

11. Regresión Lineal - Con interacción

Ozner Leyva

2024-09-03

```
M = read.csv("C:/Users/ozner/Desktop/Computer Science/R/Estatura-  
peso_HyM.csv")  
print(M)
```

##	Estatura	Peso	Sexo
## 1	1.61	72.21	H
## 2	1.61	65.71	H
## 3	1.70	75.08	H
## 4	1.65	68.55	H
## 5	1.72	70.77	H
## 6	1.63	77.18	H
## 7	1.76	81.21	H
## 8	1.67	75.71	H
## 9	1.67	76.57	H
## 10	1.65	68.78	H
## 11	1.63	65.13	H
## 12	1.70	77.53	H
## 13	1.69	70.91	H
## 14	1.59	71.77	H
## 15	1.71	80.98	H
## 16	1.66	74.11	H
## 17	1.65	72.45	H
## 18	1.59	64.60	H
## 19	1.59	62.08	H
## 20	1.67	66.01	H
## 21	1.71	83.67	H
## 22	1.68	76.17	H
## 23	1.59	69.66	H
## 24	1.70	73.40	H
## 25	1.68	72.91	H
## 26	1.61	67.22	H
## 27	1.70	74.79	H
## 28	1.70	79.19	H
## 29	1.63	69.44	H
## 30	1.72	83.29	H
## 31	1.62	71.23	H
## 32	1.69	75.60	H
## 33	1.58	66.97	H
## 34	1.68	77.18	H
## 35	1.62	70.26	H
## 36	1.65	79.13	H
## 37	1.58	65.61	H

## 38	1.68	78.34	H
## 39	1.64	74.04	H
## 40	1.74	79.77	H
## 41	1.63	81.80	H
## 42	1.60	65.65	H
## 43	1.61	72.97	H
## 44	1.65	72.51	H
## 45	1.69	79.56	H
## 46	1.67	73.36	H
## 47	1.61	65.14	H
## 48	1.56	61.87	H
## 49	1.63	73.37	H
## 50	1.59	68.26	H
## 51	1.58	73.23	H
## 52	1.66	70.13	H
## 53	1.55	56.43	H
## 54	1.71	72.46	H
## 55	1.65	69.52	H
## 56	1.65	68.04	H
## 57	1.71	73.39	H
## 58	1.80	90.05	H
## 59	1.59	73.83	H
## 60	1.56	60.66	H
## 61	1.56	64.74	H
## 62	1.71	86.37	H
## 63	1.77	84.91	H
## 64	1.72	81.56	H
## 65	1.68	77.36	H
## 66	1.64	78.54	H
## 67	1.71	77.18	H
## 68	1.71	84.70	H
## 69	1.55	57.51	H
## 70	1.71	82.13	H
## 71	1.63	65.95	H
## 72	1.66	71.20	H
## 73	1.63	68.25	H
## 74	1.74	75.72	H
## 75	1.54	67.57	H
## 76	1.66	74.14	H
## 77	1.68	72.67	H
## 78	1.71	79.57	H
## 79	1.70	73.05	H
## 80	1.59	70.52	H
## 81	1.56	61.16	H
## 82	1.64	71.88	H
## 83	1.75	81.26	H
## 84	1.77	82.24	H
## 85	1.70	76.33	H
## 86	1.60	74.07	H
## 87	1.54	57.36	H

## 88	1.68	75.33	H
## 89	1.59	69.12	H
## 90	1.65	69.00	H
## 91	1.70	71.26	H
## 92	1.63	73.02	H
## 93	1.71	77.38	H
## 94	1.71	73.24	H
## 95	1.61	70.22	H
## 96	1.69	80.33	H
## 97	1.72	75.93	H
## 98	1.62	67.40	H
## 99	1.73	81.90	H
## 100	1.64	72.76	H
## 101	1.67	77.14	H
## 102	1.71	78.51	H
## 103	1.65	69.92	H
## 104	1.67	73.90	H
## 105	1.62	65.22	H
## 106	1.64	75.17	H
## 107	1.74	83.95	H
## 108	1.59	62.42	H
## 109	1.77	82.05	H
## 110	1.57	64.17	H
## 111	1.65	72.02	H
## 112	1.62	74.86	H
## 113	1.68	77.62	H
## 114	1.66	69.83	H
## 115	1.61	67.76	H
## 116	1.68	71.05	H
## 117	1.70	77.52	H
## 118	1.71	84.47	H
## 119	1.60	63.87	H
## 120	1.69	73.77	H
## 121	1.65	70.20	H
## 122	1.62	76.16	H
## 123	1.61	70.00	H
## 124	1.66	72.28	H
## 125	1.71	74.50	H
## 126	1.62	71.11	H
## 127	1.62	77.41	H
## 128	1.68	77.41	H
## 129	1.56	65.61	H
## 130	1.55	65.78	H
## 131	1.62	65.66	H
## 132	1.67	78.72	H
## 133	1.58	65.59	H
## 134	1.70	75.49	H
## 135	1.55	66.33	H
## 136	1.57	56.69	H
## 137	1.63	69.50	H

## 138	1.66	73.21	H
## 139	1.75	79.06	H
## 140	1.73	81.14	H
## 141	1.52	59.07	H
## 142	1.78	82.66	H
## 143	1.71	77.84	H
## 144	1.74	80.47	H
## 145	1.70	84.18	H
## 146	1.78	86.74	H
## 147	1.64	72.82	H
## 148	1.69	73.53	H
## 149	1.69	69.95	H
## 150	1.64	63.81	H
## 151	1.67	74.32	H
## 152	1.54	60.85	H
## 153	1.67	82.10	H
## 154	1.57	69.74	H
## 155	1.62	63.58	H
## 156	1.59	62.15	H
## 157	1.69	74.48	H
## 158	1.68	78.51	H
## 159	1.65	74.34	H
## 160	1.70	78.27	H
## 161	1.71	79.17	H
## 162	1.65	71.21	H
## 163	1.62	70.16	H
## 164	1.63	72.02	H
## 165	1.64	74.41	H
## 166	1.63	73.11	H
## 167	1.66	67.01	H
## 168	1.62	70.38	H
## 169	1.68	79.32	H
## 170	1.68	72.02	H
## 171	1.66	77.57	H
## 172	1.61	70.35	H
## 173	1.48	60.35	H
## 174	1.65	72.98	H
## 175	1.77	81.69	H
## 176	1.66	70.08	H
## 177	1.60	67.94	H
## 178	1.67	75.72	H
## 179	1.61	64.22	H
## 180	1.66	71.06	H
## 181	1.60	68.15	H
## 182	1.67	75.62	H
## 183	1.74	80.75	H
## 184	1.67	69.56	H
## 185	1.65	79.16	H
## 186	1.54	58.36	H
## 187	1.63	73.29	H

## 188	1.63	79.85	H
## 189	1.65	67.79	H
## 190	1.61	71.75	H
## 191	1.64	76.40	H
## 192	1.63	70.42	H
## 193	1.67	73.55	H
## 194	1.73	78.27	H
## 195	1.80	83.60	H
## 196	1.80	90.49	H
## 197	1.74	81.06	H
## 198	1.61	67.56	H
## 199	1.67	78.69	H
## 200	1.51	61.90	H
## 201	1.57	59.58	H
## 202	1.63	71.16	H
## 203	1.66	72.77	H
## 204	1.72	74.07	H
## 205	1.69	74.43	H
## 206	1.58	61.79	H
## 207	1.52	61.38	H
## 208	1.78	87.55	H
## 209	1.75	87.66	H
## 210	1.56	66.29	H
## 211	1.64	72.55	H
## 212	1.66	70.59	H
## 213	1.61	66.86	H
## 214	1.59	66.13	H
## 215	1.79	90.02	H
## 216	1.54	59.06	H
## 217	1.75	82.11	H
## 218	1.64	73.79	H
## 219	1.58	64.66	H
## 220	1.65	70.50	H
## 221	1.53	50.07	M
## 222	1.60	59.78	M
## 223	1.54	50.66	M
## 224	1.58	56.96	M
## 225	1.61	51.03	M
## 226	1.57	64.27	M
## 227	1.61	68.62	M
## 228	1.52	54.53	M
## 229	1.62	66.96	M
## 230	1.63	66.94	M
## 231	1.55	59.84	M
## 232	1.60	55.46	M
## 233	1.51	57.54	M
## 234	1.59	50.05	M
## 235	1.53	50.25	M
## 236	1.67	64.36	M
## 237	1.56	53.79	M

## 238	1.65	59.07	M
## 239	1.52	45.19	M
## 240	1.61	61.36	M
## 241	1.65	62.32	M
## 242	1.61	44.74	M
## 243	1.57	54.06	M
## 244	1.63	64.00	M
## 245	1.69	74.50	M
## 246	1.54	55.31	M
## 247	1.59	49.31	M
## 248	1.53	49.86	M
## 249	1.54	51.47	M
## 250	1.57	69.89	M
## 251	1.55	55.81	M
## 252	1.52	59.31	M
## 253	1.61	43.31	M
## 254	1.56	47.79	M
## 255	1.58	54.92	M
## 256	1.61	55.84	M
## 257	1.56	44.44	M
## 258	1.59	52.35	M
## 259	1.55	51.77	M
## 260	1.56	51.36	M
## 261	1.57	44.07	M
## 262	1.62	55.77	M
## 263	1.63	60.38	M
## 264	1.57	55.42	M
## 265	1.54	59.78	M
## 266	1.57	56.32	M
## 267	1.64	49.37	M
## 268	1.56	47.73	M
## 269	1.55	58.44	M
## 270	1.57	44.90	M
## 271	1.48	45.47	M
## 272	1.62	69.63	M
## 273	1.53	62.16	M
## 274	1.56	54.30	M
## 275	1.57	53.92	M
## 276	1.64	57.27	M
## 277	1.55	47.50	M
## 278	1.55	47.54	M
## 279	1.66	62.52	M
## 280	1.53	60.01	M
## 281	1.68	67.30	M
## 282	1.45	47.39	M
## 283	1.61	61.55	M
## 284	1.61	52.00	M
## 285	1.62	56.90	M
## 286	1.55	59.40	M
## 287	1.54	53.67	M

## 288	1.58	57.70	M
## 289	1.48	52.28	M
## 290	1.74	70.63	M
## 291	1.62	63.08	M
## 292	1.60	55.28	M
## 293	1.64	58.22	M
## 294	1.62	59.86	M
## 295	1.61	54.48	M
## 296	1.47	49.03	M
## 297	1.63	62.14	M
## 298	1.60	64.37	M
## 299	1.52	58.38	M
## 300	1.53	44.87	M
## 301	1.65	61.80	M
## 302	1.57	60.08	M
## 303	1.53	49.15	M
## 304	1.57	53.70	M
## 305	1.52	51.33	M
## 306	1.64	57.98	M
## 307	1.63	53.79	M
## 308	1.54	48.45	M
## 309	1.54	59.78	M
## 310	1.58	43.67	M
## 311	1.47	51.63	M
## 312	1.59	50.59	M
## 313	1.58	57.65	M
## 314	1.63	58.09	M
## 315	1.62	61.73	M
## 316	1.60	58.12	M
## 317	1.55	44.47	M
## 318	1.60	55.09	M
## 319	1.59	47.43	M
## 320	1.49	45.65	M
## 321	1.58	55.63	M
## 322	1.54	54.25	M
## 323	1.59	61.71	M
## 324	1.56	52.57	M
## 325	1.52	59.21	M
## 326	1.56	57.24	M
## 327	1.66	77.07	M
## 328	1.51	45.62	M
## 329	1.48	60.04	M
## 330	1.61	67.96	M
## 331	1.63	51.18	M
## 332	1.49	37.39	M
## 333	1.50	44.09	M
## 334	1.62	63.59	M
## 335	1.55	44.76	M
## 336	1.51	53.22	M
## 337	1.58	55.18	M

## 338	1.55	53.75	M
## 339	1.55	52.40	M
## 340	1.57	52.12	M
## 341	1.58	68.31	M
## 342	1.51	50.06	M
## 343	1.55	49.08	M
## 344	1.47	50.69	M
## 345	1.54	58.85	M
## 346	1.58	53.36	M
## 347	1.49	50.16	M
## 348	1.61	68.73	M
## 349	1.56	57.84	M
## 350	1.52	52.01	M
## 351	1.64	64.62	M
## 352	1.64	64.74	M
## 353	1.56	54.49	M
## 354	1.57	58.34	M
## 355	1.58	68.31	M
## 356	1.53	48.57	M
## 357	1.56	48.29	M
## 358	1.55	57.06	M
## 359	1.59	62.60	M
## 360	1.44	48.79	M
## 361	1.53	45.25	M
## 362	1.60	64.35	M
## 363	1.62	56.02	M
## 364	1.58	49.08	M
## 365	1.61	66.38	M
## 366	1.53	47.90	M
## 367	1.55	50.33	M
## 368	1.55	54.06	M
## 369	1.56	54.46	M
## 370	1.58	54.32	M
## 371	1.55	42.95	M
## 372	1.49	51.95	M
## 373	1.64	73.85	M
## 374	1.60	46.85	M
## 375	1.60	52.14	M
## 376	1.59	60.57	M
## 377	1.48	41.82	M
## 378	1.63	63.98	M
## 379	1.54	57.28	M
## 380	1.55	43.92	M
## 381	1.62	46.59	M
## 382	1.65	40.01	M
## 383	1.60	64.88	M
## 384	1.48	46.36	M
## 385	1.62	64.46	M
## 386	1.51	48.44	M
## 387	1.48	39.73	M

## 388	1.54	46.27	M
## 389	1.49	53.41	M
## 390	1.58	42.95	M
## 391	1.57	54.75	M
## 392	1.57	55.41	M
## 393	1.58	57.38	M
## 394	1.58	43.60	M
## 395	1.62	63.67	M
## 396	1.61	57.63	M
## 397	1.63	49.99	M
## 398	1.54	53.56	M
## 399	1.59	49.10	M
## 400	1.50	52.11	M
## 401	1.59	65.62	M
## 402	1.48	55.53	M
## 403	1.55	44.04	M
## 404	1.56	44.07	M
## 405	1.56	57.69	M
## 406	1.54	53.21	M
## 407	1.52	50.56	M
## 408	1.60	48.68	M
## 409	1.56	58.85	M
## 410	1.51	52.42	M
## 411	1.55	51.13	M
## 412	1.60	69.30	M
## 413	1.55	52.48	M
## 414	1.54	39.54	M
## 415	1.63	64.34	M
## 416	1.55	46.38	M
## 417	1.55	48.45	M
## 418	1.60	47.98	M
## 419	1.53	47.10	M
## 420	1.66	61.30	M
## 421	1.57	51.59	M
## 422	1.66	49.41	M
## 423	1.68	75.52	M
## 424	1.51	59.77	M
## 425	1.64	57.19	M
## 426	1.54	59.13	M
## 427	1.55	51.13	M
## 428	1.57	44.37	M
## 429	1.59	51.87	M
## 430	1.58	40.15	M
## 431	1.69	57.37	M
## 432	1.57	57.14	M
## 433	1.59	61.06	M
## 434	1.57	59.44	M
## 435	1.64	63.81	M
## 436	1.58	66.39	M
## 437	1.57	65.89	M

```
## 438      1.56 56.48      M
## 439      1.61 59.16      M
## 440      1.67 80.87      M
```

Propón un nuevo modelo. Esta vez toma en cuenta la interacción de la Estatura con el Sexo y realiza los mismos pasos que hiciste con los modelos anteriores:

Modelo = `lm(Peso~Estatura*Sexo, M)` *# vamos a multiplicar para la interacción*

Modelo

```
##
## Call:
## lm(formula = Peso ~ Estatura * Sexo, data = M)
##
## Coefficients:
##      (Intercept)      Estatura      SexoM  Estatura:SexoM
##           -83.68           94.66           11.12           -13.51
```

Significancia del modelo:

Valida la significancia del modelo con un alfa de 0.03 (incluye las hipótesis que pruebas)

Valida la significancia de β_i con un alfa de 0.03 (incluye las hipótesis que pruebas)

`summary(Modelo)`

```
##
## Call:
## lm(formula = Peso ~ Estatura * Sexo, data = M)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -21.3256  -3.1107   0.0204   3.2691  17.9114
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)   -83.685     9.735  -8.597  <2e-16 ***
## Estatura       94.660     5.882  16.092  <2e-16 ***
## SexoM         11.124    14.950   0.744   0.457
## Estatura:SexoM -13.511     9.305  -1.452   0.147
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 5.374 on 436 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.7847, Adjusted R-squared:  0.7832
## F-statistic: 529.7 on 3 and 436 DF, p-value: < 2.2e-16
```

Hipótesis para la significancia del modelo:

H0: Los coeficientes del modelo son iguales a 0 (no hay relación significativa).

H1: Al menos un coeficiente del modelo es diferente de 0 (hay una relación significativa).

Hipótesis para la significancia de β_i :

H0: $\beta_i = 0$ (el coeficiente no es significativo).

H1: $\beta_i \neq 0$ (el coeficiente es significativo).

Indica cuál es el porcentaje de variación explicada por el modelo.

```
R2 <- summary(Modelo)$r.squared
```

```
R2
```

```
## [1] 0.7847011
```

Dibuja el diagrama de dispersión de los datos y la recta de mejor ajuste.

```
colors <- ifelse(M$Sexo == "H", "lightblue", "pink")
plot(M$Estatura, M$Peso, main="Estatura vs Peso", xlab="Estatura (m)",
     ylab="Peso (kg)", col=colors, pch=19)
```

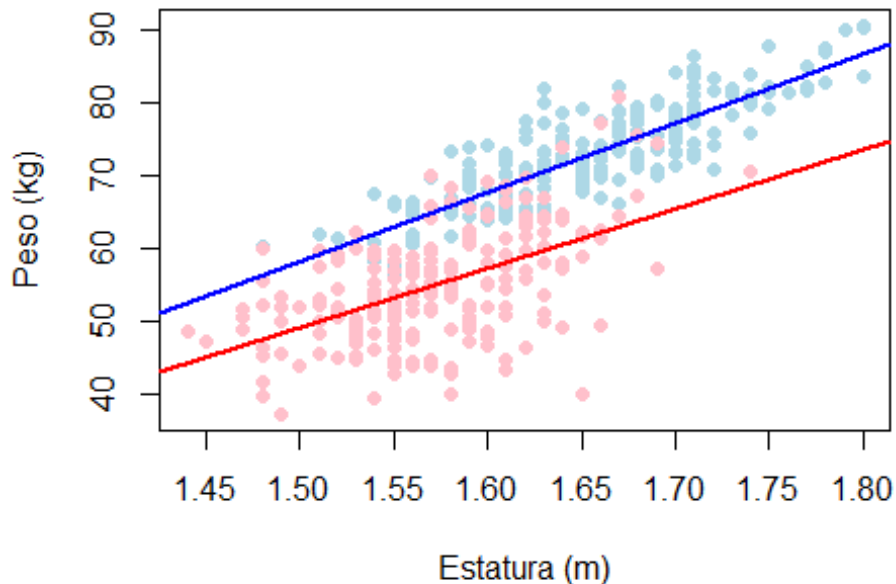
```
# Añadir recta de ajuste para hombres
```

```
abline(lm(Peso ~ Estatura, data=M[M$Sexo=="H",]), col="blue", lwd=2)
```

```
# Añadir recta de ajuste para mujeres
```

```
abline(lm(Peso ~ Estatura, data=M[M$Sexo=="M",]), col="red", lwd=2)
```

Estatura vs Peso



¿Cómo interpretas β_0 en la relación entre la estatura y el peso de hombres y mujeres?

```
nModelo = length(Modelo)
abs(qt(0.03/2, (nModelo)))
```

```
## [1] 2.435845
```

$\hat{\beta}_0 = -83.685$ significa que, según el modelo, si una mujer tuviera una estatura de 0 metros, su peso sería de aproximadamente -83.685 kg, lo cual no es un valor realista. Este valor negativo se debe a que el modelo intenta ajustar una línea recta a los datos y el intercepto no tiene un significado práctico en este caso, dado que la estatura de 0 metros no es una situación real.

En los ambos casos (el nuevo modelo y anteriores), el intercepto ($\hat{\beta}_0$) carecía de una interpretación práctica en el mundo real.

¿Cómo interpretas β_i en la relación entre la estatura y el peso de hombres y mujeres?

$\hat{\beta}_1$ Interpretación: Este coeficiente indica que, para las mujeres, un aumento de 1 metro en estatura está asociado con un aumento de aproximadamente 94.66 kg en el peso. Este es un cambio muy significativo y sugiere una fuerte relación positiva entre estatura y peso en mujeres.

$\hat{\beta}_2$ Interpretación: Este coeficiente sugiere que, en promedio, los hombres tienen un peso de 11.124 kg más que las mujeres cuando la estatura es 0 metros (nuevamente, un caso teórico que no tiene relevancia práctica). Sin embargo, el valor de p (0.457) indica que esta diferencia no es estadísticamente significativa.

β_3 Interpretación: Este coeficiente sugiere que la relación entre estatura y peso es diferente para hombres en comparación con mujeres. Específicamente, cada metro adicional de estatura en hombres está asociado con un incremento en peso que es aproximadamente 13.511 kg menor que el incremento observado en mujeres. Sin embargo, con un valor de p de 0.147, este efecto no es estadísticamente significativo.

Técnicamente Estatura:SexoM no es significativo de acuerdo al T-value (-1.452) aunque este nuevo modelo tiene una mayor explicación de la varianza ($R^2 = 0.7847011$) que los modelos anteriores.

En las versiones previas del modelo, el coeficiente β_1 mostraba una relación más directa y cuantificable entre peso y altura, con una distinción clara entre hombres y mujeres. El modelo actual, que incorpora la interacción entre estatura y sexo, proporciona una interpretación más compleja pero menos intuitiva. Sin embargo, debido a la falta de significancia estadística en el nuevo modelo, los modelos anteriores podrían ser preferibles por su simplicidad y facilidad de interpretación.

Indica cuál(es) de los modelos probados para la relación entre peso y estatura entre hombres y mujeres consideras que es más apropiado y explica por qué.

En términos prácticos y académicos es mejor tener un modelo más simple, por lo que a pesar de que teniendo el modelo (con interacción) que nos explica una mayor varianza de acuerdo al R^2 , nos vamos a quedar con el modelo anterior para tener un modelo más parsimonioso ya que Estatura:SexoM no es estadísticamente significativo.