

Variables Categoricas e Interacciones

Modelando Heterogeneidad en Retornos Salariales

EC3003B - Economia Laboral Aplicada

Tecnologico de Monterrey, Campus Puebla

Martes 10 de febrero, 2025 | 3-5pm

Contenido de la Sesión

- 1 Introducción
- 2 Variables Dummy
- 3 Variables Categoricas con Multiples Niveles
- 4 Interacciones
- 5 Pruebas de Hipótesis
- 6 Aplicación al Proyecto
- 7 Resumen

Conexion con la Sesion Anterior

En M01 aprendimos:

- La ecuacion de Mincer: $\ln(w) = \beta_0 + \beta_1S + \beta_2X + \beta_3X^2$
- Retorno a educacion $\approx 9\%$ por año
- Retornos decrecientes a experiencia

En M01 aprendimos:

- La ecuacion de Mincer: $\ln(w) = \beta_0 + \beta_1S + \beta_2X + \beta_3X^2$
- Retorno a educacion $\approx 9\%$ por año
- Retornos decrecientes a experiencia

Pero... ¿es el mismo retorno para todos?

- ¿Ganan lo mismo hombres y mujeres con igual educacion?
- ¿El retorno es igual en sector formal e informal?
- ¿Preparatoria y licenciatura tienen el mismo “valor por año”?

Conexion con la Sesion Anterior

En M01 aprendimos:

- La ecuacion de Mincer: $\ln(w) = \beta_0 + \beta_1S + \beta_2X + \beta_3X^2$
- Retorno a educacion $\approx 9\%$ por año
- Retornos decrecientes a experiencia

Pero... ¿es el mismo retorno para todos?

- ¿Ganan lo mismo hombres y mujeres con igual educacion?
- ¿El retorno es igual en sector formal e informal?
- ¿Preparatoria y licenciatura tienen el mismo “valor por año”?

Hoy aprenderemos

A modelar **heterogeneidad** usando variables categoricas e interacciones.

Objetivos de Aprendizaje

Al finalizar esta sesion, podras:

- ① Crear e interpretar variables dummy
- ② Elegir correctamente la categoria base
- ③ Modelar interacciones entre variables
- ④ Interpretar coeficientes de interaccion
- ⑤ Realizar pruebas de diferencias entre grupos

¿Que es una Variable Dummy?

Definicion

Una **variable dummy** (indicadora o binaria) toma solo dos valores:

- 1 si la condicion se cumple
- 0 si no se cumple

¿Que es una Variable Dummy?

Definicion

Una **variable dummy** (indicadora o binaria) toma solo dos valores:

- 1 si la condicion se cumple
- 0 si no se cumple

Ejemplos en datos salariales:

- mujer = 1 si es mujer, 0 si es hombre
- formal = 1 si empleo formal, 0 si informal
- sindicalizado = 1 si tiene sindicato
- cdmx = 1 si trabaja en Ciudad de Mexico

¿Que es una Variable Dummy?

Definicion

Una **variable dummy** (indicadora o binaria) toma solo dos valores:

- 1 si la condicion se cumple
- 0 si no se cumple

Ejemplos en datos salariales:

- mujer = 1 si es mujer, 0 si es hombre
- formal = 1 si empleo formal, 0 si informal
- sindicalizado = 1 si tiene sindicato
- cdmx = 1 si trabaja en Ciudad de Mexico

En Stata

```
gen mujer = (sexo == 2)
```

```
gen formal = (tipo_empleo == 1)
```

Interpretacion de Coeficientes Dummy

Modelo:

$$\ln(w) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{mujer} + \beta_2 S + \beta_3 X + \varepsilon$$

Interpretacion de Coeficientes Dummy

Modelo:

$$\ln(w) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{mujer} + \beta_2 S + \beta_3 X + \varepsilon$$

Para hombres ($\text{mujer} = 0$):

$$E[\ln(w)|\text{hombre}] = \beta_0 + \beta_2 S + \beta_3 X$$

Para mujeres ($\text{mujer} = 1$):

$$E[\ln(w)|\text{mujer}] = (\beta_0 + \beta_1) + \beta_2 S + \beta_3 X$$

Interpretacion de Coeficientes Dummy

Modelo:

$$\ln(w) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{mujer} + \beta_2 S + \beta_3 X + \varepsilon$$

Para hombres ($\text{mujer} = 0$):

$$E[\ln(w)|\text{hombre}] = \beta_0 + \beta_2 S + \beta_3 X$$

Para mujeres ($\text{mujer} = 1$):

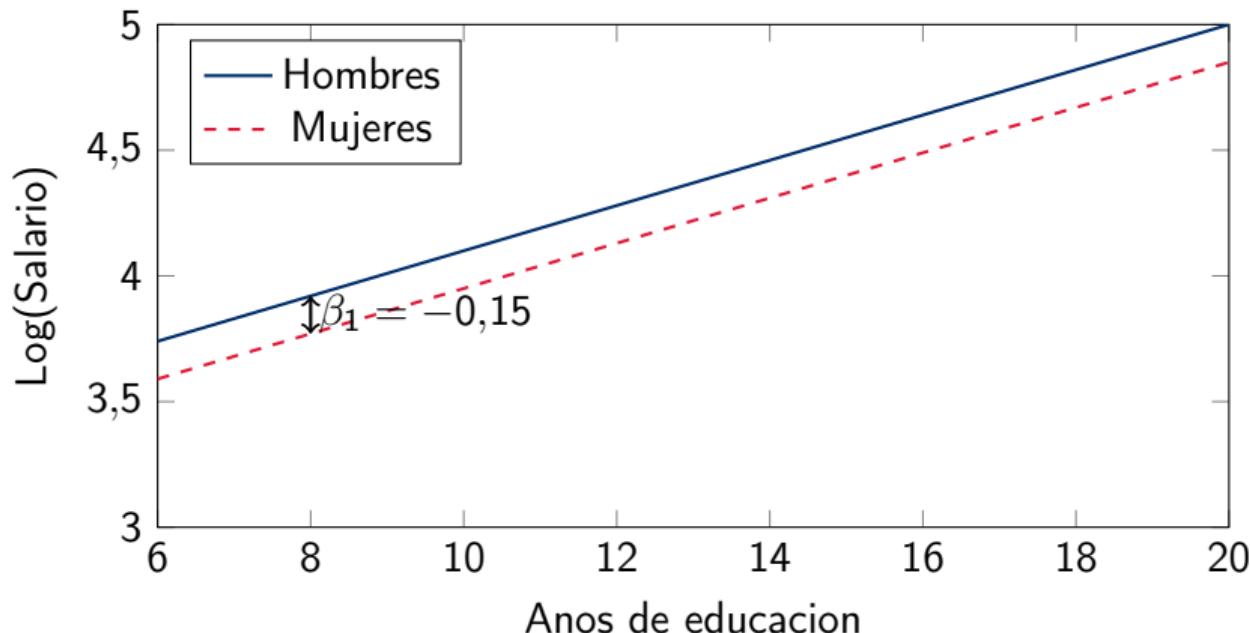
$$E[\ln(w)|\text{mujer}] = (\beta_0 + \beta_1) + \beta_2 S + \beta_3 X$$

Interpretacion de β_1

β_1 es la **diferencia** en log-salario entre mujeres y hombres, *controlando por* educacion y experiencia.

Si $\beta_1 = -0,15$: mujeres ganan $\approx 15\%$ menos que hombres comparables.

Visualizacion: Diferencia de Interceptos



Nota: La dummy desplaza el intercepto, pero las pendientes son iguales.

De Binario a Categorico

Problema: ¿Como modelar variables con mas de 2 categorias?

Ejemplos:

- Nivel educativo: secundaria, preparatoria, licenciatura, posgrado
- Region: Norte, Centro, Sur, CDMX
- Sector: Manufactura, Servicios, Construccion, Comercio

De Binario a Categorico

Problema: ¿Como modelar variables con mas de 2 categorias?

Ejemplos:

- Nivel educativo: secundaria, preparatoria, licenciatura, posgrado
- Region: Norte, Centro, Sur, CDMX
- Sector: Manufactura, Servicios, Construccion, Comercio

Regla de oro

Para una variable con K categorias, creamos $K - 1$ dummies.

La categoria omitida es la **categoria base** o de referencia.

Ejemplo: Nivel Educativo

4 categorías → 3 dummies

Nivel	prepa	licenciatura	posgrado	(base)
Secundaria o menos	0	0	0	✓
Preparatoria	1	0	0	
Licenciatura	0	1	0	
Posgrado	0	0	1	

Ejemplo: Nivel Educativo

4 categorías → 3 dummies

Nivel	prepa	licenciatura	posgrado	(base)
Secundaria o menos	0	0	0	✓
Preparatoria	1	0	0	
Licenciatura	0	1	0	
Posgrado	0	0	1	

Modelo:

$$\ln(w) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{prepa} + \beta_2 \cdot \text{lic} + \beta_3 \cdot \text{pos} + \gamma X + \varepsilon$$

Interpretación:

- β_1 : Premio de prepa vs secundaria
- β_2 : Premio de licenciatura vs secundaria
- β_3 : Premio de posgrado vs secundaria

Dummies en Stata: Factor Variables

Manera antigua (manual):

```
gen prepa = (nivel_educ == 2)
gen lic = (nivel_educ == 3)
gen pos = (nivel_educ == 4)
reg ln_salario prepa lic pos experiencia
```

Dummies en Stata: Factor Variables

Manera antigua (manual):

```
gen prepa = (nivel_educ == 2)
gen lic = (nivel_educ == 3)
gen pos = (nivel_educ == 4)
reg ln_salario prepa lic pos experiencia
```

Manera moderna (automatica):

```
* i. crea dummies automaticamente
reg ln_salario i.nivel_educ experiencia

* Cambiar categoria base
reg ln_salario ib3.nivel_educ experiencia // base = licenciatura
```

Ventajas de i.

- Automatico, menos errores
- Facil cambiar categoria base

Eleccion de la Categoria Base

¿Cual categoria omitir?

- **Por defecto:** La primera categoria (menor valor numerico)
- **Recomendado:** La categoria mas relevante para comparacion

Eleccion de la Categoria Base

¿Cual categoria omitir?

- **Por defecto:** La primera categoria (menor valor numerico)
- **Recomendado:** La categoria mas relevante para comparacion

Ejemplos de eleccion estrategica:

Variable	Base recomendada	Razon
Nivel educativo	Secundaria	Nivel minimo legal
Genero	Hombres	Referencia tradicional
Sector	Manufactura	Sector mas grande
Region	CDMX	Mercado laboral central

Importante

La elección de base NO cambia el ajuste del modelo (R^2), solo la interpretación de coeficientes.

Hasta ahora asumimos:

- Mismo retorno a educacion para hombres y mujeres
- Mismo retorno en sector formal e informal
- Misma brecha de genero en todos los niveles educativos

Hasta ahora asumimos:

- Mismo retorno a educacion para hombres y mujeres
- Mismo retorno en sector formal e informal
- Misma brecha de genero en todos los niveles educativos

Pero la realidad es mas compleja:

- El retorno a licenciatura puede ser mayor para hombres
- La brecha de genero puede crecer con la educacion
- El sector formal puede premiar mas la experiencia

Motivacion: Retornos Heterogeneos

Hasta ahora asumimos:

- Mismo retorno a educacion para hombres y mujeres
- Mismo retorno en sector formal e informal
- Misma brecha de genero en todos los niveles educativos

Pero la realidad es mas compleja:

- El retorno a licenciatura puede ser mayor para hombres
- La brecha de genero puede crecer con la educacion
- El sector formal puede premiar mas la experiencia

Solucion: Terminos de Interaccion

Permiten que el efecto de una variable **dependa** de otra variable.

Interaccion Dummy \times Continua

Modelo con interaccion:

$$\ln(w) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{mujer} + \beta_2 \cdot S + \beta_3 \cdot (\text{mujer} \times S) + \varepsilon$$

Interaccion Dummy \times Continua

Modelo con interaccion:

$$\ln(w) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{mujer} + \beta_2 \cdot S + \beta_3 \cdot (\text{mujer} \times S) + \varepsilon$$

Para hombres:

$$E[\ln(w)] = \beta_0 + \beta_2 \cdot S$$

Para mujeres:

$$E[\ln(w)] = (\beta_0 + \beta_1) + (\beta_2 + \beta_3) \cdot S$$

Interaccion Dummy \times Continua

Modelo con interaccion:

$$\ln(w) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{mujer} + \beta_2 \cdot S + \beta_3 \cdot (\text{mujer} \times S) + \varepsilon$$

Para hombres:

$$E[\ln(w)] = \beta_0 + \beta_2 \cdot S$$

Para mujeres:

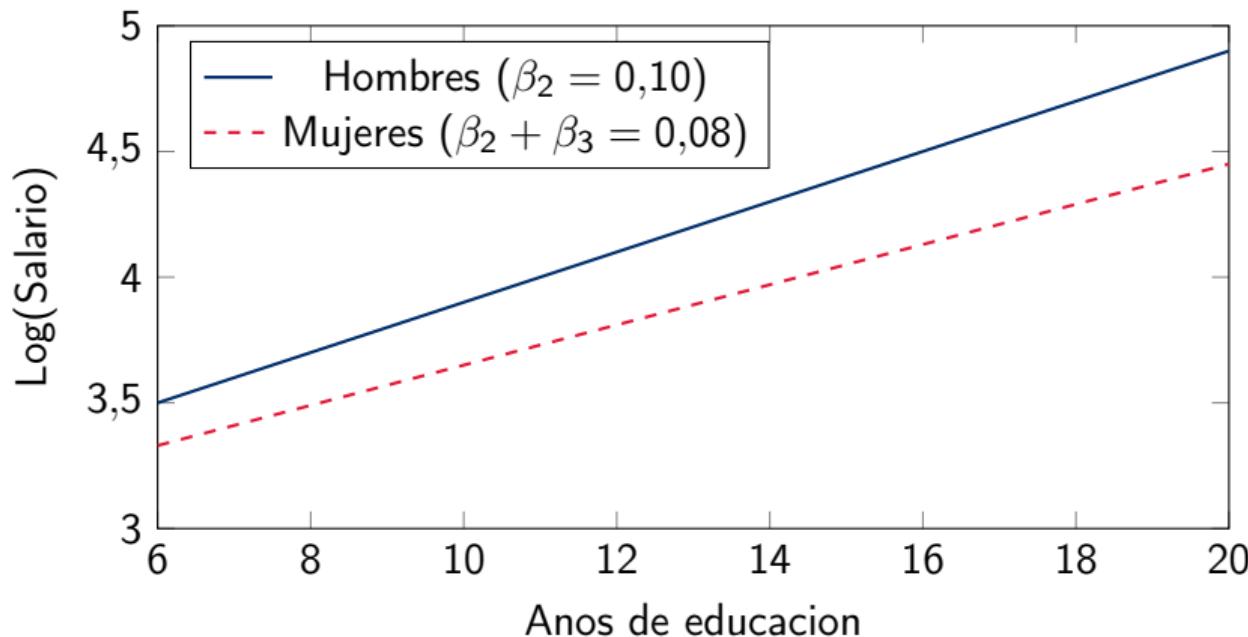
$$E[\ln(w)] = (\beta_0 + \beta_1) + (\beta_2 + \beta_3) \cdot S$$

Interpretacion de β_3

Diferencia en el retorno a educacion entre mujeres y hombres.

Si $\beta_3 = -0,02$: cada año de educacion rinde 2 puntos porcentuales **menos** para mujeres.

Visualizacion: Diferentes Pendientes



Nota: Ahora tanto intercepto como pendiente difieren.
La brecha de genero **crece** con la educacion.

Interacciones en Stata

```
* Interaccion manual  
gen mujer_educ = mujer * escolaridad  
reg ln_salario mujer escolaridad mujer_educ  
  
* Interaccion con operador # (recomendado)  
reg ln_salario i.mujer##c.escolaridad  
  
* Descomponer:  
* i.mujer          = efecto principal de mujer  
* c.escolaridad    = efecto principal de educacion  
* i.mujer#c.escolaridad = interaccion
```

Notacion Stata

- # = solo interaccion
- ## = efectos principales + interaccion
- c. = variable continua
- i. = variable categorica

Interaccion Dummy × Dummy

Modelo:

$$\ln(w) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{mujer} + \beta_2 \cdot \text{formal} + \beta_3 \cdot (\text{mujer} \times \text{formal}) + \varepsilon$$

Interaccion Dummy \times Dummy

Modelo:

$$\ln(w) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{mujer} + \beta_2 \cdot \text{formal} + \beta_3 \cdot (\text{mujer} \times \text{formal}) + \varepsilon$$

	Informal	Formal
Hombre	β_0	$\beta_0 + \beta_2$
Mujer	$\beta_0 + \beta_1$	$\beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3$

Interaccion Dummy \times Dummy

Modelo:

$$\ln(w) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{mujer} + \beta_2 \cdot \text{formal} + \beta_3 \cdot (\text{mujer} \times \text{formal}) + \varepsilon$$

	Informal	Formal
Hombre	β_0	$\beta_0 + \beta_2$
Mujer	$\beta_0 + \beta_1$	$\beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3$

Interpretacion de β_3 :

- Efecto adicional de ser mujer en sector formal
- Si $\beta_3 > 0$: la brecha de genero es menor en sector formal
- Si $\beta_3 < 0$: la brecha de genero es mayor en sector formal

Preguntas tipicas:

- ① ¿Hay diferencia significativa entre grupos?
- ② ¿Son iguales todos los coeficientes de las dummies?
- ③ ¿La interaccion es significativa?

Pruebas con Variables Categoricas

Preguntas tipicas:

- ① ¿Hay diferencia significativa entre grupos?
- ② ¿Son iguales todos los coeficientes de las dummies?
- ③ ¿La interaccion es significativa?

Herramienta: Test F conjunto

H_0 : Todos los coeficientes de un grupo = 0

```
* Test de significancia conjunta de dummies educativas  
reg ln_salario i.nivel_educ experiencia  
testparm i.nivel_educ  
  
* Test de que licenciatura = posgrado  
test 3.nivel_educ = 4.nivel_educ
```

Margins: Predicciones por Grupo

```
* Modelo con interaccion  
reg ln_salario i.mujer##c.escolaridad experiencia, robust  
  
* Prediccion promedio por genero  
margins mujer  
  
* Retorno a educacion por genero  
margins , dydx(escolaridad) at(mujer=(0 1))  
  
* Efecto marginal de ser mujer en diferentes niveles de educacion  
margins , dydx(mujer) at(escolaridad=(9 12 16 18))
```

¿Por que usar margins?

- Predicciones en escala original (no log)
- Errores estandar correctos
- Facil de graficar con marginsplot

Variables categoricas relevantes para la empresa cliente:

- **Area funcional:** Operativo, Tecnico, Coordinacion, Direccion, Admin
- **Nivel jerarquico:** 1-5
- **Tipo de puesto:** Campo vs Oficina
- **Turno:** Diurno, Nocturno, Mixto

Variables categoricas relevantes para la empresa cliente:

- **Area funcional:** Operativo, Tecnico, Coordinacion, Direccion, Admin
- **Nivel jerarquico:** 1-5
- **Tipo de puesto:** Campo vs Oficina
- **Turno:** Diurno, Nocturno, Mixto

Preguntas a responder con dummies e interacciones:

- ① ¿Cuanto mas gana un Coordinador vs Tecnico (controlando por educacion)?
- ② ¿El retorno a experiencia es igual en campo y oficina?
- ③ ¿La brecha entre areas crece con la antiguedad?

Ejemplo: Estructura de la Empresa

Nivel	Dummy	Salario esperado	Premio vs N1
1 - Operativo	(base)	β_0	–
2 - Tecnico	d_2	$\beta_0 + \beta_2$	β_2
3 - Supervision	d_3	$\beta_0 + \beta_3$	β_3
4 - Coordinacion	d_4	$\beta_0 + \beta_4$	β_4
5 - Direccion	d_5	$\beta_0 + \beta_5$	β_5

Ejemplo: Estructura de la Empresa

Nivel	Dummy	Salario esperado	Premio vs N1
1 - Operativo	(base)	β_0	–
2 - Tecnico	d_2	$\beta_0 + \beta_2$	β_2
3 - Supervision	d_3	$\beta_0 + \beta_3$	β_3
4 - Coordinacion	d_4	$\beta_0 + \beta_4$	β_4
5 - Direccion	d_5	$\beta_0 + \beta_5$	β_5

Para el tabulador

Los coeficientes $\beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ informan los **diferenciales** entre niveles que debe reflejar la estructura salarial.

Variables Dummy:

- Codifican categorías
- K categorías → $K - 1$ dummies
- Coeficiente = diferencia vs base

Interacciones:

- Permiten efectos heterogéneos
- Dummy × Continua: pendientes diferentes
- Dummy × Dummy: efectos condicionales

Comandos Stata clave:

- `i.var` para dummies
- `ib#.var` cambiar base
- `##` para interacciones
- `testparm` pruebas F
- `margins` predicciones

¿Preguntas?

Proxima Sesion:

M03: Diagnosticos OLS y Errores Robustos

Jueves 12 de febrero, 3-5pm

Entrega E1: Jueves 12 feb, 11:59pm