Proyecto final de inferencia causal

Un análisis causal se juzga por la claridad de sus supuestos y por lo bien que resisten las pruebas, no por la sofisticación del estimador. En este proyecto estimas el efecto de un programa de capacitación laboral sobre el ingreso mensual y lo presentas como un reporte técnico breve, dirigido a quien decide si el programa continúa. Este enunciado, con la rúbrica, también se adjunta en PDF.

El encargo

Usa `generar_capacitacion(n=4000, semilla=3)` (la función está en la lección de implementación). La pregunta es: **¿cuánto aumenta el ingreso mensual de una persona si toma el programa?** Debes entregar:

1. Un DAG justificado, con el papel de cada variable (confusor, mediador, colisionador).
2. El estimando identificado por DoWhy y el conjunto de ajuste.
3. La estimación del efecto total con al menos tres estimadores y un intervalo de confianza.
4. Las pruebas de validación: independencias del grafo, una prueba negativa, una de estabilidad y un análisis de sensibilidad.
5. Una recomendación de una página.

Estructura del reporte

1. **Pregunta y datos** (1 párrafo): población, tratamiento, resultado y la comparación ingenua.
2. **Supuestos** (1 figura + 1 tabla): el DAG y la clasificación de variables, con una frase de justificación por flecha no obvia.
3. **Identificación** (1 párrafo): el estimando de puerta trasera y por qué no se ajusta por `horas` ni se filtra por `responde`.
4. **Estimación** (1 tabla): estimadores, valores e intervalo. Añade las dos estimaciones incorrectas (con el mediador y solo con quienes respondieron) como contraste.
5. **Validación** (1 tabla): cada refutador con su nuevo efecto y su valor p, y el resultado de `refute_graph`.
6. **Sensibilidad y conclusión** (1 párrafo): qué tan fuerte tendría que ser un confusor oculto para que el efecto dejara de ser positivo, y la recomendación.

Código mínimo para la tabla de estimadores

```
metodos = ["linear_regression",
           "propensity_score_weighting",
           "propensity_score_matching",
           "propensity_score_stratification"]
filas = []
for metodo in metodos:
    est = modelo.estimate_effect(
        estimando, method_name="backdoor." + metodo)
    filas.append({"metodo": metodo,
                  "efecto": round(est.value, 1)})
print(pd.DataFrame(filas).to_string(index=False))
```

Rúbrica (100 puntos)

- **DAG y supuestos (25):** grafo completo y acíclico, papeles de las variables correctos y justificados.
- **Identificación (15):** estimando y conjunto de ajuste correctos; explica mediador y colisionador.
- **Estimación (20):** al menos tres estimadores, intervalo de confianza y contraste con los errores tentadores.
- **Validación (25):** `refute_graph` con dos valores de `k`, prueba placebo, prueba de estabilidad y sensibilidad con fuerzas explícitas.
- **Comunicación y reproducibilidad (15):** la recomendación se sigue de los resultados y el notebook corre de principio a fin.

Extensiones opcionales

- Estima el efecto directo (ajustando por `horas`) y descompón el efecto total en directo y mediado.
- Repite con `semilla=5` y compara la variabilidad entre estimadores.
- Estima el efecto por grupos de educación con `effect_modifiers` y discute si el programa conviene más a algún grupo.

Trampas comunes

- Presentar el estimador "que más se acerca" sin justificarlo antes de verlo.
- Decir que los refutadores "prueban" el efecto: solo muestran que no se detectó un problema.
- Omitir el análisis de sensibilidad porque los refutadores pasaron.

Cierre

Un buen reporte causal cabe en dos páginas: un DAG, dos tablas y una conclusión con sus supuestos explícitos. Si quien lo lee puede señalar qué flecha tendría que estar mal para cambiar tu recomendación, el trabajo está completo.