Proyecto Inferencia II

Emanuelle Marsella, Maximiliano Saldaña, Lucia Tafernaberry

Noviembre 2020

Índice

1. Introducción

En este proyecto aplicaremos los conceptos y métodos bayesianos aprendidos en el curso Inferencia II para analizar los datos seleccionados, una base de datos sobre salarios en Estados Unidos extraída del libro *Introducción a la Econometría, Un enfoque moderno (2009)* de J.M. Wooldridge. Nuestra intención es tratar de explicar la variable principal, el salario por hora medido en dólares, a partir de las otras variables de la base. Para lograr esto haremos uso de modelos de regresión lineal y metodologías bayesianas asociadas, que implementaremos mediante el software R.

2. Descripción de los datos

La base cuenta con observaciones de 526 personas y con las siguientes 22 variables: Salario (promedio por hora, medido en dólares), Años de Educación, Años de Experiencia, Antigüedad, Raza (variable indicadora, 1 si la persona no es de raza blanca), Sexo, Estado Civil (vale 1 si la persona está casada), Número de Dependientes, Región Metropolitana (vale 1 si la persona vive en dicha región), Región (dividida en tres variales indicadoras: Norte, Sur y Oeste), Rama de Actividad (dividida en tres variables indicadoras: Construcción, Comercio y Servicios), Ocupación (tres variables indicadoras: Profesional, Administrativos y Servicios), el logaritmo de la variable Salario y los cuadrados de las variables Experiencia y Antigüedad.

2.1. Variables Indicadoras

Inicialmente modificamos la base para llevarla a una forma que nos parecía más práctica de trabajar, agrupando variables que refieren a una sola característica de los datos y estaban en una forma binaria. Estas variables son la Región, separada en la base original en Norte, Sur y Oeste; la Rama de Actividad, separada en Construcción, Servicios y Comercio; y la Ocupación, separada en Profesional, Administrativos y Servicios. Luego de consultar a las docentes optamos por no descartar las variables indicadoras ya que nos permiten su utilización a la hora de aplicar un modelo lineal multivariado y a su vez mantenemos la variable agrupada para poder usarla a la hora de manipular y graficar datos.

3. Exploracion inicial

Para familiarizarnos con la base utilizamos medidas de resumen.

3.1. Variables categóricas

Lo primero que hacemos es visualizar cómo se distribuye la población de acuerdo a las variables categóricas de las que disponemos (Región, Rama de actividad, Ocupación, Raza, Sexo y Estado civil). En cuanto a las primeras cuatro variables buscamos saber cuántos individuos pertenecen a cada rama, así como aplicar algunas medidas de resumen de la variable salario para cada categoría de las tres variables, como se puede ver en los siguientes cuadros:

3.1.1. Región

La variable región nos indica en qué región se indican los individuos. Las categorías de esta variable son Norte, Sur, Este y Oeste.

Tenemos 3 variables indicadoras para esta región, Norte-Centro, Sur y Oeste. Este es la categoría de referencia, la cual no cuenta con variable indicadora ya que en este caso la matriz de datos $\mathbb{X}$ no sería de rango completo

y por lo tanto no sería invertible, lo que más adelante impediría la estimación única de los coeficientes. Esto ocurre análogamente para las otras variables cualitativas.

	Región	Cantidad	Mínimo	Media	Máximo
1	Norte	132	1.50	5.71	21.86
2	Sur	187	1.50	5.39	20.00
3	Este	118	1.43	6.37	24.98
4	Oeste	89	0.53	6.61	22.20
5	Todas	526	0.53	5.90	24.98

Cuadro 1: Algunas medidas de resumen para las distintas regiones.

En primer lugar, podemos observar que la región Oeste cuenta con un número considerablemente pequeño de observaciones y la región sur cuenta con muchas observaciones, en comparación con las demás.

En cuanto al salario por hora, vemos que las medias para las regiones Norte y Sur son menores a la media del total de observaciones, mientras que para las regiones Este y Oeste son mayores. Por otro lado, los máximos son similares, si bien apreciamos que el máximo total se observa en la región este.

Los mínimos también son similares para todas las regiones excepto para la región Oeste, para la cual podemos apreciar que el mínimo es casi 3 veces menor que para las demás.

Como parte de la exploración inicial, también realizamos algunos gráficos de dispersión del salario en función de algunas variables cuantitativas, con recta de ajuste lineal, diferenciados por la región. Estos resultados pueden encontrarse en el Anexo 2, en ellos podemos apreciar que no hay demasiada diferencia entre las regiones a la hora de explicar el salario a partir de las distintas variables explicativas individualmente.

3.1.2. Rama de actividad

	Rama de Actividad	Cantidad	Mínimo	Media	Máximo
1	Construcción	24	3.00	5.96	17.71
2	Servicios	53	0.53	4.34	12.50
3	Comercio	151	1.43	4.79	21.86
4	Otros	298	1.50	6.73	24.98
5	Todas	526	0.53	5.90	24.98

Cuadro 2: Algunas medidas de resumen para las distintas ramas de actividad.

Lo primero que observamos, es que la cantidad de observaciones para las distintas categorías varía mucho. En particular, para la categoría “Otros”, que es la de referencia, tenemos un gran número de individuos, más de la mitad. Consideramos que esto se debe a que la diferenciación de la que disponemos para las diferentes ramas de actividad no es exhaustiva (como sí sucedía para las regiones, que solo son 4). Por lo tanto, es lógico que suceda que muchos individuos no pertenezcan ni al sector de Construcción, ni al de Servicios, ni al de Comercio; sino que pertenecen a alguna otra categoría que no está especificada y queda incluída dentro de “Otros”.

Comparando las regiones en media, observamos que la media de la categoría de referencia es mayor que en las demás ramas de actividad. La categoría Servicios tiene la menor media, y en esta categoría se observa el mínimo total, y el menor de los máximos. La categoría Comercio es similar en media a Servicios, si bien tanto su mínimo como su máximo son mayores. Finalmente, la categoría Construcción tiene la mayor media de las 3 indicadoras de las que disponemos, y también el menor mínimo.

3.1.3. Ocupación

	Ocupación	Cantidad	Mínimo	Media	Máximo
1	Servicio	74	0.53	3.59	7.81
2	Administrativos	88	2.65	4.74	12.50
3	Profesional	193	2.23	8.04	24.98
4	Otros	171	1.43	5.07	15.00
5	Todas	526	0.53	5.90	24.98

Cuadro 3: Algunas medidas de resumen para las distintas ocupaciones.

Podemos observar que para la variable Ocupación, la media de la categoría Profesional es considerablemente mayor respecto de las demás, así como también su máximo. Es razonable esperar que así sea, que las personas que se desempeñan en un empleo profesional perciban un mayor salario, si bien no tenemos fundamentos para afirmar que esta diferencia sea estadísticamente significativa, dado que aún no hemos realizado inferencia a partir de nustros datos.

Por otro lado, la categoría Administrativos tiene el mayor mínimo y el menor máximo, y una media menor que la de la categoría de referencia, lo que sugiere que los niveles de salario no varían demasiado, y en general son menores que los de la categoría de referencia.

Luego, la categoría Servicio tiene el menor mínimo, la menor media, y el menor máximo, lo que sugiere que los individuos que se encuentran en esta categoría perciben en promedio un menor salario.

3.1.4. Otras variables categóricas

Con el resto de las variables econtramos que las proporciones entre las categorías son:

- Para la variable Sexo hay un 47.91 % de mujeres y 52.09 % de hombres. La proporción de la mitad cada sexo.
- Para la variable Estado Civil hay un 60.84 % de casados y 39.16 % de no casados.
- Para la variable Área Metropolitana hay un 72.24 % de personas que habitan en la misma y 27.76 % que no. Predomina bastante la población metropolitana.
- Para la variable Raza hay un 10.27 % de personas no blancas y 89.73 % blancas. El resultado es de esperarse dado que las personas no blancas son una minoría en los Estados Unidos.

4. Modelos lineales múltiples

	Variable	p-valor
1	Educación	0.066
2	Experiencia	0
3	Antigüedad	0.002
4	Raza	0.751
5	Sexo	0
6	Est. Civil	0.877
7	N° dependientes	0.838
8	Reg. metropolitana	0.001
9	Norte	0.11
10	Sur	0.049
11	Oeste	0.216
12	Construcción	0.824
13	Comercio	0
14	Servicios	0.004
15	Ocup. profesional	0
16	Ocup. administrativos	0.943
17	Ocup. servicios	0.535
18	Exper. al cuadrado	0
19	Antig. al cuadrado	0.6
20	Educ. al cuadrado	0
21	Indic. Obs. 128	0.059
22	Indic. Obs. 381	0.005
23	Indic. Obs. 440	0

Cuadro 4: Tabla de p-valores para el modelo con todas las variables explicativas.

	Variable	Coef. estimado	p-valor
1	Educación	-0.373	0.057
2	Experiencia	0.2	0
3	Antigüedad	0.116	0
4	Sexo	-1.604	0
5	Reg. metropolitana	0.896	0.001
6	Norte	-0.721	0.013
7	Sur	-0.824	0.002
8	Comercio	-1.325	0
9	Servicios	-1.236	0.002
10	Ocup. profesional	1.42	0
11	Exper. al cuadrado	-0.004	0
12	Educ. al cuadrado	0.03	0
13	Indic. Obs. 128	-5.136	0.051
14	Indic. Obs. 381	7.57	0.004
15	Indic. Obs. 440	13.887	0

Cuadro 5: p-valores y coefs. estimados para el modelo obtenido a través del método de selección backward.

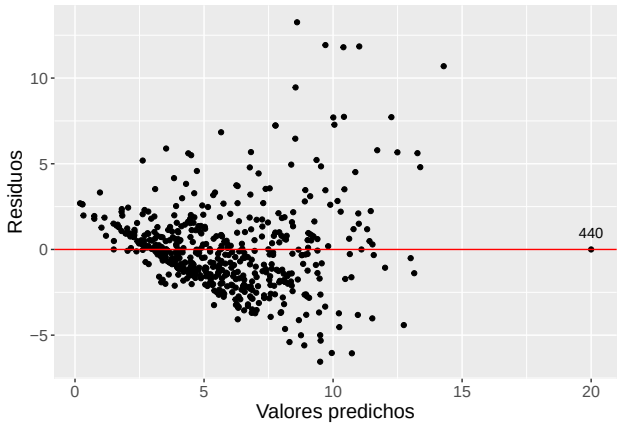


Figura 1: Gráfico de residuos en función de los valores predichos por el modelo.

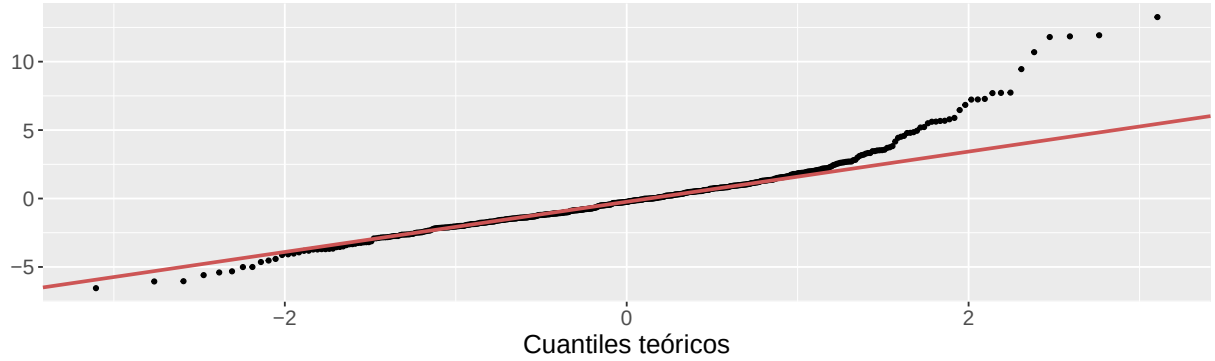


Figura 2: Gráfico QQ-plot

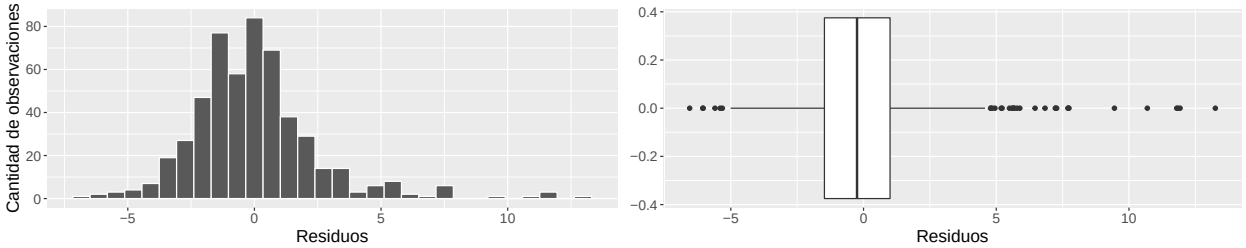
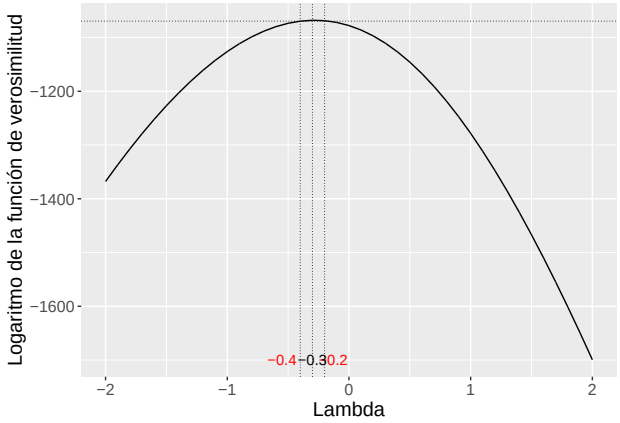
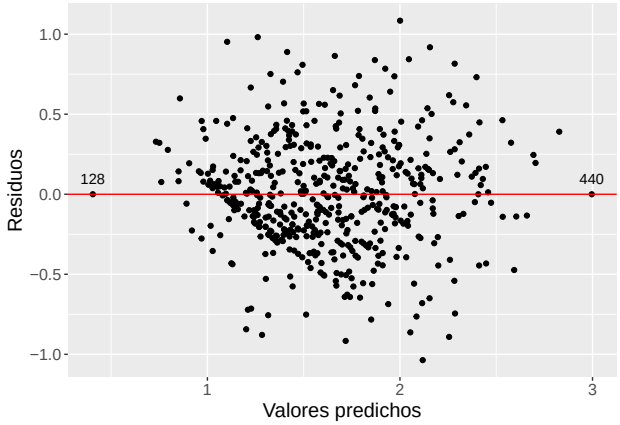


Figura 3: Histograma y boxplot de los residuos



	Variable	p-valor
1	Experiencia	0
2	Antigüedad	0
3	Sexo	0
4	Reg. metropolitana	0
5	Norte/Sur	0.005
6	Comercio/Servicios	0
7	Ocup. profesional	0
8	Exper. al cuadrado	0
9	Educ. al cuadrado	0
10	Indic. Obs. 128	0
11	Indic. Obs. 381	0.001
12	Indic. Obs. 440	0

Cuadro 6: p-valores para el modelo que explica la variación porcentual del salario.



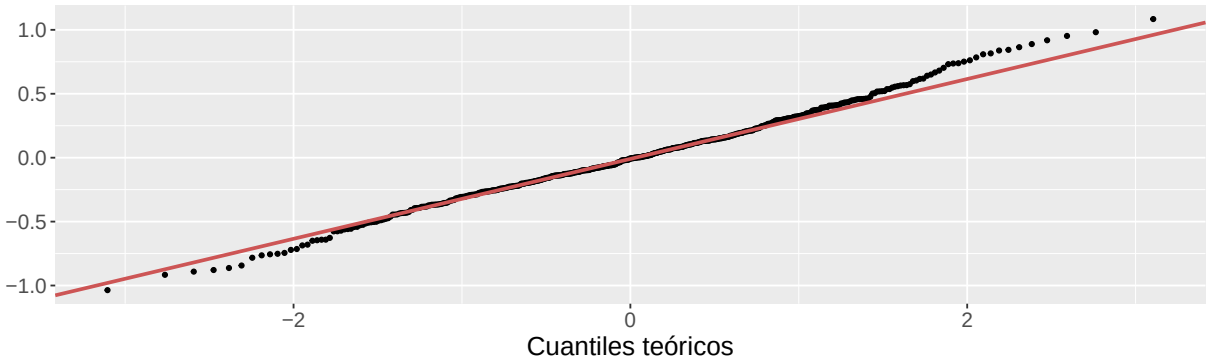


Figura 4: Gráfico QQ-plot para el modelo logarítmico

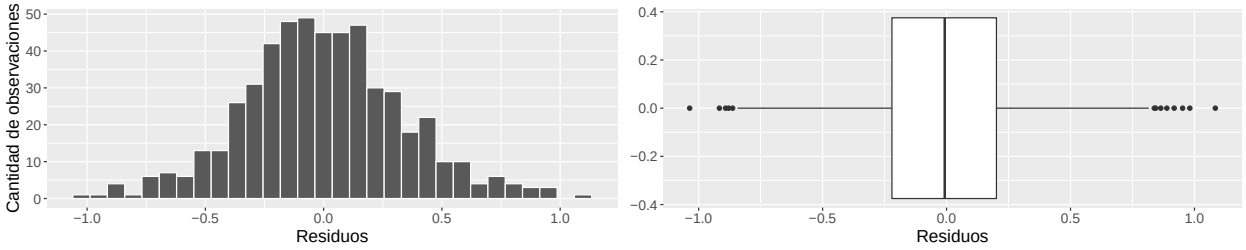


Figura 5: Histograma y boxplot de los residuos para el modelo logarítmico

	Test	p-valor
1	Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov)	0.0839
2	Jarque–Bera	0.1
3	Shapiro-Wilk	0.0784

Cuadro 7: p-valores para los distintos tests de normalidad de los errores

5. Conclusiones

6. Anexos

6.1. Anexo 1:

	Variable	p-valor
1	Educación	0.113
2	Experiencia	0
3	Antigüedad	0.002
4	Raza	0.731
5	Sexo	0
6	Est. Civil	0.82
7	N° dependientes	0.973
8	Reg. metropolitana	0.007
9	Norte	0.111
10	Sur	0.086
11	Oeste	0.258
12	Construcción	0.856
13	Comercio	0
14	Servicios	0.004
15	Ocup. profesional	0
16	Ocup. administrativos	0.746
17	Ocup. servicios	0.575
18	Exper. al cuadrado	0
19	Antig. al cuadrado	0.398
20	Educ, al cuadrado	0.001

Cuadro 8: Tabla de p-valores para el modelo con todas las variables.

	Variable	p-valor
1	Educación	0.102
2	Experiencia	0
3	Antigüedad	0
4	Sexo	0
5	Reg. metropolitana	0.005
6	Norte	0.015
7	Sur	0.008
8	Comercio	0
9	Servicios	0.001
10	Ocup. profesional	0
11	Exper. al cuadrado	0
12	Educ, al cuadrado	0.001

Cuadro 9: Tabla de p-valores, modelo obtenido a través de método backward

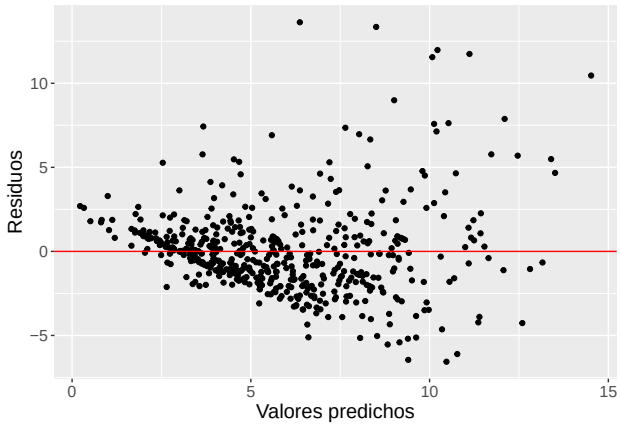


Figura 6: Gráfico de residuos en función de los valores predichos por el modelo.

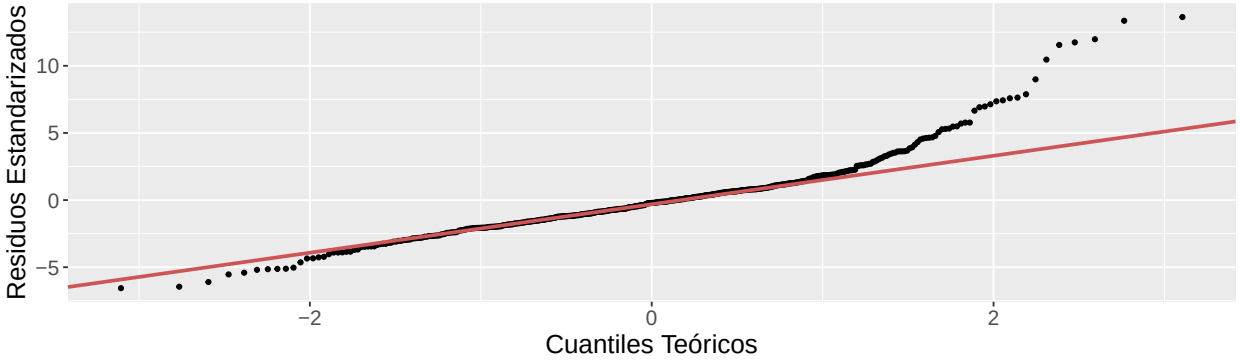


Figura 7: Gráfico QQ Plot.

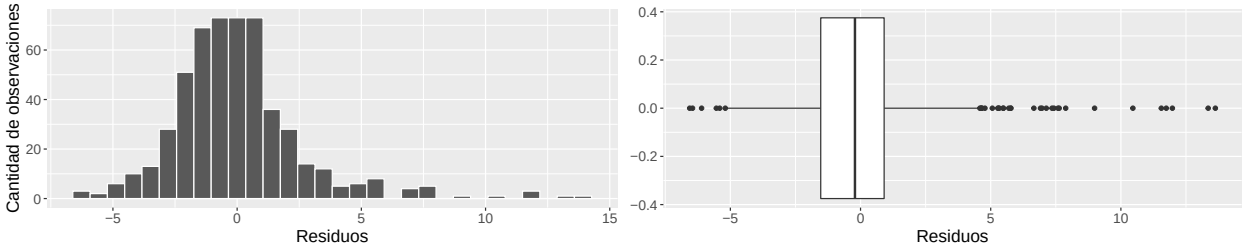


Figura 8: Histograma y boxplots de los residuos.

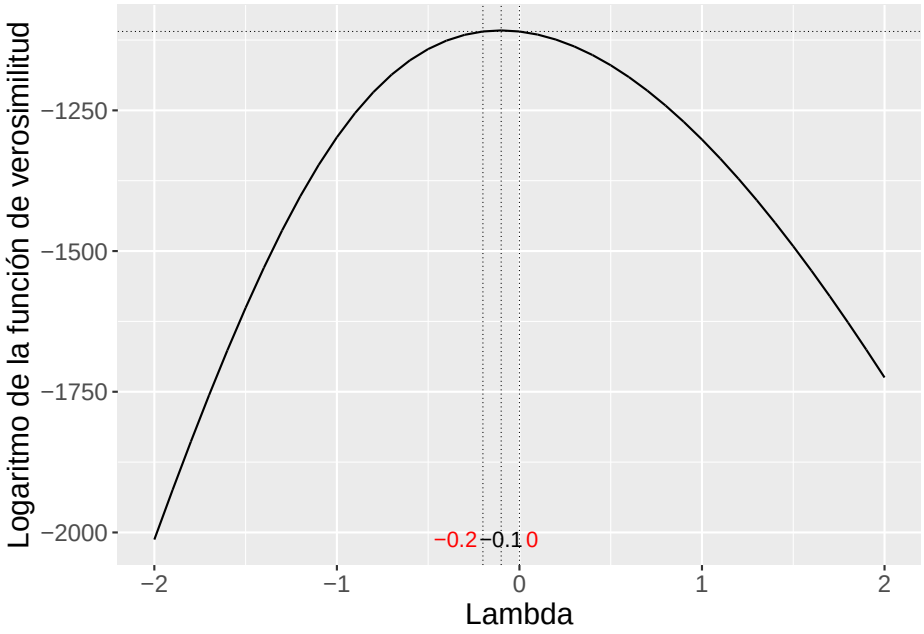


Figura 9: Gráfico de la transformación de boxcox, con intervalo de confianza para el valor maximo de lambda.

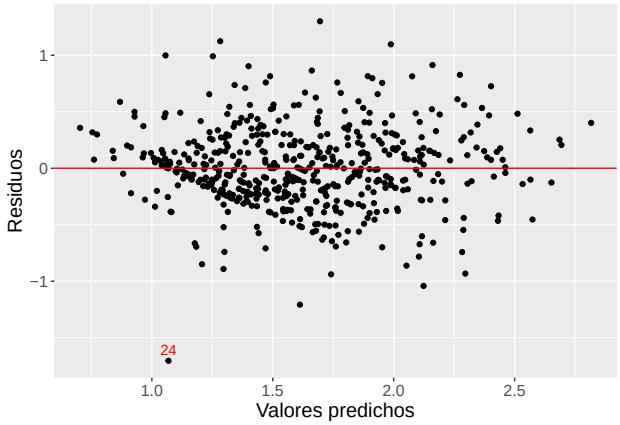


Figura 10: Gráfico de residuos en función de los valores predichos para el modelo logarítmico.

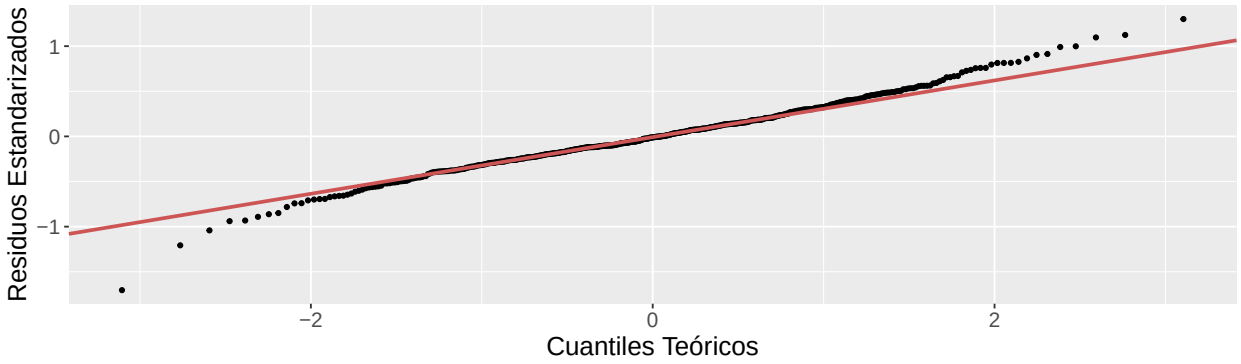


Figura 11: Gráfico QQ-Plot para el modelo logarítmico.

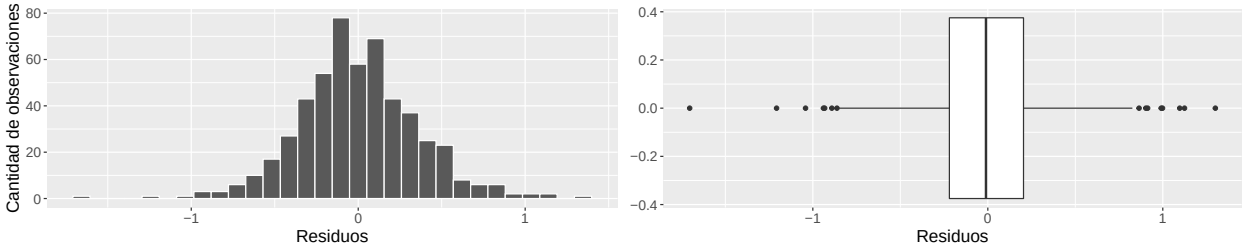


Figura 12: Histograma y boxplots de los residuos para el modelo logarítmico.

	Observación	Residuo R-Student
1	440	3.655
2	128	3.428
3	381	3.156
4	186	3.076
5	282	2.928

Cuadro 10: Observaciones con mayor residuo r-student en valor absoluto

	Test realizado	p-valor
1	Breusch-Pagan	0.0525
2	Lilliefors	0.316
3	Jarque-Bera	0.0917
4	Shapiro-Wilk	0.102

Cuadro 11: p-valores para los diferentes test de normalidad y homocedasticidad

6.2. Anexo 2: Gráficos de dispersión del salario para las distintas regiones

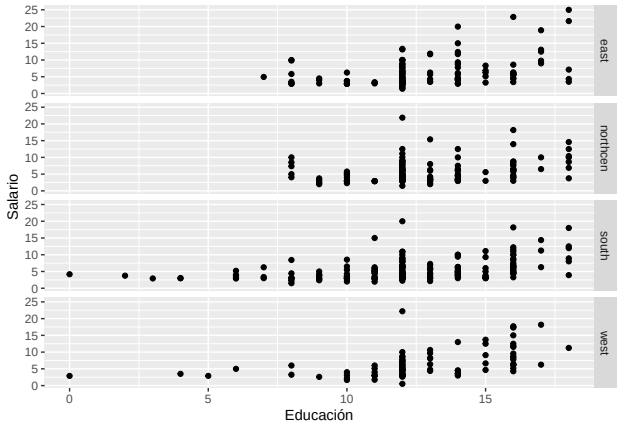


Figura 13: Gráficos de dispersión del salario en función de los años de educación, para cada región.

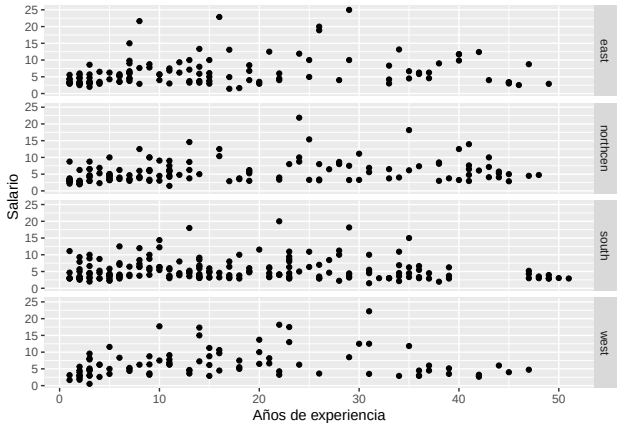


Figura 14: Gráficos de dispersión del salario en función de la experiencia, para cada región.

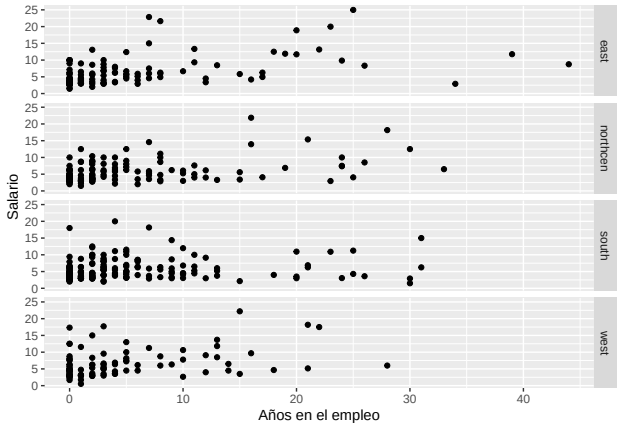


Figura 15: Gráficos de dispersión del salario en función de los años en el empleo, para cada región.

6.3. Anexo 3:

6.4. Anexo 4:

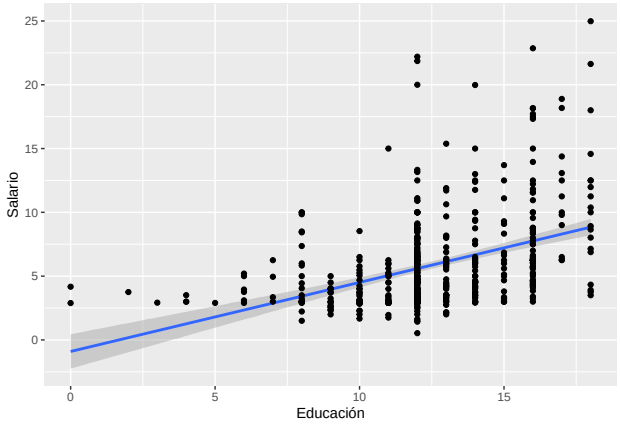


Figura 16: Gráfico de dispersión del salario en función de la educación, con recta de ajuste lineal.

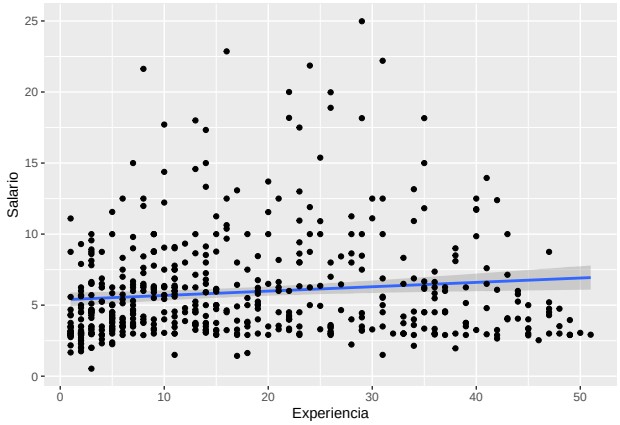


Figura 17: Gráfico de dispersión del salario en función de la experiencia, con recta de ajuste lineal.

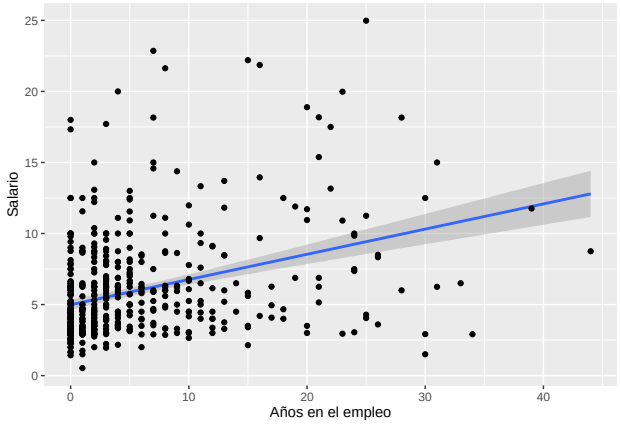


Figura 18: Gráfico de dispersión del salario en función de los años en el empleo, con recta de ajuste lineal.

7. Bibliografía

- Introducción a la econometría: Un enfoque moderno. Wooldrige, Jeffrey. (2009).