

Fundamentos en Humanidades

Universidad Nacional de San Luis

Año VII – Número I – II (13-14/2006) 201/211 pp.

Modelo de regresión logística aplicado a niños con maloclusión dental ¹

Fabricio Penna

Universidad Nacional de San Luis

e-mail: fpenna@unsl.edu.ar

Resumen

Los cánones de belleza varían según el momento histórico que se viva, sin embargo la estética siempre ha sido motivo de preocupación de los individuos. Para el ser humano la comunicación, incluyendo la sonrisa, es la puerta de entrada a las relaciones humanas y el cuidado de la boca y la posición dentaria cobra especial importancia. Dentro de los tipos de maloclusiones, la Clase I son las más frecuentes a nivel mundial, sin embargo sabemos que existen varios tipos de maloclusiones Clase II y Clase III con características clínicas y etiologías diversas. De aquí que las alternativas de tratamiento dependerán de factores como la edad y la gravedad de la maloclusión. Debido a lo expresado anteriormente, se utilizó un modelo de Regresión Logística para determinar cuáles son las variables que más afectan al grupo estudiado.

Abstract

Although beauty standards depend on historical periods and cultural differences, esthetics has always been a people's concern. Communication processes, including smiling, are the key to human relationships, so dental care and teeth position are of paramount importance. Among the various types of malocclusions, Class I is the most frequent worldwide, there are also Class II and Class III malocclusions which have specific clinic and etiologic characteristics. Consequently, the alternative for treat-

¹Agradecimientos: a Silvia Huarte, por leer "infinitas" veces cada borrador, criticarlo y darme herramientas para la construcción del ejemplo Fonoaudiológico; a Iris Ressia quién también tuvo la gentileza de leerlo y de hacerme algunas sugerencias al respecto; a Hernán Cobos y Roberto Araya quienes me proveyeron de ejemplos relacionados con la psicología y la pedagogía respectivamente; siendo todos los docentes mencionados anteriormente colegas del Área y por último a Roberto Zamarian (alumno mío en Metodología de la Investigación de la Licenciatura en Ciencias de la Comunicación) que me ayudó a construir el ejemplo referido a su disciplina.

ment will depend on several factors such as age and malocclusion severity. To determine the variables that affect most the studied group, a model of Logistic Regression was used.

Palabras Claves

regresión logística - maloclusión - clase I, II y III - apiñamiento dentario - malposición dentaria

Key Words

logistic regression - malocclusion - class I, II and III - dental crowding - dental malposition

Introducción

“Muchas son las Cátedras Universitarias, pero escasos los maestros sabios y nobles. Muchas y grandes son las aulas, más no abundan los jóvenes con verdadera sed de verdad y justicia”

Albert Einstein

La maloclusión dental es una patología que presentan aquellas personas en las que no existe una relación normal en el contacto entre los dientes de la arcada superior y los de la arcada inferior. Como consecuencia de este defecto en el encaje de las dos arcadas dentales, la masticación se hace difícil y puede aparecer un conjunto de complicaciones secundarias.

La maloclusión se clasifica en tres tipos fundamentales, siguiendo la clasificación realizada por Edward Angle² [en *The Angle Orthodontist*, publicación de The Edward H. Angle Society of Orthodontists y por E. H. Angle Education and Research Foundation]:

- En la Clase I las muelas, es decir, la parte posterior de las dos arcadas dentales confluyen y se confrontan normalmente, pero los dientes anteriores están mal colocados, a veces apiñados, y no se oponen de forma normal.

² Edward H. Angle (EE.UU) 1855-1930, considerado como el pionero y padre de la ortodoncia moderna. Su influencia empezó a notarse hacia 1890 estableciéndose luego como el primer especialista dental. La publicación por parte de Angle de la clasificación de las maloclusiones en la década de 1890 supuso un paso muy importante en el desarrollo de la ortodoncia, ya que no sólo subclasificó los principales tipos de maloclusión, sino que acuñó además la primera definición clara y sencilla de la oclusión normal en la dentición natural. Fue Angle quien introdujo el término «Clase» y legó a la posteridad un esquema que por su simplicidad ha quedado consagrado por el uso y es universalmente aceptado.

- En la Clase II la arcada inferior está excesivamente echada hacia atrás y queda un espacio entre ésta y la arcada dental superior, por lo que estas personas presentan un perfil de la cara característico con la mandíbula muy echada hacia atrás.
- En la Clase III sucede lo contrario, es decir, el maxilar y las muelas inferiores sobresalen hacia delante en relación con las muelas de la arcada dental superior. Existen también casos en los que aparece una mordida cruzada cuando por una deformidad en las arcadas dentales, uno o más dientes inferiores quedan por fuera de la arcada dental superior. Esta clasificación es útil para plantear las distintas soluciones de tratamiento e investigar las causas específicas de cada caso.

Posibles causas

Generalmente la maloclusión dental se debe a una desproporción en el tamaño de los maxilares y de los dientes. A veces el maxilar es muy pequeño y los dientes demasiado grandes para poder alinearse adecuadamente, lo que hace que éstos tengan que superponerse y cruzarse.

En algunas ocasiones la pérdida de piezas dentales hace que el resto de los dientes se desplacen y se descoquen respecto de sus dientes oponentes en la arcada contraria dando lugar a una maloclusión, si no se trata adecuadamente.

En los niños es frecuente que tras perder prematuramente algunos dientes de leche (o dientes de la infancia), los dientes vecinos que están más distantes en la arcada dental, como los molares que ya han nacido con carácter permanente, se desplacen hacia delante restando espacio para que puedan salir los dientes permanentes posteriores [Silva Marques et al, 2005].

Según lo expresado por Keski-Nisula et al (2003), como consecuencia de esto, con el paso de los años, al salir la dentición definitiva, sólo lo podrá hacer repartiéndose el escaso espacio restante con la correspondiente deformidad, y la maloclusión secundaria. Por este motivo resulta a veces importante visitar al dentista para colocar una prótesis dental que impida el desplazamiento y permita mantener el espacio necesario para que sea ocupado por los dientes definitivos que han de salir en el futuro.

Existen otros problemas en la dentición, que pueden provocar maloclusión. Así por ejemplo cuando los dientes de leche quedan retenidos durante mucho tiempo puede interferirse la erupción de los dientes nuevos permanentes que salen posteriormente deformados.

En algunos casos, y teniendo en cuenta que durante la infancia son frecuentes las caídas, tras producirse un traumatismo en la cara, se puede producir un desplazamiento de los dientes, una fractura de los mismos, o incluso una fractura mandibular que al consolidarse de forma inadecuada, puede acarrear como consecuencia una maloclusión dental.

Con carácter mucho menos frecuente, por lo expresado por Cassinelli et al (2003), son causas también de maloclusión dental algunas enfermedades reumáticas como la artritis reumatoide infantil, determinadas malformaciones congénitas de la cara, la parálisis cerebral, la protusión excesiva de la lengua, la succión del pulgar o de los dedos después de los cuatro años de edad, que es una costumbre que algunos niños desarrollan tras quitarles el chupete, etc.

Materiales y métodos

Los datos corresponden a un estudio clínico sobre la oclusión en 169 niños (de ambos sexos) de entre 6 y 8 años que concurren, con antecedentes de obstrucción respiratoria, hipertrofia adenoidea o con rinitis crónica hipertrofia bilateral, al consultorio odontológico del Hospital de Niños de la Ciudad de Córdoba durante el año 2004. Se observaron alrededor de 50 variables relacionadas a la oclusión.

Para éste trabajo, y por recomendación de la odontóloga, se utilizaron 13 de las 50 variables antes mencionadas, siendo éstas las que mostraron mayor riesgo clínico con respecto a la maloclusión.

La Tabla siguiente nos muestra, a nivel netamente informativo, características de algunas de las variables que fueron incluidas en el modelo, como así también el número de niños y niñas:

En nuestro caso, vamos a considerar la variable *oclusión* (OCLU) como variable respuesta, donde los valores a tomar son $y=1$ si la oclusión es anormal e $y=0$ si la oclusión es normal.

Tabla 1: Características de algunas de las variables incluidas en el modelo

Sexo	Número de Niños	Promedio				
		ACSU (mm*10)	ACIN (mm*10)	AMSU (mm*10)	AMIN (mm*10)	BICI (mm)
Femenino	81 (48%)	31.9	25.8	47.3	43.3	127.5
Masculino	88 (52%)	32.4	25.7	78.8	44.4	129.3
	169 (100%)	32.2	25.8	48.1	43.9	128.4

Ref: ACSU (ancho canino superior), ACIN (ancho canino inferior), AMSU (ancho molar superior), AMIN (ancho molar inferior) y BICI (diámetro bicigomático)

Las variables explicatorias incluidas en el modelo fueron las siguientes: sexo, caries, extracción de dientes, deglución, tipo de respiración, punto estomión, bruxismo, hábitos deletéreos además de las ya expuestas en la Tabla 1: ancho del canino inferior, ancho del canino superior, ancho molar inferior, ancho molar superior y diámetro bicigomático³.

Para poder incluir en el modelo las variables dicotómicas (en función de los requerimientos del programa estadístico utilizado), categorizadas de la siguiente manera: *sexo* (femenino=1 y masculino=0), *caries* (presente=1 y ausente=0), *extracción de dientes* (presente=1 y ausente=0), *deglución*⁴ (normal=0 y atípica=1), *tipo de respiración* (bucal=1 y nasal=0), *punto estomión*⁵ (normal=0 y alterado=1), *bruxismo*⁶ (presente=1 y ausente=0), *hábitos deletéreos*⁷ (presente=1 y ausente=0).

Además de la categorización de algunas variables presentadas en el párrafo anterior y como una suerte de comodidad, todas las variables explicatorias presentes en el modelo fueron “renombradas” de la siguiente manera: sexo (SEXO), caries (CARI), extracción dentaria (EXTR), tipo de deglución (DEGL), tipo de respiración (RESP), punto estomión (ESTO), bruxismo (BRUX), hábitos deletéreos (HABI), ancho promedio de los caninos superiores (ACSU), ancho promedio de los caninos inferiores (ACIN), ancho promedio de los molares superiores (AMSU), ancho promedio de los molares inferiores (AMIN) y diámetro bicigomático (BICI).

Fundamentos para la utilización del modelo de “regresión logística múltiple”

Las patologías multifactoriales son aquellas donde podemos notar la interacción de varias variables y nos “crea” la necesidad, en primer lugar de poder determinar cuál o cuáles de las mencionadas variables son las que tienen mayor influencia o las que más significativamente “aportan” (factores de riesgo) a la presencia de la patología. Esto nos llevaría a pensar en calcular, por ejemplo, un Análisis de Regresión Múltiple a los fines de modelar el comportamiento de las variables propuestas. Por el otro lado, si la variable respuesta es dicotómica, sería imposible realizar

³ Distancia, en un sujeto, entre los pómulos.

⁴ Proceso de tragar, que habitualmente consiste en el paso de los alimentos desde la boca hacia el estómago a través del esófago. Es necesario que exista coordinación muscular desde la lengua hasta el esfínter esofágico inferior.

⁵ Punto central de la línea interlabial estando la boca cerrada.

⁶ Hábito persistente de frotamiento y rechinamiento dentario sin propósito funcional.

⁷ Succión digital, succión del pulgar, interposición labial, mordisqueo de uñas.

un análisis de éste tipo puesto que las características para la aplicación de dicho modelo son muy “fuertes”, ya que en principio la variable respuesta tiene que ser una variable cuantitativa [Fabbris, 1997].

A partir de las variables seleccionadas, estaríamos “tentados” en aplicar un Modelo de Regresión Múltiple. Pero como podemos ver, en nuestro caso, la variable respuesta como algunas variables explicativas son dicotómicas, sería imposible determinar un modelo con las características del mencionado anteriormente. Frente a esto podemos generar el más simple de los modelos de regresión llamado: *Modelo de Regresión Logística*, pues, en éste caso, la condición esencial es que la variable respuesta sea dicotómica (o dicotomizada) y no hay ningún tipo de restricciones para las variables explicativas pudiendo ser éstas nominales, ordinales, intervalares o de razón [Andersen, 1997]. Éste modelo nos parece más oportuno por que estamos interesados en saber cómo se distribuye x en cada nivel de y , cuyo corrimiento es captado por b . Para nuestro caso las distribuciones de $y=0$ y $y=1$ son diferentes si b es significativo. Donde la variable respuesta distribuida $B(1, P)$, con una función de enlace⁸ logit, está dada por [Dobson, 1990]:

$$\text{logit}(\Pi) = \text{logit}\left(\frac{\Pi}{1 - \Pi}\right)$$

Su función inversa es:

$$\Pi = \frac{\exp(\eta(\Pi))}{1 + \exp(\eta(\Pi))}$$

Y el predictor lineal que mejor se adecua en éste caso es $h=a+bx$ [Díaz y Demetrio, 1998]. Entonces el modelo mencionado puede escribirse como:

$$\text{logit}(\Pi) = \alpha + \beta_1 x^1 + \dots + \beta_c x^m$$

Además, en el contexto de la Regresión Logística, la hipótesis nula indica la falta de efecto entre la variable respuesta y las covariables (variables regresoras, variables de clasificación o factores de tratamiento). Otra de las ventajas de la utilización del modelo mencionado (utilizando el enlace propuesto anteriormente) es la sencilla interpretación de sus parámetros por su relación con los Odds Ratios.

En nuestro caso, como ya se dijo, se consideró el valor 1 como característica de maloclusión. Se tuvieron en cuenta, además, los criterios de

⁸ La función de enlace es la “encargada” de describir la relación entre el predictor lineal y la esperanza de la variable respuesta.

Akaike y el cociente de verosimilitud; a medida que se incorporan las variables, estos criterios van decreciendo. Se evaluaron los Leverage - diagonal de la matriz Hat- y (con precaución cuando los datos pertenecen a variables explicatorias continuas) la diferencia de las betas, los residuos de Deviance y Pearson [Agresti, 2001].

De acuerdo a lo expresado en los párrafos anteriores, se propone analizar los datos obtenidos en la muestra, bajo el siguiente modelo de Regresión Logística Múltiple [Hosmer y Lemeshow, 1989]:

$$\text{Logit}(\text{maloclusión}) = \alpha + \beta^1(\text{SEXO}) + \beta^2(\text{CARI}) + \beta^3(\text{EXTR}) + \beta^4(\text{DEGL}) + \beta^5(\text{RESP}) + \beta^6(\text{ESTO}) + \beta^7(\text{BRUX}) + \beta^8(\text{HABI}) + \beta^9(\text{ACSU}) + \beta^{10}(\text{ACIN}) + \beta^{11}(\text{AMSU}) + \beta^{12}(\text{AMIN}) + \beta^{13}(\text{BICI})$$

Dicho análisis se realizó utilizando SAS 8.1 bajo la sentencia *proc logistic* y pidiendo la selección de variables por el método *stepwise* [Strokes et al, 1995], obteniendo los siguientes resultados:

Salida 1

Analysis of Maximum Likelihood Estimates						
Parameter	DF	Standard Estimate	Error	Chi-Square	Pr > ChiSq	Exp(Est)
Intercept	1	9.7138	3.6167	7.2135	0.0072	16543.82
DEGL	1	2.4665	1.1130	4.9071	0.0267	11.770
ESTO	1	0.6642	0.3366	3.8949	0.0484	1.943
HABI	1	1.3111	0.6214	4.4509	0.0349	3.710
AMIN	1	-0.2323	0.0819	8.0352	0.0046	0.793

El modelo final –como nos muestra la Salida 1– queda conformado (luego de step 4) de la siguiente manera:

$$\text{Logit}(\text{maloclusión}) = 9.7139 + 2.4660(\text{DEGL}) + 0.6643(\text{ESTO}) + 1.3111(\text{HABI}) - 0.2323(\text{AMIN})$$

Tabla 2: Descripción de los Estimadores del Modelo Final

Parámetros	Estimación	E.E.	Interpretación de Log Odds (en niños)
α	9.7139	3.6167	Oclusión con deglución normal, con punto estomión normal, con ausencia de hábitos deletéreos y ancho de molar inferior normal.
β^4	2.4660	1.1132	Incremento con deglución anormal.
β^6	0.6643	0.3366	Incremento con punto estomión alterado.
β^8	1.3111	0.6215	Incremento con presencia de hábitos deletéreos.
β^{12}	-0.2323	0.0819	Decremento con ancho del molar inferior anormal.

Los Odds Ratio estimados podrían calcularse de la siguiente manera:

- $\exp(\hat{\beta}_4) = \exp(2.4660) = 11.775$
- $\exp(\hat{\beta}_6) = \exp(0.6643) = 1.943$
- $\exp(\hat{\beta}_8) = \exp(1.3111) = 3.710$
- $\exp(\hat{\beta}_{12}) = \exp(-0.2323) = 0.793$

Que, como es de notar, coinciden con los presentados en la Salida 2 del programa:

Salida 2

Odds Ratio Estimates				
Effect	Point Estimate	95% Wald Confidence	Limits	
DEGL	11.770	1.329	104.270	
ESTO	1.943	1.005	3.758	
HABI	3.710	1.098	12.542	
AMIN	0.793	0.675	0.931	

Association of Predicted Probabilities and Observed Responses				
Percent Concordant	70.7	Somers' D	0.461	
Percent Discordant	24.6	Gamma	0.484	
Percent Tied	4.8	Tau-a	0.232	
Pairs	7128	c	0.731	

Profile Likelihood Confidence Interval for Adjusted Odds Ratios				
Effect	Unit	Estimate	95% Confidence	Limits
DEGL	1.0000	11.770	1.916	231.673
ESTO	1.0000	1.943	1.009	3.788
HABI	1.0000	3.710	1.179	14.277
AMIN	1.0000	0.793	0.671	0.927

Wald Confidence Interval for Adjusted Odds Ratios				
Effect	Unit	Estimate	95% Confidence	Limits
DEGL	1.0000	11.770	1.329	104.270
ESTO	1.0000	1.943	1.005	3.758
HABI	1.0000	3.710	1.098	12.542
AMIN	1.0000	0.793	0.675	0.931

Interpretación

Es posible observar que la maloclusión (al menos en el grupo estudiado) en niños de entre 6 y 8 años está relacionada con la deglución, el punto estomión, los hábitos deletéreos y el ancho del molar inferior. Observando, de acuerdo a los resultados obtenidos, que es casi doce veces más probable encontrar niños con maloclusión cuando la deglución no es normal; casi dos veces más probable para el caso de niños con alteraciones en el punto estomión; casi cuatro veces más cuando se incrementa la presencia de hábitos deletéreos y se encontrarán, aproximadamente, ocho niños de diez con ancho del molar inferior anormal.

Se verifica, además, que bajo hipótesis nula existe diferencia significativa entre las distribuciones de $y=1$ (oclusión anormal) e $y=0$ (oclusión normal). Lo que también es de notar (salida 2) que los intervalos de confianza de Wald (al 95%) para deglución (DEGL) y hábitos deletéreos (HABI) son muy amplios (y tal vez poco precisos) entonces, para la posible falta de precisión, deberíamos considerar los límites inferiores de los mismos.

A modo de reflexión

El Modelo de *Regresión Logística Múltiple* presentado en el éste trabajo, como se pudo ver, fue aplicado para un problema relacionado con la maloclusión en niños. A partir de ello, se podría llegar a pensar que el mencionado modelo es únicamente aplicable a problemas relacionados con las Ciencias Naturales. Esto de *ninguna manera* es así: la modelación en las Ciencias Sociales es posible, no únicamente cuando la variable respuesta tienen un nivel de medición intervalar o métrico, sino cuando es un atributo.

La presente investigación tiene como objetivo por un lado “desmitificar” dicho preconcepto y, por el otro tratar de acercar la Estadística a las Ciencias Sociales. Por este motivo, vamos a plantear -sin llegar a desarrollar y para pensar- algunos ejemplos que dan cuenta de la aplicabilidad del modelo presentado en éste trabajo en el campo de las Ciencias Humanas, pues en los mismos, la variable respuesta es dicotómica o dicotomizada (principal característica para la aplicación de modelos logísticos); donde por otro lado, las variables explicatorias estarán definidas por el investigador de acuerdo al criterio que éste considere más oportuno:

Ejemplo 1: Si, dentro del ámbito de la Psicología, estuviéramos interesados en investigar sobre *“Trastorno de Pánico”*, podríamos considerar la variable respuesta ($y=1$) frente a la presencia de dicho trastorno e ($y=0$) cuando hay ausencia del mismo; mientras que las variables explicatorias podrían ser, por ejemplo: sexo, tipo de ocupación, edad, estado civil, apoyo social, cantidad de actividades realizadas, horas de trabajo, etc.

Ejemplo 2: Para el caso de Fonoaudiología, la investigación podría estar encarada hacia la presencia o no de *“Otitis”* (como variable respuesta) donde, como en el caso anterior, la presencia de ésta variable es igual a 1 y la ausencia igual a 0; pudiendo ser algunas de las variables explicatorias las siguientes: resfrió, exposición al agua, posición de la trompa de Eustaquio, edad, angina, etc.

Ejemplo 3: Si nos centramos en investigar la *“Condición de Enseñanza”* desde la Ciencia de la Educación, la variable respuesta y es igual a 1 cuando la enseñanza es la no tradicional y a 0 en caso de serlo; algunas de las variables explicatorias serían: número de alumnos, factores culturales, ideología, años de práctica docente, edad, selección de contenidos, etc.

Ejemplo 4: Por último, si nos referimos a los Comunicadores Sociales, podríamos hablar del *“Tipo de Discurso”* siendo igual a 1 cuando es oficialista e igual a 0 cuando éste no lo es; donde algunas de las variables explicatorias podrían estar dadas por: edad, sexo, estado civil, número de hijos, postura ideológica, editorial, etc.

En definitiva, después de los ejemplos presentados anteriormente y como corolario de éste trabajo, podríamos afirmar que el modelo desarrollado es “bien” aplicable a las Ciencias Humanas cuando la variable respuesta es, en general, un atributo y las variables explicatorias pueden ser atributos o variables con cualquier nivel de medición ♦

Referencias bibliográficas

- Agresti, A. (2001). *Categorical Data Analysis* (pp 165-182) New York: Wiley-Interscience. 2nd Edition.
- Andersen, E.B. (1997). *The Statistical Analysis of Categorical Data* (pp 157-177) Berlin: Springer-Verlag. 2nd Edition.
- Cassinelli, A.; Firestone, S.; Beck, F. M. and Vig, K. W. L. (2003). Factors associated with orthodontists' assessment of difficulty. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics*, 123:5, pp 497-502.
- Díaz, M.P.; Demetrio, C. G. B. (1998). *Introducción a los Modelos Lineales Generalizados* (pp 45-60). Córdoba: Screen Editorial.
- Dobson, A. J. (1990). *An Introduction to Statistical Modelling* (pp 74-87). London: Chapman and Hall.
- Fabbris, L. (1997). *Statistica Multivariata: Analisi Esplorativa dei Dati* (pp 125-137). Milano: McGraw-Hill Libri Italia SRL.
- Hosmer, J. L. and Lemeshow, S. (1989). *Applied Logistic Regression*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Keski-Nisula, K.; Lehto, R.; Lusa, V.; Neski-Nisula, L.; and Varrelä, J. (2003). Occurrence of malocclusion and need of orthodontic treatment in early mixed dentition. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics*, 124:6, pp 631-638.
- Silva Marques, L.; Ramos-Jorge, M. L.; Martins Paiva, S.; and Almeida Pordeus, I. (2005). Malocclusion: Esthetic impact and quality of life among Brazilian schoolchildren. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics*, 129:3, pp 424-442.
- Stokes, M. E.; Davis, Ch.S. and Koch, G. G. (1995). *Categorical Data Analysis Using the SAS System* (pp 165-195) Cary, NC.