados que no implementaron la ley, simulando cómo se habría comportado el consumo en California sin la intervención. Este enfoque es ideal para políticas que afectan a una sola unidad (como un estado o una región) y donde no hay un grupo de control evidente.