

---

## Tarea 2

Fecha de Entrega: 23/05/2024 antes de las 23:59

EAA2410-1  
Primer Semestre 2023

Profesor.: Gustavo Q Saraiva  
PUC de Chile

**Ejercicio 1** (60 puntos) *En Estados Unidos y a nivel global, es una práctica común y corriente que las compañías farmacéuticas contraten a representantes para realizar donaciones a médicos a cambio de la prescripción de sus medicamentos. Estas contribuciones pueden manifestarse de diversas maneras, como a través del pago de honorarios significativos por la presentación en seminarios, financiación de comidas, entre otros incentivos. Además, las empresas farmacéuticas tienen la capacidad de identificar qué médico receta qué medicamento mediante la adquisición de datos de empresas especializadas como IQVIA (anteriormente IMS Health), Symphony Health y otras, o a través de bases de datos gubernamentales abiertas, como los datos de Medicare Parte D.*

*En una tentativa de aumentar la transparencia en el sistema, en EE.UU. se implementó una ley en 2013 determinando que los fabricantes que producen al menos un producto cubierto por Medicare, Medicaid o el Programa de Seguro Médico para Niños informen cualquier transferencia valorada en \$10 o más a los Centros de Servicios de Medicare y Medicaid (CMS) ([1]). Desde entonces, estos datos han sido distribuidos de manera accesible por entidades como ProPublica. El objetivo de hacer pública esta información es desalentar a los médicos prescribir medicamentos buscando beneficios personales en lugar del bienestar del paciente.*

*En Canvas, he subido una base de datos en formato csv llamada “filtered\_data.csv”. Esta base de datos fue organizada ocupando datos de los médicos de Medicare part D y de ProPublica (ambos de acceso público).<sup>1</sup> Los datos muestran la prescripción promedio de medicaciones genéricas vs. no genéricas (“prop\_branded”), el género de la persona que prescribe la medicación (“Prscrbr\_Gndr\_Dummy”), el código del estado de la persona que prescribe (variable “Prscrbr\_State\_FIPS”), el tipo de ocupación de la persona que prescribe la medicación (ej. psiquiatra, Neurologista, etc.) y las donaciones totales recibidas de cada profesional de la salud solo en el año 2021 (variable “donations\_received\_by\_each\_doctor”).*

a) (10 puntos) *Ocupando el software estadístico de su preferencia (recomiendo fuertemente el R), haga un histograma del volumen total de donaciones recibidas por cada médico. Obs.: Si ocupas R y intentas ocupar el comando “hist(donations\_received\_by\_each\_doctor)” para hacer el histograma, vas a ver que el histograma va a exhibir un comportamiento un poco raro. Esto se debe a que hay algunos “outliers” en la muestra: es decir médicos que reciben cifras gigantescas de donaciones. Esto se puede arreglar truncando los datos: por ejemplo, para cada médico que recibe más de 1000 US, reemplaza la donación (exorbitante) que reciben por 1000, y deja esta información clara en el título del gráfico. Obviamente, no vas a hacer eso de uno por uno: ¡por favor! **Ade- más, solo debes truncar los datos para este ítem (para los demás ítems, por favor ocupar la base de datos original).** Pauta:*

*Cómo se puede ver en la figura 1, la mayoría de los médicos no recibe ninguna donación. Sin embargo, existe un grupo alto de médicos que recibe donaciones bien altas (tan altas que, sin truncar la variable donaciones es difícil visualizar el gráfico).*

*Abajo sigue un código en R que uno puede ocupar para generar el gráfico:*

---

<sup>1</sup>Medicare es un programa de seguro de salud federal en los Estados Unidos que atiende principalmente a personas mayores de 65 años, pero también ofrece cobertura a individuos más jóvenes con ciertas discapacidades y enfermedades.

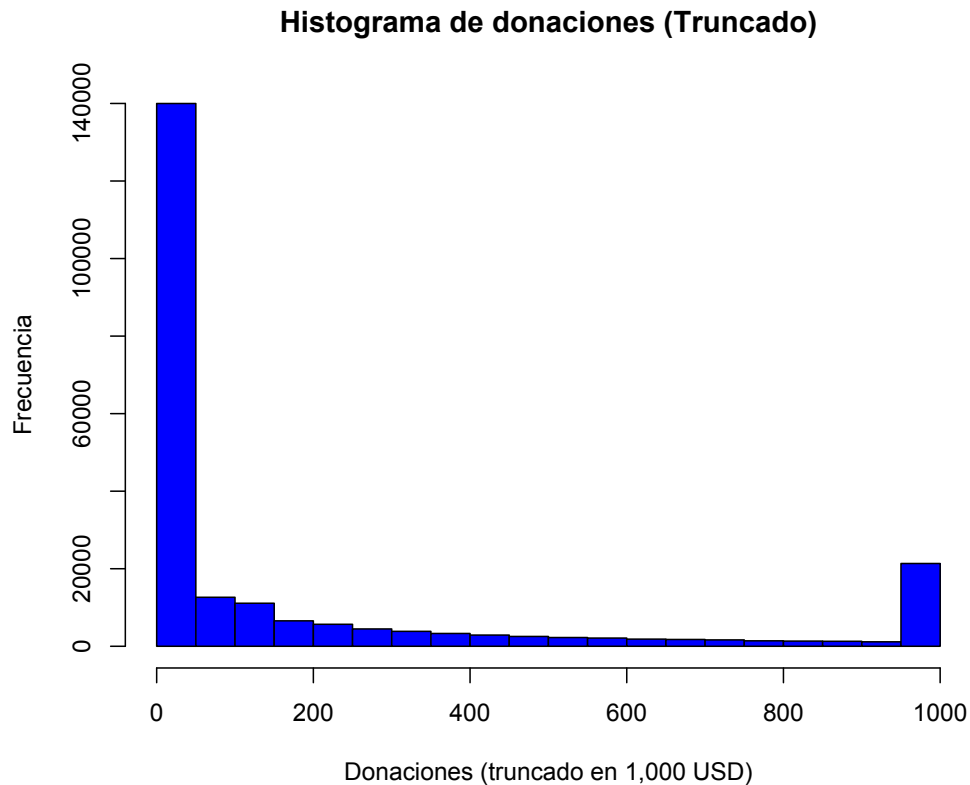


Figura 1: Distribución de donaciones recibidas por profesionales de la salud: aquellos que recibieron donaciones superiores a 1,000 USD han sido agrupados juntos en el mismo grupo.

```
#Clear all variables
rm(list=ls())

# Loads the main file:
data <- read.csv('filtered_data.csv', sep = ",")

# Cap donations at $1000
data$donations_capped = ifelse(data$donations_received_by_each_doctor
  > 1000, 1000, data$donations_received_by_each_doctor)

# Plotting the histogram of capped donations
hist(data$donations_capped, breaks = 30,
  main = "Histograma de donaciones (Truncado)",
  xlab = "Donaciones (truncado en 1,000 USD)", col = "blue",ylab="Frecuencia")
```

b) (10 puntos) Calcule el costo total promedio de las medicaciones genéricas, vs. las medicaciones no genéricas (recomiendo mostrar estos resultados en un barplot).

**Pauta:** El gráfico 2 muestra la diferencia entre los costos promedios de las medicaciones genéricas vs. las no genéricas. Para generar el promedio para los genéricos calculamos el costo total de las prescripciones genéricas dividido pero el número total de prescripciones

genéricas. Ocupamos una forma semejante para calcular el costo promedio de las medicaciones de marca. Ojo que uno también podría haber tomado el promedio del promedio de gastos de cada doctor y, así, haber obtenido promedios un poco distintos. Yo, personalmente, prefiero mi método ya que él da una mayor ponderación a los gastos de los médicos que han recetado más medicaciones.

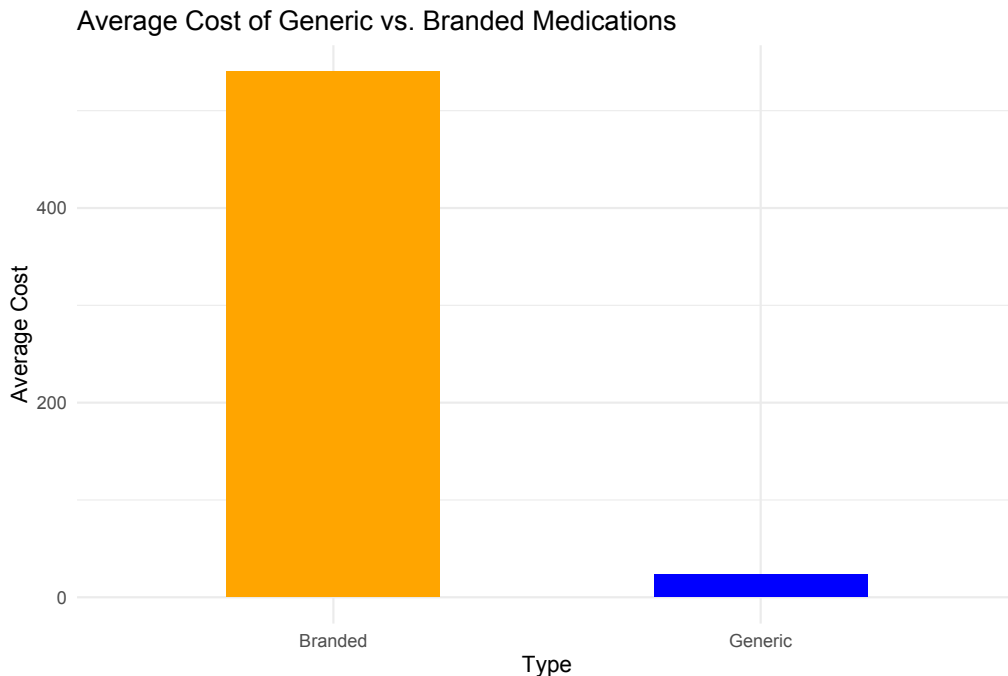


Figura 2: Distribución de donaciones recibidas por profesionales de la salud: aquellos que recibieron donaciones superiores a 1,000 USD han sido agrupados juntos en el mismo grupo.

Es un hecho que las medicaciones genéricas son mucho más baratas que las medicaciones de marca. Pero, por alguna razón, acá las medicaciones genéricas son mucho más baratas. Ese puede ocurrir si hay, por ejemplo, un sesgo de selección (ej., cuando todavía no hay genéricos disponibles para una medicación, es natural que la medicación pagada sea mucho más cara debido a la falta de competencia y también más probable que tal medicación sea indicada por el médico, ya que el paciente prácticamente no tiene otra alternativa).

Abajo sigue un código que uno puede ocupar para generar este gráfico:

```
#=====Barplot=====
library(ggplot2)

mean_branded=sum(data$Brnd_Tot_Drug_Cst)/sum(data$Brnd_Tot_Clms)
mean_generic=sum(data$Gnrc_Tot_Drug_Cst)/sum(data$Gnrc_Tot_Clms)

# Create a data frame for the plot
data_2 <- data.frame(
  Type = c("Generic", "Branded"),
  Average_Cost = c(mean_generic, mean_branded)
)

#Create the bar plot
p<-ggplot(data_2, aes(x = Type, y = Average_Cost, fill = Type)) +
```

```
geom_bar(stat = "identity", show.legend = FALSE, width = 0.5) +
scale_fill_manual(values = c("Generic" = "blue", "Branded" = "orange")) +
labs(title = "Average Cost of Generic vs. Branded Medications",
      y = "Average Cost") +
theme_minimal() # Optional: Changes the theme to a minimal style
print(p)
#=====
```

- c) (10 puntos) Ahora haga una regresión de la variable “prop\_branded” en función de la variable explicativa de interés, “donations\_received\_by\_each\_doctor” y de la variable de control “Prscrbr\_Gndr\_Dummy”. Incorpore en la regresión los efectos fijos del estado (“Prscrbr\_State\_FIPS”) y del tipo de funcionario de la salud (“Prscrbr\_Type”). **Si vas a ocupar R, puedes ocupar la función “felm()” para hacer la estimación con efectos fijos.**

**Pauta:**

Los resultados de la regresión encuéntrense disponibles en la tabla 1. Según la regresión, en promedio las mujeres hacen una mayor prescripción de medicaciones de marca y, lo más importante, el recibimiento de más donaciones aumenta marginalmente la proporción de medicaciones pagadas prescritas por el doctor.

Cuadro 1: Resultados de la Regresión

	Dependent variable:
	Proporción de Recetas de Marca
Donaciones Recibidas por Cada Doctor	2.244e-07*** (0.00000)
Género del Prescriptor (Dummy)	-0.009*** (0.001)
Observations	229,183
R <sup>2</sup>	0.016
Adjusted R <sup>2</sup>	0.016
Residual Std. Error	0.115 (df = 229120)

Note: \*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.01

Aunque el valor sea estadísticamente distinto a cero, se puede ver que la magnitud de este coeficiente es un poco baja. Quizás esto esté ocurriendo por qué solo los médicos que reciben donaciones muy altas de los fabricantes de medicación responden a estos incentivos. Entonces intentemos otro método. Cambiemos la variable explicativa para una dummy que se iguala a 1 si el profesional de la salud recibió más de USD 1,000 en donaciones. Haciendo eso obtenemos, naturalmente, un coeficiente mucho más positivo conforme muestra la tabla 2 abajo.

Abajo envió el código ocupado para generar estos resultados:

```
#=====regression with fixed effects=====
```

Cuadro 2: Resultados de la Regresión

	<i>Dependent variable:</i>
	Proporción de Recetas de Marca
Dummy de donaciones	0.033*** (0.001)
Género del Prescriptor (Dummy)	-0.010*** (0.001)
Observations	229,183
R <sup>2</sup>	0.022
Adjusted R <sup>2</sup>	0.022
Residual Std. Error	0.115 (df = 229120)
<i>Note:</i>	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

```
library(lfe)#to add fixed effects
```

```
result <- felm(prop_branded ~ donations_received_by_each_doctor
+ Prscrbr_Gndr_Dummy | Prscrbr_State_FIPS + Prscrbr_Type, data = data)
```

```
# Print the summary of the regression result
```

```
print(summary(result))
```

```
#=====
```

```
#===Replacing the donations variable by a dummy===
```

```
# Create the dummy variable
```

```
data$donations_dummy <- ifelse(data$donations_received_by_each_doctor > 1000, 1, 0)
```

```
result <- felm(prop_branded ~ donations_dummy
```

```
+ Prscrbr_Gndr_Dummy | Prscrbr_State_FIPS + Prscrbr_Type, data = data)
```

```
# Print the summary of the regression result
```

```
print(summary(result))
```

```
#=====
```

d) (10 puntos) Interprete los resultados de la regresión obtenida en el ítem anterior. **Pauta:** Ya he contestado eso en el ítem anterior.

e) (10 puntos) Basado en tus respuestas anteriores, ¿crees que uno **podría** ocupar los datos de donaciones disponibles en ProPublica para monitorear y evaluar la honestidad de un médico? **Pauta:** Al que todo indica sí, ya que hemos encontrado una correlación positiva entre el recibimiento de donaciones y la prescripción de medicaciones de marca (que suelen ser más caras). Así, algunos médicos parecen estar haciendo estas prescripciones a cambio de donaciones de los laboratorios.

Sin embargo, uno podría hacer la siguiente crítica: “Correlación no es lo mismo que causalidad. Es posible que los laboratorios estén haciendo donaciones a los médicos que ya hacen

---

*muchas prescripciones de medicaciones de marca". De hecho, esto es común en el mercado de fake reviews: las empresas pagan a los influencers que ya tienen la reputación de hacer reviews no sinceros a cambio de "favores". Sin embargo es razonable creer que, hasta cierto nivel, las empresas son racionales: si ellas pagan doctores millones de dólares al año en donaciones, es por qué deben recibir algún retorno! Además, aunque las empresas de farmacia estuvieran actuando de forma ingenua (lo que, repito, creo que es poco probable), algunos médicos con poco escrúpulo parecen estar tirando provecho de eso: hacen la receta de medicaciones más caras visando mayores donaciones de la industria farmacéutica.*

f) (10 puntos) ¿Crees que la herramienta proporcionada por ProPublica **ha afectado** de forma significativa las decisiones de los médicos y de sus pacientes? Justifica. **Obs.: Idealmente, para contestar esta pregunta deberíamos hacer la misma regresión para años anteriores. Pero intuitivamente y llevando en cuenta que estos datos están disponibles hace muchos años, y dados los resultados obtenidos en la regresión anterior, uno puede tener una noción si la publicidad de estos datos ha eliminado o no los incentivos perversos de los profesionales de la salud. Pauta: Conforme dicho en el enunciado, idealmente necesitaríamos más información de años anteriores. Sin embargo, dado que encontramos una correlación positiva entre donaciones y prescripciones de medicaciones más caras, la publicidad de estos datos parece no haber resuelto el problema. Eso ocurre por una serie de motivos:**

- I) Muchos pacientes parecen no conocer esta herramienta, o no tienen tiempo de investigar los médicos. Igualmente, algunos médicos tampoco parecen estar iterados de esta herramienta. Conforme discutido en las clases, cuando uno superestima el nivel de racionalidad de los agentes, uno puede terminar no obteniendo los resultados deseados.*
- II) Además, cómo la práctica no genera ninguna sanción legal a los médicos, ellos siguen teniendo incentivos en aceptar las donaciones.*
- III) Aunque muchos médicos se preocupen con su reputación, las empresas de farmacia solo necesitan reclutar algunos médicos que no estén tan preocupados con eso para difundir la utilización de una medicación. Dado que el conocimiento de farmacología de muchos médicos es limitado, algunos médicos honestos terminan siendo engañados por este marketing basado en "fake reviews" de médicos inescrupulosos.*

### **Diccionario de los datos:**

- *PRSCRBR\_NPI: National Provider Identifier (NPI), es un número de identificación único de 10 dígitos emitido a proveedores de atención médica en los Estados Unidos por los Centros de Servicios de Medicare y Medicaid (CMS).*
- *Prscrbr\_Gndr: Determina el sexo del proveedor, si masculino o femenino.*
- *Prscrbr\_State\_FIPS: código del estado.*
- *Prscrbr\_Type: Tipo de proveedor.*
- *Tot\_Drug\_Cst: Valor total del costo de las prescripciones del médico.*
- *Brnd\_Tot\_Clms: La cantidad total de pedidos **efectuados** en la farmacia de medicaciones de marca (es decir, no genéricas) prescritas por el médico. O sea, si un médico da una prescripción a un paciente, pero el paciente no quita la medicación en la farmacia, esta prescripción no entra en la base de datos. Solo entra si el paciente toma la prescripción*

y la saca en una farmacia. Ojo que, dependiendo de la ley del estado, aunque el médico haya prescrito una medicación de marca, el paciente puede sacar la versión genérica y, en este caso, lo que entra en la base de datos es la versión genérica, no la versión de marca (en EE.UU., la ley varía de estado a estado). Esta es una de las razones por qué es importante incluir el efecto fijo del estado.

- *Brnd\_Tot\_Drug\_Cst*: el costo total de las drogas de marca (dividiendo eso por *Brnd\_Tot\_Clms*, se obtiene el costo promedio por medicación de marca).
- *Gnrc\_Tot\_Clms*: La cantidad total de pedidos **efectuados** en la farmacia de medicaciones genéricas prescritas por el médico.
- *Brnd\_Tot\_Drug\_Cst*: el costo total de las drogas genéricas (dividiendo eso por *Gnrc\_Tot\_Clms*, se obtiene el costo promedio por medicación genérica).
- *Opioid\_Tot\_Clms* y *prop\_opioids*: variables pertinentes a la prescripción de opioides. No nos es relevante acá.
- *prop\_branded*: Proporción de los claims de cada médico que son de medicaciones de marca. Se suponen que los médicos que reciben mayores incentivos financieros de las empresas de farmacia tienen más incentivos en recomendar medicaciones de marca (y, por lo tanto, más caras).
- *donations\_received\_by\_each\_doctor*: El total de donaciones monetarias recibidas por cada médico en el año 2021. Las donaciones suelen venir en forma de comidas (ej., almuerzos) y en forma de compensaciones por la presentación en conferencias.

**Ejercicio 2** (30 puntos) Considere un modelo en que hay un principal y agente, ambos neutrales al riesgo, con el agente pudiendo elegir esforzarse ( $e = 1$ ) o no ( $e = 0$ ), en un entorno donde  $e$  no es verificable, pero el beneficio generado por el agente sí es verificable. El agente tiene una utilidad de reserva  $\underline{w} = 1$  y su costo de esforzarse está dado por  $c \geq 0$ .

Si el agente se esfuerza, él genera un beneficio de  $\pi_H = 10$  a la empresa con probabilidad  $p_1 = 0,8$  y un beneficio de  $\pi_L = 5$  con probabilidad  $1 - p_1$ . Si el agente no se esfuerza, él genera un beneficio de  $\pi_H = 10$  a la empresa con probabilidad  $p_0 = 0,4$  y un beneficio de  $\pi_L = 5$  con probabilidad  $1 - p_0$ .

La ley determina que el principal no puede pagar un salario por debajo de  $a = 1$ .

En la primera etapa del juego, el principal ofrece un contrato  $(w_H, w_L)$ . El agente acepta o rechaza el contrato. Si él acepta el contrato, él elige su nivel de esfuerzo  $e \in \{0, 1\}$ .

a) (10 puntos) Muestre que, dados estos parámetros, la condición técnica

$$a \geq \underline{w} - \frac{p_0 c}{p_1 - p_0}$$

vista en las clases siempre se cumple para cualquier valor de  $c \geq 0$ . **Pauta:** Ojo que

$$\begin{aligned}
 \underbrace{a}_{=1} &\geq \underbrace{w}_{=1} - \frac{p_0 c}{p_1 - p_0} \\
 \Leftrightarrow 1 &\geq 1 - \frac{p_0 c}{p_1 - p_0} \\
 \Leftrightarrow 0 &\geq -\frac{p_0 c}{p_1 - p_0} \\
 \Leftrightarrow \underbrace{\frac{p_1 - p_0}{p_0}}_{>0} 0 &\geq -\underbrace{\frac{p_1 - p_0}{p_0}}_{>0} \cdot \frac{p_0 c}{p_1 - p_0} \\
 \Leftrightarrow 0 &\geq -c \\
 \Leftrightarrow c &\geq 0.
 \end{aligned}$$

Cómo el enunciado nos dice que  $c \geq 0$ , tenemos el resultado deseado.

- b) (10 puntos) Si el objetivo del principal es motivar que el trabajador acepte el contrato y se esfuerce, pagándole el menor sueldo posible, tenemos que el principal va a optimizar:

$$\max_{(w_H, w_L)} p_1(\pi_H - w_H) + (1 - p_1)(\pi_L - w_L).$$

sujeto a las restricciones de responsabilidad limitada:

$$w_H \geq a,$$

$$w_L \geq a,$$

la restricción de compatibilidad de incentivos

$$p_1 w_H + (1 - p_1) w_L - c \geq p_0 w_H + (1 - p_0) w_L$$

y la restricción de participación:

$$p_1 w_H + (1 - p_1) w_L - c \geq \underline{w}.$$

Encuentre la solución para este problema de optimización. Muestre su trabajo. **Pauta:** Supón que la restricción de participación no es activa (es decir, supón que  $p_1 w_H + (1 - p_1) w_L - c > \underline{w}$ ). Supón por contradicción que  $w_L > a$ , entonces la empresa puede bajar  $w_L$  marginalmente y las restricciones de participación y compatibilidad de incentivos seguirán cumpliéndose. Por lo tanto, debemos tener  $w_L = a$ .

Ahora supón por contradicción que la restricción de compatibilidad de incentivos no es activa, es decir supón por contradicción que

$$\begin{aligned}
 p_1 w_H + (1 - p_1) w_L - c &> p_0 w_H + (1 - p_0) w_L \\
 \Leftrightarrow \underbrace{(p_1 - p_0)}_{>0} \underbrace{w_H}_{>w_L} - c &> \underbrace{(p_1 - p_0)}_{>0} w_L.
 \end{aligned} \tag{1}$$

En este caso, la empresa podría bajar  $w_H$  marginalmente y la restricción de compatibilidad de incentivos (1) y la restricción  $w_H \geq a$  seguiría cumpliéndose y la empresa tendría menos costos.<sup>2</sup> Por lo tanto, la restricción de compatibilidad de incentivos debe cumplirse con igualdad.

<sup>2</sup>La razón por qué la restricción  $w_H \geq a$  seguiría cumpliéndose se debe al hecho de que la desigualdad (1) implica que  $w_H > w_L = a$ , por lo tanto, la empresa tiene margen para bajar  $w_H$  y seguir cumpliendo con esta restricción.



Así, debemos tener

$$w_L = a$$

y

$$\begin{aligned} p_1 w_H + (1 - p_1) \underbrace{w_L}_{=a=1} - c &= p_0 w_H + (1 - p_0) \underbrace{w_L}_{=a=1} \\ \Leftrightarrow w_H &= 1 + \frac{c}{p_1 - p_0} \\ \Leftrightarrow w_H &= 1 + \frac{c}{0,4} \end{aligned} \tag{2}$$

Para dejar la respuesta más completa, habría que verificar que la restricción de participación que hemos ignorado efectivamente se cumple. Reemplazando  $w_H = 1 + \frac{c}{0,4}$  y  $w_L = 1$  en la expresión

$$\underbrace{p_1}_{=0,8} w_H + (1 - \underbrace{p_1}_{=0,8}) w_L - c \geq \underbrace{w}_{=1},$$

obtenemos

$$\begin{aligned} 0,8 \left( 1 + \frac{c}{0,4} \right) + 0,2 - c &\geq 1 \\ \Leftrightarrow 0,8 + 2c + 0,2 - c &\geq 1 \\ \Leftrightarrow c &\geq 0, \end{aligned}$$

lo que se cumple debido al supuesto de nuestro modelo. Alternativamente, el alumno podría simplemente argumentar que, dado que la condición técnica del ítem anterior se cumple, podemos ignorar la restricción de participación. Para efectos de corrección, el alumno no necesitaba decir nada a este respecto (por qué ya se subentiende que la restricción de participación no será activa debido al resultado del ítem anterior).

- c) (10 puntos) Obviamente, puede ser preferible al principal, simplemente pagarle el sueldo fijo  $\underline{w}$  al empleado sí o sí (es decir, independientemente de los ingresos que este ha generado), lo que haría que el trabajador no se esforzara pero aceptara la oferta de la empresa. Encuentre el mínimo valor de  $c$  tal que la empresa prefiera ofrecer este contrato  $w_H = w_L = \underline{w}$  a ofrecer el contrato óptimo encontrado en el ítem anterior. **Pauta:** El payoff que la empresa obtiene si esta ofrece el contrato  $w_H = w_L = \underline{w} = 1$  está dado por

$$\begin{aligned} p_0(10 - 1) + (1 - p_0)(5 - 1) &= \\ 0,4 \cdot 9 + 0,6 \cdot 4 &= 6 \end{aligned}$$

Mientras, el payoff que la empresa obtiene si esta ofrece el contrato óptimo del ítem anterior es

$$\begin{aligned} p_1 \left( 10 - 1 - \frac{c}{0,4} \right) + (1 - p_1)(5 - 1) &= \\ 0,8 \cdot \left( 9 - \frac{c}{0,4} \right) + 0,2 \cdot 4 &= \\ 8 - 2c \end{aligned}$$

Por lo tanto, la empresa va a preferir el contrato  $w_H = w_L = 1$  ssi

$$\begin{aligned} 6 &\geq 8 - 2c \\ \Leftrightarrow c &\geq 1. \end{aligned}$$

## Referencias

- [1] C. S. Brunt. Physician characteristics, industry transfers, and pharmaceutical prescribing: Empirical evidence from medicare and the physician payment sunshine act. *Health Services Research*, 54(3):636–649, 2019.