

Ramón Álvarez
Graciela Buño

Maloclusión en niños en edad escolar

Análisis de los factores de riesgo

Maloclusión en niños en edad escolar

Análisis de los factores de riesgo

Coordinadores de la publicación

Ramón Alvarez

Graciela Buño

Investigadores responsables

Ramón Alvarez

Graciela Buño

María Noel Mesa

Laura Nalbarte

María Eugenia Riaño

La publicación de este libro fue realizada con el apoyo de la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC) de la Universidad de la República y fue seleccionado por el Comité de Referato de Publicaciones de la Facultad de Odontología integrado por Leticia García, Susana Lorenzo y Fernando Fuentes.

©Los autores, 2011

©Universidad de la República, 2011

Departamento de Publicaciones, Unidad de Comunicación de la Universidad de la República (UCUR)

José Enrique Rodó 1827 - Montevideo C.P.: 11200

Tels.: (+598) 2408 57 14 - (+598) 2408 29 06

Telefax: (+598) 2409 77 20

www.universidadur.edu.uy/bibliotecas/dpto_publicaciones.htm

infoed@edic.edu.uy

ISBN: 978-9974-0-0848-9

Participantes en el curso de posgrado

L. Pascuali
M. Santos
A. Casnatti
G. Diano
A. Lugaro

Estudiantes de la licenciatura en Estadística

I. Alvarez
J. Cugliari
N. Da Silva
G. De Armas
A. García
M. Negro
S. Rodríguez

Participantes en el curso: 1998-2002 -Tratamiento Temprano-Lavalleja

María Alvarez, María Alvariza, Alejandra Bianchi, Marcelo Bocca, Laura Claret, Stella Cortés, Alicia Hounie, Ariel Iglesias, Libertad Kuradlian, Ana María Leiva, María Raquel Miguez, Darvi Moreira, Dorley Reixach, Elisa Sorrentino, Cristina Suárez, Estela Vogler, Susana Werner.

Participantes en el curso: 1998-2002 -Tratamiento Temprano-Rivera

Lucy Aloy, Cibela Da fontoura, María Esther Fernandez, Mónica Garcia, Martha Gonzalez, Mariana Gutiérrez, Susana Linares, Ana Meirelles, Miriam Neves, Mirna Olivera, Marta Pacheco, Sheyla Ríos, María Cristina Rilveira, Ana Claudia Velloso.

A la memoria de Jorge Blanco, iniciador de este peculiar encuentro interdisciplinario entre la Odontología y la Estadística. Con él comenzamos a dar los primeros pasos por allá, a fines de los noventa. Este fue el inicio de muchas otras actividades, hasta llegar al día de hoy con la asistencia permanente del Instituto de Estadística (Iesta) de la Facultad de Ciencias Económicas y Administración para otros proyectos de Facultad de Odontología y en particular para el Servicio de Epidemiología y Estadística en consolidación desde hace tres años. Hoy pensamos que tenemos un diálogo más fluido con un grupo de trabajo en crecimiento. Estamos seguros que Jorge hubiera saludado la aparición de esta publicación, quien desde su particular mirada habría sido un sagaz interlocutor que hoy echamos de menos.

Agradecimientos

Queremos agradecer a todos aquellos que de algún u otro modo hicieron posible la investigación cuyos resultados damos a conocer hoy en esta publicación.

Al director de la Escuela de Posgrado de la Facultad de Odontología Dr. Tabaré Ravecca, que financió el estudio.

A los niños que participaron con entusiasmo su mejor esfuerzo para la realización de las tareas propuestas por el examen de la boca. Seguramente no llegaron a percibir el gesto solidario que implica, ya que gracias a su trabajo, otros niños serán ahora mejor valorados en los problemas de la maloclusión y los técnicos podremos establecer orientaciones más oportunas.

A sus padres por la confianza que los llevó a autorizar la participación de sus hijos.

A los maestros y directores que facilitaron el ingreso de este equipo de investigación a sus instituciones educativas, cediendo espacios, siempre escasos y colaborando con el relevamiento de las informaciones necesarias.

Al Consejo Directivo Central de la Administración Nacional de Educación Pública que comprendiendo la importancia de esta investigación autorizó el ingreso de los integrantes del equipo a las escuelas para aplicar el examen.

A las instituciones educativas privadas que permitieron la obtención de los datos correspondientes a esa franja de la muestra.

A la Gerencia de Investigación y Evaluación del Proyecto de Mejoramiento de la Calidad de la Educación Primaria.

A los colegas que participaron en el curso TTM (Tratamiento Temprano de Maloclusión) de 1998 Rivera y Minas.

Beatriz del Barrio funcionaria secretaria de la Escuela de Graduados que actuó en todas las Coordinaciones y durante todo el trabajo. A todos los estudiantes de la licenciatura en estadística, que participaron en la digitación y elaboración de la máscara de datos, que en forma honoraria invirtieron horas de trabajo en esta tarea, y que gracias a ellos fue posible seguir adelante este proyecto.

Y, por último, agradecemos a la Comisión Sectorial de Investigación Científica sin cuya financiación no hubiese sido posible publicación.

Tabla de contenidos

Presentación de la colección	8
I Metodología	21
1. Introducción	23
1.1. Objetivos	24
1.2. Antecedentes de estudios sobre maloclusión	24
2. Marco Teórico	27
2.1. Factores genéticos	28
2.2. Factores ambientales	29
2.3. Papel del ortodoncista	31
3. Materiales y métodos	33
3.1. Material utilizado	33
3.2. Metodología de trabajo	33
II Resultados	35
4. Análisis previo de la información	37
4.1. Descripción general de la base	37
4.2. Construcción de la variable <i>estado nutricional</i>	38
4.3. Variables del bloque de mordida cruzada	42
4.4. Análisis de consistencia de los datos	42
4.4.1. Mordida abierta	43
4.4.2. Mordida cruzada	45
4.4.3. Diastemas y apiñamientos	45
4.5. Reconstrucción del <i>grado de severidad</i>	45
5. Cálculo de los pesos de los individuos	49
6. Análisis de las variables por bloque	55
6.1. Características orofaciales	55
6.2. Hábitos	57
6.3. Espacios y dimensiones	58
6.4. Mordida abierta	59
6.5. Mordida cruzada	60

6.6. Conclusiones	61
7. Análisis de grupos	63
7.1. Determinación del número de grupos	63
7.2. Análisis y descripción de los grupos	64
7.2.1. Grupo 1: Individuos con presencia de mordida abierta	64
7.2.2. Grupo 2: Individuos con maloclusiones asociadas al bloque de mordida cruzada	65
7.2.3. Grupo 3: Individuos con maloclusiones asociadas al resalte y al sobrepase	65
8. Construcción de un algoritmo predictivo de clasificación	69
8.1. Resultados obtenidos	69
9. Conclusiones	75
III Apéndices	77
A. Ficha epidemiológica de registro de maloclusiones en niños en edad escolar	79
B. Definición de las variables	83
C. Estadística descriptiva	89
C.1. Casos excluidos de análisis	89
C.2. Recodificación de variables	89
C.2.1. Variables con modalidades raras	89
C.3. Tablas de frecuencias por bloque de variables	89
C.3.1. Características de los individuos	89
C.3.2. Características orofaciales	90
C.3.3. Hábitos	90
C.3.4. Espacios y dimensiones	90
C.3.5. Mordida abierta	90
C.3.6. Mordida cruzada	91
C.3.7. Dientes temporarios y molares	91
C.3.8. Grado de severidad de maloclusión	91
C.3.9. Tablas de frecuencias poblacionales de las variables utilizadas para la calibración	92
C.4. Cantidad de patologías	92
C.5. Frecuencias de las modalidades de <i>mordida abierta</i> por grupo	92

D. Aspectos metodológicos estadísticos	93
D.1. Análisis factorial	93
D.1.1. Análisis de correspondencias múltiples	93
D.2. Análisis Factorial Múltiple (<i>AFM</i>)	94
D.2.1. Influencia de la ponderación de los grupos	95
D.2.2. Implementación	96
D.3. Introducción al análisis de grupos	97
D.3.1. Etapas de aplicación de un método de clasificación	97
D.3.2. Métodos utilizados para determinar el número de grupos	98
D.3.3. Método de Ward	98
D.3.4. Reglas de detención: algunos de los índices más usados	99
D.4. Árboles de clasificación (CART)	100
D.5. Estimadores de raking generalizado	102
D.5.1. Introducción	102
D.6. Post-Estratificación completa:	
calibración sobre totales de celdas conocidos	102
D.7. Post-Estratificación incompleta:	
calibración sobre las marginales conocidas	103
D.8. Descripción del <i>raking</i>	105
E. Análisis de correspondencias múltiples por bloques de variables	107
E.1. Características orofaciales	107
E.1.1. Inercia acumulada	107
E.1.2. Ajuste de Benzecri y Greenacre	107
E.1.3. Coordenadas de las modalidades	108
E.1.4. Coordenadas de las modalidades suplementarias	108
E.2. Hábitos	108
E.2.1. Inercia acumulada	108
E.2.2. Ajuste de Benzecri y Greenacre	108
E.2.3. Coordenadas de las modalidades	108
E.2.4. Coordenadas de las modalidades suplementarias	109
E.3. Espacios y dimensiones	109
E.3.1. Inercia acumulada	109
E.3.2. Ajuste de Benzecri y Greenacre	109
E.3.3. Coordenadas de las modalidades	109
E.3.4. Coordenadas de las modalidades suplementarias	110
E.4. Mordida abierta	110
E.4.1. Inercia acumulada	110
E.4.2. Ajuste de Benzecri y Greenacre	110
E.4.3. Coordenadas de las modalidades	110

E.5. Mordida cruzada	111
E.5.1. Inercia acumulada	111
E.5.2. Ajuste de Benzecri y Greenacre	111
E.5.3. Coordenadas de las modalidades	112

Índice de figuras

2.1. Maloclusión clase II	29
4.1. Histograma para <i>peso</i>	39
4.2. Histograma para <i>talla</i>	39
4.3. Diagrama de dispersión para <i>peso</i> y <i>talla</i>	40
4.4. Histograma del <i>IMC</i>	41
4.5. Árbol de clasificación para MBA	44
6.1. Primer plano factorial para el bloque de características orofaciales	56
6.2. Primer plano factorial para el bloque de hábitos	57
6.3. Primer plano factorial para el bloque de espacios y dimensiones	58
6.4. Primer plano factorial para el bloque de mordida abierta	59
6.5. Primer plano factorial para el bloque de mordida cruzada	61
8.1. Arbol de clasificación para <i>grado de severidad</i>	70
A.1. Ficha a	80
A.2. Ficha b	81

Índice de tablas

4.1. Distribución del estado nutricional	41
4.2. Tabla de concordancia entre el grado de severidad original y corregido . . .	47
5.1. Número de casos por departamento	49
5.2. Pesos por departamento	51
7.1. Frecuencia de <i>grado de severidad</i> para el grupo 1	64
7.2. Frecuencia de <i>mordida abierta</i> para el grupo 1	64
7.3. Frecuencia de <i>grado de severidad</i> para el grupo 2	65
7.4. Frecuencias de <i>mordida abierta, resalte y sobrepase</i> para el grupo 2	65
7.5. Frecuencia de <i>grado de severidad</i> para el grupo 3	66
7.6. Frecuencias de <i>mordida abierta, resalte y sobrepase</i> para el grupo 3	66
7.7. Tabla de contingencia entre <i>resalte y sobrepase</i> para el grupo 3	66
8.1. Concordancia entre las predicciones y los valores observados	70

Presentación de la colección

La universidad promueve la investigación en todas las áreas del conocimiento. Esa investigación constituye una dimensión relevante de la creación cultural, un componente insoslayable de la enseñanza superior, un aporte potencialmente fundamental para la mejora de la calidad de vida individual y colectiva. La enseñanza universitaria se define como educación en un ambiente de creación. Estudien con espíritu de investigación: ése es uno de los mejores consejos que los profesores podemos darles a los estudiantes, sobre todo si se refleja en nuestra labor docente cotidiana. Aprender es ante todo desarrollar las capacidades para resolver problemas, usando el conocimiento existente, adaptándolo y aun transformándolo. Para eso hay que estudiar en profundidad, cuestionando sin temor pero con rigor, sin olvidar que la transformación del saber sólo tiene lugar cuando la crítica va acompañada de nuevas propuestas. Eso es lo propio de la investigación. Por eso la mayor revolución en la larga historia de la universidad fue la que se definió por el propósito de vincular enseñanza e investigación. Dicha revolución no sólo abrió caminos nuevos para la enseñanza activa sino que convirtió a las universidades en sedes mayores de la investigación, pues en ellas se multiplican los encuentros de investigadores eruditos y fogueados con jóvenes estudiosos e iconoclastas. Esa conjunción, tan conflictiva como creativa, signa la expansión de todas las áreas del conocimiento. Las capacidades para comprender y transformar el mundo suelen conocer avances mayores en los terrenos de encuentro entre disciplinas diferentes. Ello realza el papel en la investigación de la universidad, cuando es capaz de promover tanto la generación de conocimientos en todas las áreas como la colaboración creativa por encima de fronteras disciplinarias. Así entendida, la investigación universitaria puede colaborar grandemente a otra revolución, por la que mucho se ha hecho pero que aún está lejos de triunfar: la que vincule estrechamente enseñanza, investigación y uso socialmente valioso del conocimiento, con atención prioritaria a los problemas de los sectores más postergados. La Universidad de la República promueve la investigación en el conjunto de las tecnologías, las ciencias, las humanidades y las artes. Contribuye así a la creación de cultura; ésta se manifiesta en la vocación por conocer, hacer y expresarse de maneras nuevas y variadas, cultivando a la vez la originalidad, la tenacidad y el respeto a la diversidad; ello caracteriza a la investigación -a la mejor investigación- que es pues una de las grandes manifestaciones de la creatividad humana. Investigación de creciente calidad en todos los campos, ligada a la expansión de la cultura, la mejora de la enseñanza y el uso socialmente útil del conocimiento: todo ello exige pluralismo. Bien escogido está el título de la colección a la que este libro hace su aporte.

La universidad pública debe practicar una sistemática Rendición Social de Cuentas acerca de cómo usa sus recursos, para qué y con cuáles resultados. ¿Qué investiga y qué publica la Universidad de la República? Una de las varias respuestas la constituye la Colección Biblioteca Plural de la CSIC.

Rodrigo Arocena

Prólogo

La solicitud de esta publicación es la culminación de diez años de trabajo interdisciplinario e interservicio.

El curso dictado por la Graciela Buño en las ciudades de Minas y Rivera simultáneamente durante los años 1998-2000 fue uno de los primeros cursos clínicos de Educación permanente de larga duración en el interior de nuestro país dictado en los hospitales de Minas y Rivera del Ministerio de Salud Pública (MSP) actividad inédita hasta ese momento.

El estudio epidemiológico realizado como parte del mismo generó un gran esfuerzo en sus protagonistas.

Contaron siempre con la ayuda técnica del Iesta, en ese entonces dirigido por el Dr. Jorge Blanco que con generosidad y visión universitaria apoyó desde el principio este estudio.

Hoy tenemos los resultados del mismo procesados estadísticamente esperamos puedan ayudar a mejorar la salud de los niños uruguayos y la nostalgia de no contar con el amigo pero felices al ver que sus colaboradores siguen su línea.

Dr. Tabaré Ravecca
Director de la Escuela de Graduados
Facultad de Odontología
Universidad de la República

Parte I

Metodología

Introducción

LA cara de un ser humano conjuntamente con su dentición, según Moorrees et al [1], funcionan armónicamente como un espejo de expresión de emociones y tiene una importancia fundamental en la forma y en la capacidad de comunicación de las personas. Por esta razón, el tratamiento temprano de las maloclusiones es de vital importancia, y debería formar parte de los servicios de atención de Salud Pública. Se ha demostrado además (Shaw *et al.* [2]), que las maloclusiones pueden causar efectos psicológicos perjudiciales, como la baja autoestima y la enajenación social.

El desarrollo del ser humano ocurre en muchas dimensiones, morfológicas y estructurales en todo el organismo, y particularmente en la cara. Las condiciones morfológicas de la oclusión son inicialmente determinadas por la genética y posteriormente sufren la influencia de factores exógenos o ambientales, como los hábitos deformantes (succión digital, uso prolongado del chupete, etcétera), traumatismos, o pérdidas prematuras de las piezas dentarias.

La detección de estos factores desde edades tempranas es esencial para que puedan tomarse las precauciones y recomendaciones necesarias que permitan preservar la dentición primaria en condiciones favorables, pues esto desempeña un importante papel para el desarrollo de la oclusión permanente.

La maloclusión es una desviación de la oclusión normal en los maxilares o en la relación intermaxilar y/o de los dientes. Muchas veces está asociada con otras deformaciones dentofaciales.

El reconocimiento de la etiología de las maloclusiones es la clave del plan de tratamiento ortodóncico, puesto que éste debe ser etiológico y no sintomático.

El diagnóstico ortodóncico debe tratar de identificar el agente causal, el protagonismo de la herencia y la multiplicidad de causas que intervienen en el mismo cuadro de maloclusión, en distintos momentos del desarrollo y con diferente intensidad.

La *Organización Mundial de la Salud (OMS)* [3], considera a la maloclusión como el tercer problema de Salud Pública en la escala de prioridades de los problemas de salud bucal, dada su gran incidencia y su carácter de manifestación precoz.

Las investigaciones sobre las características anormales de la dentición son fundamentales para trazar un perfil de la comunidad en la cual se prestarán servicios.

Esta investigación permitirá realizar una planificación y evaluación para el mejoramiento de la calidad de vida de los individuos afectados.

En la primera parte del documento se presentan el marco teórico (Capítulo 2) y los aspectos metodológicos (Apéndice D) utilizados en la investigación. La descripción de los resultados obtenidos se encuentra en la **Parte II**, en el siguiente orden:

1. análisis factorial de los bloques de variables;
2. elaboración de una tipología de individuos, mediante *Análisis de Cluster*;
3. construcción de un modelo predictivo de clasificación para la determinación del grado de severidad de la maloclusión.

Las conclusiones generales del documento se presentan en el *Capítulo 9*, junto con las recomendaciones y sugerencias elaboradas.

1.1. Objetivos

Dada la complejidad etiológica de las maloclusiones y su origen multifactorial el principal objetivo de esta investigación consiste en encontrar un algoritmo de clasificación que permita predecir el *grado de severidad* de la *maloclusión*, que facilite el diagnóstico y la distinción de las distintas manifestaciones de la enfermedad.

La construcción de tipologías de individuos para los distintos niveles de *maloclusión*, constituye un segundo objetivo, complementario del primero. Los grupos se obtienen como resultado del *Análisis de Cluster* (ver *Apéndice D.3*) y a través de ellos es posible analizar las distintas formas de manifestación de la *maloclusión*.

Por último, y asociado a los objetivos anteriores, se encuentra la identificación de los factores de riesgo asociados a la *maloclusión* y a las variables que la definen.

1.2. Antecedentes de estudios sobre maloclusión

Los antecedentes de este tipo de trabajo se remiten a estudios realizados en el exterior. En Uruguay es la primera vez que se lleva adelante un estudio epidemiológico sobre maloclusiones.

Las investigaciones previas realizadas sobre la *maloclusión* ponen énfasis en la estimación de la prevalencia de la enfermedad, y a la asociación de ciertos hábitos con esta última.

Caben destacarse dos trabajos realizados en Brasil:

- El primero es una investigación realizada en Victoria Espirito Santo [4], sobre una muestra aleatoria de 291 niños de tres años de edad. El objetivo de este estudio fue analizar la relación de los hábitos, como el uso de chupete y la respiración bucal, con el tipo de maloclusión del individuo. El 59,1 % de los casos presentaron algún tipo de maloclusión. Se encontró que el uso del chupete y la succión digital son factores determinantes de la misma. Cabe destacar que el estudio se realizó a niños en una edad susceptible a la presencia de hábitos. Si se considera otro rango de edad estos resultados podrían sufrir modificaciones.
- El segundo, es un estudio llevado a cabo en la ciudad de Guarapuava, distrito de Entre Ríos [5]. El objetivo del estudio fue evaluar la oclusión de los niños en distintas etapas de la dentición (decídua, mixta y permanente), considerando 126 casos de entre tres y nueve años. En este caso el diseño no fue probabilístico. La prevalencia de maloclusión en niños con dentición decídua fue de un 75,5 %, y para los casos de dentición mixta y permanente fue de un 76,6 %, no encontrándose diferencias por sexo. Sólo se relevaron variables referidas a la oclusión.

La diversidad de criterios para la evaluación del grado de severidad, hace imposible la comparación de resultados entre las investigaciones.

Por este motivo es importante además, la elaboración de un algoritmo de clasificación, que podrá utilizarse en todas las investigaciones futuras sobre la prevalencia de *maloclusión* a realizarse en el Uruguay.

Marco Teórico

LA primera clasificación de las maloclusiones fue propuesta por Edward H. Angle en 1899 [6]. El criterio prevalente es la relación anteroposterior entre los primeros molares superiores e inferiores. En ortodoncia, se han propuesto un gran número de clasificaciones, pero no se ha reemplazado al sistema de Angle, ya que éste método es considerado y conocido universalmente.

- *Maloclusión Clase I o Neuroclusión*: la cúspide mesiovestibular del primer molar permanente superior ocluye en el surco mesiovestibular del primer molar permanente inferior (posición de máxima intercuspidación).
- *Maloclusión de Clase II o Distoclusión*: la cúspide mesiovestibular del primer molar permanente superior ocluye por delante del surco mesiovestibular del primer molar permanente inferior.
- *Maloclusión de Clase III o Mesioclusión*: cuando la cúspide mesiovestibular del primer molar permanente superior ocluye por detrás del surco mesiovestibular del primer molar permanente inferior, cuando los maxilares están en máxima intercuspidación.

Al hablar de las maloclusiones, es muy difícil establecer claramente su etiología, ya que éstas son de origen multifactorial.¹

Sin embargo, podemos definir dos componentes principales en la etiología de las maloclusiones, que son:

- la predisposición genética, que se refiere a los genes que dictan la herencia de una maloclusión;
- los factores exógenos o ambientales, que incluye todos los elementos capaces de condicionar una maloclusión durante el desarrollo craneofacial.

De la interacción recíproca de estos factores, dependerá la manifestación de una determinada maloclusión.

La oclusión comprende no sólo la relación y la interdigitación de los dientes, sino también las relaciones de éstos con los tejidos blandos y duros que los rodean. La visión actual de la maloclusión, la define como una disposición de los dientes que crea un

1. Los párrafos siguientes están basados en el artículo de Roberto Sakal 'Importancia de la interacción genética-ambiente en la etiología de las maloclusiones' [7]

problema para el individuo, bien sea estético referido por el mal alineamiento y/o protrusión; de autoestima perjudicada por la maloclusión funcional debido a dificultades en el movimiento mandibular, o cualquier combinación de éstos.[8]

Proffit y Vig coinciden en señalar, la necesidad de que, para prevenir, antes se han de conocer e identificar mejor la etiología de las maloclusiones.[9][10]

El concepto actual de la etiología de las maloclusiones es integralmente diferente al vigente a principios de siglo cuando se creía que cada individuo nacía con pleno potencial para llegar a alcanzar una dentición completa y correcta oclusión. Para el pensamiento de entonces, la maloclusión resultaba de la acción de fuerzas ambientales que desviaban el desarrollo, pero el potencial genético siempre apuntaba hacia el logro de una normooclusión, tal como fue descrita por Angle.

En el momento actual y luego de casi cincuenta años de investigación en esta área, se considera que en la mayoría de los casos las maloclusiones resultan de una de estas dos situaciones: una discrepancia relativa del tamaño de los dientes y de los huesos, y una desarmonía en el desarrollo de las bases óseas maxilares.

Hay igual predisposición a tener unos dientes grandes que a desarrollar una mandíbula progénica, y la carga genética influye de una forma decisiva en la mayoría de las maloclusiones junto con una constelación de factores ambientales que matizan su expresión final en la oclusión.

El reconocimiento de la etiología de las maloclusiones, es la clave del plan de tratamiento ortodóncico, puesto que el tratamiento debe ser etiológico y no sintomático.

El diagnóstico ortodóncico debe tratar de identificar el agente causal, el protagonismo de la herencia y la multiplicidad de causas que intervienen en el mismo cuadro de maloclusión, en distintos momentos del desarrollo y con diferente intensidad.

2.1. Factores genéticos

La observación clínica de los pacientes, de sus hermanos, de sus progenitores, conduce a la idea de que la herencia juega un papel importante en la estructura craneofacial y dental de las maloclusiones.

Durante muchos años, lo que explicaba el aumento de prevalencia de maloclusiones era la heredabilidad independiente de variables, como por ejemplo heredar el tamaño de dientes de un progenitor y el tamaño de maxilares de otro progenitor. Esta idea, aunque todavía es prevalente en ocasiones, desde luego no es compatible con el conocimiento actual de la herencia ‘poligénica’.

De acuerdo con los hallazgos actuales en el campo sobre la etiología de maloclusiones, se determina que no son monogénicas, sino poligénicas. El gen que interviene en la expresión de la característica genética, apenas contribuye a las malformaciones fenotípicas. Cuando se manifiesta el efecto de otros genes puede presentar: ‘poligenia aditiva’. Esa es la razón de que las características o anomalías de herencia poligénica muestran un cuadro

clínico menos nítido que la monogénica, que se traducen por un fenotipo relativamente uniforme.



Figura 2.1: Maloclusión clase II

Parece ser, que excepto en las situaciones en las que la etiología es clara (defectos en el desarrollo embriológico, fisuras faciales, traumas e influencias ambientales) la mayoría de las maloclusiones esqueléticas moderadas suelen ser el resultado de un patrón heredado.

A modo de ejemplo, la mayoría de las Clase II (Figura 2.1) en las que suele existir un patrón heredado de déficit mandibular, de Clase III en las que existe una clara tendencia familiar y racial, y en los problemas de excesos verticales que también tienen un importante componente hereditario. Sin embargo, estas maloclusiones esqueléticas heredadas, pueden agravarse por la presencia de factores ambientales.

La herencia también influye, en el tamaño y forma dentaria, en el número de piezas e incluso en la cronología y patrón eruptivo. Sobre el factor 'herencia', sólo podemos actuar con la detección precoz y el consejo genético, aunque en un futuro próximo y según los recientes descubrimientos del genoma humano, será posible influir directamente a nivel genético para prevenir las maloclusiones.

2.2. Factores ambientales

Las maloclusiones tienen un importante componente genético, sin embargo, existen factores externos que pueden afectar la situación de equilibrio en la que se encuentran las estructuras dentales y esqueléticas. El efecto de una fuerza ambiental que rompa esta situación de equilibrio depende fundamentalmente de su duración, frecuencia e intensidad. Esto significa que cualquier tipo de fuerza que no actúe de forma constante, sea cual sea su magnitud, no tendrá ninguna repercusión sobre la dentición porque no alterará la situación de equilibrio en la que se encuentran los dientes. El efecto que el medio ambiente

ha tenido sobre el sistema estomatognático con el paso del tiempo, parece evidenciarse cuando se compara la prevalencia de maloclusiones en la actualidad con la de poblaciones primitivas o contemporáneas sin un estilo de vida de sociedad urbana industrializada.

En estudios realizados por antropólogos, se observa una frecuencia baja de maloclusión en grupos humanos primitivos alejados de la civilización. Los individuos poseen aceptables normooclusiones que se deterioran tan pronto como se cambian los hábitos dietéticos y se usan alimentos blandos y refinados; en una o dos generaciones se alcanza el grado de prevalencia de maloclusiones propio de las sociedades industrializadas. Este cambio es tan rápido que difícilmente puede ser atribuido al papel de la herencia, por lo que se sugiere que la reducción de la consistencia y dureza de los alimentos disminuiría el estímulo funcional de crecimiento y que la dieta blanda sería el factor más importante en la alta incidencia actual de la maloclusión. Tanto los estudios realizados sobre grupos humanos como en animales de experimentación soportan la evidente contribución del estímulo funcional de la masticación al normal desarrollo de los maxilares.

La falta de uso del aparato masticatorio en el hombre civilizado condiciona una atrofia que se manifiesta en maloclusiones de distinto signo, alta incidencia y variable intensidad.

De ese modo se aceleraría la tendencia evolutiva normal hacia la reducción del tamaño de los maxilares y se favorecería, junto a otros factores ambientales, situaciones como el incremento en la prevalencia del apiñamiento de las generaciones actuales.

Una de las causas ambientales de maloclusión más importante, la constituyen los hábitos de larga duración que pueden alterar la función y equilibrio normal de dientes y maxilares.

Los hábitos de presión interfieren en el crecimiento normal y en la función de la musculatura orofacial. Entre estos podemos mencionar:

- interposición lingual (deglución atípica);
- succión digital, entre los que se encuentra como la más común la succión del pulgar, sosteniéndolo en posición vertical;
- uso prolongado del chupete;
- respiración oral, la cual puede aparecer como consecuencia de la reducción en el pasaje aéreo de la nariz o de la nasofaringe por circunstancias de tipo mecánico o alérgico.

El problema aparece cuando se prolonga en el tiempo. La aparición de una maloclusión debida a un hábito depende del número de horas (duración y frecuencia) en el que actúe el hábito, más que de la intensidad.

Otros factores ambientales, que influyen en la etiología de la maloclusión, lo constituyen la pérdida prematura de dientes, caries dental, traumatismos y patologías tumorales y quísticas.

Las maloclusiones son un problema real de salud pública con el que se enfrenta la práctica odontológica diaria, por lo que debe saberse evaluar la oclusión de forma adecuada y hacer predicciones acertadas respecto a su futuro.

Se concluye que el estudio de los factores etiológicos de una determinada maloclusión es fundamental para el ortodoncista, ya que ahí radica la base y el éxito de todo tratamiento ortodóncico.

2.3. Papel del ortodoncista

La Asociación Americana de Ortodoncia (AAO) recomienda que todos los niños sean evaluados por un especialista en ortodoncia a más tardar al cumplir los siete años de edad. He aquí el porqué

- Los ortodoncistas pueden detectar problemas menores en la mandíbula, el maxilar y los dientes permanentes que empiezan a salir cuando los dientes de leche o primarios están todavía presentes.
- A pesar de que los dientes del niño/a parezcan estar derechos, pueden haber problemas que el ortodoncista puede detectar.
- La evaluación puede revelar que la mordida del niño/a se encuentra en buen estado, o identificarse un problema que necesite ser monitoreado durante el crecimiento y desarrollo del niño. Si es indicado un tratamiento temprano, este puede ser iniciado.
- Comenzar el tratamiento temprano puede prevenir e interceptar problemas antes de que estos se conviertan en más serios, acortar el tiempo de tratamiento y minimizar complicaciones en el futuro. En ciertos casos el ortodoncista puede lograr resultados que no serían posibles si las estructuras óseas del rostro hubieran finalizado el crecimiento.
- El tratamiento temprano le permite a su ortodoncista la oportunidad de:
 - guiar el crecimiento de los maxilares;
 - reducir el riesgo de sufrir trauma en los dientes anteriores protruidos;
 - corregir hábitos orales dañinos;
 - mejorar la apariencia;
 - guiar los dientes permanentes a una posición más favorable;
 - acomodar los dientes, labios y rostro de una manera más adecuada.
- El niño/a tendrá una mejor oportunidad de tener una bella y sana sonrisa al recibir una evaluación temprana.

Materiales y métodos

3.1. Material utilizado

Los materiales usados son:

- Espejo descartable, escuadra, regla milimetrada, estetoscopio, lápiz corrector, linterna, bajalenguas, vaso descartable, guantes descartables, lámpara de mesa o linterna, balanza, metro para medir en centímetros.
- Baterías, alargues eléctricos, papel cocina para campos (mesas), jabón líquido, alcohol.
- Para el registro de deglución se utiliza el agua del local escolar;
- La información personal del sujeto fue suministrada por la institución educativa de manera confidencial. La valoración *pondoestatural* se realizó con balanza y regla centimetrada.
- Para el análisis de la cara se usaron reglas y escuadras plásticas.
- Para la inspección bucal se trabajó con foco lumínico (linterna) con material descartable guantes de látex, espejo, bajalengua y vasos descartables con agua corriente.
- Para el estudio articular funcional se utilizó estetoscopio.

3.2. Metodología de trabajo

Se trata de un estudio descriptivo (observacional) de tipo transversal. La población a estudiar es la de los niños de entre cuatro y siete años de edad, de ambos sexos, escolarizados, residentes en los departamentos del interior del país.

La población de niños escolarizados en un cierto tramo de edad es aproximadamente igual al total de niños en ese tramo etario. Es mínima la cantidad de niños que no asisten a un centro escolar. La ventaja de considerar a los niños escolarizados es la facilidad de acceso a la misma, considerando a las escuelas como unidades primarias de selección.

La fuente de datos es una encuesta realizada en 1999 por la Escuela de Graduados de la Facultad de Odontología, de la Udelar con participación del Instituto de Estadística de la Facultad de Ciencias Económicas y Administración (Iesta) a niños en edad escolar sobre *maloclusión*. El relevamiento se hizo en el marco del curso de posgrado y en esta

etapa del proyecto participó el Iesta, con la elaboración de la máscara de entrada de datos y su posterior análisis de la información. El Iesta no participó en el diseño muestral finalmente implementado, que se describe a continuación.

Se intentó abarcar del 5 al 10 % de la matrícula de Primaria, disponible ésta última en un marco brindado por la ANEP. Teniendo en cuenta este criterio se seleccionaron aquellas escuelas que tuvieran fácil acceso vial. Una vez seleccionadas las escuelas se consideró la totalidad de los niños pertenecientes al grupo etario de interés que estaban presentes en clase el día del relevamiento. La forma de captar a los niños de este tramo fue considerarlos por grado escolar, incluyendo jardinera y primer año en su totalidad. Como consecuencia se tiene la presencia de niños fuera del rango de edad (con más de siete años).

El equipo de trabajo se integró con odontólogos estudiantes de Posgrado en Maloclusiones.

Al llegar a la escuela se dividen en tres grupos:

- el primer grupo recababa los datos patronímicos (personales) en la dirección de la escuela autorizado por ANEP;
- un segundo grupo preparaba el ámbito de trabajo, distribuía las mesas y el instrumental para cada grupo de operadores;
- el tercer grupo en primer término en los salones donde se mantenía un intercambio con los niños sobre hábitos alimenticios e higiene oral y luego este grupo los trasladaba al salón preparado a los efectos

Los operadores fueron capacitados y calibrados para la tarea con antelación, utilizando la misma ficha y materiales con el objetivo de obtener un resultado confiable. Por tal motivo, se realizó calibración intra e inter operador, que luego fue evaluada mediante la aplicación de test estadísticos.

Posteriormente las fichas fueron consistenciadas para su posterior volcado a medio magnético para su análisis. La captura de la información se hizo mediante digitación manual a través del uso de un programa de entrada de datos que permite hacer control de rangos y de consistencia. Los datos así obtenidos fueron luego analizados a través de diferentes paquetes estadísticos-epidemiológicos, EPI INFO (CDC) y el R.

Se intentó trabajar con una muestra aleatoria y si bien el diseño que se intentó implementar puede identificarse con un muestreo por conglomerados, en donde estos últimos lo constituyen los grupos de jardinera y primer año de cada escuela, el procedimiento implementado finalmente no permite el cálculo de las probabilidades de inclusión de las mismas. Como consecuencia no se puede medir el error de las estimaciones, y es necesario corregir este problema previo a la elaboración del análisis, ya que la muestra obtenida puede no encontrarse balanceada. En el *Capítulo 5* se propone una solución para el cálculo de los pesos de los individuos, en donde se tienen en cuenta a la cantidad de niños según *edad* y *género* por departamento.

Parte II

Resultados

Análisis previo de la información

EN el presente capítulo se detallan los pasos que se siguieron para el tratamiento adecuado de cada variable, realizando un análisis descriptivo inicial de las mismas, con el que se detectan la presencia de datos atípicos, de datos faltantes y de modalidades raras.

En la *Sección 4.1* se realiza una descripción a grandes rasgos de los datos y de los criterios para la exclusión de individuos; en la *Sección 4.2* se analiza en detalle la construcción de la variable *estado nutricional*; en la *Sección 4.3* se fundamenta la recodificación realizada para las variables correspondientes al bloque de *mordida cruzada*; la *Sección 4.4* trata sobre la corrección de las inconsistencias encontradas en las variables anidadas, y por último en la *Sección 4.5* se analiza el caso especial de la variable de respuesta *grado de severidad*, la cual se encuentra con errores de clasificación.

4.1. Descripción general de la base

La tabla de datos cuenta con 4062 observaciones y sesenta variables correspondientes a escolares de entre tres y doce años de trece departamentos del interior: Artigas, Canelones, Cerro Largo, Durazno, Lavalleja, Maldonado, Paysandú, Río Negro, Rivera, Rocha, Salto, Tacuarembó y Treinta y Tres.

Como se fundamentó en la *Sección 3.2*, se excluyen del análisis todos aquellos individuos fuera del rango de edad en estudio. También, se decide no incluir en el análisis al departamento de Canelones, debido a que su mayor cantidad de habitantes y heterogeneidad implicaría una muestra de mayor tamaño. Además, su proximidad con Montevideo, lo diferencia en muchos aspectos de resto de los departamentos del interior.

Son excluidos del análisis, además, aquellos individuos que:

- conforman una modalidad extremadamente rara de una variable, de menos de diez casos en la categoría y no es posible su recategorización. En el caso de que se puedan colapsar las modalidades no se eliminan los individuos y se recodifica la variable (Ver *Apéndice C.2*).
- tienen más de diez datos faltantes.

4.2. Construcción de la variable *estado nutricional*

El *estado nutricional* del niño es determinante para un correcto desarrollo físico e intelectual. No sólo es un indicador del estado de salud del individuo, sino que también puede reflejar el contexto social en el que se encuentra.

Dentro de las principales causas de malnutrición se tienen las que obedecen a la ingesta insuficiente o inadecuada de alimentos, que generalmente se asocia a circunstancias desfavorables del entorno del niño tanto ambientales como psicosociales: estas son los errores en la alimentación, como la frecuencia desordenada; alteraciones en el establecimiento del vínculo madre-hijo y en el desarrollo de la conducta alimentaria del niño, así como la marginación social, la pobreza e ignorancia aseguran una alimentación insuficiente. éste es un problema que se ha ido acrecentando en los últimos años.[11]

Dentro de las formas de evaluación del estado nutricional se tienen:

- historia médica y dietética;
- examen físico junto con antropometría;
- exámenes de laboratorio.

La antropometría es la técnica más usada en la evaluación nutricional, ya que proporciona información fundamentalmente acerca de la suficiencia del aporte de macronutrientes. Los índices más utilizados se basan en el peso y la talla. En este caso, además, sólo se cuenta con esta información, por lo que no es posible realizar otro tipo de evaluación. El índice seleccionado es el *Índice de Masa Corporal (IMC)*:

$$IMC = \frac{Peso(kg)}{Talla(m^2)} \quad (4.1)$$

Es muy fácil de calcular y útil para clasificar la sobrenutrición en escolares y adolescentes, pero no existe un común acuerdo para la definición de los límites inferiores, o sea, para los indicadores de malnutrición.

Previo al cálculo del *IMC* se analizan brevemente a continuación las medidas de resumen y los resultados gráficos del análisis descriptivo para las variables *peso* y *talla*.

	Media	Desvío Estándar	Primer Cuartil	Mediana	Tercer Cuartil	Coef. de Asimetría	Curtosis
Peso	23,1	4,7	20	22	25	1,06	2,5
Talla	118,3	7,07	114	119	123	-0,13	-0,1

El coeficiente de asimetría de la variable *Peso* indica que la variable tiene asimetría positiva respecto a su media y cola hacia la derecha, lo que se aprecia claramente en el histograma. Esto significa una mayor concentración de los individuos en los pesos más

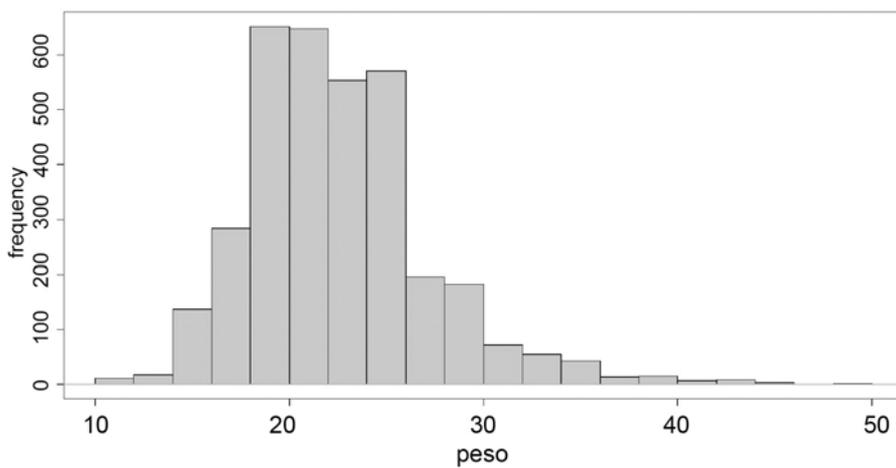


Figura 4.1: Histograma para *peso*

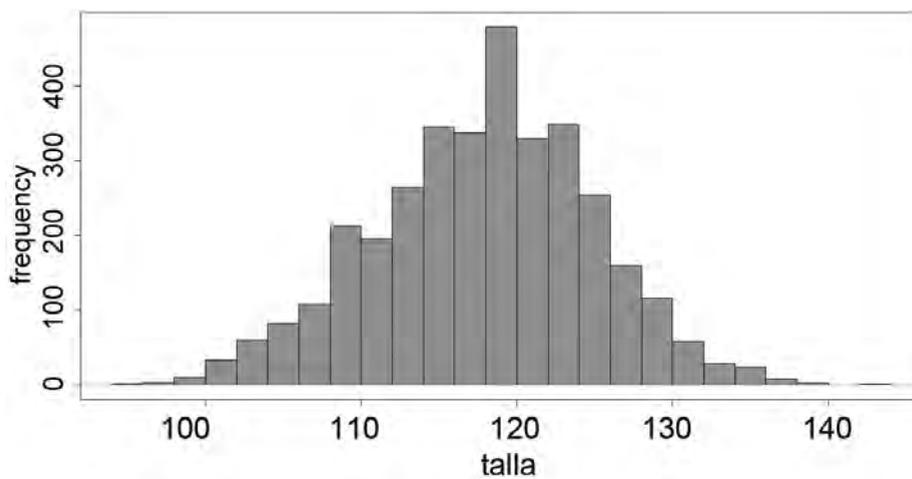


Figura 4.2: Histograma para *talla*

bajos. El valor de la curtosis implica que el apuntamiento de la variable es mayor al de una variable aleatoria normal, o sea que la concentración en torno a la media es mayor.

Para el caso de *talla*, el histograma es simétrico respecto a su media. El coeficiente de asimetría es negativo pero cercano a cero, al igual que el valor de la curtosis, lo que implica que su forma se aproxima a la de una variable aleatoria normal.

El análisis de los datos atípicos debe realizarse a partir de la construcción del *IMC*, debido a que la existencia de correlación positiva entre *peso* y *talla* (ver Figura ??) hace que los valores extremos de las variables se correspondan, lo que no implica necesariamente valores extremos en el *IMC*.

El *IMC* se calcula utilizando la fórmula 4.1. Los valores normales de este índice dependen del sexo y de la edad del individuo. Utilizando las curvas percentílicas elaboradas por el *Centers for Disease Control (CDC)*, se consideran con *bajo peso* o malnutrición a los individuos que se encuentren por debajo del 5to. percentil; con *sobrepeso* a los que se encuentran entre los percentiles 85 y 95, y con *obesidad* a los que están por encima de este último. En este caso no se distinguirá entre estas últimas dos categorías. También, se decide no excluir los datos atípicos, debido a los puntos de corte extremos utilizados para la categorización de esta variable. La exclusión de los valores extremos puede provocar la subestimación de las categorías de *bajo y sobrepeso*.

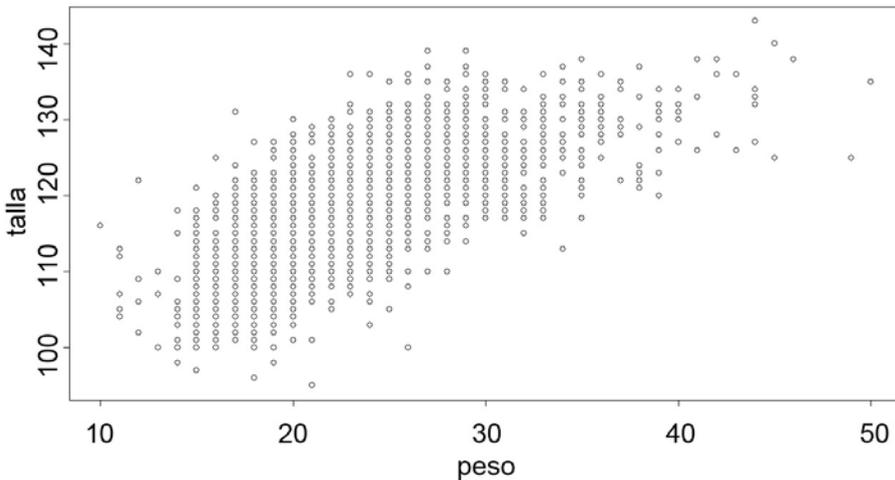


Figura 4.3: Diagrama de dispersión para *peso* y *talla*

La media del *IMC* es de 16, y como se observa en el histograma presenta una leve asimetría positiva. Si la distribución del *IMC* en la muestra es similar a la de los estándares internacionales, es de esperar que la cantidad de individuos en las categorías de bajo peso y de sobrepeso sean de aproximadamente un 5% cada una, utilizando las curvas percentílicas del *CDC*. El resultado obtenido de la categorización del *IMC*, es el *estado nutricional* cuyas frecuencias se presentan a continuación.

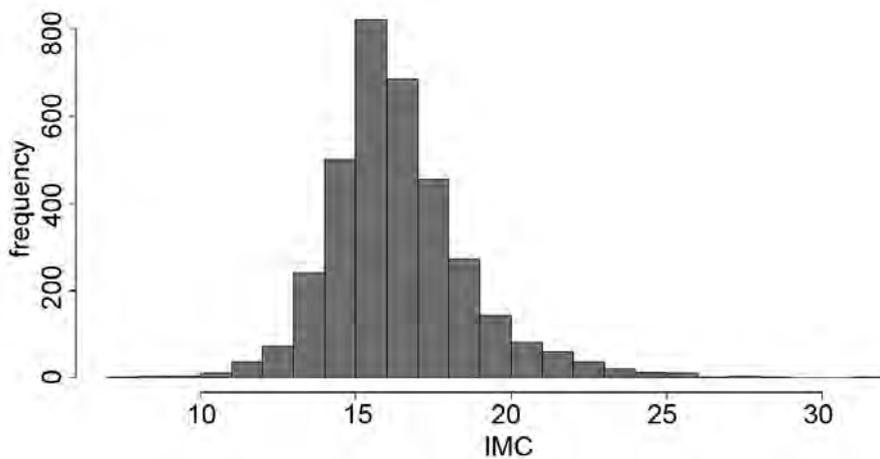


Figura 4.4: Histograma del *IMC*

Estado nutricional	Frecuencia	%
Bajo peso	241	6,8
Normal	2663	75,9
Sobrepeso	564	16,1
Sin Datos	36	1,2
Total	3504	100

Tabla 4.1: Distribución del estado nutricional

Para el caso de *bajo peso* el porcentaje no difiere demasiado del 5% esperado, en el caso de que las poblaciones fueran similares. Pero el porcentaje de *sobrepeso* es de un 16,1%, confirmando lo observado en el histograma del *IMC*. La población de niños estudiada difiere a la de los estándares internacionales en esta categoría. Este punto puede ser un indicio para un análisis en profundidad de estos temas, que implicaría no sólo la evaluación antropométrica, sino también un diagnóstico exhaustivo de lo individuos y de su dieta.

Esta variable será tomada en cuenta en la construcción del algoritmo de clasificación para estudiar si la misma es significativa para explicar el nivel de *maloclusión*.

4.3. Variables del bloque de mordida cruzada

En este bloque se miden cuatro atributos para cada plano lateral, con un total de ocho variables (ver *Apéndice B*). A su vez, la cantidad de modalidades es grande y muchas de ellas con pocas observaciones (ver *Apéndice C.3*). Es necesario, para un mejor manejo de este bloque realizar algún tipo de recodificación. En una primera instancia, no se considera qué tipo de anomalía presenta, solucionándose así el problema de las modalidades con pocos casos. En segundo lugar, no se toman en cuenta los planos laterales derecho e izquierdo, utilizando el siguiente criterio:

- para los individuos que presentan anomalías en ambos lados, se les asigna código 1, el que se considera como grave;
- si presenta una, en cualquiera de ellos, se le asigna código 2;
- si no presenta ninguna anomalía se considera como sano y se asigna código 3;
- si presentan la modalidad 'No Registrable' en ambos lados, se asigna código 9.

Las frecuencias de las cuatro variables creadas se encuentran en la (*Apéndice C.3*). Es importante destacar que si bien se pierde información acerca del lado y del tipo de anomalía, esta pérdida no altera el diagnóstico del individuo, ya que lo que determina el grado de severidad de la maloclusión es la existencia o no de rasgos anómalos, en desmedro de su tipo y ubicación.

4.4. Análisis de consistencia de los datos

En este apartado se analizan aquellas variables de respuesta anidada, *mordida abierta con resalte y sobrepase*, y *mordida cruzada posterior lingual con plano terminal y relación molar*. También, aunque no se encuentran anidadas, se analizan los casos de *diastemas* y *apiñamientos*.

4.4.1. Mordida abierta

En este caso, para los individuos que presentan *mordida abierta* o *mordida abierta no registrable*, no les corresponde medir ni el *resalte* ni el *sobrepase*. Las inconsistencias encontradas se presentan a continuación:

Mordida	N/C	Resalte			Total
		De 0 a 6 mm.	Más de 6.1 mm.	S/D	
Presenta	454	0	0	0	454
No Presenta	322	2265	213	16	2816
No Reg.	223	0	0	0	223
S/D ¹	3	5	2	1	11
Total	1002	2270	215	17	3504

Mordida	N/C	Sobrepase			Total
		BaB a 2/3 Cor	Más de 2/3 Cor	S/D	
Presenta	454	0	0	0	454
No Presenta	340	2002	459	15	2816
No Reg.	223	0	0	0	223
S/D	3	3	4	1	11
Total	1020	2005	463	16	3504

En el caso de *mordida abierta* se tiene que la suma de los individuos que presentan *mordida abierta* y *mordida abierta no registrable* es de 677 casos, lo que implicaría que en las variables *resalte* y *sobrepase* debería de haber la misma cantidad de casos en la categoría '*no corresponde*'. Como se puede observar en las tablas, esto no se cumple para ninguna de las dos variables. Hay 322 casos inconsistentes en *resalte* y 340 en *sobrepase*.

Para corregir las inconsistencias, se construye un árbol de clasificación. Como se explicó en el *Apéndice D.4*, esta herramienta es utilizada para encontrar reglas de clasificación y de predicción. Se pretende entonces, encontrar una regla que clasifique correctamente a cada observación inconsistente. El modelo debe construirse sobre las observaciones correctas de éstas variables, y utilizando a *mordida abierta* como variable de respuesta.

Previo a la construcción del algoritmo, se realiza el test χ^2 de independencia² de *mordida abierta* con el resto de las variables y se incluyen como variables explicativas a todas aquellas en donde se rechaza la hipótesis nula de independencia. No se considera

2. El estadístico χ^2 se calcula como $\chi^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^t \frac{(no_{ij} - ne_{ij})^2}{ne_{ij}}$ donde no_{ij} es la cantidad de observaciones en la celda ij de una tabla de contingencia y ne_{ij} la cantidad esperada. Se rechaza la hipótesis nula de independencia cuando $\chi^2 > \chi^2_{1-\alpha}$ donde $\chi^2_{1-\alpha}$ es el valor crítico a un nivel de significación α .

al *grado de severidad* debido a que es la variable de respuesta que se quiere analizar en última instancia. Las variables excluidas son:

1. estado nutricional;
2. etnia;
3. antecedentes ortopédicos;
4. onicofagia;
5. frenillo anómalo labial inferior;
6. frenillo anómalo lingual.

Como se puede apreciar las únicas dos variables que intervienen en la clasificación son *sobrepase* y *diastema central superior*. A todos aquellos individuos que les corresponde medir el *sobrepase* se los clasifica en ‘no presenta mordida abierta’, y los demás se clasifican en ‘presenta mordida abierta’ o en ‘mordida abierta No registrable’ dependiendo de si presenta o no *diastema central superior no registrable*, lo que es lógico con la definición de estas variables. Los resultados de las predicciones dentro de la misma muestra se presentan a continuación:

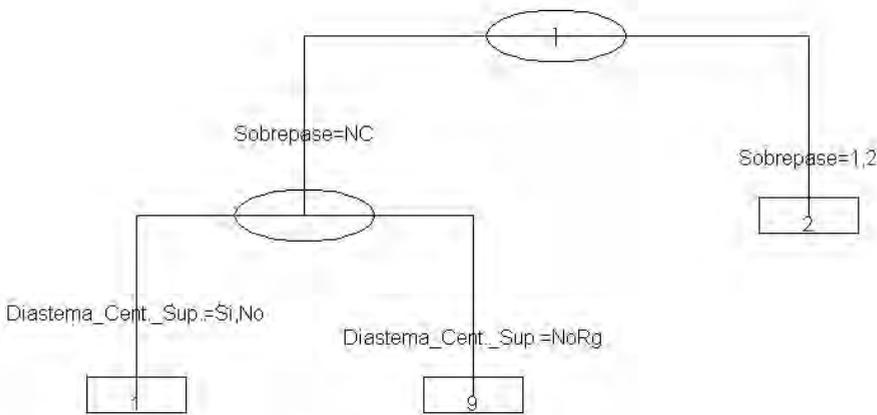


Figura 4.5: Árbol de clasificación para MBA

Observados	Predicción			Total	Ptje. Correcto
	Presenta	No Presenta	No Reg.		
Presenta	422	0	32	454	92,9 %
No Presenta	0	2450	0	2450	100 %
No Reg.	146	0	77	223	34,5 %
Total	568	2450	109	3127	84,1 %

Se observa que el error global es de un 15,9%, clasificando sin error a los individuos de la segunda categoría. El porcentaje correcto para los que presentan *Mordida Abierta*

también es alto, pero en la modalidad '*No Registrable*' tiene un error del 65 %, lo que es esperable ya que es la más difícil de predecir por su baja frecuencia. El modelo es utilizado entonces para clasificar a aquellos individuos que presentaron inconsistencias en este bloque de variables.

4.4.2. Mordida cruzada

En este bloque, si los individuos presentan *mordida cruzada posterior lingual* no corresponde medir ni *plano terminal* ni *relación molar*. A su vez, estas dos últimas son disjuntas, debido a que *relación molar* sólo puede observarse en aquellos casos en donde el primer molar ha erupcionado. Si este no está presente, corresponde *plano terminal*.

Las inconsistencias encontradas en este caso se deben a que existe un error en el cuestionario en donde se repite el código de '*no corresponde*'. O sea, la cantidad de 'ceros' en *plano terminal* puede deberse a dos motivos: a que presente *mordida cruzada* o a que le corresponda medir *relación molar*.

Primero se verifica que *plano terminal* y *relación molar* sean disjuntas, lo que se cumple. Las inconsistencias se encuentran cuando se analiza *mordida cruzada* con *plano terminal* y con *relación molar*. Asignándole código 1 (presenta) a *mordida cruzada* para todos los casos que '*no corresponde*' en las otras dos variables, se levantan estas inconsistencias.

4.4.3. Diastemas y apiñamientos

Se encuentran dos tipos de errores entre estas dos variables:

- el primero, se refiere a la modalidad '*no registrable*'. Tanto en una variable como en la otra se está midiendo lo mismo a través de esta categoría: la ausencia del incisivo a causa del recambio en los dientes. O sea, que la cantidad de casos para esta modalidad debe ser la misma en ambas variables;
- el segundo, propio de la definición; un individuo no puede presentar *diastemas* y *apiñamientos* en el mismo sector incisivo;

En el primer caso se corrigen igualando estas cantidades, tomando como referencia a *diastema central superior*. En el segundo caso no se puede adoptar un criterio de decisión para determinar cuál es la opción correcta (si presenta *diastemas* o *apiñamientos*), y como suman un total de 18 casos se decide no considerar a estos individuos cuando se analice este bloque de variables.

4.5. Reconstrucción del *grado de severidad*

El *grado de severidad* refleja el diagnóstico final de los individuos examinados. Es la variable que constituye el eje central de análisis de esta investigación. Los datos revelan

inconsistencias debidas a la ausencia de un único criterio de clasificación para combinaciones de patologías idénticas.

Para corregir estos errores se debe reconstruir el algoritmo de clasificación implementado. Para ello es necesario profundizar en el conocimiento de las variables, tanto en su definición como en su relación con la variable de respuesta.

En un principio se separan las variables en dos grandes tipos: por un lado, las del bloque de *características orofaciales* y las de *hábitos*, que corresponden a aquellas variables que no implican deformaciones morfológicas. Por otro lado, el resto de las variables que miden los distintos tipos de deformaciones, según el bloque al que pertenezcan. Los bloques que determinan si el individuo tiene maloclusión o no son el de *mordida abierta* y el de *mordida cruzada*. Se consideran entonces las siguientes anomalías:

- presenta *mordida abierta*;
- en el caso de que no presente *mordida abierta*, se le deben medir *resalte* y *sobrepase*. En la primera, se considera *Resalte* de más de 6 mm, en la segunda, *sobrepase* de más de 2/3 de Corona;
- presenta *mordida cruzada posterior lingual*;
- si no presenta *mordida cruzada posterior lingual* se mide el *plano terminal* o *relación molar* dependiendo de la ausencia o presencia del primer molar. En el *plano terminal*, se consideran si no es neutro. En el caso de *relación molar*, tiene que ser distinto de neutro, pero además, si se tiene cinco años, no se debe considerar las relaciones mesiales.

Si un niño presenta por lo menos una de estas patologías, ya se considera con maloclusión. Para determinar el grado de severidad de ésta se definen los tres planos del espacio: el primero, correspondiente a las variables *mordida abierta* y *resalte*, en donde se mide la distancia entre los incisivos superiores respecto a los inferiores; el segundo, correspondiente a la variable *sobrepase*, en donde se mide en la oclusión la distancia que 'cubren' los incisivos superiores a los inferiores; y el último, correspondiente a la *mordida cruzada*, en donde se observa la mordida en los planos laterales. El grado de maloclusión es severo cuando el individuo presenta alteraciones en dos o más planos del espacio.

Se consideran factores de riesgo a las variables que se encuentran en el bloque de *espacios y dimensiones*. También se consideran factores de riesgo los hábitos deformantes, como pueden ser uso del chupete y la succión digital.

Se observa que sólo el 50 % de los individuos coinciden en la clasificación de ambas variables. éstos errores no sólo se deben a los distintos criterios de evaluación, sino también a errores de codificación. En muchos casos, se nota que se confundieron los códigos 1 y 3 (severo y sano); esto se observa cuando se obtienen los totales de patologías por individuo (ver *Apéndice C.4*), y se cruza este resultado con el grado de severidad. También puede

Gr. de severidad corregido	Gr. de Severidad			Total
	Maloclusión severa	Maloclusión	No presenta Maloclusión	
Maloclusión Severa	511	493	97	1041
Maloclusión	391	873	514	1778
No presenta maloclusión	55	259	371	685
Total	957	1565	982	3504

Tabla 4.2: Tabla de concordancia entre el grado de severidad original y corregido

deberse a tomar a los factores de riesgo como determinantes de la maloclusión. Existen casos en los cuales hay niños que no presentan ninguna deformación patológica en la oclusión, pero son clasificados en las categorías 1 o 2 debido a que presentan algun factor de riesgo, como sucede frecuentemente con los apiñamientos y con las caries.

Grado de Severidad	Original	Corregido
Maloclusión Severa	27,3 %	29,7 %
Maloclusión	44,7 %	50,8 %
No Presenta Maloclusión	28 %	19,5 %
Total	100 %	100 %

Si se comparan los porcentajes por categoría de la variable original con la corregida, se observa que para el caso de *maloclusión severa* la corrección afecta la composición de la categoría pero el total de individuos se mantiene aproximadamente igual. Los mayores errores de clasificación se comenten en el diagnóstico de los que *no presentan maloclusión*, con un error del 65,2%. Como consecuencia, el total de individuos en esta categoría se ve reducido en un 8,5% cuando se realiza la corrección.

Este tipo de errores tienen consecuencias no menores a la hora de la planificación y elaboración de políticas de prevención y tratamiento. Las estrategias a seguir y los costos involucrados no serán los mismos para una población con un 28% de individuos sanos que para una con un 19,5%. Por esta razón es importante la obtención de un algoritmo único de clasificación y diagnóstico, que debe ser acompañado además de un adecuado entrenamiento y calibración de los examinadores.

Resumen del capítulo En el presente capítulo se presentaron todos los pasos realizados para obtener una base de datos consistente y sin errores aparentes, sobre la cual se realizará todo el análisis posterior. Este proceso siguió tres grandes líneas:

- la exclusión de individuos;
- la recodificación de variables;
- la corrección de las inconsistencias encontradas;

y concluirá cuando se obtengan los ponderadores adecuados para los individuos de la muestra, en el siguiente capítulo.

Cálculo de los pesos de los individuos

COMO se planteó en la *Sección 3.2* la muestra no se obtuvo mediante un diseño aleatorio. Puede suceder entonces que hayan casos que se encuentren sobre o sub-representados, dependiendo principalmente del departamento de residencia, y de la facilidad de acceso a la escuela a la que concurrían por parte del equipo de encuestadores de la Escuela de Graduados de la Facultad de Odontología.

Departamento	Frecuencia
Artigas	339
Cerro Largo	245
Durazno	186
Lavalleja	242
Maldonado	407
Paysandú	297
Río Negro	274
Rivera	396
Rocha	332
Salto	334
Tacuarembó	236
Treinta y Tres	206
Total	3504

Tabla 5.1: Número de casos por departamento

Por lo tanto, es necesario entonces calcular los pesos de los individuos de forma que minimice el sesgo causado por el mecanismo de selección implementado. Para ello se utiliza el algoritmo de *raking generalizado*, utilizando como variables de calibración a *género* y *edad* por departamentos.

Con la aplicación de esta técnica los pesos calculados estiman sin error a los totales poblacionales utilizados para calibrar; e implícitamente se corrijen los problemas de sobre o sub-representación que existen en algunos de los departamentos. La fuente utilizada para la obtención de estos datos es el *Censo de Población y Viviendas* de 1996. Los totales poblacionales de estas variables se encuentran en el *Apéndice C.3*. Para la implementación

del algoritmo de *raking generalizado* deben calcularse previamente los pesos originales de la muestra. Como esta última no es aleatoria, se debe utilizar como supuesto que se implementó algún diseño para poder calcularlos.

Si bien los pesos obtenidos mediante el *raking generalizado* parten del valor de los originales, y el supuesto de que se implementó un diseño aleatorio puede ser algo ilusorio, el resultado obtenido de la calibración final cumple con el objetivo de balancear la muestra según el *género* y la *edad* por departamento, más allá del valor de los pesos originales.

El diseño que más se aproxima al implementado en la realidad es un diseño por conglomerados estratificado por departamento aplicado a las escuelas con probabilidades proporcionales a la cantidad de niños matriculados. Para poder calcular estas probabilidades se debe contar con la información del total de niños por escuela en cada departamento para el año en el que se realizó la investigación, 1999. Los datos disponibles de primaria para 1999 se dan a nivel agregado por departamento lo que hace imposible el cálculo de estas probabilidades. Por otra parte se cuenta con un marco de escuelas públicas para el año 1998, el cual no puede utilizarse por no incluir información de algunas escuelas en las cuales se relevaron datos en 1999, además de no tener datos sobre las escuelas privadas.

El segundo diseño que se intentó utilizar fue un diseño estratificado por departamentos en dos etapas, con selección de localidades en la primera y de individuos en la segunda. Las probabilidades de inclusión para la primera etapa son proporcionales a la cantidad de niños escolarizados de entre cuatro y siete años; para la segunda la selección de los niños se supone que se realiza bajo un diseño simple. Tampoco fue posible en este caso calcular estas probabilidades, ya que fueron incluidas en la muestra localidades, todas ellas rurales, que en el año 1996 no habitaban niños escolarizados del tramo de edad de interés, según el *Censo de Población y Viviendas de 1996*.

El problema de la desactualización de los marcos y de inaccesibilidad de información para los diseños propuestos anteriormente hace imposible el cálculo de los pesos originales mediante ellos, por lo que se decide entonces calcular estos pesos mediante un *diseño estratificado simple* (STSI) por departamento, utilizando como marco al *Censo de Población y Viviendas de 1996*. Los pesos originales de la muestra se calculan entonces como el cociente entre el total poblacional y la cantidad relevada, o sea N_h/n_h con $h = 1, \dots, 12$.

Para el cálculo de los nuevos pesos se construyen 96 estratos que surgen de cruzar las tres variables utilizadas para calibrar. Debido a que es un número grande de estratos se decide utilizar la calibración sobre las marginales y no el diseño post estratificado, ya que este último puede ser inestable debido a las pocas observaciones que se tienen por celda.

Los que tienen mayor peso son aquellos que con el tamaño de muestra deben representar a más niños. Por ejemplo, para el caso de Salto es 21,48, y su tamaño de muestra es de 334 con un total de niños escolarizados de 7130, mientras que en Rocha la muestra es de 332 casos para representar a 3946 niños, por lo cual su peso es aproximadamente la mitad. Luego de realizarse la calibración sobre las marginales, se obtienen 96 pesos diferentes, uno para cada post estrato.

Departamento	Peso
Artigas	13,6
Cerro Largo	18,8
Durazno	19,2
Lavalleja	14,4
Maldonado	17,5
Paysandú	22,1
Río Negro	12,1
Rivera	15,7
Rocha	11,9
Salto	21,5
Tacuarembó	20,6
Treinta y Tres	13

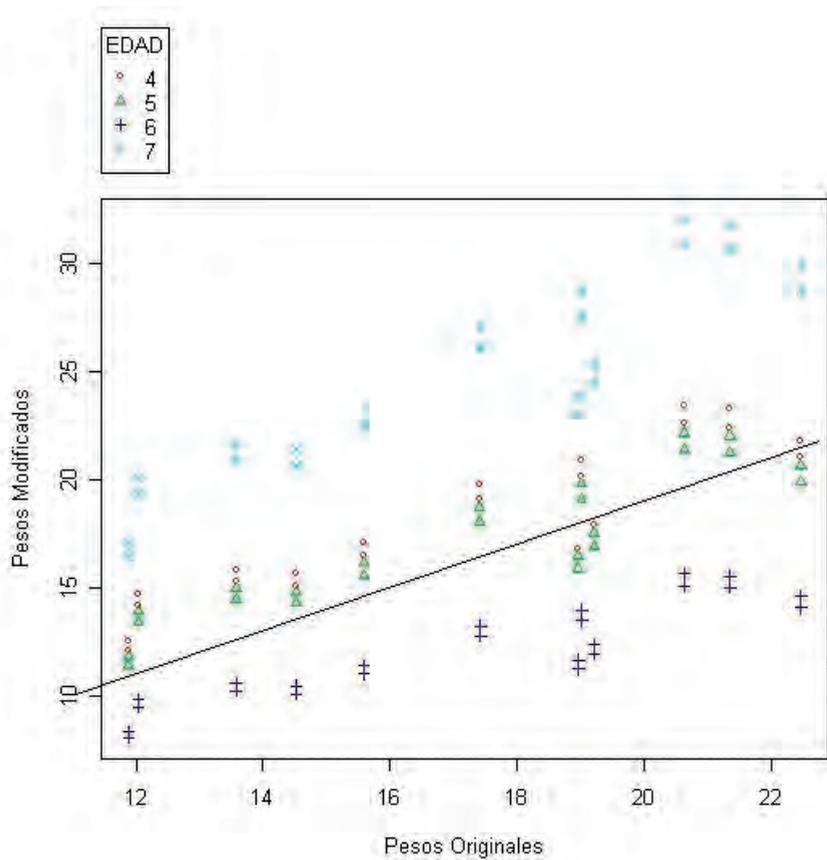
Tabla 5.2: Pesos por departamento

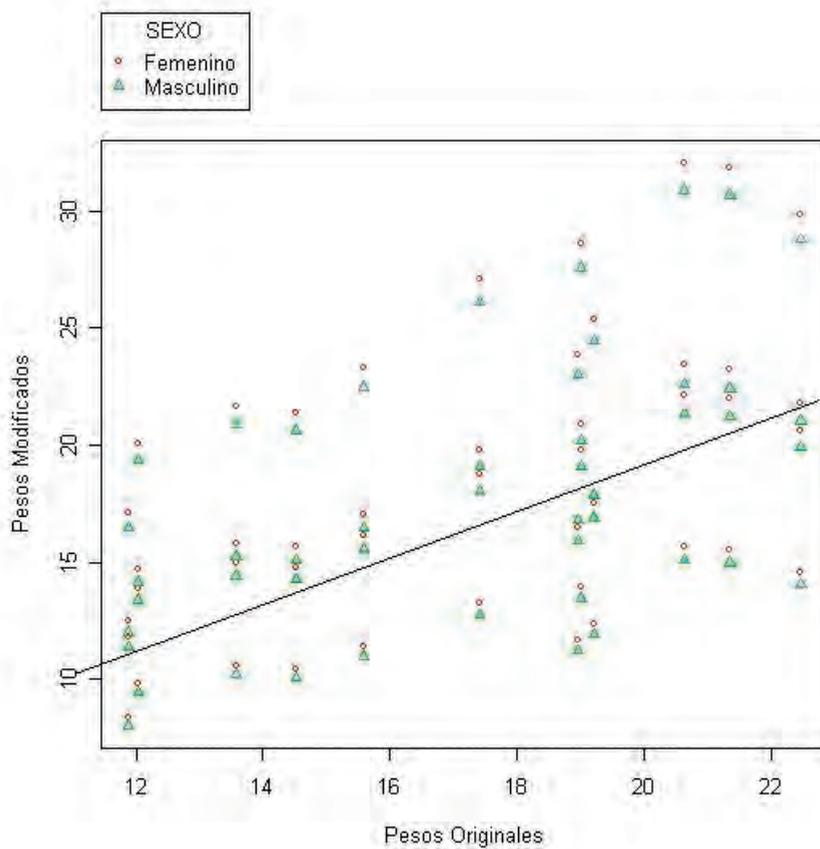
En los siguientes gráficos se presenta cómo varían los pesos originales utilizando la información sobre el *género* y la *edad* por departamento.

Se observa que los niños de seis años son los sobre representados en la muestra original. En el caso de los de cinco años se encuentran cercanos a la recta $y = x$, o sea que sus pesos fueron modificados mínimamente.

El problema de sub-representación se encuentra en los de siete años, que como se observa en el gráfico son los que tienen mayores ponderadores. En general los de cuatro años se encuentran sub representados, pero en algunos casos como en Paysandú, Durazno y Cerro Largo, se acercan bastante a la recta $y = x$, lo que significa que su modificación fue mínima.

En el caso del *género* se observa que en todos los casos las niñas se encontraban sub-representadas, ya que sus nuevos ponderadores son siempre mayores que los de los varones, en una cantidad pequeña.





Dados los resultados obtenidos, se concluye que la variable que determina el valor de los pesos es la edad. El mecanismo de selección implementado hace que exista sobre-representación de los niños de seis años y sub-representación de los de siete. El algoritmo de *raking generalizado* corrige este problema bajando el peso de los primeros y aumentando el de los segundos, de forma que estimen sin error los totales poblacionales de las variables auxiliares utilizadas.

Análisis de las variables por bloque

EL formulario se encuentra dividido en bloques de variables, cada uno de ellos correspondiente a distintas temáticas de análisis (ver *Apéndice B*). El primero es el bloque de *características orofaciales*, en donde se releva la presencia de rasgos hereditarios vinculados a la estructura cráneo facial. En el segundo bloque, el de *Hábitos*, se mide la existencia de determinados comportamientos nocivos para la salud bucal que pueden corregirse mediante la educación. Los restantes bloques se conforman por variables referidas a las piezas dentarias. Para los incisivos, en el bloque de *espacios y dimensiones* se releva todo lo referido al alineamiento y al espacio, y en el de *mordida abierta* se mide la distancia entre los incisivos del sector superior e inferior. El bloque de *mordida cruzada*, trata sobre los planos laterales, izquierdo y derecho. Por último, en el bloque de *molares*, se releva el estado de los mismos, distinguiendo a los temporarios de los permanentes. Este bloque es excluido del análisis debido a que la mayoría de sus variables presentan modalidades con pocas observaciones.

La reducción de la cantidad de variables es necesaria para simplificar la construcción de un algoritmo de clasificación. Mediante la aplicación del *Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM)* a cada bloque de variables no sólo se logra este objetivo, sino que también es posible analizar su estructura de asociación. Las variables sintéticas obtenidas del *ACM* se utilizan además, como insumo para la construcción de tipologías de individuos.

Por otra parte, no sería conveniente realizar el *ACM* para todas las variables sin considerar la estructura en bloques, ya que en un análisis conjunto los primeros ejes factoriales podrían verse determinados por uno solo de ellos y no se apreciarían las relaciones existentes entre las variables de los otros bloques.

Para todos los bloques, el *ACM* se realiza ponderando los individuos con los pesos calculados en el capítulo anterior. A su vez, la existencia de asociación entre las variables y el *grado de severidad* se analiza proyectando esta última en cada plano factorial obtenido. Se presentan a continuación, los resultados del análisis para cada bloque de variables.

6.1. Características orofaciales

Las variables que conforman este grupo (ver *Apéndice B*) representan características morfológicas genéticas no modificables por la intervención. Se toman como variables suplementarias a *antecedentes ortopédicos* y a *resalte mandibular anterior*, debido a que tienen modalidades con pocas observaciones.

Analizando la descomposición de la inercia inicial y la propuesta por Benzcri¹ y Greenacre², la contribución de las modalidades, así como la calidad de representación de las mismas se decide trabajar con el plano principal. La inercia del mismo representa un 45,5% (ver *Apéndice E.1*), y teniendo en cuenta los ajustes de Benzcri y Greenacre, un 100%.

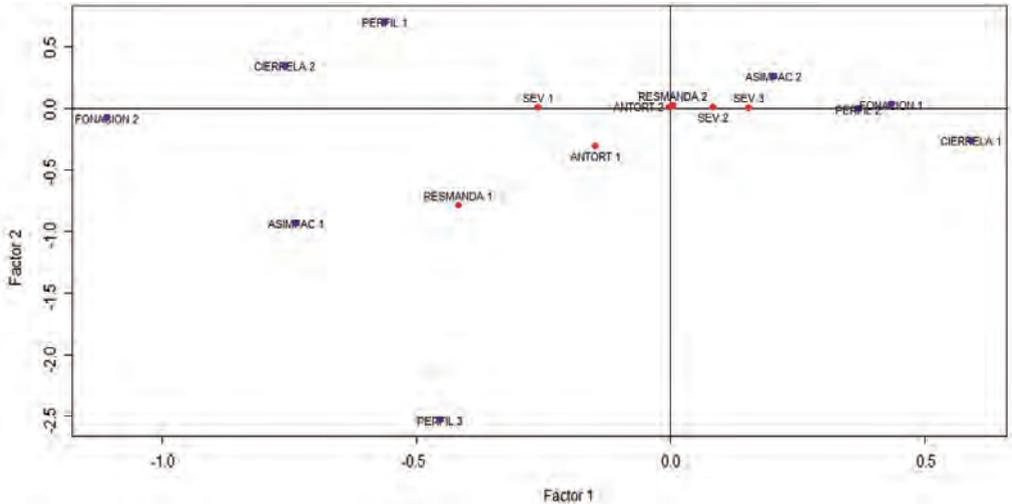


Figura 6.1: Primer plano factorial para el bloque de características orofaciales

El primer eje factorial, *Indicador de características Individuales de Salud Orofacial*, separa a los individuos que presentan anomalías de los que no. Las variables que más contribuyen son *fonación* y *cierre labial*.

El segundo eje, *Indicador de Perfil Anómalo* contrapone los dos perfiles, el *post divergente* con coordenadas positivas y el *anterior divergente* con coordenadas negativas, siempre ambos con coordenadas negativas en el primer eje factorial.

Los valores de las coordenadas representadas en el gráfico se pueden observar en el *Apéndice E.1.3*. Las variables suplementarias si bien siguen el patrón de las variables activas, situándose los rasgos anómalos con coordenadas negativas, no existe una asociación visible de ninguna de ellas con estas últimas. Las modalidades del *grado de severidad* son cercanas al baricentro, por lo que se concluye que no existe asociación entre esta variable y las del bloque.

Las modalidades que tienen coordenadas negativas en el primer eje se encuentran más dispersas que las que tienen coordenadas positivas. En el caso de *perfil pos divergente* y *perfil anti divergente* es lógica la contraposición respecto al segundo eje ya que estas dos categorías son excluyentes, y por lo tanto ortogonales.

1. El índice de Benzcri no considera los $\lambda_i < \bar{\lambda}$ y se calcula como $\rho(\lambda_s) = \left[\frac{J}{J-1} \right]^2 \left[\lambda_s - \frac{1}{J} \right]^2$
2. El índice de Greenacre se calcula como $\rho(\lambda_s) = \left[\frac{J}{J-1} \right]^2 \left[\sqrt{\lambda_s} - \frac{1}{J} \right]^2$

6.2. Hábitos

Las variables de este bloque (ver *Apéndice B*) se pueden clasificar en dos grupos. El primero, conformado por *succión digital*, *uso de chupete*, *uso de mamadera* y *onicofagia*, denominados *hábitos invasivos*, que implican la introducción de un elemento corporal (dedos, uñas) o extra-corporal (chupete, mamadera) a la boca. En el segundo grupo, se encuentran *deglución atípica* y *respiración bucal*, ambas relacionadas con la respiración nasal incorrecta. El *bruxismo* es un hábito autopatológico de descarga por frotamiento o apretamiento de la dentición, y no se clasifica en ninguno de los grupos anteriores.

Se toman como variables suplementarias a *uso de chupete*, *uso de mamadera* y *bruxismo*. Del análisis de la inercia inicial y de los índices de Benzecrí y de Greenacre (ver *Apéndice E.2*); de las contribuciones de las modalidades y su calidad de representación se decide trabajar con el primer plano factorial, explicando un 56,5% de la inercia inicial y un 100% según los ajustes de Benzecrí y de Greenacre.

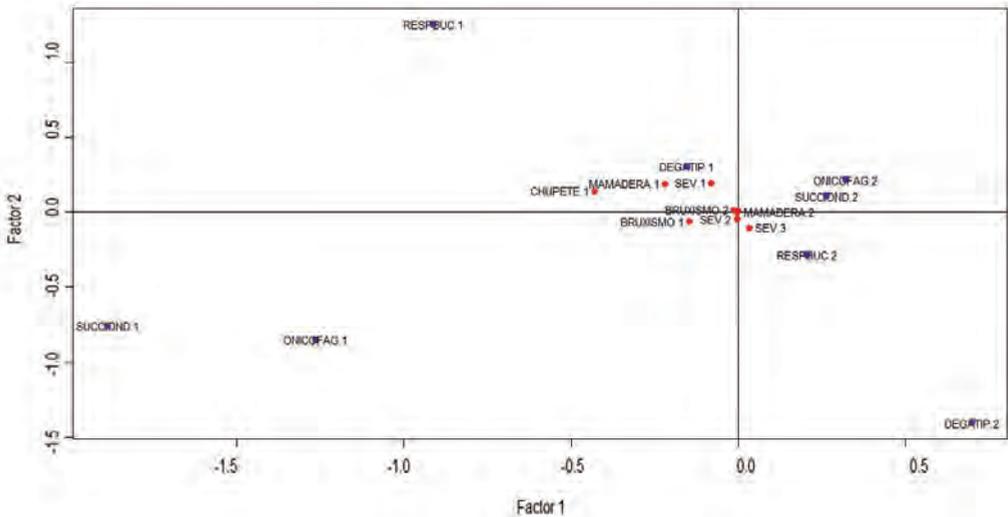


Figura 6.2: Primer plano factorial para el bloque de hábitos

Las variables que determinan al primer eje factorial son *succión digital* y *onicofagia*, contraponiendo a los que presentan estos dos hábitos y a los que no: con coordenadas negativas los primeros, y positivas los segundos (ver *Apéndice E.2.3*).

Para el segundo eje, las variables que más contribuyen son *deglución atípica* y *respiración bucal*, con coordenadas positivas los que presentan estos hábitos. El primer componente está determinado por los hábitos invasivos activos en el análisis (*succión digital* y *onicofagia*), mientras que el segundo, está determinado por los hábitos del segundo grupo. Se puede decir que, el primer eje separa a los individuos que presentan hábitos de

los que no. Se observa una fuerte asociación entre los que no presentan *succión Digital* y los que no presentan *onicofagia*.

Como en el caso anterior, se repite el patrón de que aquellas modalidades que se encuentran más cercanas al origen, son las que corresponden a los individuos que no tienen hábitos, y además son las que se encuentran más concentradas en el plano. Las modalidades suplementarias, como en el caso anterior, se sitúan cercanas al origen. En este caso se puede apreciar cierta asociación entre *deglución atípica*, y *maloclusión severa*.

6.3. Espacios y dimensiones

Este bloque está conformado por diez variables (ver *Apéndice B*). Se toman como variables suplementarias a *frenillos labial inferior y lingual*, *alteración de la secuencia* y *apiñamiento superior*. Por otra parte se decide excluir del análisis a la modalidad no registrable de *diastemas* y *apiñamiento*, por tener pocas observaciones.

Teniendo en cuenta la descomposición de la inercia inicial (ver *Apéndice E.3*) y los ajustes de Benzecrí y Greenacre, además de las contribuciones de las modalidades y su calidad de representación se opta por trabajar con el primer plano factorial con una inercia inicial explicada del 40,9 %, y del 97 % para el ajuste de Benzecrí y un 75 % para el de Greenacre.

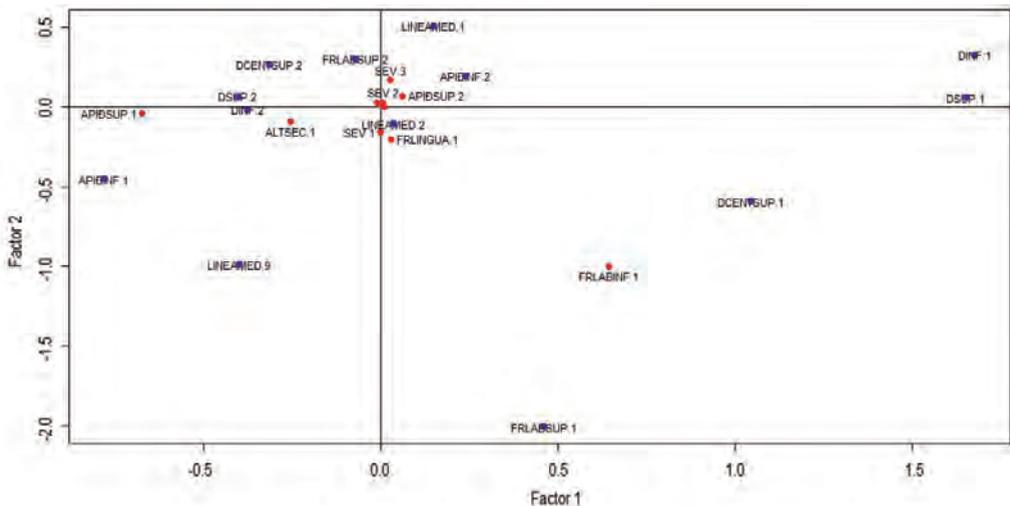


Figura 6.3: Primer plano factorial para el bloque de espacios y dimensiones

Las mayores contribuciones al primer eje son de *diastema superior* con un 35,1 % y *diastema inferior* con un 33,5 %. Se observa en el gráfico que este factor contrapone a los individuos que presentan *diastemas* de los que presentan *apiñamientos*, éstos últimos con coordenadas negativas. Esto es coherente con la definición de estas variables.

Las modalidades de las variables suplementarias que indican la no presencia de anomalías se encuentran todas en el baricentro.

El segundo eje se encuentra determinado por *línea Media*, con una contribución del 36,6% y *frenillo anómalo labial superior* con un 52,7%. Este factor ubica a los individuos que presentan *línea media normal* y a los que no presentan *frenillo anómalo* con coordenadas positivas (ver *Apéndice E.3.3*). Podría afirmarse entonces que el primer eje se encuentra asociado a los problemas de espacio, y el segundo capta las variables de alineamiento y dimensión.

De la proyección de las variables suplementarias se puede decir que para *apiñamiento inferior* y *frenillo anómalo labial superior* la ubicación es próxima a las de sus contrapartes activas. Las modalidades de *grado de severidad* son baricéntricas, no encontrándose entonces asociación con las variables de este bloque.

También se observa en este caso, que los rasgos anómalos presentan una mayor dispersión en el plano, como en los bloques anteriores.

6.4. Mordida abierta

Para este bloque, los resultados obtenidos de la descomposición de la inercia inicial y de los ajustes de Benzecrí y de Greenacre, indican que con dos ejes se obtiene una inercia explicada inicial del 69,2% y del 100% para el índice de Benzecrí y un 89% para el de Greenacre (ver *Apéndice E.4*), por lo que se decide trabajar con el primer plano factorial.

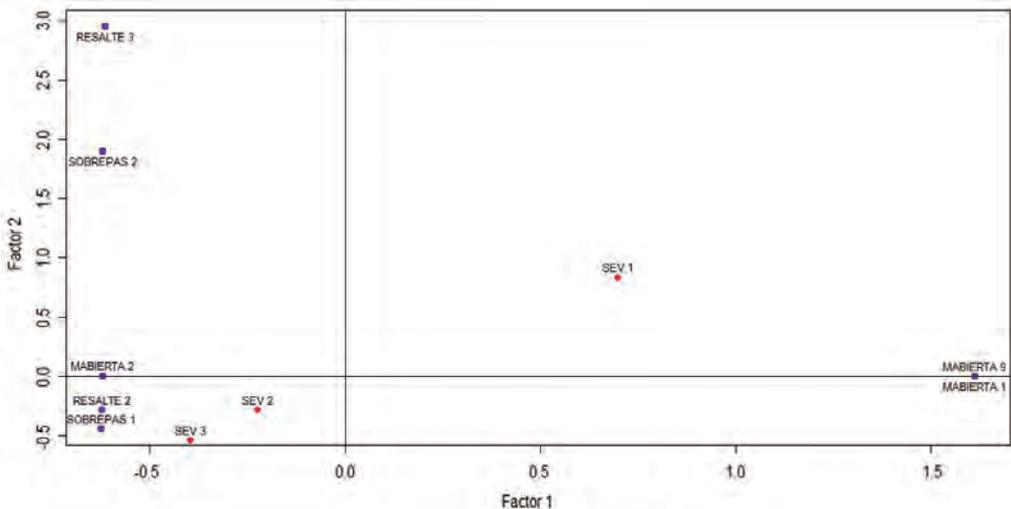


Figura 6.4: Primer plano factorial para el bloque de mordida abierta

Con coordenadas positivas (ver *Apéndice E.4.3*), las modalidades *presenta mordida abierta omordida abierta no registrable* y *no corresponde para resalte y sobrepase* tienen las mismas coordenadas, y se encuentran superpuestas. Esto se debe a que estas variables se encuentran anidadas.

Las contribuciones de las tres variables al primer eje son aproximadamente iguales, por lo que no se puede afirmar que una de ellas determina al factor. Este separa a los individuos que presentan *mordida Abierta* de los que no, con coordenadas negativas los últimos.

La contribución de *resalte* al segundo eje factorial es de casi un 50% al igual que *sobrepase*. Se observa claramente que este factor ubica con coordenadas negativas a los individuos que presentan valores normales de estas dos variables y con coordenadas positivas a los que no.

El *grado de severidad* se encuentra definido (ver *Sección 4.5*) por este bloque de variables y al de *mordida cruzada*. En este caso, la proyección de esta variable es de interés no para confirmar la existencia de asociación, sino para ver como se vincula cada modalidad con las variables del bloque. En este caso se observa la proximidad entre *maloclusión severa* y la presencia de *mordida abierta*. Las otras dos categorías se encuentran cercanas a las modalidades que implican valores normales en las variables de este bloque, por lo que se podría concluir que la *maloclusión* más moderada no se encuentra determinada por los rasgos anómalos ni de *resalte* ni de *sobrepase*.

Dado que la dimensión de este bloque se reduce a dos, se decide trabajar con las tres variables originales en lugar de los ejes factoriales encontrados en la construcción del algoritmo de clasificación, ya que la ganancia obtenida por reducir una variable no compensa la dificultad de interpretación que genera incluir a los factores.

6.5. Mordida cruzada

En este bloque de variables se decide trabajar con tres ejes factoriales, luego de analizar los valores de la inercia inicial y de los índices de Benzecrí y de Greenacre, explicando 16,1% de la inercia inicial, un 95% de la inercia para el primer indicador y un 42,4% para el segundo (ver *Apéndice E.5*). El tercer componente no tiene una interpretación clara, por lo que el análisis se limitará al primer plano factorial.

Las variables que más contribuyen a la formación del primer eje son *plano terminal* con un 49% y *relación molar* con el 43,5%. Este eje ubica con coordenadas positivas (ver *Apéndice E.5.3*) a los individuos que les corresponde medir el *plano terminal*, y del lado opuesto a los que les corresponde medir *relación molar*.

Las mayores contribuciones al segundo eje las tienen *mordida cruzada* con un 36,2% y *relación de caninos* con un 24%. Como se observa en el gráfico, discrimina entre los que presentan anomalías y los que no para estas dos variables.

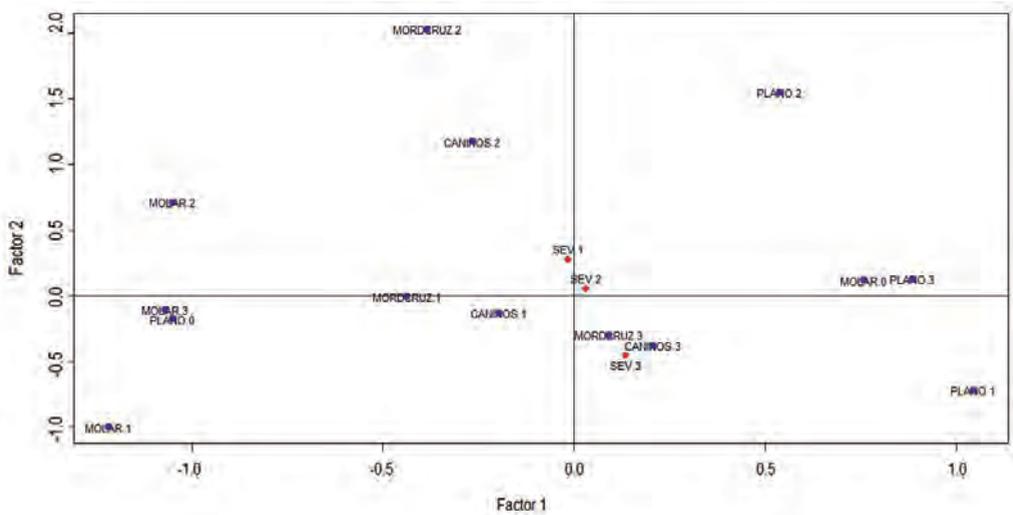


Figura 6.5: Primer plano factorial para el bloque de mordida cruzada

Se observa una fuerte asociación entre los que no presentan *maloclusión* y los que no presentan ningún rasgo anómalo en *mordida cruzada* y en *relación de caninos*.

En este bloque sucede lo mismo que en el anterior: el número de componentes necesarios que deben retenerse no implica una reducción significativa de la cantidad de variables, por lo cual se opta por trabajar con éstas últimas y no con los factores.

6.6. Conclusiones

Del análisis anterior se obtiene que:

- Para todos los casos se observa una mayor dispersión de los rasgos anómalos de las variables: o sea, en relación, la cantidad de combinaciones de variables es mayor para lo que presentan rasgos anómalos que para los que no;
- El grado de severidad no se encuentra asociado con las *características orofaciales*, ni con las variables de *espacios y dimensiones*. En el caso de los *hábitos* se observa una cercanía de *maloclusión severa a deglución atípica*, pero como esta modalidad es baricéntrica no se puede afirmar que existe una asociación fuerte entre ambas;
- La maloclusión severa se encuentra relacionada con la presencia de *mordida abierta*. No existe una vinculación clara de *presenta maloclusión* con ningún rasgo de las variables de los bloques de *mordida abierta* y de *mordida cruzada*. Los que no presentan maloclusión sí se encuentran fuertemente asociados con los que presentan valores normales de las variables de estos bloques.

Se concluye entonces que, salvo el caso de *deglución atípica*, no se identifica ningún factor de riesgo asociado a las características orofaciales, ni a los hábitos, ni al bloque de espacios y dimensiones. Las modalidades del *grado de severidad* sólo se encuentran asociadas con las variables de los bloques que la definen, el de *mordida abierta* y el de *mordida cruzada*.

Para un mejor análisis de los factores de riesgo, sería necesario un estudio de tipo longitudinal, debido a que con datos de tipo transversal, como en este caso, no se capta la influencia de ciertas características que para incidir en las variables determinantes de la maloclusión, requieren una cierta duración e intensidad por un período prolongado, como es el caso de los *hábitos*.

Para la construcción del modelo predictivo de clasificación, se tomarán entonces como insumo a los factores obtenidos en los bloques anteriores a excepción de los de *mordida abierta* y *mordida cruzada*, y a las características personales de los individuos: *edad*, *género*, *departamento* y *estado nutricional*, reduciendo la cantidad de variables a incluir a menos de la mitad (de treinta a trece).

Análisis de grupos

EL objetivo de este capítulo es encontrar grupos que caractericen las distintas manifestaciones de la *maloclusión*. La construcción de una tipología de individuos ayudará a diferenciar los rasgos de los individuos que presentan los distintos grados de severidad.

El análisis se realiza en base a las variables sintéticas obtenidas mediante el *ACM* por bloques. Los factores a incluir son los primeros de los bloques de *características orofaciales* y *hábitos*; y los primeros y segundos de los bloques de *espacios y dimensiones*, *mordida abierta* y *mordida cruzada*.

Previo al *análisis de grupos*, los factores deben recibir el mismo tratamiento que en el caso del *AFM*, como se fundamenta en el *Apéndice D.2*. Se ponderan por el inverso de su valor propio asociado, para equilibrar la influencia de los grupos de variables¹. Se realiza un análisis de tipo jerárquico, utilizando al método de Ward (ver *Subsección D.3.3*) como criterio de agregación.

Para la caracterización de los grupos se analiza la existencia de diferencias en la composición de los mismos según las distintas variables, mediante las frecuencias de las mismas. Aquella variable que tenga la misma presencia en cada uno de ellos no es la que caracteriza al grupo. Para los casos en donde las diferencias sean importantes, se analiza para cada modalidad de la variable cuál es su distribución entre los grupos obtenidos.

En la *Sección 7.1* se analizan las salidas del programa y se determina la cantidad de grupos. En la *Sección 7.2* se describe la tipología de individuos obtenida.

7.1. Determinación del número de grupos

La tabla resume la historia de agregación de los grupos, y el valor de los tres indicadores utilizados como reglas de detención: el R^2 , el *Pseudo F* y el *Pseudo T* (ver *Subsección D.3.4*). En el R^2 se observa una ‘convergencia’ hacia un determinado valor del indicador, por lo que el número de grupos se determinará a partir de las otras reglas de detención. En el *Pseudo F* se observa un máximo relativo, y en el *Pseudo T* una caída significativa del indicador en la tercer fila contando desde la última, por lo que se decide entonces trabajar con tres grupos.

1. De todas las potencialidades del *AFM* sólo se trabajó en la reducción de dimensiones, y se utilizó la ponderación, no realizando el análisis de grupos de tablas.

Obs.	History	Freq	Rcuad	psF	psT
3488	3454	493	0.5183834	313.1253	67.1291
3484	3452	382	0.5043436	323.0184	101.4729
3485	3464	441	0.4899675	335.5583	116.8267
3468	3491	572	0.4743777	350.3733	75.6528
3472	3493	617	0.4577411	368.7826	119.1464
3476	3481	361	0.4404534	393.1308	110.6242
3487	3486	791	0.4083964	402.3421	251.2232
3495	3490	798	0.3667026	405.0943	239.4068
3497	3489	1391	0.3191426	410.0272	367.1671
3496	3498	1159	0.2658679	422.5114	242.9491
3499	3492	1773	0.2087366	461.7849	344.0344
3501	3494	2345	0.1084116	425.8213	485.3863
3500	3502	3504	0.0000000	NaN	425.8213

7.2. Análisis y descripción de los grupos

7.2.1. Grupo 1: Individuos con presencia de mordida abierta

En este grupo el total de individuos con *Maloclusión* es del 90,8%, de los cuales el 57,9% presenta *Mordida Abierta* (ver Cuadro 7.2). Cabe destacar que del total de individuos que presentan esta modalidad el 90,3% (ver Apéndice C.5) se encuentran en este grupo, con un 81,7% que presenta *maloclusión severa*.

Gr. de severidad	Frecuencia	Ptje.
Maloclusión severa	552	47,6 %
Presenta maloclusión	501	43,2 %
No presenta maloclusión	106	9,2 %
Total	1159	100 %

Tabla 7.1: Frecuencia de *grado de severidad* para el grupo 1

Mord. abierta	Frecuencia	Ptje.
Si	671	57,9 %
No	244	21,1 %
No reg.	244	21,1 %
Total	1159	100 %

Tabla 7.2: Frecuencia de *mordida abierta* para el grupo 1

Se observa que aproximadamente el 90% presenta *deglución atípica*, confirmando la asociación observada en el *análisis factorial* (Sección 6.2) de esta variable con *maloclu-*

sión severa. Los que no presentan *maloclusión* de este grupo tienen *mordida abierta no registrable*. Se observa además, frecuencias superiores a la media de *Apiñamientos* y de anomalías en el bloque de *espacios y dimensiones*.

7.2.2. Grupo 2: Individuos con maloclusiones asociadas al bloque de mordida cruzada

En este caso el porcentaje de *maloclusión severa* es del 4,6 %. El 96 % de los individuos no presenta *mordida abierta*, y un porcentaje aproximadamente igual de valores normales en *resalte* y *sobrepase* (ver Cuadro 7.4).

Gr. de severidad	Frecuencia	Ptje.
Maloclusión severa	81	4,6 %
Presenta maloclusión	1116	62,9 %
No presenta maloclusión	576	32,5 %
Total	1773	100 %

Tabla 7.3: Frecuencia de *grado de severidad* para el grupo 2

La maloclusión severa se debe en este caso a la presencia de más de dos rasgos anómalos en el bloque de *mordida cruzada*. El alto porcentaje de *presenta maloclusión* se debe a un número elevado de individuos que presentan una única anomalía en este bloque. El 84,7 % del total de individuos que no presentan maloclusión se encuentra en este grupo. También se observa una tendencia hacia la no presencia de hábitos ni de características orofaciales anómalas.

Mord. abierta	Frecuencia	Ptje.	Resalte	Frecuencia	Ptje.	Sobrepase	Frecuencia	Ptje.
Si	72	4,1 %	N/C	84	4,7 %	N/C	84	4,7 %
No	1689	95,3 %	0 a 6 mm	1676	94,5 %	BaB a 2/3C	1652	93,2 %
No reg.	12	0,7 %	Más 6 mm	4	0,2 %	Más 2/3C	13	0,7 %
NA	0	0 %	NA	9	0,5 %	NA	24	1,4 %
Total	1773	100 %	Total	1773	100 %	Total	1773	100 %

Tabla 7.4: Frecuencias de *mordida abierta*, *resalte* y *sobrepase* para el grupo 2

7.2.3. Grupo 3: Individuos con maloclusiones asociadas al resalte y al sobrepase

En este grupo no hay individuos *sanos*, y el 71,3 % presenta *maloclusión severa*. En este caso, ningún individuo presenta *mordida abierta*: un 78,7 % presenta *sobrepase de más de 2/3 de corona*, y un 36,9 % de *resalte de mas de 6 mm*. (ver Cuadro 7.6). Aproximadamente un 98 % del total de individuos que presentan estas modalidades se encuentran concentrados en este grupo. El 75 % presenta dos o más deformaciones en los bloques de variables de *mordida abierta* y de *mordida cruzada*, lo que implica que sólo un 4 % presenta anomalías en el mismo bloque.

Gr. de severidad	Frecuencia	Porcentaje
Maloclusión severa	408	71,3 %
Presenta maloclusión	164	28,7 %
No presenta maloclusión	0	0 %
Total	572	100 %

Tabla 7.5: Frecuencia de *grado de severidad* para el grupo 3

Mord. Abierta	Frecuencia	Ptje.	Resalte	Frecuencia	Ptje.	Sobrepase	Frecuencia	Ptje.
Si	0	0 %	0 a 6 mm	353	61,7 %	BaB a 2/3C	114	19,9 %
No	572	100 %	Más 6 mm	211	36,9 %	Más 2/3C	450	78,7 %
No Reg.	0	0 %	NA	8	1,4 %	NA	8	1,4 %
Total	572	100 %	Total	572	100 %	Total	572	100 %

Tabla 7.6: Frecuencias de *mordida abierta, resalte y sobrepase* para el grupo 3

Sobrepase				
Resalte	BaB a 2/3C	Más 2/3C	NA	Total
0 a 6 mm	0	353	0	353
Más 6 mm	114	89	8	211
NA	0	8	0	8
Total	114	450	8	572

Tabla 7.7: Tabla de contingencia entre *resalte y sobrepase* para el grupo 3

Si se analiza la relación entre *resalte* y *sobrepase* para este grupo, se observa que sólo 89 (un 15,5 %) presenta problemas en ambas variables, de los cuales 48 presentan en total cuatro rasgos anómalos (casi el máximo). De los 408 que presentan *maloclusión severa* un 34,8 % presentan problemas en *sobrepase* pero no en *resalte*. Estos casos presentan un total de dos anomalías, y casi un 20 % suman en total tres y sólo presentan este tipo de problemas en este bloque de variables. Se deduce entonces, que la presencia de *sobrepase de más de 2/3 de corona* en este grupo implica en la mayoría de los casos más de un rasgo anómalo en el bloque de *mordida cruzada*.

Se puede concluir entonces que las diferencias entre los individuos de los distintos grupos radican en la forma en que se presenta la *maloclusión*: en el primer caso por *mordida abierta*, en el segundo por *mordida cruzada*, y en el tercero por *resalte* y *sobrepase*. Las más leves se encuentran en el segundo grupo y las más severas en el tercero, encontrándose individuos hasta con cinco patologías (el máximo posible).

Construcción de un algoritmo predictivo de clasificación

EL objetivo de este apartado es encontrar un algoritmo de clasificación de los individuos para la determinación del *grado de severidad* de la maloclusión. Esta variable constituye la variable de respuesta, con tres categorías:

1. presenta maloclusión severa;
2. presenta maloclusión;
3. no presenta maloclusión.

La técnica a utilizarse para la elaboración del modelo es la de *Árboles de Clasificación (CART)*. Se incluyen como variables explicativas las características personales de los individuos: *departamento, edad, IMC y etnia*, y los factores encontrados por bloques de variables *características orofaciales, hábitos, espacios y dimensiones*, y las variables originales relacionadas con *mordida abierta y mordida cruzada*.

La construcción se realiza ponderando las observaciones por sus correspondientes pesos muestrales.

8.1. Resultados obtenidos

Se obtiene como resultado un árbol con quince nodos terminales. Se encuentra en su forma de máximo crecimiento, o sea, la cantidad de nodos es la máxima que se puede obtener. En este caso no es necesario recurrir a la poda, ya que tiene una estructura de fácil interpretación. De todas formas se podría optar por tener un árbol aún más sencillo, pero incrementando los errores de clasificación.

El error de clasificación es de un 1,8 % global. Por categoría el error máximo se da en *No Presenta maloclusión*, y es de un 3,5 %. Como se observa en el gráfico las únicas variables que se incluyen son las del bloque de *mordida abierta* y las del bloque de *mordida cruzada*. La ausencia de los factores obtenidos del resto de los bloques implica que el *grado de severidad* no se encuentra determinado por estas variables. **Las características personales de los individuos tampoco aparecen como determinantes de la maloclusión.**

La variable que discrimina en primer lugar es *sobrepase*, separando en la rama izquierda a las categorías que implican una deformación (*sobrepase de más de 2/3 de Corona*)

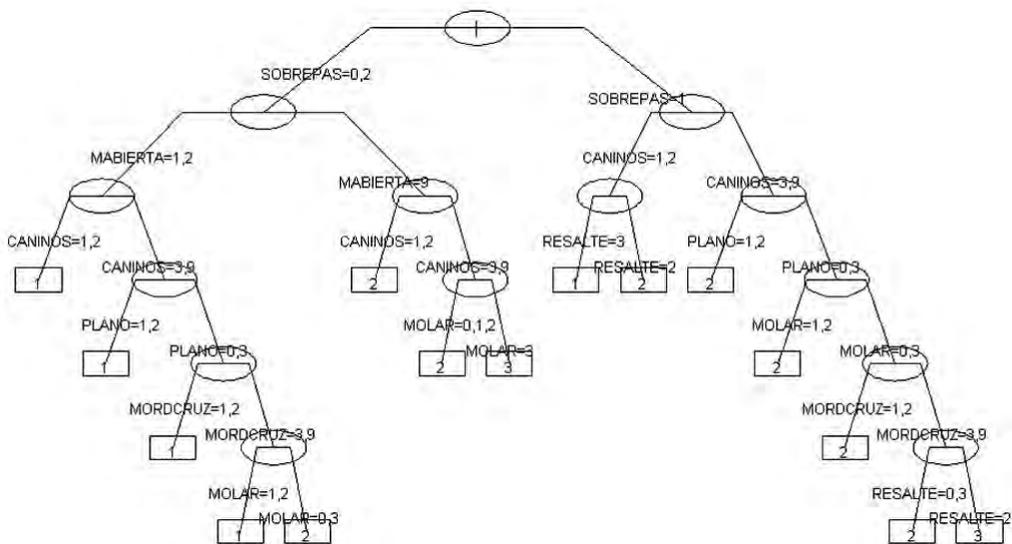


Figura 8.1: Arbol de clasificación para *grado de severidad*

Observados	Predicción			Total	Ptje. Correcto
	Maloclusión severa	maloclusión	No presenta maloclusión		
Maloclusión Severa	16503	339	0	16842	98,5 %
Maloclusión	242	28514	398	29154	98,7 %
No presenta maloclusión	0	18	10918	10936	96,5 %
Total	16745	28871	11316	56932	98,2 %

Tabla 8.1: Concordancia entre las predicciones y los valores observados

o que pueden implicarla (*no corresponde*). Siguiendo por esta rama, la segunda variable en importancia es *mordida abierta*, y en la rama derecha *relación caninos*. Cabe destacar que el hecho de que la primera separación esté determinada por *sobrepase*, implica que en la rama izquierda no aparezca la variable *resalte*, ya que cuando no corresponde medir el *sobrepase* tampoco corresponde medir *resalte*. Esta última variable sólo aparece del lado derecho de la rama, en donde se encuentran los casos que no presentan *mordida abierta* o *mordida abierta no registrable*.

A grandes rasgos se puede decir que siempre que se encuentre un camino con una única deformación, se clasifica al individuo como que presenta *maloclusión*. Si se encuentra más de una, y que además se observa en estos casos de que esto implica una deformación en cada bloque de variables, se clasifica al individuo en *maloclusión severa*. En el caso de que no presente ninguna deformación, se clasifica como sano.

Como se puede observar hay sólo dos nodos terminales con etiqueta '*no presenta maloclusión*', uno de cada lado del gráfico. Del lado izquierdo, se encuentra dentro del nodo de *mordida abierta no registrable*. Del lado derecho, se encuentra al final, luego de seguir el camino que no implica ninguna deformación. En el primer nodo se encuentra el 7,1 % de los que no presentan *maloclusión*, y en el segundo el 89,5 %. El porcentaje que resta corresponde a los clasificados incorrectamente. A su vez, el 90 % de los sanos presenta *sobrepase 'BaB a 2/3 de corona'*, lo que se corresponde con el hecho de que esta variable sea la primera en discriminar. Se observa además que un 77,3 % de los individuos del primer nodo pertenecen al primer grupo de la tipología, y un 93,5 % del segundo nodo pertenece al segundo, confirmando las diferencias encontradas entre los *sanos* de ambos grupos.

Los nodos terminales que clasifican a los individuos en la categoría '*maloclusión severa*' en total son cinco, de los cuales cuatro se encuentran en la rama izquierda del árbol. El 90,2 % de los individuos que tienen *maloclusión severa* presenta *mordida abierta* o tiene *sobrepase de más de 2/3 de corona* por lo cual se ubican a la izquierda del gráfico. El que se encuentra en la rama derecha es el que no implica deformación en *sobrepase*, pero sí en *resalte* y en *relación caninos*.

Los nodos que clasifican en la categoría "*presenta maloclusión*" se encuentran en su mayoría en la rama derecha, siempre al final de un camino que encuentra una única deformación. El porcentaje mínimo de individuos pertenecientes al segundo grupo de la tipología es de un 85 %.

Cabe destacar que en los casos de variables anidadas como *mordida abierta con resalte* y *sobrepase*, y *mordida cruzada con plano terminal* y *relación molar*, y a su vez estas dos últimas, se debe tener el cuidado de seguir manteniendo estas relaciones al interpretar el árbol, o sea, por ejemplo, para la rama izquierda, a continuación de *no corresponde sobrepase* debe leerse *presenta mordida abierta*, ya que si se leyera *no presenta mordida abierta* se caería en una inconsistencia. Lo mismo para *sobrepase de más de 2/3 de Corona*, que se corresponde con *no presenta mordida abierta*. ¿Por qué ambos casos se encuentran

ubicados en el mismo lugar? Porque son los dos casos que implican una deformación, y es lo que está discriminando esta variable. Debe tenerse la misma precaución con el resto de las variables que se encuentran anidadas.

De los individuos que presentan *maloclusión severa* clasificados correctamente, un 65,7% es clasificado en el primer nodo, y un 16,4% en el segundo, lo que significa que un 82,1% de los individuos que presentan esta categoría se debe a que presentan *mordida abierta* y *relación caninos* no neutra o *plano terminal* no recto. Se puede concluir entonces, además, que las combinaciones de variables que llegan a los nodos 3, 4 y 9 al ser un porcentaje pequeño de los individuos de esta categoría, son raras de encontrar.

En el caso de los que presentan *maloclusión* no existe una concentración tan clara como la anterior, pero el 37,4% se encuentra en el nodo 10, un 21,5% en el 11, y un 15,4% en el 5. El primero se debe a *relación de caninos* no neutra, el segundo a *plano terminal* no recto, y el tercero a *presenta mordida abierta*. O sea que un 74,3% de los individuos que presentan *maloclusión* clasificados correctamente poseen una de estas tres variables.

A continuación se presenta un ejemplo de como utilizar el árbol para la clasificación de un individuo. Supongamos que hay tres individuos que presentan los siguientes valores para las variables del algoritmo:

individuo	Mordida			Mordida cruzada	Plano terminal	Relación molar	Relación caninos	Gr. de severidad
	abierta	Resalte	sobrepase					
1	2	3	2	3	1	2	2	1
2	2	2	1	3	3	3	3	3
3	2	2	1	3	3	3	1	2

El individuo 1 se clasifica con *maloclusión severa*. Nótese que los valores de *mordida cruzada*, *plano terminal* y *relación molar* no inciden en la clasificación, ya que ésta se encuentra determinada por *sobrepase*, *mordida abierta* y *relación caninos*, siguiendo el orden de importancia de las mismas. El individuo 2 no presenta ninguna deformación, por lo que es clasificado como *sano*. El tercer caso se clasifica en *presenta maloclusión*, es un individuo que sólo presenta problemas en *relación de caninos* en ambos planos laterales.

A manera de síntesis se puede decir que:

- las variables más importantes para la determinación del *grado de severidad* son *sobrepase*, *mordida abierta* y *relación de caninos*;
- la *maloclusión severa* se manifiesta a través de la presencia de *mordida abierta* en combinación con alguna otra variable, principalmente *relación de caninos*;
- la presencia de una sólo patología es más frecuente en el bloque de variables de *mordida cruzada*, por lo que la *maloclusión* moderada se encuentra más asociada a éstas;

- los casos que presentan *mordida cruzada posterior lingual y relación molar no neutra* son manifestaciones atípicas, encontrándose en los nodos terminales, con una baja frecuencia.

Se obtiene entonces, un modelo predictivo sencillo, con un porcentaje de error en las predicciones de un 1,8 %.

Conclusiones

1. El objetivo de este trabajo consistía en la elaboración de un modelo predictivo para el grado de severidad de la maloclusión. Se logra construir un árbol de clasificación sencillo de interpretar y con un alto poder predictivo, con un porcentaje de predicciones correctas de un 98,2%.
Esto permitirá conocer y manejar la población uruguaya para poder planificar medidas preventivas específicas en la generalidad de los niños dentro de ese grupo etario y diseñar planes de salud bucal donde las maloclusiones tengan su estrategia masiva de tratamiento para quienes presenten clínicamente factores de riesgo de maloclusión.
2. El grado de severidad de la maloclusión solo depende de las variables de los bloques de mordida abierta y mordida cruzada, siendo la más importante el sobrepase, seguidas de mordida abierta y relación de caninos.
3. La no inclusión de los factores obtenidos en el análisis por bloque, ni de las características personales de los individuos en el algoritmo de clasificación implican que no son determinantes del grado de severidad. Sin embargo, es probable que sea necesario la inclusión del factor tiempo para analizar la asociación de estas variables con la maloclusión. Los hábitos deformantes y los rasgos orofaciales anómalos pueden no ser determinantes hoy, pero sí en un futuro.
4. La tipología de individuos encontrada revela tres formas de manifestación de la maloclusión:
 - la primera, por la presencia de mordida abierta;
 - la segunda, asociada a las variables del bloque de mordida cruzada y con una única patología;
 - por último por la presencia de resalte y sobrepase;
5. Las maloclusiones más severas se encuentran asociadas al bloque de mordida abierta.
6. Las maloclusiones asociadas a la presencia de mordida abierta son más frecuentes que las asociadas al sobrepase. La categoría presenta maloclusión se encuentra más relacionadas con las patologías en el bloque de mordida cruzada que con el de

mordida abierta, debido a que la frecuencia de la presencia de una única anomalía es mayor en el primer bloque que en el segundo.

7. Se observa que la manifestación de rasgos anómalos es más variable que la de los rasgos normales.
8. De la comparación de los resultados del análisis, con y sin ponderación, se observa que la reponderación realizada afecta la asociación entre variables y por lo tanto al algoritmo de clasificación.

En el análisis general del trabajo se encuentran dificultades para el análisis estadístico a resolver tales como:

1. Considerar una categoría más en la variable de respuesta, recategorizar a los que presentan *maloclusión* en *maloclusión leve*, *maloclusión moderada* y *maloclusión severa*. El considerar sólo dos niveles de maloclusión hace muy heterogénea a maloclusión no severa, al encontrarse combinaciones de variables muy distintas bajo la misma categoría.
2. Seleccionar aleatoriamente la muestra de individuos.
3. Mejorar en el cuestionario en los siguientes puntos. tratamiento de la modalidad 'No registrable', ya que es imposible consistenciar las cantidades sin saber exhaustivamente cuáles son las piezas ausentes, principalmente en las variables referidas a incisivos. Incorporar un grupo de preguntas acerca de la frecuencia de visitas al odontólogo. Realizar una entrevista familiar, procurando evidenciar los hábitos y costumbres relacionados con el posible desarrollo de trastornos oclusales.
4. Cambiar el diseño metodológico del estudio por uno de tipo de tipo longitudinal para analizar los cambios a través el tiempo, ya que el análisis de tipo transversal (*cross section*) no capta ciertos fenómenos, las consecuencias de los hábitos deformantes por ejemplo no son inmediatas, y se ven con el paso del tiempo.

Parte III

Apéndices

Ficha epidemiológica de registro de maloclusiones en niños en edad escolar

Se Utilizó una ficha epidemiológica codificada diseñada por el Instituto de Estadística de la Facultad de Ciencias Económicas y Administración Udelar, para ser aplicada en niños con dentición mixta.

Los códigos y criterios se explican detalladamente y se basan en los criterios propuestos por la OMS. Esta ficha epidemiológica cumple los siguientes requisitos:

- se aplica en niños en edad escolar con dentición mixta;
- permite registrar y obtener información sobre prevalencia y severidad de las maloclusiones;
- los registros obtenidos permiten profundizar en el conocimiento etiológico de las disgnacias.

Este instrumento codificado es: objetivo, reproducible, sencillo y de fácil aplicación. Los operadores deberán ser calibrados para realizar juicios clínicos lo más exactos posible de manera de minimizar las variaciones intra e interoperadores.

1-Departamento <input type="text"/>		2-Nombre <input type="text"/>	
3-Localidad <input type="text"/>	4-Matricula <input type="text"/>	Peso <input type="text"/> kgs	Talla <input type="text"/> cms
Escuela <input type="text"/>	Fecha Nacimiento <input type="text"/>		Etnia <input type="text"/>
Fecha <input type="text"/>	DD MM AA	Edad <input type="text"/>	Sexo 1 Masculino <input type="text"/> 2 Femenino <input type="text"/>
		Etnia 1 Blanco <input type="text"/> 2 Negro <input type="text"/> 3 Amarillo <input type="text"/> 4 Amerindia <input type="text"/>	

Antecedentes Ortopédicos 1 Si <input type="text"/> 2 No <input type="text"/>	Fonación 1 Correcta <input type="text"/> 2 Defectuosa <input type="text"/>	Asimetría Facial 1 Presenta <input type="text"/> 2 No presenta <input type="text"/>	Perfil 1 Post Diverg <input type="text"/> 2 Recto <input type="text"/> 3 Ant Diverg <input type="text"/>	Resalte Mandibular Anterior 1 Presenta <input type="text"/> 2 No presenta <input type="text"/>	Cierre Labial 1 Normal <input type="text"/> 2 Anormal <input type="text"/>
---	---	--	--	---	---

7-HABITOS

7.1 Succión Digital 1 Si 2 No <input type="text"/>	7.2 Degluc. atípica 1 Si 2 No <input type="text"/>	7.3 Resp BUCAL 1 Si 2 No <input type="text"/>	7.4 Usa CHUPETE 1 Si 2 No <input type="text"/>	7.5 Usa MAMADERA 1 Si 2 No <input type="text"/>	7.6 Tiene BRUXISMO 1 Si 2 No <input type="text"/>	7.7 Tiene ONICOFAGIA 1 Si 2 No <input type="text"/>
--	--	---	--	---	---	---

8 Línea Media 1 Normal <input type="text"/> 2 Desviada <input type="text"/> 9 No Registrable	9 FRENILLO ANOMALO		
	9.1 Labial Superior 1 Si <input type="text"/> 2 No <input type="text"/>	9.2 Labial Inferior 1 Si <input type="text"/> 2 No <input type="text"/>	9.3 Lingual 1 Si <input type="text"/> 2 No <input type="text"/>

10 Alteración de la Secuencia 1 Presenta <input type="text"/> 2 No Presenta <input type="text"/>	11 DIASTEMAS		
	11.1 Central Superior 1 Si <input type="text"/> 2 No <input type="text"/> 9 No Registrable	11.2 Superior 1 Si <input type="text"/> 2 No <input type="text"/> 9 No Registrable	11.3 Inferiores 1 Si <input type="text"/> 2 No <input type="text"/> 9 No registrable

12.1 Apilamiento Anterior		13 Mordida Abierta Anterior 1 Si <input type="text"/> 2 No <input type="text"/> 9 No registrable <i>Si marca 1 a 9 marque 0 en 14 y 15 y pase a 16</i>
12.1 Superior 1 Presenta <input type="text"/> 2 No Presenta <input type="text"/> 9 No Registrable	12.2 Inferior 1 Presenta <input type="text"/> 2 No Presenta <input type="text"/> 9 No Registrable	

Figura A.1: Ficha a

<p>14 RESALTE</p> <p>1 Mordida Cruzada anterior</p> <p>2 De 0 a 6 mm</p> <p>3 De 6.1 mm a 9 mm</p> <p>4 Mas de 9 mm</p>	<p>15 SOBREPASE</p> <p>1 Ba 8 a 2/3 COR</p> <p>2 De 2/3 COR a 1 COR</p> <p>3 Mas de 1 COR</p>																								
<p>LADO DERECHO</p> <p>16.1 Mordida Cruzada Posterior Lingual</p> <p>Si marcó 1 marque 0 en 17 y 18 y pase a 19</p> <p>1 Si</p> <p>2 No</p> <p>9 No Registrable</p> <p>17.1 Plano Terminal</p> <p>Si Tiene REL de 1º Molar establecida marque 0 (No se registra) y pase a 18</p> <p>1 Recto</p> <p>2 ESC Distal</p> <p>3 Esc Mesial</p> <p>18.1 Relación Molar</p> <p>1 Neutro</p> <p>2 DISTO(CAC)</p> <p>3 DISTO</p> <p>4 MESIO</p> <p>5 MESIO(CAC)</p> <p>9 No corresponde</p> <p>19.1 Relación Caninos</p> <p>1 Neutro</p> <p>2 Mesio</p> <p>3 Disto</p> <p>4 Traba</p> <p>9 No Registrable</p>	<p>LADO IZQUIERDO</p> <p>16.2 Mordida Cruzada Posterior Lingual</p> <p>Si marcó 1 marque 0 en 17 y 18 y pase a 19</p> <p>1 Si</p> <p>2 No</p> <p>9 No Registrable</p> <p>17.2 Plano Terminal</p> <p>Si Tiene REL de 1º Molar establecida marque 0 (No se registra) y pase a 18</p> <p>1 Recto</p> <p>2 ESC Distal</p> <p>3 Esc Mesial</p> <p>18.2 Relación Molar</p> <p>1 Neutro</p> <p>2 DISTO(CAC)</p> <p>3 DISTO</p> <p>4 MESIO</p> <p>5 MESIO(CAC)</p> <p>9 No corresponde</p> <p>19.2 Relación Caninos</p> <p>1 Neutro</p> <p>2 Mesio</p> <p>3 Disto</p> <p>4 Traba</p> <p>9 No Registrable</p>																								
<p>20 Perdida y/o Caries Proximales en dientes Temporarios</p> <p>Marque para Cada pieza</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>55</td> <td>54</td> <td>64</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>85</td> <td>84</td> <td>74</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>0 Perdida</p> <p>1 con Caries Proximal</p> <p>2 Sano</p>	55	54	64	65	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	85	84	74	75	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>21 Primer Molar</p> <p>Marque para Cada pieza</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>16</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>46</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>0 Si el molar no erupciono</p> <p>1 Si está perdido</p> <p>2 Si está Presente</p>	16	26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	46	36	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
55	54	64	65																						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																						
85	84	74	75																						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																						
16	26																								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
46	36																								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
<p>22 Dolores Articulares Espontáneos</p> <p>22.1 DERECHA</p> <p>1 Si</p> <p>2 No</p> <p>22.2 IZQUIERDA</p> <p>1 Si</p> <p>2 No</p>	<p>23 Dolores Articulares Provocados</p> <p>23.1 DERECHA</p> <p>1 Si</p> <p>2 No</p> <p>23.2 IZQUIERDA</p> <p>1 Si</p> <p>2 No</p>																								
<p>24 Ruidos articulares APERTURA</p> <p>24.1 DERECHA</p> <p>1 Si</p> <p>2 No</p> <p>24.2 IZQUIERDA</p> <p>1 Si</p> <p>2 No</p>	<p>25 Ruidos articulares CIERRE</p> <p>25.1 DERECHA</p> <p>1 Si</p> <p>2 No</p> <p>25.2 IZQUIERDA</p> <p>1 Si</p> <p>2 No</p>																								
<p>26 Grado SEVERIDAD</p> <p>1 MALOCCLUSION SEVERA</p> <p>2 MALOCCLUSION</p> <p>3 NO PRESENTA MALOCCLUSION</p>	<p>OPERADOR</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>COORDINADOR</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>	<input type="checkbox"/>																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
<p>27 OBSERVACIONES</p>																									

Figura A.2: Ficha b

Definición de las variables

1. Bloque I: Datos personales de los individuos.

- a) **Departamento:** localidad del país.
- b) **Nombre:** nombres y apellidos.
- c) Localidad a la que pertenece la Escuela.
- d) **Matrícula:** registrada en números. Escuela identificada por números de acuerdo al padrón de ANEP.
- e) **Fecha de nacimiento:** en días, meses y años.
- f) **Etnia:** para identificar la raza del paciente.
 - 1: Blanco.
 - 2: Negro.
 - 3: Amarillo.
 - 4: Amerindio.Esta variable luego fue recodificada en
 - 1: Blanco.
 - 2: No Blanco.
- g) **Fecha:** del día del registro en días, meses y años.
- h) **Edad:** se anota en años.
- i) **Sexo:**
 - 1: Masculino.
 - 2: Femenino.
- j) **Peso:** se anota en kilogramos.
- k) **Talla:** se anota en centímetros.

2. Bloque II: Características Orofaciales.

- a) **Antecedentes ortopédicos:** se interroga al niño si ha usado algún aparato en la boca.
- b) **Fonación:** se investiga alteración en la fonación, tipos de dislalias (sigmatismo-rotacismo). Se observa al niño y se le hace repetir vocablos que contengan fonemas con 'S' y 'R'.

- c) **Asimetría facial:** se observa al niño de frente detectando asimetría de tejidos blandos o duros.
- d) **Perfil:** ubicar el niño derecho mirando el horizonte observando el Plano de Frankfort paralelo al piso. El campo de perfil se delimita en la zona anterior por el punto Glabella (el más profundo en la curvatura frontonasal). En la zona posterior el Plano Orbital perpendicular al Plano de Frankfort que pasa por el punto infraorbitario. Se utilizó una escuadra marcando con un cateto el Plano De Frankfort y con el otro la perpendicular que baja desde el punto Infraorbitario, y una regla que marca el plano anterior del perfil. Observando la ubicación del mentón se registra el perfil.
- e) **Resalte mandibular anterior:** este rasgo se registra sólo cuando todos los incisivos superiores ocluyen a lingual de los incisivos inferiores (borde a borde no se registra como resalte mandibular).
- f) **Cierre labial:** se observa el contacto con los labios, se registra si hay contacto bilabial constante o no.

3. Bloque III: Hábitos

- a) **Succión digital:** se interroga al niño y se observa si presenta en sus dedos de las manos cambio de color, forma o callo.
- b) **Deglución atípica:** se trata de observar sin que el niño se de cuenta varias degluciones inconscientes. Luego en un vaso se coloca una pequeña cantidad de agua y se le pide al niño que trague. Si la deglución es normal se juntan las piezas dentales y los labios ligeramente mostrando escasamente algunas contracciones musculares. La deglución atípica se realiza con los dientes separados, hay contracción de los labios, músculos faciales y mentoniano, interposición lingual. Los músculos elevadores no se contraen.
- c) **Respiración bucal:** se observa al niño sin que se sienta observado. Los labios de los respiradores bucales están separados, y cuando son capaces de respirar por la nariz, no cambian el tamaño o forma de las narinas externas y ocasionalmente contraen los orificios nasales mientras inspiran.
- d) **Usa chupete:** se interroga al niño.
- e) **Usa mamadera:** se interroga al niño .
- f) **Tiene bruxismo:** se observa si existen facetas de desgaste en caninos temporarios y en primeros molares temporarios.
- g) **Tiene onicofagia:** se interroga al niño y se observan las uñas de los dedos.

4. Bloque IV: Espacios y dimensiones

- a) **Línea media OMS:** se observa la relación entre línea media superior e inferior, si se encuentra desplazada en 2 mm o más, independiente si el desplazamiento está en el arco superior o inferior. Cuando alguno de los incisivos se perdió el rasgo es no registrable.
- b) **Frenillo anómalo:** se examinan tres frenillos: labial superior, inferior y lingual.
- **Frenillo labial superior:** el diagnóstico se realiza por el Test de Blanqueamiento, traccionando el labio superior bien hacia arriba y afuera, se pone tenso e isquémico en la papila interincisiva, registrándose como anómalo.
 - **Frenillo labial inferior:** se considera anormal si se constatan alteraciones en el reborde marginal, despegamiento por tironeamiento, diastema interincisivo inferior.
 - **Frenillo lingual:** el frenillo anormal liga la lengua al piso de boca. Si están presentes algunos de los siguientes rasgos el frenillo se considera anormal:
 - la punta de la lengua no toca la mucosa de la papila retroincisiva superior estando con la boca abierta;
 - la punta de la lengua presenta aspecto bífido, forma de corazón;
 - al sacar la lengua fuera de la boca no se puede tocar el pliegue mentoniano;
 - existe diastema interincisivo inferior en el cual cae el frenillo
- c) **Alteración de la secuencia:** referido a la secuencia eruptiva de las piezas dentales decíduas y permanentes.
- d) **Diastemas:** referido a las condiciones de espacio (OMS):
- **Central Superior:** se mide horizontalmente a nivel de las caras mesiales presentando 2 mm o más. Si alguna pieza está perdida es no registrable;
 - **Superior:** diastemas presentes entre los incisivos superiores. Si hay pérdida de dientes, supernumerarios o malformaciones es no registrable;
 - **Inferior:** ídem al punto anterior.
- e) **Apiñamiento anterior:** se realiza solo en el sector anterior incluyendo los cuatro incisivos. El segmento observable se marca desde la cara distal del incisivo lateral hasta la cara distal del incisivo del lado opuesto. No desde la cara mesial de caninos. Se registra la existencia o no de apiñamiento anterior y su ubicación inferior o superior en los ítems 12.1 y 12.2.

5. Bloque V: Mordida abierta

- a) **Mordida abierta anterior (OMS):** el rasgo se registra solo cuando todos los cuatro incisivos superiores no cubren ninguno de los incisivos inferiores visto desde el plano oclusal. La posición borde a borde no se considera como una mordida abierta. Si uno de los incisivos está perdido se registra 9. Si marcó 1 o 9 debe marcar 0 en Resalte y Sobrepase, pasando directamente a mordida cruzada posterior lingual.
- b) **Resalte u *overjet*:** la medición se hace lo más cercana al mm. desde el borde vestibulo incisal del incisivo central superior más prominente, a la superficie vestibular del incisivo central inferior correspondiente, paralelo al plano oclusal.
- c) **Sobrepase u *overbite*:** se mide con los dientes en oclusión anotándose en mm. la relación del segmento incisal en sentido horizontal, desde la cara vestibular de los incisivos Inferiores al borde del incisivo central más prominente. Se coloca una regla apoyando un extremo sobre el incisivo Inferior midiendo sobre el borde incisal superior.

6. Bloque VI: Mordida cruzada

- a) **Mordida cruzada posterior lingual:** este ítem se registra bilateralmente. Si marcó 1- Tiene mordida cruzada marca 0 en los ítems de plano terminal y relación molar, pasando directamente al ítem de relación caninos. Se registra cuando las cúspides vestibulares superiores caen en el surco medio oclusal de los molares inferiores.
- b) **Plano terminal o plano pos-lácteo:** se registra la relación de las caras distales de los molares caducos bilateralmente pudiendo existir tres relaciones:
 - **recto:** cuando coinciden en sentido vertical ambas caras distales;
 - **escalón distal:** cuando la tangente que pasa por la cara distal del segundo molar caduco inferior pasa por detrás de la correspondiente al segundo molar caduco superior, formando un escalón;
 - **escalón mesial:** la tangente que pasa por la cara distal del segundo molar inferior está a mesial de correspondiente del segundo molar caduco superior, formando así el escalónSi tiene relación de molar permanente marque 0 y pase al ítem Relación Molar.
- c) **relación molar:** referida al primer molar permanente en forma bilateral. Este puede ser:
 - **neutro o normal:** cuando la cúspide mesiovestibular del primer molar permanente superior cae sobre el surco mesiovestibular del primer molar permanente inferior.

- **disto (cac)**: cuando la relación es cúspide a cúspide.
 - **disto**: cuando la cúspide mesiovestibular del molar superior cae en el surco distovestibular del molar inferior.
 - **mesio**: cuando la cúspide mesiovestibular del molar superior cae en el surco distovestibular del molar inferior.
 - **mesio (cac)**: cuando la cúspide distovestibular del molar superior coincide con la cúspide central del molar inferior. Esta relación ántero-posterior está referida al molar superior izquierdo.
- d) **Relación caninos**: referida a los caninos decíduos. Se refiere a la relación de las caras distales de los caninos, que se encuentran a una distancia de 2,5 mm entre sí + - 0.5 mm: referida a la llave canina. Se registra la cúspide del canino superior que debe ocluir entre el canino inferior y primer molar inferior.

7. Bloque VII: Molares

- a) **Pérdida y/o caries proximales en dientes temporarios**. Se registra la existencia de caries proximales con espejo visualizando cavidades abiertas con pérdida de sustancia.
- b) **Primer molar**: se refiere al primer molar permanente, se registra con 0-1-2. Cualquier diente permanente que debería haber erupcionado pero no está visible en boca, se registra como perdido. No se tiene en cuenta el motivo de la ausencia. Se registra como perdido los molares que se encuentran con extracción indicada.

8. Bloque VIII: ATM

- a) **Dolores articulares espontáneos**: se registran bilateralmente, mediante palpación en la zona de las ATMs.
- b) **Dolores articulares provocados**: son los que a la palpación siente el paciente. Se registran bilateralmente.
- c) **Ruidos articulares en apertura**: se registran bilateralmente con un estetoscopio localizados en la región de las articulaciones temporomandibulares.
- d) **Ruidos articulares en cierre**: igual al ítem anterior.
9. **Grado de severidad de las maloclusiones**: referida a la prioridad de tratamiento.

- **Código 1: Maloclusión severa**, absoluta prioridad de tratamiento. Este criterio se establece cuando se detecta alguno de los siguientes rasgos:
 - alteraciones genéticas o congénitas;
 - maloclusiones asociadas a fisuras de labio y/o paladar;

- alteraciones congénitas de la ATM con asimetrías faciales, desarrollo asimétrico del cuerpo o forma mandibular, deformaciones severas;
 - alteraciones funcionales graves, importantes asimetrías laterales, grandes desplazamientos.
 - alteraciones traumáticas, maloclusiones consecuentes a heridas, cicatrices, golpes, quemaduras;
 - perfil anómalo. Alteraciones severas del perfil;
 - perfil posterior divergente en 5 mm o más;
 - perfil anterior divergente en 3 mm o más;
 - grandes apiñamientos;
 - resalte mayor de 6 mm;
 - mordida abierta;
 - resalte mandibular en todo el sector incisivo;
 - mordida cruzada posterior lingual cuando es de todo el sector lateral;
 - dolores en la ATM espontáneos;
- **Código 2: Maloclusión**, debería ser tratado. Las anomalías deben ser tratadas en el momento que se detectan.
 - alteraciones funcionales;
 - apiñamientos;
 - resaltes;
 - sobrepase de 2/3 de corona o más;
 - mutilaciones dentarias.
- **Código 3: No presenta maloclusión**, el tratamiento puede postergarse. Anomalías que desde el punto de vista social no implican necesidad de tratamiento.

Estadística descriptiva

C.1. Casos excluidos de análisis

Del análisis de la variable *sexo* se observa que hay 16 individuos con datos faltantes, de los cuales hay seis que no se los puede identificar por su nombre, que se eliminan del análisis. También se eliminan nueve individuos por tener mas de diez datos faltantes.

A su vez, se observa que en muchas variables sucede que hay menos de cinco datos faltantes, lo que perjudicará un análisis posterior al tener tan pocos individuos en esta categoría, por lo que se decide no incluir en el análisis a los mismos. En total son 34 los individuos eliminados.

De las tablas de frecuencias observamos que en la variable *resalte* existe una categoría de ocho individuos, mordida cruzada anterior. Sucede algo similar con pérdidas en primer molar. Se decide no incluirlos en el análisis.

C.2. Recodificación de variables

C.2.1. Variables con modalidades raras

Etnia: Se recategoriza la variable etnia en 'blanco' y 'no blanco' ya que existen muy pocos individuos en la categorías 'amarillo' y 'negro'.

Resalte: Se decide colapsar a las modalidades 'resalte de 6.1 mm a 9 mm' con 'resalte de ms de 9mm' en 'Resalte de ms de 6mm', ya que la última modalidad cuenta con sólo 18 individuos.

Sobrepase: En este caso se colapsan las modalidades 'sobrepase de 2/3 de corona a 1 corona' con 'Ms de 1 corona', en 'sobrepase de ms de 2/3 de corona'.

C.3. Tablas de frecuencias por bloque de variables

C.3.1. Características de los individuos

DEPARTAMENTO	ETNIA	EDAD	SEXO	ESTADO NUT.
Maldonado: 407	Blanco :2659	4: 434	M:1780	Bajo : 241
Rivera : 396	NoBlanco: 845	5: 853	F:1724	Normal:2663
Artigas : 339		6:1462		Sobre : 564
Salto : 334		7: 755		NA : 36
Rocha : 332				

Paysand : 297
(Other) :1399

C.3.2. Características orofaciales

ANT. ORT. FONACION ASIMETRIA FAC.
Si: 41 Correcta :2489 Presenta : 769
No:3441 Defectuosa: 967 No Presenta:2735
NA: 22 NA : 48

PERFIL RESALTE MAND. CIERRE LAB.
Post Diverg.:1107 Presenta : 57 Normal :1916
Recto :2058 No Presenta:3424 Anormal:1518
Ant. Diverg : 294 NA : 23 NA : 70
NA : 45

C.3.3. Hábitos

SUCCION DEGLUC.AT. RESP. BUC CHUPETE MAMADERA BRUXISMO ONICOFAGIA
Si: 435 Si:2897 Si: 669 Si: 154 Si: 277 Si: 149 Si: 734
No:3069 No: 607 No:2835 No:3350 No:3227 No:3355 No:2770

C.3.4. Espacios y dimensiones

LINEA MED. FREN.LING.S FREN.LING.I FREN.LING.
Norm. :1721 Si: 458 Si: 76 Si: 192
Desv. : 992 No:3002 No:3383 No:3267
NA : 21 NA: 44 NA: 45 NA: 45
No Reg.: 770

ALT.SECUENCIA DIAST.CENT.S DIAST.SUP.
Presenta : 45 Si : 783 Si : 664
No Presenta:3459 No :2488 No :2596
NA : 40 NA : 39
No Reg.: 193 No Reg.: 205

DIAST.INF. API.ANT.SUP. API.ANT.INF.
Si : 625 Presenta : 178 Presenta : 736
No :2698 No Presenta:3104 No Presenta:2612
NA : 42 NA : 16 NA : 16
No Reg.: 139 No reg. : 206 No reg. : 140

C.3.5. Mordida abierta

MORD.ABIER.ANT. RESALTE SOBREPASE
Si : 750 N/C :1002 N/C :1020
No :2498 0a6mm :2270 BaB_2/3C:2005
No Reg.: 256 +de6mm: 215 +de2/3C : 463
NA : 17 NA : 16

C.3.6. Mordida cruzada

MORD.CRUZ.P.L.	PLANO TERM.	REL.MOL.	REL.CAN.
Grave: 216	N/C :1511	N/C :2140	Grave: 825
Leve : 424	Grave: 638	Grave: 346	Leve : 728
Sano :2847	Leve : 438	Leve : 280	Sano :1880
N/C : 17	Sano : 917	Sano : 738	N/C : 71

C.3.7. Dientes temporarios y molares

V201	V202
Perdida : 263	Perdida : 221
Con carie prx.: 997	Con carie prx.:1036
Sana :2244	Sana :2247

V203	V204
Perdida : 211	Perdida : 266
Con carie prx.:1076	Con carie prx.:1033
Sana :2217	Sana :2205

V211	V212
No erupcion:2100	No erupcion:2129
Perdido :1404	Perdido :1375
Presente : 0	Presente : 0

V205	V206
Perdida : 496	Perdida : 349
Con carie prx.:1055	Con carie prx.:1179
Sana :1953	Sana :1976

V207	V208
Perdida : 364	Perdida : 516
Con carie prx.:1194	Con carie prx.:1057
Sana :1946	Sana :1931

V213	V214
No erupcion:2092	No erupcion:2122
Perdido :1412	Perdido :1382
Presente : 0	Presente : 0

C.3.8. Grado de severidad de maloclusión

SEVERIDAD	
Maloclusin Severa	:1041
Maloclusin	:1778
No Presenta Maloclusin:	685

C.3.9. Tablas de frecuencias poblacionales de las variables utilizadas para la calibración

DEPARTAMENTO	EDAD	SEXO
Artigas :4601	4 : 7979	Masculino :29588
Cerro Largo :4645	5 :14314	Femenino :29108
Durazno :3573	6 :17601	
Lavalleja :3504	7 :18802	
Maldonado :7088		
Paysand :6671		
Ro Negro :3298		
Rivera :6173		
Rocha :3946		
Salto :7130		
Tacuaremb :5075		
Treinta y Tres :2992		

C.4. Cantidad de patologías

Cantidad de Patologías	Gr. de Severidad Original			Total
	Maloclusión Severa	Maloclusión	No Presenta Maloclusión	
0	57	260	373	690
1	176	554	414	1144
2	320	289	159	968
3	329	214	32	575
4	73	48	3	124
5	2	0	1	3
Total	957	1565	982	3504

C.5. Frecuencias de las modalidades de *mordida abierta* por grupo

Grupo	Presenta		No Presenta		Resalte		Sobrepase	
	Mord. Abierta	Ptje.	Mord. Abierta	Ptje.	+ de 6mm.	Ptje.	+ de 2/3C	Ptje.
1	671	90,3 %	244	9,7 %	0	0 %	0	0 %
2	72	9,7 %	1689	67,4 %	4	1,9 %	13	2,8 %
3	0	0,0 %	572	22,8 %	211	98,1 %	450	97,2 %
Total	743	100 %	2505	100 %	215	100 %	463	100 %

Aspectos metodológicos estadísticos

A continuación se presenta una breve descripción teórica de las herramientas estadísticas utilizadas en el presente trabajo. Por un lado se tienen el análisis factorial (*ACM* y *AFM*) y el análisis de grupos, ambas técnicas descriptivas de análisis exploratorio. Por otra parte se encuentran los *árboles de clasificación y regresión (CART)*, con una menor difusión literaria que las técnicas anteriores, por lo que se hará especial hincapié en sus fundamentos teóricos, presentando un resumen en la **Sección D.4**.

D.1. Análisis factorial

El análisis factorial es una técnica multivariada que pretende describir un conjunto de variables a través de un número reducido de variables sintéticas no observables llamadas factores. Uno de los objetivos es entonces, reducir las dimensiones de la tabla de datos, con una pérdida mínima de información.

Existen diversos métodos de análisis factorial, el *análisis de componentes principales (ACP)* que trata las matrices cruzadas de individuos por variables cuantitativas, el *análisis de correspondencias simple (ACS)*, que manipula tablas de contingencia, el *análisis de correspondencias múltiples* que trabaja con las llamadas tablas disjuntas, en donde se cruzan individuos por variables cualitativas, entre otros.

D.1.1. Análisis de correspondencias múltiples

El *ACM* permite analizar una población de I individuos descritos por J variables categóricas. Una variable categórica representa una propiedad que hace referencia a cualidades del objeto de estudio, que no pueden ser cuantificadas, como el género y la raza.¹

La tabla de datos puede representarse de dos maneras, la primera es mediante la *tabla disyuntiva completa (TDC)*, en donde las filas representan a los individuos y las columnas a las modalidades de las variables. Se definen la siguientes indicadoras:

$$x_{ik} \begin{cases} 1 & \text{si el individuo } i \text{ posee la modalidad } k \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (\text{D.1})$$

por lo tanto, los valores de la *TDC* serán sólo "0" y "1". Las modalidades son excluyentes,

1. La presente Sección se encuentra basada en los textos de B. Escofier y J. Pags, ver [12]

por lo que dentro de una misma variable deberá encontrarse un único "1". Por lo tanto la suma de las filas es la cantidad de variables J . La suma de las columnas es la cantidad de individuos que poseen la modalidad k , I_k .

La segunda forma de representar la tabla de datos es con la *tabla de Burt*, que contiene el conjunto de tablas de contingencia entre variables 2 a 2. La *tabla de Burt* no es exactamente una tabla de contingencia, sino una yuxtaposición de tales tablas. Esta tabla es análoga a una matriz de correlaciones, en el sentido de que resume el conjunto de las relaciones entre las variables tomadas 2 a 2.

En el *ACM* intervienen tres objetos: los individuos, las variables y las modalidades.

1. **Estudio de los individuos:** uno de los objetivos del *ACM* es construir tipologías de individuos. Esta tipología debe basarse en una noción de semejanza tal que dos individuos están tanto más próximos cuanto mayor es el número de modalidades que poseen en común.
2. **Estudio de las variables:** se pueden adoptar dos puntos de vista en el estudio de las variables.
El primero, es el estudio de la relación entre dos variables, que necesita considerar la tabla de contingencia que cruza sus modalidades.
El segundo es el de reducir las dimensiones, o sea, obtener un número pequeño de variables sintéticas numéricas.
3. **Estudio de las modalidades:** una modalidad puede ser considerada según dos puntos de vista:
 - Como variable indicadora definida sobre el conjunto de los individuos. Esto es una columna de la *TDC*.
 - Como clase de individuos de la que se conoce la distribución sobre el conjunto de las modalidades. Sea una fila o una columna de la *tabla de Burt*.

La noción de semejanza entre modalidades depende del punto de vista adoptado. En el primer caso, dos modalidades se parecen tanto más cuanto mayor es su presencia o ausencia simultánea en un gran número de individuos. Las otras modalidades no intervienen. En el segundo caso, dos modalidades se parecen tanto más cuanto mayor o menor es su asociación con las mismas modalidades.

D.2. Análisis Factorial Múltiple (*AFM*)

El *AFM* es una herramienta desarrollada por B. Escofier y J. Pags [12], que permite el análisis simultáneo de variables que se encuentran estructuradas en grupos, equilibrando

la influencia de cada uno de ellos. Los grupos de variables pueden ser de diferente naturaleza y número. Las únicas condiciones son que las variables de un mismo grupo sean de la misma naturaleza (cuantitativa o cualitativa); y que las tablas tengan la misma cantidad de individuos.

La influencia de un grupo de variables en un análisis conjunto se puede dar a través de dos elementos:

- el número de variables. cuanto mayor sea el número, mayor la influencia;
- la estructura del grupo. cuanto más relacionadas se encuentren, más determinan los principales factores.

Una de las formas de ponderar a cada variable dentro de un grupo puede determinarse por el inverso del valor propio asociado al primer eje factorial del *ACM* o *ACP* realizado en cada uno de ellos, denotado como λ_j^1 .

El *AFM* permite estudiar:

- relaciones entre los grupos, además de medir su grado de semejanza;
- relaciones entre las variables de un grupo y las del resto de los grupos;
- semejanzas entre los individuos vistos a través de los diferentes grupos de variables.

Es un método que pone en evidencia factores comunes a todos los grupos, factores comunes a algunos grupos y factores específicos de algunos grupos.

Los objetos de estudio de esta técnica, individuos, variables y grupos de variables, se encuentran situados en los espacios R^K , R^I y R^{K_j} respectivamente, donde K es el número de variables, I el número de individuos y K_j el total de variables en el grupo j .

D.2.1. Influencia de la ponderación de los grupos

A cada grupo de variables j le corresponde una nube que representa los individuos, N_I^j situada en el espacio R^{K_j} . La ponderación que trata de equilibrar el papel de los grupos de variables consiste en dividir por λ_j^1 el peso inicial de cada variable del grupo j . Este coeficiente, al ser idéntico para todas las variables dentro del grupo j , no modifica la forma de la nube N_I^j . En cambio, normaliza estas nubes en el sentido de que, con estos pesos, la inercia máxima de toda nube N_I^j en cualquier dirección vale 1.

Por otra parte, el conjunto de variables se encuentra representado en la nube N_I situada en el espacio R^I . En esta nube el cuadrado de la distancia entre dos puntos i y l es la suma de los cuadrados de su distancia en las N_I^j . Sea i^j el punto i en la nube j , entonces

$$d^2(i, l) = \sum_{j \in J} d^2(i^j, l^j) \quad (\text{D.2})$$

En la distancia entre dos elementos de la nube N_I , la influencia de los distintos grupos no se equilibra si las distancias en las distintas nubes N_I^j son del distinto orden de magnitud. Multiplicar los pesos iniciales de las variables del grupo j por un coeficiente α_j es un medio de equilibrar la influencia de los grupos, puesto que la distancia se calcula entonces como

$$d^2(i, l) = \sum_{j \in J} \alpha_j d^2(i^j, l^j) \quad (\text{D.3})$$

Con la ponderación $\alpha_j = 1/\lambda_j^1$, ningún grupo puede ser preponderante en la primera dirección de inercia de la nube media. No obstante, el número de direcciones de N_I sobre las que influye el grupo j crece con la dimensión de N_I^j .

En el espacio R^I se encuentran situados varios tipos de elementos que se desean estudiar:

1. las variables iniciales;
2. los factores obtenidos del *ACP* o *ACM* de cada uno de los grupos por separado;
3. los factores comunes a varios conjuntos de variables.

En *AFM*, la ponderación de las variables de un grupo tiene en cuenta a la vez el número de variables y su relación.

Los ejes factoriales maximizan la inercia de las proyecciones de todas las variables. La inercia proyectada de cada nube N_I^j puede ser interpretada como la contribución de un grupo. La ponderación de los grupos por $1/\lambda_j^1$ equilibra su influencia en el sentido de que la contribución de un grupo o la construcción de un eje está limitada por el valor 1. Surge de nuevo la idea según la cual:

- ningún grupo puede por sí solo determinar el primer eje;
- un grupo influye sobre más ejes cuanto mayor sea su dimensión.

D.2.2. Implementación

La implementación comprende dos etapas:

En la primera se analiza cada grupo de variables por separado. Esta primera etapa es necesaria para calcular:

- el inverso de valor propio del *ACP* o *ACM* de cada grupo que pondera o sobrepondera las variables en la segunda etapa;
- los primeros factores de cada grupo que se tratan como variables suplementarias en la segunda etapa.

La segunda etapa es un *ACP* conjunto de las variables de todos los grupos ponderadas. Para los grupos cualitativos este *ACP* es aún equivalente a un *ACM*. Obsérvese que un *ACM* es equivalente a realizar un *AFM* en el que cada grupo está constituido por las indicadores asociadas a una misma variable.

D.3. Introducción al análisis de grupos

Es un procedimiento estadístico que parte de un conjunto de datos que contiene información sobre una muestra o población e intenta reorganizarlas en grupos relativamente homogéneos, los cuales son agrupados en función de las similitudes o similitudes entre ellos.²

Se puede estar interesado en determinar ciertas tipologías, en verificar la adaptación a un cierto modelo, o en dividir una población a los efectos de poder profundizar el estudio de ciertos grupos homogéneos respecto a las variables consideradas. La clasificación obtenida dependerá de las variables que se consideren. Se trabaja con datos cuantitativos, donde cada individuo significa una observación en el espacio de las variables.

En el caso de trabajar con variables cualitativas se pueden seguir las siguientes estrategias de análisis:

- realizar análisis factorial y luego utilizar a los factores obtenidos como variables cuantitativas;
- trabajar con matrices de disimilaridades, calculadas con la aplicación de indicadores a las variables cualitativas consideradas;

Hay básicamente dos tipos de análisis de grupos:

1. métodos jerárquicos, que no asumen ningún modelo estadístico para los datos;
2. métodos que asumen un modelo definido para los datos.

D.3.1. Etapas de aplicación de un método de clasificación

1. Se parte de la matriz de datos originales X de I individuos sobre los que miden J características (variables cuantitativas). Generalmente se transforman los datos a través de la estandarización de los mismos.
2. selección de concepto de distancia o similitud: se crea una matriz de distancias D_{IXI} que presenta el grado de semejanzas del individuo i y el individuo j , d_{ij} teniendo en cuenta los J caracteres observados.
3. Selección y aplicación del criterio de agrupación.

2. La presente sección se encuentra basada en el texto de Jorge Blanco *et al.*, ver [13]

4. Determinación de la estructura correcta (elección del número de grupos).

Para poder unir variables o individuos es necesario tener algunas medidas numéricas que caractericen las relaciones entre las variables o los individuos. Cada medida refleja asociación en un sentido particular y es necesario elegir una medida apropiada para el problema concreto que se esté tratando. La medida de asociación puede ser una distancia o una similitud.

D.3.2. Métodos utilizados para determinar el número de grupos

- Método del vecino más lejano (*Complete Linkage Method*): La distancia entre dos grupos es la máxima de las distancias individuales entre los puntos del grupo. Tiende a producir grupos más alargados.
- Método vecino más cercano (*Single Linkage Clustering*): La distancia entre dos grupos es la mínima de las distancias individuales entre un punto de un grupo y un punto del otro. Tiende a producir grupos más esféricos.
- Método del promedio (*Average Method*): La distancia entre los grupos es el promedio de las distancias entre los puntos de un grupo y los puntos del otro. Es un método intermedio entre los dos anteriores.
- Método del centroide (*Centroid Method*): La distancia entre dos grupos es la distancia entre sus centroides.
- Método de Ward (*método de la suma de cuadrados*): Los nuevos grupos se crean de tal manera de que se minimice la suma de cuadrados total de las distancias dentro de cada grupo.

A continuación se concentra la atención en el *método de ward* dado que el análisis realizado se basará en la generación de grupos a través del mismo.

D.3.3. Método de Ward

Al descomponer la variación total en variación en los grupos (*within*) y variación entre los grupos (*between*) y estar frente a una partición dada, el método unirá aquellos grupos que produzcan el efecto de hacer mínima la variación *within* en la nueva partición.

$$T = W + B \tag{D.4}$$

Donde T es la matriz de varianzas y covarianzas del total, W la matriz de varianzas y covarianzas dentro de los grupos y B la matriz de varianzas y covarianzas entre grupos.

El método tiende a unir grupos con pequeño número de observaciones y es fuertemente sesgado hacia la formación de grupos con el mismo tamaño.

D.3.4. Reglas de detención: algunos de los índices más usados

R cuadrado: Establece la relación entre la variación explicada y la variación total, donde la variación explicada la representa la estructura de grupos hallada en cada nivel.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{n_k} \sum_{j=1}^J (x_{(ij(k))} - \bar{x}_{kj})^2}{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (x_{(ij)} - \bar{x}_j)^2} \quad (\text{D.5})$$

En cada etapa de particiones encajadas se observa el valor del indicador y el incremento que se produce en el mismo al pasar de k grupos a $k + 1$ grupos. Si el aporte deja de ser significativo, se opta por trabajar con k grupos.

Regla de Calinski (llamada Pseudo F):

$$pseudoF = \frac{R^2/(k-1)}{(1-R^2)/(n-k)} \quad (\text{D.6})$$

- La denominación de *pseudo F* se refiere a que no es una variable aleatoria con distribución *F*. Para que esto suceda son necesarios los supuestos de normalidad que en la mayoría de los casos no se verifican.
- Empíricamente se han determinado algunas reglas que contribuyen a su utilización:
 - si el indicador crece monótonamente al crecer el número de grupos $k \Rightarrow$ no se puede determinar una estructura clara;
 - si el indicador disminuye monótonamente al crecer el número de grupos $k \Rightarrow$ no se puede determinar claramente la estructura de grupos, pero se puede decir que existe una estructura jerárquica;
 - si el indicador crece, llega a un máximo y luego decrece \Rightarrow la población presenta un número definido de grupos en ese máximo.
- Tiene un buen comportamiento en estructuras de grupos muy compactas y en presencia de distribuciones normales multivariadas.

Test de Duda-Hart y pseudo t^2 : El *pseudo t^2* al igual que el *pseudo F* es un indicador útil para determinar el número de grupos, pero no tiene distribución exacta *t-student*. Está relacionado con el indicador planteado por Duda-Hart, el que compara las trazas de las matrices de varianzas intragrupalas G y L con la traza de la matriz de varianzas que surge al unir los grupos G y L .

$$Duda - Hart = DH = \frac{trW_G + trW_L}{trW_{GL}} \quad (\text{D.7})$$

Lo que se intenta con estos indicadores es determinar la importancia de fusionar dos grupos. En cada paso considera los candidatos a unirse. Se trata de determinar en cada paso si la disminución en la suma de cuadrados residuales (variación intragrupos, o variación en los grupos) como resultado de pasar de k a $k + 1$ grupos es significativa o no. Analizando los valores del *pseudo* t^2 de abajo hacia arriba, de 1 a I , si en el paso $k + 1$ el indicador tiene un valor muy chico con respecto al paso del nivel k entonces es conveniente quedarse con $k + 1$ grupos en lugar de unirlos. Esto significa que el incremento en la heterogeneidad al unir los grupos es muy grande y por tanto no es conveniente su unión.

D.4. Árboles de clasificación (CART)

El método *CART* (Classification and Regression Trees) fue introducido en 1984 por Breiman, Friedman, Olshen y Stone [14]. Es una herramienta de análisis exploratorio de datos con el objetivo de encontrar reglas de clasificación y de predicción. Es uno de los métodos de aprendizaje inductivo supervisado no paramétrico más utilizado. Se aplican en diversas áreas, y se destacan por su fácil interpretación y aplicabilidad.

CART puede ser utilizado tanto en variables independientes categóricas y/o continuas. Si la variable de respuesta es continua, se obtienen árboles de regresión y son de clasificación cuando la variable de respuesta es categórica. Se caracteriza por no requerir una selección a priori de variables, presencia de interacciones o transformaciones de variables. Suele tener una interpretación más fácil que los modelos lineales tradicionales.

La construcción del árbol se basa en tomar, en forma sucesiva distintas decisiones. Se comienza con un nodo raíz que contiene todas las observaciones, este es dividido en subgrupos determinados por la partición de la variable elegida, generando nodos descendentes. Estos subgrupos son divididos usando la dicotomización de una segunda variable, y así sucesivamente hasta alcanzar los nodos terminales, que es cuando se logra un grupo lo más homogéneo posible, obteniéndose la mayor representación de una clase. Se consideran todas las particiones posibles, siendo cada partición jerarquizada según un criterio de calidad. La regla de clasificación es sencilla: en cada nodo de decisión se verifica si el valor de cierta variable es mayor que cierto valor específico. Si es mayor se sigue el camino de la derecha y si es menor el de la izquierda.

Para el proceso de partición existen un conjunto de preguntas binarias \mathcal{Q} . Si la variable es cuantitativa la pregunta será del tipo: $X_m \leq v$ y si la variable es cualitativa la pregunta será del tipo: $x_m \in \mathcal{S}$ siendo \mathcal{S} un subconjunto de (b_1, b_2, \dots, b_L) existiendo L clases posibles para la variable X . Si la respuesta es positiva va a la izquierda y si la respuesta es negativa va a la derecha. Se generan así, nodos “hijos” que surgen de la partición del nodo anterior. El proceso de partición de los nodos culmina con la obtención del árbol máximo, luego se puede proceder a la poda, reduciendo los nodos terminales hasta llegar a un árbol óptimo.

Las particiones tienen como objetivo incrementar la homogeneidad de los subconjuntos resultantes de la misma. Existe asociada a cada partición una *medida de impureza*. Cuando la impureza es mínima las observaciones de un nodo pertenecen a una misma clase, mientras que cuando es máxima, las observaciones de un nodo pertenecen en igual proporción a las distintas clases. La medida de impureza de un nodo, es el resultado de evaluar la *función de impureza* en ese nodo, tomando como información las proporciones $p(j/t)$, probabilidad de que una observación que está en el nodo t pertenezca a la categoría j . Existe una impureza global (para todo el árbol) y la impureza de cada nodo. Llamamos Φ a la función de impureza

$$i(t) = \Phi(p(1/t), p(2/t), \dots, p(J/t)) \quad (\text{D.8})$$

con $p(j/t) = \frac{N_j(t)}{N(t)}$.

Como medidas de impureza se tienen:

1. índice de Gini: $\sum p(i/t)p(j/t) = i(t)$
2. Deviance: $D(t) = -2 \sum n_{jt} p(j|t) \log(p(j|t))$

La evaluación de cada sub-árbol se realiza mediante estimaciones de las tasas de clasificación incorrecta (por sustitución, por muestra de validación o por validación cruzada).

Resumiendo, entre las ventajas de usar *CART* se tiene:

- puede ser aplicado a cualquier tipo de variables predictoras: continuas y categóricas;
- los resultados son fáciles de entender e interpretar;
- puede trabajar con datos faltantes;
- hace automáticamente la selección de variables;
- es invariante a transformaciones de las variables predictoras;
- es robusto a la presencia de *outliers*;
- es un clasificador no paramétrico, es decir que no requiere suposiciones de distribución de probabilidades;
- toma en cuenta las interacciones que pueden existir entre las variables predictoras;
- es rápido de calcular

Entre las desventajas se encuentran:

- el proceso de selección de variables es sesgado hacia las variables con más valores diferentes;
- dificultad para elegir el árbol óptimo;
- requiere un gran número de datos para asegurarse que la cantidad de observaciones en los nodos terminales sea significativa.

D.5. Estimadores de raking generalizado

D.5.1. Introducción

Sea $U = \{1, \dots, k, \dots, N\}$. y_k es el valor de la variable y para el elemento k . El objetivo es estimar $t_y = \sum_U y_k$. El k -ésimo elemento está también asociado a un vector de variables auxiliares x_k , cuyo total se supone conocido. Se va a analizar el caso en el cual t_x está dado en la forma de la suma marginal de una tabla. Una muestra s de tamaño n es escogida mediante un diseño muestral tal que $\pi_k > 0$ y $\pi_{kl} > 0$.³

$$\hat{t}_{y\pi} = \sum_s d_k y_k \quad (\text{D.9})$$

$$d_k = \frac{1}{\pi_k} \quad (\text{D.10})$$

El objetivo es modificar los pesos originales de la muestra, d_k , con la ayuda de la información auxiliar. Se buscan nuevos pesos, w_k que minimicen una distancia, sujetos a la restricción $\sum_s w_k x_k = \sum_U x_k$.

D.6. Post-Estratificación completa: calibración sobre totales de celdas conocidos

La calibración con la ayuda de la función de distancia puede ser usada en particular cuando la información disponible consiste de la suma de celdas conocidas o la suma en la marginal de una tabla de frecuencias en cualquier número de dimensiones. Sean r las filas y c las columnas, con lo que el total de celdas es de $r * c$. La población en la celda ij contiene N_{ij} elementos, $i = 1, \dots, r, j = 1, \dots, c \Rightarrow \sum_i \sum_j N_{ij}$. Por *pos - estratificación completa* queremos decir que los N_{ij} son todos conocidos y usados para la calibración. En este caso el vector x_k está compuesto por $rc - 1$ ceros y un uno indicando la celda a la cual pertenece $k \Rightarrow t_x = \sum_U x_k = (N_{11}, \dots, N_{ij}, \dots, N_{rc})$ es el vector compuesto por las rc celdas de la población que contienen N_{ij} elementos. Para todo k perteneciente a la

3. Los siguientes párrafos son un resumen del artículo de J.C Deville y Carl-Erik Srdal, "Calibration Estimators in Survey Sampling"[15].

celda (ij) , $x_k \lambda$ es constante e igual a $\lambda_{ij} \Rightarrow F(x'_k \lambda) = F(\lambda_{ij}) = \frac{N_{ij}}{\hat{N}_{ij}}$ con $\hat{N}_{ij} = \sum_{s_{ij}} d_k$ y $s_{ij} = U_{ij} \cap s \Rightarrow w_k = d_k \frac{N_{ij}}{\hat{N}_{ij}} \rightarrow$ son los pesos calibrados $\forall k \in ij$

$$\Rightarrow \hat{t}_{y_{cal}} = \sum_s w_k y_k = \sum_s d_k \frac{N_{ij}}{\hat{N}_{ij}} y_k = \sum_i \sum_j N_{ij} \tilde{y}_{s_{ij}} = \hat{t}_{y_{pos}} \quad (D.11)$$

donde $\tilde{y}_{s_{ij}} = \left(\sum_{s_{ij}} \frac{y_k}{\pi_k} \right) / \hat{N}_{ij}$ es la media π -ponderada en la celda ij . El estimador de calibración en este caso se denomina *Estimador pos-estratificado*. Nótese que los nuevos pesos w_k dependen de las estimaciones de los totales poblacionales de las celdas basadas en los d_k : cuando se subestiman los totales el cociente $\frac{N_{ij}}{\hat{N}_{ij}}$ es mayor que uno, por lo cual los w_k son mayores que los d_k . En el caso que se sobre - estimen los totales el ajuste se da a la inversa.

D.7. Post-Estratificación incompleta: calibración sobre las marginales conocidas

La calibración sobre las marginales es de interés práctico en muchos casos:

1. la marginal de la población es conocida pero los N_{ij} de cada celda no se conocen; Los dos conjuntos de marginales pueden provenir de diferentes fuentes de datos, pero la clasificación cruzada falta. Por necesidad, hay que calibrar sobre las marginales conocidas.
2. hay algunas celdas vacías o tienen muy pocas observaciones, tal que $\hat{t}_{y_{pos}}$ está indefinido o es inestable;
3. la información auxiliar proviene de otra encuesta independiente (y de tamaño grande). Supongamos que esta encuesta nos da las estimaciones precisas de las marginales pero tiene una precisión muy pobre en las celdas. Las estimaciones de las marginales se tratan como verdaderos valores y son utilizadas para calibrar, en vez de hacerlo con las estimaciones de las celdas;
4. usando muestreo estratificado en conjunción con la post - estratificación ayuda a mantener las ventajas de la estratificación (la cual puede estar basada en estratos geográficos) y beneficia al mismo tiempo desde la post estratificación sobre otra dimensión. Las cantidades en las celdas son típicamente desconocidas, y el interés es entonces estimarlas.

Suponiendo que se conozcan los totales de todas las celdas cuando se cruzan dos variables A y B , igual puede suceder que existan celdas con pocas observaciones, entonces se derivan nuevas clasificaciones A' de A y B' de B , uniendo categorías tal que las celdas de $A' * B'$ no sean tan pequeñas. Entonces se puede calibrar sobre dos conjuntos: la marginal de A , la de B y la de $A' * B'$. Estos ejemplos dan buenas razones para estudiar

la calibración con información menos detallada que cuando tengo una pos-estratificación completa. Se considera primero una tabla a dos vías con calibración sobre las marginales. Entonces, x_k debe ser definido tal que $\sum_U x_k$ resume la información usada para calibrar (en este caso el vector de marginales).

$$\begin{aligned}
 x_k &= (\delta_{t.k}, \dots, \delta_{.ck}) \\
 \delta_{i.k} &\begin{cases} 1 & \text{si } k \in \text{a la fila } i \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \\
 \delta_{.jk} &\begin{cases} 1 & \text{si } k \in \text{a la columna } j \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \\
 \Rightarrow \sum_U x_k &= (N_{1+}, \dots, N_{r+}, N_{+1}, \dots, N_{+c})' \\
 N_{i+} &= \sum_{j=1}^c N_{ij} \\
 N_{+j} &= \sum_{i=1}^r N_{ij}
 \end{aligned}$$

Tomando $\lambda = (u_1, \dots, u_r, v_1, \dots, v_c)'$ se obtiene que $x'_k \lambda = u_i + v_j$ si k pertenece a la celda (ij) . Sea $F(\cdot)$ la función F correspondiente a la función G de distancia utilizada. Entonces, $F(x'_k \lambda) = F(u_i + v_j)$. O sea que $F(x'_k \lambda)$ depende sólo de la celda en que se encuentre, pero es constante dentro de la misma. Con $\hat{N}_{ij} = \sum_{s_{ij}} d_k$, las ecuaciones de calibración son las siguientes:

$$\sum_{j=1}^c \hat{N}_{ij} F(u_i + v_j) = N_{i+} \quad \text{para } i = 1, \dots, r \quad (\text{D.12})$$

$$\sum_{i=1}^r \hat{N}_{ij} F(u_i + v_j) = N_{+j} \quad \text{para } j = 1, \dots, c \quad (\text{D.13})$$

Habiendo determinado u_i y v_j , se obtiene la estimación calibrada de las celdas:

$$\hat{N}_{ij}^w = \hat{N}_{ij} F(u_i + v_j)$$

y los pesos calibrados

$$w_k = d_k \hat{N}_{ij}^w / \hat{N}_{ij}$$

Finalmente se obtiene el estimador de calibración

$$\hat{t}_{y_{cal}} = \sum_s w_k y_k = \sum \sum_{ij} N_{ij}^w \tilde{y}_{s_{ij}} = \hat{t}_{marg} \quad (\text{D.14})$$

Es muy similar al estimador \hat{t}_{ypos} visto en la ecuación D.11, la diferencia está en que en el primer estimador N_{ij} es conocido y es estimado en el segundo. Si la variable y se encuentra bien explicada por los dos factores, entonces N_{ij}^w estará más cerca del verdadero N_{ij} que el estimador \hat{N}_{ij} .

La solución a las ecuaciones D.12 y D.13 se encuentran mediante el algoritmo de *raking ratio* o también denominado *algoritmo de ajuste iterativo proporcional*. Su funcionamiento se describe en la siguiente sección.

D.8. Descripción del *raking*

Se considera una tabla de dos dimensiones con las cantidades observadas en las celdas, n_{ij} , las cantidades poblacionales desconocidas de las celdas N_{ij} , y sus estimadores \hat{N}_{ij} . Las marginales $\sum_j N_{ij} = N_{i+}$ y $\sum_i N_{ij} = N_{+j}$ son conocidas. El procedimiento del *raking* se aplica a las cantidades individuales n_{ij} para iterativamente calcular estimaciones que satisfagan las restricciones marginales $N_{i+}^* = \sum_j N_{ij}^* = N_{i+}$ y $N_{+j}^* = \sum_i N_{ij}^* = N_{+j}$ utilizando una serie de constantes multiplicativas de las filas, a_i , y de las columnas, b_j tal que $N_{ij}^* = a_i b_j n_{ij}$.

El ajuste iterativo proporcional es utilizado para ajustar las celdas al total de las marginales. Como un primer paso del procedimiento, los estimadores son calculados como $N_{ij}^{(1)} = n_{ij} N_{i+} / n_{i+}$. Esto hace que las marginales de las filas estimadas se ajusten exactamente al verdadero valor, pero no sucede lo mismo con las marginales de las columnas. La siguiente iteración ajusta las celdas individuales a las marginales de las columnas $N_{ij}^{(2)} = N_{ij}^{(1)} N_{+j} / N_{i+}^{(1)}$. Y luego las marginales de las filas se ajustan por $N_{ij}^{(3)} = N_{ij}^{(2)} N_{i+} / N_{+j}^{(2)}$. La iteración entre filas y columnas continúa hasta que se llega a la convergencia, donde esta última se define como $|N_{i+}^* - N_{i+}| < \epsilon$ y $|N_{+j}^* - N_{+j}| < \epsilon$ para algún valor pequeño de ϵ .

Apéndice E

Análisis de correspondencias múltiples por bloques de variables

E.1. Características orofaciales

E.1.1. Inercia acumulada

	inertia	cum	ratio
1	0.315516733	0.3155167	0.2499793
2	0.258582595	0.5740993	0.4548505
3	0.238415045	0.8125144	0.6437433
4	0.235338307	1.0478527	0.8301984
5	0.202157073	1.2500098	0.9903645
6	0.005287564	1.2552973	0.9945538
7	0.003687604	1.2589849	0.9974754
8	0.003186482	1.2621714	1.0000000

E.1.2. Ajuste de Benzecri y Greenacre

\$Benzecri

	Inercia	Inercia Ajustada	Porcentaje	Porc.Acumulado
[1,]	0.3155167	0.0076310087	0.98312891	0.983129
[2,]	0.2585826	0.0001309528	0.01687109	1.000000

\$Greenacre

	Inercia	Inercia Ajustada	Porcentaje	Porc.Acumulado
[1,]	0.3155167	0.1727331	0.59249	0.59249
[2,]	0.2585826	0.1188045	0.40751	1.00000

E.1.3. Coordenadas de las modalidades

	Comp1	Comp2
FONACION.1	0.4357219	0.030475691
FONACION.2	-1.1086948	-0.080177920
ASIMFAC.1	-0.7356573	-0.934359616
ASIMFAC.2	0.2044293	0.259646052
PERFIL.1	-0.5623602	0.698650220
PERFIL.2	0.3694275	-0.007293096
PERFIL.3	-0.4535560	-2.530987356
CIERRELA.1	0.5931083	-0.263187253
CIERRELA.2	-0.7580425	0.343181788

E.1.4. Coordenadas de las modalidades suplementarias

	Axis1	Axis2
ANTORT.1	-0.146522903	-0.307891629
ANTORT.2	-0.002182442	0.008383360
RESMANDA.1	-0.416654592	-0.789903202
RESMANDA.2	0.005890072	0.016647952

E.2. Hábitos

E.2.1. Inercia acumulada

	inertia	cum	ratio
1	0.3016115	0.3016115	0.3016115
2	0.2637866	0.5653981	0.5653981
3	0.2327768	0.7981749	0.7981749
4	0.2018251	1.0000000	1.0000000

E.2.2. Ajuste de Benzecri y Greenacre

\$Benzecri

	Inercia	Inercia Ajustada	Porcentaje	Porc.Acumulado
[1,]	0.3016115	0.0047355419	0.93339777	0.9333978
[2,]	0.2637866	0.0003379027	0.06660223	1.0000000

\$Greenacre

	Inercia	Inercia Ajustada	Porcentaje	Porc.Acumulado
[1,]	0.3016115	0.1591389	0.5629863	0.5629863
[2,]	0.2637866	0.1235303	0.4370137	1.0000000

E.2.3. Coordenadas de las modalidades

	Comp1	Comp2
SUCCIOND.1	1.8860941	0.7581714
SUCCIOND.2	-0.2661881	-0.1070022
DEGATIP.1	0.1532205	-0.3067410
DEGATIP.2	-0.7015891	1.4045518
RESPBUC.1	0.9116775	-1.2549431
RESPBUC.2	-0.2077312	0.2859463
ONICOFAG.1	1.2624258	0.8490787
ONICOFAG.2	-0.3227978	-0.2171064

E.2.4. Coordenadas de las modalidades suplementarias

	Axis1	Axis2
CHUPETE.1	0.4292753802	-0.136972027
CHUPETE.2	-0.0011768715	-0.005503686
MAMADERA.1	0.2172073239	-0.185590877
MAMADERA.2	0.0006196035	0.003680704
BRUXISMO.1	0.1453144591	0.064770550
BRUXISMO.2	0.0120757183	-0.014659271

E.3. Espacios y dimensiones

E.3.1. Inercia acumulada

	inertia	cum	ratio
1	0.3020231328	0.3020231	0.2501200
2	0.1927445810	0.4947677	0.4097411
3	0.1875260433	0.6822938	0.5650405
4	0.1589912713	0.8412850	0.6967088
5	0.1358808372	0.9771659	0.8092383
6	0.1156067683	1.0927726	0.9049779
7	0.0786975782	1.1714702	0.9701512
8	0.0272934005	1.1987636	0.9927541
9	0.0043396251	1.2031032	0.9963480
10	0.0022162191	1.2053195	0.9981834
11	0.0010376212	1.2063571	0.9990427
12	0.0007851400	1.2071422	0.9996929
13	0.0003708599	1.2075131	1.0000000

E.3.2. Ajuste de Benzecri y Greenacre

\$Benzecri

	Inercia	Inercia Ajustada	Porcentaje	Porc.Acumulado
[1,]	0.3020231	0.0263827770	0.94262503	0.9426250
[2,]	0.1927446	0.0009792830	0.03498861	0.9776136
[3,]	0.1875260	0.0006265636	0.02238637	1.0000000

\$Greenacre

	Inercia	Inercia Ajustada	Porcentaje	Porc.Acumulado
[1,]	0.3020231	0.2111215	0.5025293	0.5025293
[2,]	0.1927446	0.1068193	0.2542604	0.7567897
[3,]	0.1875260	0.1021770	0.2432103	1.0000000

E.3.3. Coordenadas de las modalidades

	Comp1	Comp2	Comp3
LINEAMED.1	0.14985561	0.50497282	0.22854757
LINEAMED.2	0.03739304	-0.10813140	-1.17287548
LINEAMED.9	-0.39862558	-0.98992929	1.06467990
FRLABSUP.1	0.45998048	-2.01116131	0.45135485
FRLABSUP.2	-0.07076659	0.30018974	-0.06629769
DCENTSUP.1	1.04567386	-0.59457073	-0.67637381
DCENTSUP.2	-0.31231313	0.26476754	0.13961156
DSUP.1	1.65173311	0.05678748	-0.19690668
DSUP.2	-0.40414408	0.06462898	-0.02073720
DINF.1	1.67813613	0.32690294	0.16558586
DINF.2	-0.37624029	-0.01849317	-0.08731397

```

APIINF.1 -0.78141467 -0.45681991 -1.04954949
APIINF.2 0.24071356 0.19255616 0.26155184

```

E.3.4. Coordenadas de las modalidades suplementarias

```

                Axis1      Axis2      Axis3
FRLABINF.1 0.645177211 -1.003464472 0.37260797
FRLABINF.2 -0.009080557 0.020379252 0.01783179
FRLINGUA.1 0.029364563 -0.206781920 0.12585643
FRLINGUA.2 0.003879996 0.009911796 0.01973637
ALTSEC.1 -0.252533185 -0.096081654 0.52758489
ALTSEC.2 0.012241114 -0.002654603 0.01859507
APISUP.1 -0.672058157 -0.045598623 -0.79672247
APISUP.2 0.061510946 0.064243371 0.01333416

```

E.4. Mordida abierta

E.4.1. Inercia acumulada

```

        inertia      cum      ratio
1 0.9884732534 0.9884733 0.4934463
2 0.3975404520 1.3860137 0.6918987
3 0.3333341108 1.7193478 0.8582992
4 0.2691481892 1.9884960 0.9926581
5 0.0108382432 1.9993342 0.9980686
6 0.0030105384 2.0023448 0.9995714
7 0.0006665320 2.0030113 0.9999042
8 0.0001919527 2.0032033 1.0000000

```

E.4.2. Ajuste de Benzecri y Greenacre

```

$Benzecri
      Inercia Inercia Ajustada  Porcentaje Porc.Acumulado
[1,] 0.9884733    9.657187e-01  9.904864e-01    0.9904864
[2,] 0.3975405    9.275747e-03  9.513640e-03    1.0000000
[3,] 0.3333341    1.359972e-12  1.394851e-12    1.0000000

```

```

$Greenacre
      Inercia Inercia Ajustada  Porcentaje Porc.Acumulado
[1,] 0.9884733    0.9827349  0.7470917    0.7470917
[2,] 0.3975405    0.1987039  0.1510580    0.8981497
[3,] 0.3333341    0.1339753  0.1018503    1.0000000

```

E.4.3. Coordenadas de las modalidades

```

                Comp1      Comp2      Comp3
MABIERTA.1 1.6001166 0.007128065 1.0811408887
MABIERTA.2 -0.6198358 0.002538189 -0.0011802892
MABIERTA.9 1.6080591 -0.048766054 -3.3210444718
RESALTE.0 1.6058881 -0.006612962 -0.0008387827
RESALTE.2 -0.6237596 -0.280863266 0.0048054953
RESALTE.3 -0.6019872 2.950790104 -0.0639540670
SOBREPAS.0 1.5710772 -0.002120639 -0.0013126793
SOBREPAS.1 -0.6282762 -0.441925047 -0.0009558125
SOBREPAS.2 -0.6127961 1.898958294 -0.0009665897

```

E.5. Mordida cruzada

E.5.1. Inercia acumulada

	inertia	cum	ratio
1	0.376316365	0.3763164	0.08948344
2	0.300244674	0.6765610	0.16087797
3	0.266537350	0.9430984	0.22425730
4	0.238863935	1.1819623	0.28105623
5	0.226969520	1.4089318	0.33502682
6	0.204937952	1.6138698	0.38375857
7	0.203327742	1.8171975	0.43210743
8	0.200735928	2.0179335	0.47983998
9	0.200031781	2.2179652	0.52740510
10	0.200014245	2.4179795	0.57496605
11	0.200000083	2.6179796	0.62252363
12	0.199412144	2.8173917	0.66994141
13	0.194478140	3.0118699	0.71618594
14	0.192719706	3.2045896	0.76201234
15	0.189245388	3.3938350	0.80701259
16	0.179724162	3.5735591	0.84974880
17	0.171202892	3.7447620	0.89045876
18	0.167173515	3.9119355	0.93021059
19	0.154994402	4.0669299	0.96706637
20	0.123943192	4.1908731	0.99653855
21	0.009457168	4.2003303	0.99878735
22	0.004365708	4.2046960	0.99982546
23	0.000734022	4.2054300	1.00000000

E.5.2. Ajuste de Benzecri y Greenacre

\$Benzecri

	Inercia	Inercia Ajustada	Porcentaje	Porc.Acumulado
[1,]	0.3763164	4.857416e-02	6.498563e-01	0.6498563
[2,]	0.3002447	1.570155e-02	2.100655e-01	0.8599218
[3,]	0.2665373	6.917530e-03	9.254716e-02	0.9524690
[4,]	0.2388639	2.360009e-03	3.157371e-02	0.9840427
[5,]	0.2269695	1.136492e-03	1.520472e-02	0.9992475
[6,]	0.2049380	3.809901e-05	5.097131e-04	0.9997572
[7,]	0.2033277	1.730292e-05	2.314895e-04	0.9999887
[8,]	0.2007359	8.462351e-07	1.132148e-05	1.0000000
[9,]	0.2000318	1.578174e-09	2.111383e-08	1.0000000
[10,]	0.2000142	3.170844e-10	4.242159e-09	1.0000000
[11,]	0.2000001	1.084322e-14	1.450676e-13	1.0000000

\$Greenacre

	Inercia	Inercia Ajustada	Porcentaje	Porc.Acumulado
[1,]	0.3763164	0.26709038	0.18509490	0.1850949
[2,]	0.3002447	0.18916614	0.13109303	0.3161879
[3,]	0.2665373	0.15629426	0.10831267	0.4245006
[4,]	0.2388639	0.13026422	0.09027373	0.5147743
[5,]	0.2269695	0.11938164	0.08273204	0.5975064
[6,]	0.2049380	0.09977759	0.06914635	0.6666527
[7,]	0.2033277	0.09837536	0.06817459	0.7348273
[8,]	0.2007359	0.09612762	0.06661690	0.8014442
[9,]	0.2000318	0.09551895	0.06619509	0.8676393
[10,]	0.2000142	0.09550381	0.06618459	0.9338239
[11,]	0.2000001	0.09549157	0.06617612	1.0000000

E.5.3. Coordenadas de las modalidades

	Comp1	Comp2	Comp3
MORDCRUZ.1	-0.46416238	-0.03031203	-1.663917e+00
MORDCRUZ.2	-0.32806170	-1.97738834	2.758442e-01
MORDCRUZ.3	0.08533067	0.29695332	8.742824e-02
PLANO.0	-1.04388042	0.13936391	2.867059e-05
PLANO.1	0.97827483	0.74449043	-5.497225e-01
PLANO.2	0.56681666	-1.54435342	-2.929896e-01
PLANO.3	0.91078088	-0.06662668	5.208012e-01
MOLAR.0	0.75153559	-0.08631577	-1.907002e-01
MOLAR.1	-1.23113307	0.77109555	-9.781486e-01
MOLAR.2	-1.00568267	-0.78414768	-4.265086e-02
MOLAR.3	-1.05836963	0.16480128	9.553184e-01
CANINOS.1	-0.22223921	0.01349477	-1.208527e+00
CANINOS.2	-0.21205402	-1.14642559	2.255920e-01
CANINOS.3	0.19896250	0.42349891	4.440426e-01

Bibliografía

- [1] Moorrees C.F., Burstone C.J., Christiansen R.L., Hixon E.H., Weinstein S.A., "State of the Art", workshop conducted by the Oral - Facial Growth and Development Program. The National Institute of Dental Research,1971.
- [2] Shaw W.C, Meek S.C., Jones D.S., Nicknames, teasing, harassment and the salience of dental features among school children, 1980.
- [3] World Health Organization. Health through oral health: Guidelines for planning and monitoring for oral health care. World Health Organization and Federation Dentaire Internationale. London: Quintessence;1989. p.66.
- [4] Emmerich A.,Fonseca L.,Elías AM.,de Medeiros UV. The relationship between oral habits,oronasopharyngeal alterations,and malocclusion in preschool children in Victoria Espirito Santo,Brazil. Cad.Saude Publica.2004 May-June; 20 (3): 689-97.Epub.2004 May 19.
- [5] de Biázio, R.C. y Czulniak Costa, G. Prevalence of malocclusion in the deciduous and mixed dentition at the district of Entre Rios in the city of Guarapuava.Publ. UEPG Biol. Health Sci., Ponta Grossa, 11 (1): 29-38, mar. 2005.
- [6] Angle E. Classification of malocclusion. Dental Cosmos 1899; 41:248-264.
- [7] Od. Sakkal, Roberto. "Importancia de la interacción genética - ambiente en la etiología de las maloclusiones", tema presentado en modo de poster en el XIII Congreso Venezolano de Ortodoncia. Del 12 al 15 de noviembre del 2003. Caracas-Venezuela.
- [8] Graber, T.M.; Swaim, B.F. :(1991) Ortodoncia. Principios Generales y Técnicas. Buenos Aires,Editorial Médica Panamericana S.A.
- [9] Proffit W.R.:(1990) Reactor paper: risk assessment for developmental problems-where are we now?. In: bader J D. Ed. Risk assessment in dentistry. Chapell Hill, NC: University of North Carolina,1990:162-163.
- [10] Vig P.S.:(1990) Risk assessment applied to dentofacial deformity: a consideration of postnatal environmental factors. In: Bader J.D. Ed. Risk assessment in dentistry. Chapell Hill, NC:University of North Carolina, 1990:156-161.

- [11] Hodgson, M. Isabel, Evaluación del Estado Nutricional, Manual de Pediatría.
- [12] Escofier, Brigitte, Pagès, Jérôme, Análisis Factoriales Simples y Múltiples, Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, Bilbao 1992.
- [13] Blanco, Jorge et al., Introducción al Análisis Multivariado, Universidad de la República - Uruguay, 2006.
- [14] Breiman, Leo et al., Classification and Regression Trees, Chapman and Hall, 1984.
- [15] Deville, Jean-Claude, Särndal, Carl-Erik; Calibration Estimators in Survey Sampling, Journal of the American Statistical Association, vol. 87 N° 418, June 1992.
- [16] Särndal, Carl-Erik, Swensson, Bengt y Wretman, Jan; Model Assisted Survey Sampling, Springer, 1992.
- [17] Sautory, Olivier, Generalized Raking Procedures in Survey Sampling, Journal of the American Statistical Association, vol. 88 N° 423, Setiembre 1993.

Ramón Alvarez es Técnico en Estadística por la Facultad de Ciencias Económicas y de Administración (FCEA) y Magíster en Epidemiología por la Facultad de Medicina de la Universidad de la República (Udelar). Está encargado de la Unidad de Biometría del Instituto de Estadística (Iesta) de la FCEA y es estadístico responsable del Servicio de Epidemiología y Estadística de la Facultad de Odontología de la misma universidad.

Graciela Buño es doctora en Odontología por la Facultad de Odontología de la Udelar y se desempeña como profesora adjunta de la Clínica de Ortopedia Dento-Maxilo-Facial de esa misma facultad. Es responsable del curso de posgrado «Tratamiento Temprano de Maloclusiones» dependiente de la Facultad de Odontología de la Udelar.

María Noel Mesa es Licenciada en Estadística por la FCEA. Actualmente trabaja como técnica de la División Estadística de la Dirección General de Planeamiento de la Udelar.

Laura Nalbarte es Máster of Sciences en Estadística y Economía por la Iowa State University. Es profesora titular en Análisis Multivariado del Iesta, FCEA, Udelar.

María Eugenia Rianio es Licenciada en Estadística por la FCEA de la Udelar. Es profesora asistente del Área de muestreo del Iesta de esa misma facultad.

