

# Índice

<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
1.1. La naturaleza de los datos categóricos . . . . .	13
1.2. La resistencia al empleo de datos categóricos . . . . .	15
1.3. El problema de la terminología . . . . .	16
1.4. El desarrollo de los procedimientos analíticos . . . . .	17
1.5. Organización del texto . . . . .	19
1.6. La elección de un paquete estadístico . . . . .	20
1.7. Cobertura . . . . .	22
<b>2 EL ENFOQUE CLÁSICO</b>	<b>23</b>
2.1. Tablas de contingencia bidimensionales . . . . .	23
2.2. Pruebas de bondad de ajuste . . . . .	25
2.3. La tabla de contingencia $2 \times 2$ . . . . .	27
2.3.1. Tres modelos probabilísticos. . . . .	27
2.3.1.1 Modelo de clasificación fija (modelo I) . . . . .	28
2.3.1.2 Modelo de homogeneidad (modelo II) . . . . .	29
2.3.1.3 Modelo de independencia (modelo III) . . . . .	33
2.3.2. Corrección por continuidad . . . . .	35
2.3.3. La prueba exacta de Fisher . . . . .	36
2.3.4. La prueba de McNemar . . . . .	37
2.4. Tablas de contingencia $a \times b$ . . . . .	39
2.4.1. La prueba general de independencia $\chi^2$ . . . . .	39
2.4.2. La prueba general de homogeneidad $\chi^2$ . . . . .	41
2.4.3. Partición de tablas de contingencia bidimensionales . . . . .	42
2.4.4. El análisis de residuales . . . . .	44
2.5. Potencia y tamaño muestral . . . . .	45
2.6. Medidas de asociación . . . . .	47
2.6.1. Medidas de asociación nominales . . . . .	49
2.6.1.1 Medidas basadas en $X^2$ . . . . .	50
2.6.1.2 Medidas basadas en la reducción proporcional del error . . . . .	51
2.6.1.3 Medidas de transmisión de información . . . . .	54
2.6.1.4 Medidas basadas en la razón de productos cruzados . . . . .	56
2.6.2. Medidas de asociación ordinales . . . . .	59
2.6.3. Otras medidas de asociación . . . . .	62
2.6.4. Medidas de acuerdo . . . . .	63
2.7. El análisis de correspondencias . . . . .	65

2.8.	Tablas de contingencia multidimensionales . . . . .	67
2.8.1.	Notación . . . . .	67
2.8.2.	La paradoja de Simpson . . . . .	69
2.8.3.	Combinaciones de tablas $2 \times 2$ . . . . .	72
2.9.	El enfoque clásico y los paquetes estadísticos . . . . .	74
2.10.	Apéndice: Potencia de las pruebas $\chi^2$ . . . . .	76
<b>3</b>	<b>MODELOS LINEALES GENERALIZADOS</b> . . . . .	<b>79</b>
3.1.	El modelado estadístico . . . . .	79
3.2.	Etapa I: Selección de un modelo estadístico . . . . .	80
3.2.1.	Los elementos empíricos . . . . .	80
3.2.2.	Los elementos teóricos . . . . .	83
3.2.3.	La estructura de un modelo . . . . .	84
3.3.	Etapa II: Ajuste del modelo . . . . .	87
3.3.1.	Dos estrategias de ajuste . . . . .	88
3.3.2.	Estrategia de ajuste global . . . . .	89
3.3.3.	Estrategia de ajuste condicional . . . . .	91
3.4.	Etapa III: Evaluación del modelo . . . . .	92
3.4.1.	El análisis de residuales . . . . .	94
3.4.2.	Procedimientos gráficos . . . . .	96
3.5.	Etapa IV: Interpretación del modelo . . . . .	96
3.6.	El sistema GLIM . . . . .	97
3.7.	Ejemplo 3.1 . . . . .	99
3.8.	Modelos con error normal . . . . .	100
3.8.1.	Ajuste de un modelo de regresión . . . . .	101
	El problema de la contribución individual . . . . .	104
	Errores de especificación del modelo de trabajo . . . . .	107
3.8.2.	Ajuste de un modelo de diseño experimental . . . . .	108
3.8.3.	Ajuste de un modelo de diseño experimental con variables concomitantes . . . . .	112
3.9.	Apéndice I: La familia exponencial de distribuciones . . . . .	115
3.9.1.	Distribución binomial . . . . .	116
3.9.2.	Distribución de Poisson . . . . .	117
3.9.3.	Distribución normal . . . . .	118
3.10.	Apéndice II: Estimación de parámetros . . . . .	119
3.10.1.	Estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios . . . . .	119
3.10.2.	Estimación por Máxima Verosimilitud . . . . .	120
3.11.	Apéndice III. Cálculo de valores de probabilidad para diferentes distribuciones . . . . .	122
<b>4</b>	<b>MODELOS LOGLINEALES</b> . . . . .	<b>125</b>
4.1.	Introducción . . . . .	125
4.2.	Diseños de muestreo . . . . .	126
4.3.	El modelo loglineal como modelo lineal generalizado . . . . .	127
4.4.	Modelos loglineales para dos dimensiones . . . . .	128
4.4.1.	Ejemplo 4.1 . . . . .	128
4.4.2.	Ajuste de modelos: codificación ficticia . . . . .	130
4.4.3.	Ajuste de modelos: codificación de efectos . . . . .	139
4.5.	Modelos loglineales para tres dimensiones . . . . .	142
4.5.1.	Ejemplo 4.2 . . . . .	142
4.5.2.	Ajuste de modelos: codificación ficticia . . . . .	142

4.5.2.1	Modelo de independencia mutua . . . . .	144
4.5.2.2	Modelos de asociación condicional . . . . .	147
4.5.2.3	Modelos de doble asociación . . . . .	151
4.5.2.4	Modelo de asociación homogénea . . . . .	156
4.5.2.5	Modelo saturado . . . . .	159
4.5.3.	Ajuste de modelos: codificación de efectos . . . . .	162
4.5.4.	Criterios de selección de modelos . . . . .	164
4.6.	Modelos loglineales para más de tres dimensiones . . . . .	167
4.6.1.	Ejemplo 4.3 . . . . .	168
4.6.2.	Una estrategia de selección y ajuste de modelos . . . . .	168
4.7.	Modelos loglineales con estructura de error normal . . . . .	173
4.8.	El problema de los datos esparcidos . . . . .	175
4.9.	La alternativa de los modelos no jerárquicos . . . . .	177
4.10.	Modelos loglineales con otros paquetes estadísticos . . . . .	179
4.11.	El fichero de macros LOGLIN . . . . .	182
<b>5</b>	<b>MODELOS DE REGRESIÓN LOGIT Y PROBIT</b>	<b>185</b>
5.1.	Introducción . . . . .	185
5.2.	Tres funciones de enlace . . . . .	186
5.3.	Modelos con función de enlace identidad . . . . .	187
5.4.	Modelos con función de enlace logit . . . . .	190
5.4.1.	Regresión logística simple . . . . .	191
5.4.1.1	Ajuste del modelo [W] . . . . .	192
5.4.1.2	Interpretación de los parámetros . . . . .	193
5.4.1.3	Eficacia predictiva . . . . .	195
5.4.1.5	Evaluación del modelo ajustado . . . . .	197
5.4.2.	Regresión logística con datos agrupados . . . . .	199
5.4.3.	Regresión logística múltiple . . . . .	205
5.4.3.1	Ajuste del modelo . . . . .	205
5.4.3.2	Interpretación de los parámetros . . . . .	206
5.4.3.3	Eficacia predictiva . . . . .	208
5.4.3.4	Selección de predictores . . . . .	209
5.4.3.5	Variables categóricas . . . . .	211
5.4.3.6	Evaluación del ajuste . . . . .	212
5.5.	Modelos con función de enlace probit . . . . .	214
5.5.1.	Regresión probit simple . . . . .	215
5.5.2.	Regresión probit múltiple . . . . .	216
5.6.	Regresión de Poisson . . . . .	218
5.7.	Regresión logística condicional . . . . .	220
5.8.	Paquetes estadísticos para regresión logit y probit . . . . .	222
5.9.	El fichero de macros RELOG . . . . .	226
<b>6</b>	<b>MODELOS LOGIT</b>	<b>229</b>
6.1.	Introducción . . . . .	229
6.2.	Notación . . . . .	230
6.3.	Modelos factoriales: dos factores . . . . .	232
6.3.1.	Ejemplo 6.1 . . . . .	232
6.3.2.	Enfoque GSK con función de respuesta lineal . . . . .	234
6.3.3.	Enfoque GSK con función de respuesta logit . . . . .	238

6.3.4.	Enfoque MV con función de respuesta logit . . . . .	240
6.3.4.1	Selección y ajuste de un modelo . . . . .	241
6.3.4.2	Interpretación de los parámetros . . . . .	242
6.3.4.3	Eficacia predictiva . . . . .	244
6.3.4.4	Comparaciones pareadas . . . . .	245
6.4.	Modelos factoriales: dos factores y una covariante . . . . .	246
6.4.1.	Ejemplo 6.2 . . . . .	246
6.5.	Modelos factoriales: tres factores . . . . .	250
6.5.1.	Ejemplo 6.3 . . . . .	250
6.5.1.1	Selección y ajuste de un modelo . . . . .	250
6.5.1.2	Interpretación de los parámetros . . . . .	254
6.6.	Correspondencia entre modelos logit y modelos loglineales . . . . .	256
6.7.	Modelos de respuesta multinomial . . . . .	259
6.7.1.	Introducción . . . . .	259
6.7.2.	Ejemplo 6.4 . . . . .	259
6.7.3.	Modelos logit generalizados . . . . .	260
6.7.3.1	Modelo logit generalizado con ajuste simultáneo . . . . .	261
6.7.3.2	Modelo logit generalizado con ajuste separado . . . . .	263
6.7.3.3	Modelos logit generalizados con covariantes . . . . .	264
6.8.	Análisis logit y otros paquetes estadísticos . . . . .	266
6.9.	El fichero de macros LOGIT . . . . .	271
6.10.	Apéndice: Metodología GSK . . . . .	272
6.10.1.	Parámetros del modelo . . . . .	272
6.10.2.	Funciones de respuesta . . . . .	273
	Funciones lineales . . . . .	273
	Funciones logarítmicas. . . . .	274
6.10.3.	Contraste de hipótesis . . . . .	274
<b>7</b>	<b>MODELOS PARA TABLAS CUADRADAS</b>	<b>277</b>
7.1.	Introducción . . . . .	277
7.2.	Modelos de simetría . . . . .	279
7.2.1.	Ejemplo 7.1 . . . . .	279
7.2.2.	Cuasi-independencia . . . . .	280
7.2.3.	Simetría . . . . .	281
7.2.4.	Cuasi-simetría . . . . .	284
7.2.5.	Homogeneidad marginal . . . . .	285
7.3.	Modelos diagonales . . . . .	287
7.4.	Modelos de bloques . . . . .	290
7.5.	Modelos de comparación binaria . . . . .	295
7.6.	Modelos de acuerdo . . . . .	298
7.7.	Modelos de simetría con un factor de clasificación . . . . .	300
<b>8</b>	<b>MODELOS PARA DATOS ORDINALES</b>	<b>303</b>
8.1.	Introducción . . . . .	303
8.2.	Ejemplo 8.1 . . . . .	303
8.3.	El modelo de asociación uniforme . . . . .	305
8.3.1.	Modelos para efectos individuales de fila y columna . . . . .	308
8.3.2.	Modelo aditivo de efectos de fila y columna . . . . .	311
8.3.3.	Modelo multiplicativo de efectos de fila y columna . . . . .	313

8.3.4.	La tabla ANOAS . . . . .	314
8.4.	Ejemplo 8.2 . . . . .	316
8.5.	Modelos de respuesta multinomial con variables ordinales . . . . .	320
8.5.1.	Modelos logit con categorías adyacentes . . . . .	321
8.5.2.	Modelos logit con razones de continuación . . . . .	323
8.5.3.	Modelos logit acumulativos . . . . .	326
8.6.	Modelos de respuesta media . . . . .	328
8.7.	Análisis ridit . . . . .	330
<b>9</b>	<b>MODELOS PARA RESPUESTAS DEPENDIENTES</b>	<b>333</b>
9.1.	Introducción . . . . .	333
9.2.	Enfoque GSK . . . . .	334
9.2.1.	Medidas repetidas: un factor . . . . .	334
9.2.2.	Modelos de medidas repetidas: dos factores . . . . .	335
9.2.3.	Modelos mixtos . . . . .	340
9.3.	Modelos de simetría completa . . . . .	344
9.4.	Modelos de acuerdo . . . . .	346
9.5.	Modelos de respuesta al ítem . . . . .	349
9.5.1.	Introducción . . . . .	349
9.5.2.	Ejemplo 9.6 . . . . .	350
9.5.3.	Ejemplo 9.7 . . . . .	354
9.6.	Modelos de Markov . . . . .	356
9.7.	Modelos con variables latentes . . . . .	360
9.7.1.	Una variable latente . . . . .	361
9.7.2.	Dos variables latentes . . . . .	367
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>371</b>