

Una aplicación lingüística en el estudio clínico de la disartria: el análisis acústico de las vocales y los ejes cinéticos de la lengua

Ramón Hernández Villoria

Instituto Venezolano de la Audición y el Lenguaje (IVAL)



Resumen

La disartria es un trastorno del habla de origen neurológico. La lengua, órgano fundamental para la articulación de los sonidos del habla suele estar afectada en una disartria. La lengua consta de grupos musculares que determinan los ejes cinéticos en los cuales puede desarrollar su actividad lingüística y no lingüística. En las patologías del habla, el examen habitual de los movimientos linguales, por inspección visual y táctil, no es suficiente para determinar qué grupos musculares están debilitados, limitados o anómalos en su acción. El análisis acústico de las vocales, a través del estudio de los formantes, permite enfocar la evaluación hacia esa determinación. A partir del análisis de un caso de disartria en una mujer adulta, se buscó el objetivo de establecer las relaciones entre las variaciones de los formantes vocálicos y los ejes cinéticos de la lengua. Los resultados permitieron obtener datos acerca de los músculos afectados. Propongo que se puede organizar un método para efectuar evaluaciones de la patología del habla partiendo del análisis acústico de las vocales. La utilidad clínica de este método estaría en la orientación de las actividades motrices que se necesitarían para compensar o resolver una patología o una deficiencia en el desarrollo.

Abstract

Dysarthria is a motor speech disorder resulting from neurological injury. The tongue, main organ responsible for the articulation of speech sounds is frequently affected in the case of dysarthria. This organ is made up of muscle groups that determine the different kinetic axes along which verbal and non-verbal activities may develop. In the case of a speech alteration, the standard visual and tactile examination to assess tongue mobility may not be enough evidence to determine which muscular groups are weakened, limited or impaired. However, a Vowel Acoustic Analysis, via the study of its formants, allows directing the evaluation towards different parameters. This study presents the analysis of the dysarthric speech of a female adult speaker. The goal of the analysis was to establish the relationships between the variations of vocalic formants and the kinetic axes of the tongue. Results from this study allowed access to

data such as what specific muscles were affected by the dysarthria. Based on the results, I propose that it is possible to design a method for conducting evaluations of speech pathologies by acoustically analyzing vowel production. The clinical significance of such methodology would result in new considerations in terms of the motor activities necessary to compensate or rehabilitate a specific pathology, acquired or developmental.

Introducción a la disartria, patología neurológica del habla

La disartria se define lingüísticamente como un trastorno del habla sin afectación del lenguaje. Weir *et al* 2005 la caracterizan como un trastorno de la articulación de los sonidos del habla producto de una lesión neurológica sobre los nervios craneales o sus núcleos en el encéfalo. La disartria se considera dentro de los trastornos motores del habla, de los cuales se le ha descrito como el más frecuente ya que representa alrededor de la mitad de los casos, según Duffy 2005. Este mismo autor expone que la disartria se manifiesta como una activación anómala de los músculos de las cavidades oral y faríngea, y en algunos casos de la laringe, lo que trae consigo la articulación anormal de los sonidos del habla, aunque a veces puede afectarse concomitantemente la fonación y la prosodia así como la respiración. Otros autores, como Puyuelo, Rondal y Wiig 2000, agregan que la resonancia (como componente de la voz y del habla) también se puede encontrar alterada, dándose hipernasalidad o rinolalia. Además mencionan las alteraciones de la motricidad facial, las cuales tendrían pertinencia en la emisión de algunos sonidos lingüísticos y no sólo en el aspecto comunicativo paralingüístico.

Hay diferentes formas en que se puede manifestar la disartria y estas van en relación con lo que en clínica se denominan etiopatogenia y fisiopatología, es decir, cómo un agente causal afecta las estructuras y las funciones vinculadas con un sistema funcional. Se admite generalmente la clasificación establecida por la Clínica Mayo de EEUU, referida por Duffy 2005, en seis tipos de disartria, a saber: i) la flácida; ii) la espástica; iii) la atáxica, iv) la hipocinética; v) la hipercinética y vi) la mixta. En el cuadro 1 se resumen las localizaciones de lesión y órganos afectados, así como las probables enfermedades o daños que causan las diferentes clases de disartria.

No se conocen en Venezuela estadísticas poblacionales ni estimaciones oficiales de la cantidad de personas afectadas por disartria. Sin embargo, se conoce claramente que entre las cinco primeras causas de mortalidad y morbilidad en el país figuran cuatro que están relacionadas con eventos potencialmente generadores de daño neurológico —si no concluyen en la muerte, obviamente— como lo son las enfermedades cerebrovasculares, las agresiones que derivan en homicidios y suicidios, los accidentes

de todo tipo, que incluye los de tránsito, y ciertas afecciones originadas en el período perinatal, entre las cuales la asfixia perinatal. (MPPS 2006). Esto nos daría la idea de estimar la disartria como una patología muy frecuente, aun siendo conservadores, con alrededor de tres individuos afectados por cada mil habitantes. Esto significaría aproximadamente unas ochenta y cuatro mil personas con algún tipo de disartria en el territorio del país.

Se han descrito o reportado los diferentes efectos en el habla según el tipo de disartria. Estos se pueden agrupar en efectos sobre la articulación segmental y los efectos sobre la articulación suprasegmental. En el primer grupo se describen, entre otras: la imprecisión en las consonantes, las prolongaciones o interrupciones de la articulación, la articulación nasal de los fonemas orales (rinolalia). En el segundo grupo se encuentran todos los efectos sobre la prosodia: la monotonía, las pausas prolongadas, las paradas bruscas de la emisión, acentuación excesiva, la hipernasalidad. En el cuadro dos se resumen las relaciones de las diferentes clases de disartria con los síntomas del habla, a partir de las descripciones de diversos autores.

Para Dworkin 1991 y Cummings 2008, evaluación clínica de la disartria se suele enfocar en los siguientes aspectos: valoración del habla, de la voz y la motricidad laríngea, de la motricidad oral y las funciones conexas a esta (succión, masticación, deglución), de la motricidad facial (mímica), de la coordinación de la respiración con la fonación (denominada también respiración fonatoria o coordinación fonorrespiratoria).

Desde el punto de vista lingüístico se puede afirmar que las descripciones clínicas se asientan en un plano estrictamente fonético, más específicamente fonético-articulatorio. Aunque los autores reconocidos en la materia observan la importancia de atender la articulación de los elementos suprasegmentales, en el medio venezolano hay una marcada tendencia a enfocar la evaluación y la intervención en los elementos segmentales, sobre todo en los consonantes.

La intervención se basa en la actuación inicial sobre la vertiente no lingüística del problema, es decir, sobre la motricidad oral y facial y las funciones deglutorias y respiratorias, con el fin de fortalecer las cualidades musculares, para luego pasar a la intervención fonética, sobre todo con actividades de repetición de patrones motores asociados a los lugares y modos de articulación de los segmentos consonantes que se encuentran alterados (Melle 2007).

Se observa que la mayoría de los enfoques evaluadores e interventores de la disartria se fundamenta en conceptos fonéticos articulatorios. No obstante, Melle 2007

aporta la utilidad de los procedimientos instrumentales de la fonética acústica, lo cual abre un campo de uso del análisis computarizado de la señal sonora como herramienta para combinarla con la aplicación de conocimientos lingüísticos, lo cual resulta sumamente atractivo para la práctica clínica.

1. La afectación del órgano lingual en la disartria

La lengua u órgano lingual, es un órgano principalmente muscular, el más importante para la articulación de los sonidos del habla. Existen alteraciones de la salud que pueden afectar a uno o los dos nervios hipoglosos, proveedores de la motricidad lingual, a sus núcleos de origen en el tallo cerebral o a cualquiera de sus ramas una vez que han emergido del tronco encefálico. Las patologías neurológicas que producen trastornos de la pronunciación son más frecuentes en los adultos que en los niños. Sus causas son muy diversas y pueden asociarse a accidentes vasculares, hipo-oxigenación cerebral, traumas craneoencefálicos, trastornos metabólicos, neoplasias, enfermedades degenerativas o, incluso, ser de origen desconocido (Dworkin 1991).

Antes que para los fines relacionados con el habla, la lengua está diseñada biológicamente para la preparación de los alimentos que deglutiremos con fines nutricionales. Los ejes cinéticos de la lengua están determinados por los grados de libertad que la combinación de la contracción de sus músculos le permite. La evolución humana ha ido determinando el uso lingüístico que se le puede dar a esos ejes cinéticos. El estudio de estos ejes en el habla no ha sido fácil en virtud de la ubicación intracavitaria del órgano lingual y a la multitud de músculos que lo componen.

La lengua consta, siguiendo la descripción de Takemoto 2001, de ocho músculos pares y bilaterales y uno impar y central. Los músculos pares son cinco *extrínsecos*, es decir, que tienen su origen fuera de la lengua y su final en el espesor lingual. Estos cinco músculos se llaman: geniogloso, estilogloso, hiogloso, geniohioideo, y palatogloso. Hay cuatro músculos *intrínsecos*, esto es, que comienzan y terminan en el espesor lingual: longitudinal superior, longitudinal inferior, vertical y transversal. Como ya sugerimos antes, la innervación de la lengua viene dada por el nervio hipogloso, un nervio craneal par y bilateral con origen en el tallo cerebral. En el Cuadro 3 reúno las acciones que los diferentes músculos ejercen sobre la posición o la forma de la lengua, basándome en la información aportada por Perkins y Kent 1986. En la Figura 1 esquematizo los principales ejes de movimiento de la lengua considerada como un solo órgano. Se reconocen los siguientes ejes cinéticos:

I) En el sentido anteroposterior, al menos tres grupos de ejes, el primer grupo (Ia) con dos ejes orientados en dirección posterior y ascendente, permitidos por la acción de los músculos estilogloso y palatogloso; el segundo (Ib) con dos ejes en dirección posterior y descendente dados por los longitudinales superior e inferior, que tienden a confluir en una línea imaginaria que se proyecta desde el paladar hacia la epiglotis; y el tercer grupo (Ic) con tres ejes en dirección anterior y confluentes en la apófisis geniana, posibilitado por el geniohioideo y las fibras anteriores y medias del geniogloso.

II) En el sentido vertical, dos ejes contrapuestos: el primero (IIa), ascendente, curvo y movilizador hacia adelante, dado por la morfología en abanico del músculo geniogloso, sobre todo sus fibras posteriores, y el segundo (IIb), un grupo de ejes hacia abajo facilitado por los músculos hiogloso y vertical;

III) Finalmente, en el plano horizontal, el eje único es posibilitado por la acción del músculo transverso.

Para la intervención en las disartrias en las que existe alteración de la movilidad lingual la exploración se limita habitualmente a valorar los efectos sobre la pronunciación mediante el registro del inventario fonético efectivo, usualmente a través de i) la elicitación de listas cerradas de palabras, ordenadas según sus componentes fonémicos, por el uso de la nominación por confrontación visual, la nominación por cierre perifrástico o la repetición de palabras y ii) de la observación de los errores de pronunciación cometidos durante la conversación. Luego de registrados los errores, se procede a agruparlos por lugar o modo de articulación y con esta información se diseña el plan de recuperación o de rehabilitación de la actividad muscular, tomándose en cuenta además las características de afectación muscular que conlleva la patología base que da origen a los errores.

A pesar de la aparente fluidez de este esquema de trabajo, hay casos en los cuales el estudio de las disartrias se complica debido a la dificultad para encontrar un patrón consistente de errores. Esto puede suceder cuando la patología basal no afecta la calidad de la actividad muscular de una manera uniforme en el tiempo o cuando tiene un grado variable de incidencia sobre el tono y la fuerza de los diferentes músculos linguales. Cuando esto ocurre, los errores fonéticos expresados pueden cambiar de un momento a otro y suceder o no suceder inclusive en una misma palabra dentro de un mismo contexto gramatical en diferentes momentos. La consecuencia es que se hace

difícil establecer un plan de actividades compensatorias porque se desconoce cuáles músculos o grupos de ellos están más o menos afectados por la patología.

En casos como estos podría pensarse en recurrir a diferentes métodos complementarios de exploración como la electromiografía, la electropalatografía, la articulometría electromagnética, la videofluoroscopia, la ecosonografía o las imágenes dinámicas por resonancia magnética nuclear para detallar la actividad muscular de la lengua (Hiemae y Palmer 2003). Estos métodos de estudio, o no están al alcance de la práctica clínica diaria en cualquier sitio, o si lo están, son muy costosos. Por otra parte, presentan dificultades técnicas para la evaluación completa de toda la lengua, lo cual termina disuadiendo de su utilización.

El problema planteado es que hay patologías del habla en las que el examen habitual de los movimientos linguales, por inspección visual y táctil, y la interpretación a través de los errores fonéticos del habla producidos por el sujeto que padece esa patología, podrían no ser suficientes para determinar qué grupos musculares están debilitados, limitados o anómalos en su acción, con el consecuente planteamiento inefectivo de la intervención.

Una opción que conviene estudiar para la determinación de los movimientos de la lengua es el análisis acústico de los sonidos del habla. El análisis acústico, como se sabe, consiste en determinar las características físicas, cualitativas o cuantitativas de un sonido registrado en el computador, mediante un software apropiado para tal fin. Las características físicas descritas en el sonido suelen poseer una correspondencia con las modificaciones que hacen los órganos articulatorios del tracto fonatorio.

De entre las múltiples posibilidades que ofrece el análisis acústico, el estudio de las vocales emitidas, específicamente el estudio de los valores de sus formantes, permite enfocar la evaluación hacia la determinación de los movimientos de la lengua. Si se conocen los ejes cinéticos de la lengua y se sabe qué músculos participan en la activación de cada eje, entonces es posible establecer cuáles músculos poseen preponderancia al realizar un sonido específico, a partir de los valores acústicos de este sonido.

Dado que los sonidos vocales poseen componentes acústicos estables, visualizables, sobre todo, en los formantes del espectrograma (Quilis 1981), su estudio acústico permite definir la posición de la lengua y la sucesión de los ejes cinéticos en el flujo del habla. Sin embargo, es prudente recordar la observación de Fant 1970 acerca del fenómeno de las compensaciones articulatorias. Fant observa que puede conseguirse

un mismo resultado acústico a través de configuraciones articulatorias diferentes. En la dinámica del habla real y conectada en un diálogo, las compensaciones se producen permanentemente, además como resultado de los factores de coarticulación.

2. Análisis acústico de un caso de disartria hipercinética

A partir del estudio de un caso de disartria en una mujer adulta, a quien de ahora en adelante identificaré como LD, busqué el objetivo de establecer las relaciones entre las variaciones de los formantes vocálicos y los ejes cinéticos de la lengua. Me interesó estudiar la acústica de las vocales aisladas y no pertenecientes a un contexto de habla conversacional. Si bien este no es un método ortodoxo y parece poco natural, es suficiente para efectuar una exploración inicial de las relaciones entre la acústica vocal y los ejes cinéticos linguales. El caso se trató de una señora de cuarenta y un años de edad que se asistió a la consulta foniátrica por presentar severos trastornos articulatorios del habla que dificultaban la inteligibilidad de su expresión oral, con varios meses de aparición del problema. El diagnóstico neurológico fue *trastorno del movimiento: distonía segmentaria*. El diagnóstico foniátrico fue: *disartria hipercinética*. La enfermedad se caracterizaba por la aparición de movimientos linguales, mandibulares y faciales de tipo distónico que distorsionaban la velocidad y precisión de las secuencias articulatorias al hablar. También había movimientos del mismo tipo que afectaban a los miembros superiores y las regiones escapulares.

Desde el punto de vista fonético, no fue posible identificar un patrón consistente de errores en la producción de los sonidos del habla, ya que las consonantes distorsionadas o sustituidas en una palabra podían aparecer más tarde en estado normal en la misma palabra pronunciada en otro momento durante la conversación o en la elicitación por repetición o en la nominación por confrontación visual. Esto se atribuía a la característica aleatoria —o más bien caótica— de las contracciones de los distintos grupos musculares, disociados del programa de movimientos esperable en una acción determinada, y que correspondían al efecto distónico de la patología de base.

La afectación de la inteligibilidad era imputable sobre todo a la deformación del timbre de las vocales. La afectación del timbre vocálico se relacionaba con la alteración de la apertura bucal por la distonía de los músculos mandibulares, la alteración del redondeamiento labial por la distonía perioral y de la posición lingual en los ejes anteroposterior y vertical por la distonía lingual. Ver Cuadro 4.

3. Aspectos metodológicos aplicados

Por tratarse de un acercamiento exploratorio, decidí tomar como corpus de análisis la emisión de vocales aisladas y prolongadas. A este efecto pedí a la señora que produjera cinco veces cada una de las cinco vocales fonológicas del español, con una prolongación de al menos 5 segundos: [i:], [e:], [a:], [o:], [u:], y las grabé directamente a una computadora personal *Pentium IV* con tarjeta de sonido *Sound Blaster Live*, a través de un micrófono *SENNHEISER E815S*, situado a diez centímetros de los labios de LD y en un ángulo de 45° respecto de su boca.

Procesé cada una de las veinticinco vocales así obtenidas con el software de análisis acústico *Praat* 4.6.02. De las grabaciones de cada vocal utilicé un segmento de 100 milisegundos, posterior a los 500 primeros milisegundos, y lo sometí al cálculo de la trayectoria de los formantes y el valor promedio en Hz. de esta trayectoria. Para la tabulación de los datos tomé el promedio de valores del primer y segundo formante de las cinco emisiones de cada vocal. Con estos datos promediados confeccioné una carta de formantes de LD (Figura 2). Esta carta la comparé con los datos proporcionados en carta de formantes para el español de Caracas por Obediente *et al.* 1998-1999.

El paso final consistió en establecer, a partir de la desviación de los valores obtenidos de aquellos tomados como referencia, cuáles ejes cinéticos se encontraban afectados y de aquí, deducir qué músculos estaban presentando fallas en su actividad.

4. Resultados obtenidos

En los Cuadros 3 y 4 se comparan los valores de LD con los valores de referencia. Los valores de F1 de las vocales, excepto [i], [e] están más bajos, los valores de F2 están todos más bajos, excepto el de [o]. El conocimiento clásico en fonética acústica establece que los valores de F1 de las vocales se relacionan con la altura de la masa lingual en la boca y al grado de apertura bucal: a mayor apertura de la boca y menor elevación de la masa lingual, mayor es la frecuencia en hertzios de F1. Por otra parte los valores de F2 se vinculan con el desplazamiento de la lengua en el eje anteroposterior y el redondeamiento labial: a mayor retroceso de la masa lingual y mayor redondeamiento, más bajo el valor de F2. Al aplicar este conocimiento al caso en estudio es posible establecer, con la prudencia que aconseja el conocimiento de la existencia de las compensaciones articulatorias, y la falta de visualización del órgano lingual, que LD tiende a atrasar y a elevar el posdorso lingual, y puede elevar el

predorso pero sin adelantarlo lo suficiente. Cuando se llevan estos hallazgos al modelo de los ejes cinéticos, se obtiene que hay una deficiencia en los ejes que hemos denominado IIa y IIb. Las actividades musculares responsables de una combinación articulatoria como la descrita son: un excesivo dominio de los músculos palatogloso y estilogloso y una insuficiente actividad del músculo hiogloso y de las fibras posteriores del geniogloso.

5. Conclusiones

Aunque la inervación de la lengua viene dada por un solo nervio, llama la atención cómo en una patología hipercinética, de presunto origen central, no todos los músculos resultan afectados por igual, pues hay unos con menos actividad que otros. Esto llevaría a plantear hipótesis plausibles sobre la conformación neurotópica de los núcleos del nervio hipogloso en el tallo cerebral, punto que no voy a desarrollar en este artículo.

Prefiero llamar aquí la atención respecto al hecho de que los resultados acústicos permitieron obtener indicadores nítidos de los ejes cinéticos y elementos musculares afectados, tal como me había trazado en el objetivo de investigación. Considero que a partir de los datos acústicos y el conocimiento lingüístico disponible por el clínico examinador del habla, es probable organizar un método para efectuar evaluaciones de la patología del habla, con base instrumental, que permitan establecer una orientación más clara de las actividades motrices que se necesitarían para compensar o resolver una patología o una deficiencia en el desarrollo.

Me parece útil aplicar este modelo al estudio de otros tipos de disartria, así como verificarlo en los trastornos articulatorios funcionales observados en las etapas de desarrollo de la lengua materna. También juzgo conveniente pasar a un análisis en profundidad de los sonidos vocales en esas patologías pero extrayendo el material vocal del habla conectada o, al menos, de material léxico aislado, con el fin de corroborar si el modelo funciona de manera confiable y válida.

6. Referencias bibliográficas

- Cummings, Louise. 2008. *Clinical linguistics*. Edinburgh, U.K.: Edinburgh University Press.
- Duffy, Joseph. 2005. *Motor speech disorders: substrates, differential diagnosis, and management*. Philadelphia: Elsevier Mosby.

- Fant, Gunnar. 1970. *Acoustic theory of speech production with calculations based on X-ray studies of Russian articulations*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Hiiemae, Karen M. & Jeffrey B Palmer. 2003. Tongue movements in feeding and speech. *Crit Rev Oral Biol Med.*; 14:413–29.
- Melle, Natalia. 2007. *Guía de intervención logopédica en la disartria*. Síntesis.
- MPPS (Ministerio del Poder Popular para la Salud). 2007. *Anuario de Mortalidad 2006*. Caracas, Venezuela: Ministerio del Poder Popular para la Salud. Dirección General de Epidemiología. Dirección de Información y Estadísticas de Salud.
- Obediente, Enrique; Mora, Elsa; Rodríguez, Manuel y Blondet, María. 1998-1999. La variación vocálica como parámetro de delimitación dialectal. Datos relativos al español venezolano. *Boletín de Lingüística*. 14: 33-42. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Perkins, William H., & Raymond Kent. 1986. *Functional anatomy of speech, language and hearing*. Needham Heights, MA : Allyn and Bacon.
- Puyuelo Sanclemente, Miguel; Rondal, Jean-Adolphe y Elisabeth H. Wiig. 2000 *Evaluación del lenguaje*. Barcelona: Elsevier España.
- Quilis, Antonio. 1981. *Fonética acústica de la lengua española*. Madrid: Gredos.
- Takemoto, Hironori. 2001. Morphological analyses of the human tongue musculature for three-dimensional modeling. *J Speech Lang Hear Res.*44:97-107.
- Weir, Jamie et al. 2005. *Neurología clínica*. Barcelona: Elsevier España.

Cuadro 1. Músculos linguales y efecto de su contracción.

Geniogloso	sus fibras posteriores adelantan y elevan el cuerpo lingual
	sus fibras medias producen aplanan la lengua en su postdorso
	sus fibras anteriores descienden la parte anterior de la lengua
Estilogloso	eleva y retrae la lengua en la región del postdorso
Geniohioideo	produce la protrusión de la lengua
Hiogloso	desciende el dorso y postdorso de la lengua
Palatogloso	eleva el postdorso de la lengua hacia la región velar
Longitudinal superior	acorta la lengua y dobla su dorso hacia arriba
Longitudinal inferior	desciende la punta
Vertical	desciende la lengua y aplanan su superficie
Transversal	angosta la lengua en el plano coronal y la alarga en el plano mediosagital

Cuadro 2. Acciones articulatorias y sus efectos sobre los formantes vocálicos.

Acción articulatoria	Músculos involucrados	Formante afectado	Estado de la acción y efecto sobre el formante
apertura bucal	músculos mandibulares	F1	mayor apertura, mayor frecuencia
			menor apertura, menor frecuencia
redondeamiento labial	músculos faciales	F2	mayor redondeamiento, menor frecuencia
			menor redondeamiento, mayor frecuencia
posición lingual	músculos linguales	F2	mayor posterioridad, menor frecuencia
			menor posterioridad, mayor frecuencia

Cuadro 3. Formantes obtenidos de LD y formantes de referencia (Obediente *et al.* 1998-1999)

	Valores formánticos de LD		Valores formánticos. Caracas, Obediente, Mora y Blondet 1999	
	F1	F2	F1	F2
i	376	1754	321	2100
e	452	1377	446	1900
a	570	1022	725	1229
o	409	839	498	849
u	247	710	372	917

Cuadro 4. Resultado de comparación de formantes de LD con referencia.

	Valores formánticos de LD	
	F1	F2
i	similar	bajo
e	similar	bajo
a	bajo	bajo
o	bajo	similar
u	bajo	bajo

Figura 1. Ejes cinéticos de la lengua. Está excluido de esta vista el eje relacionado con el músculo transversal.

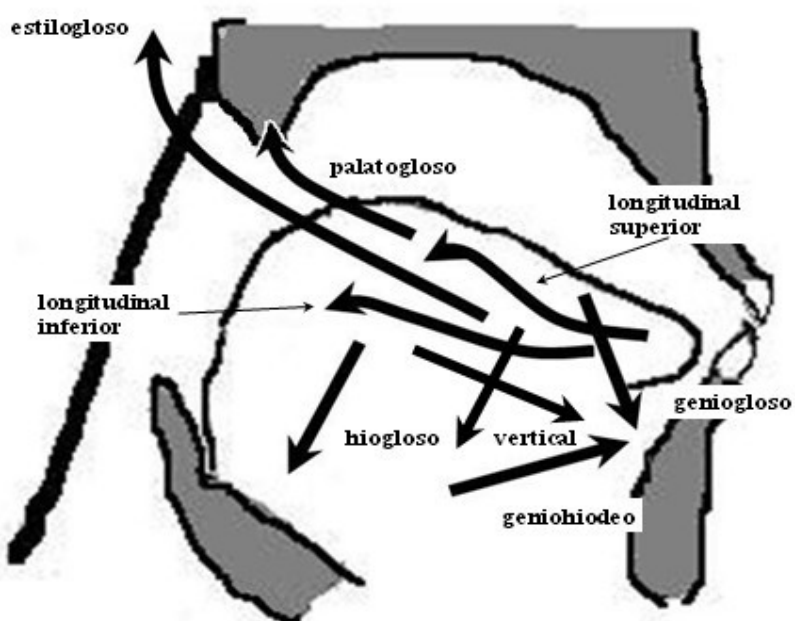


Figura 2. Carta de formantes para LD

