

UN MODELO MATEMÁTICO DE LA FONÉTICA

Juan A. Hasler
Roberto Ruiz *

Introducción

§0.1 En este trabajo se hace la presentación de la fonética general por medio de lenguajes matemáticos para cada uno de los rasgos de que se componen los sonidos del habla humana. El resultado será un "lenguaje general" del cual se podrán extraer los "sublenguajes" que convengan al usuario. Además, se recurrirá al procedimiento de las "identificaciones", que en la práctica corresponden a los regionalismos fonéticos de un idioma dado.

Las fórmulas que con esto se irán presentando, de ningún modo se refieren al lenguaje en niveles distintos del meramente fónico, por ejemplo el sintáctico, pero rozan la fonemática (estudio del fonema).

§0.2 El intento de esta matematización se motivó en la necesidad de buscar estrategias didácticas para un hic et nunc de alumnos de fonética que parecían haber cursado un bachillerato matemático aceptable, pero que ponían de manifiesto una bastante magra capacidad auditiva y ningún talento para reproducir sonidos. Hubo, pues, que concentrarse en el análisis de los componentes fónicos, llamados rasgos, y éstos son la materia a que se refieren los símbolos de este artículo.

* El primero de los autores es etnólogo y glotólogo por los *Philosophische Fakultät de Colonia (Rhenania)*. El segundo es matemático doctorado por la *Division of Arts de la Universidad de Temple (Pa.)*. Ambos son del cuerpo docente de la *Universidad del Valle, Cali, Colombia*.

Lenguaje matemático

§1.1 En matemática un lenguaje es un conjunto de símbolos cualesquiera conocidos como *letras*, y más concretamente se estila manejar “letras alfanuméricas”, que son letras griegas y latinas así como números. La agrupación de esas “letras” matemáticas, mediante sus respectivas normas, produce “palabras matemáticas”.

Los símbolos básicos alfanuméricos o “letras”, son *generadores de lenguaje*. No hay límite preestablecido para escoger “letras” ni para su asociación, salvo que la sucesión (“palabra”) sea finita, es decir, enmarcada entre dos vacíos los cuales, para claridad, se suelen señalar con signos alfanuméricos, como las curvas conocidas como “paréntesis”.

§1.2 Existe en matemática el recurso de “identificar”, esto es, de convenir que son idénticas dos o más “palabras” formalmente distintas pero que, a partir del momento de establecida la convención de “identificación”, serán manejadas como teniendo el mismo valor. Así se establece que sin restricción contextual habrá la identificación

$$(a, a) = (a)$$

entonces “la palabra” (b,c,a,a,d) será manejada como idéntica a la “palabra” (b,c,a,d) y la misma equivalencia regirá todos los demás casos con (a,a). De este proceso con “identificación” resulta un lenguaje diferente del que se tomó como punto de partida y se lo conoce como “lenguaje cociente” del lenguaje original.

§1.3 De importancia en el manejo práctico es el recurso del “sublenguaje”, que consiste en la omisión de “palabras” que en un momento dado o en un trabajo específico, resultan innecesarias. Este recurso suele combinarse con el de §1.2, y desde nuestro punto de observación, los lenguajes naturales son sublenguajes del universal matemático, junto con identificaciones.

Por ejemplo, considerando que nuestra fonética es el “lenguaje general” de las posibilidades fónicas del lenguaje articulado, la fonética del castellano es un “sublenguaje” de él. En este “sublenguaje” ocurre que el rasgo de la nasalidad (que no es lo mismo que moda nasal) no

es pertinente o contrastivo, es decir, no establece diferencia semántica entre dos expresiones segmentalmente iguales. Tampoco se establece en España una diferencia en el nivel fonemático en virtud de distintas alturas tonales. En consecuencia, al trabajar con una de las lenguas hispánicas, se omitirá en todas ellas lo referente a los tonos (§12) y en la mayoría de ellas lo referente a la nasalidad (§10), que son rasgos contenidos en el "lenguaje general" (§15) porque éste está hecho para responder a las exigencias de la totalidad de los idiomas del mundo. (Si hemos olvidado algún rasgo, aceptaremos cualquier sugerencia para corregir el error.)

Los elementos del lenguaje fonético

§2.1 Objeto de las presentes páginas, es el inventario de los generadores de un lenguaje matemático cuya información es de orden fonético, de ahí que la información contenida en los generadores sea de índole fonética.

Se puede abordar esta tarea refiriéndose inicialmente tan sólo a tres rasgos que concurren en los sonidos ocluyentes (inglés *contoids*): "modo" "punto" y "tipo de aire". El conjunto de estos tres rasgos integra una "letra" y constituye un generador de la forma matemática que sigue:

$$\begin{pmatrix} \text{modo} \\ \text{punto} \\ \text{aire} \end{pmatrix}$$

Si el ocluyente que se va a manejar es la "letra" matemática cuyo contenido es definido como "fricativo, dental, sonoro", estos tres constituyentes se pueden representar por: φ = modo fricativo, d = punto de articulación dental (*latū sensū*), s = empleo de aire con vibración de las cuerdas vocales. Con estos símbolos para cada uno de los tres rasgos aquí considerados, la representación de la letra fonética [d], es la "letra" matemática siguiente:

$$\begin{pmatrix} \varphi \\ d \\ s \end{pmatrix}$$

la cual "letra" está constituida por tres "lenguajes": lenguaje de modos, lenguaje de puntos y lenguaje de aires.

Lenguaje de modos

§3.1 El lenguaje de modos tiene por generadores a los símbolos:

o	=	oclusivo
φ	=	fricativo
η	=	nasal
σ	=	sibilante
ρ	=	vibrante
λ	=	lateral
r	=	semivocal (o semiconsonante)
\emptyset	=	nada (ausencia de modo)

§3.2 Matemáticamente hablando, la respectiva tabla de identificaciones por yuxtaposición de los modos, es "parcialmente definida" (o sea, no siempre ocurren definiciones) y es "externa" por cuanto hay operaciones que generan símbolos que no son los arriba dados. Ejemplos: $\sigma + o = \Lambda$; $o + \varphi = \alpha$, donde vemos introducidos los símbolos externos Λ , α .

§3.3 Hay que hacer notar:

- i] α no es generador fonético; es un elemento externo ("generado") que llamaremos aquí africado.
- ii] La yuxtaposición de dos modos (caso de o con ρ en los primeros dos segmentos de la palabra *prado*) podría tentar a interpretarla como un modo α , pero desde siempre los gramáticos han sabido evitar esta tentación que a nada cierto conduciría; por eso el sitio correspondiente a la yuxtaposición de $o + \rho$ no está marcado con α en la tabla, sino con Λ (que está por "ausencia de producto"). Otras ocasiones hay en que la yuxtaposición no podría producir un α físicamente posible, por lo que igualmente hemos marcado con \emptyset el sitio del "generado".
- iii] Está previsto \emptyset (cero, nada) como el modo nulo que daría lugar a "letras" consonánticas carentes de modo y por ello imposibles.

puesto que la característica del ocluyente es tener un modo de intercepción, o sea, una forma parcial o total de ocluir el paso del aire. Además, es un símbolo que funciona como módulo o elemento neutro de la yuxtaposición de modos, cuya tabla es la siguiente:

	o	φ	η	σ	ρ	λ	F	∅
o	o	α	A	α	A	α	α	o
φ	A	φ	A	A	A	A	A	φ
η	A	A	η	A	A	A	A	η
σ	A	A	A	σ	A	A	A	σ
ρ	A	A	A	A	ρ	A	A	ρ
λ	A	A	A	A	A	λ	A	λ
F	A	A	A	A	A	A	F	F
∅	o	φ	η	σ	ρ	λ	F	∅

Los signos *o micrón*, *phi*, *eta*, *sigma*, *rho*, *lambda*, *dígama*, que aparecen en la tabla, son generadores fonéticos. Los resultados que aparecen en el interior de la tabla aquí arriba, son modos fonemáticos, entre los cuales se encuentra, como generado, el modo α.

Lenguaje de puntos de articulación.

§4.1. En este lenguaje, los símbolos, significados y agrupaciones son:

$$\left. \begin{array}{l} l = \text{bilabial} \\ \underset{\sim}{l} = \text{interdental} \end{array} \right\} = \text{puntos labiales.}$$

$$\left. \begin{array}{l} \underset{\sim}{d} = \text{interdental} \\ d = \text{dental} \\ \underset{\sim}{d} = \text{alveolar} \\ \underset{\sim}{d} = \text{retroflejo} \end{array} \right\} = \text{puntos dentales.}$$

\acute{p}	= prepalatal anteriorizado	}	= puntos palatales.
\acute{p}	= prepalatal		
\grave{p}	= prepalatal posteriorizada		
\grave{p}	= palatal anteriorizado		
\acute{p}	= palatal		
\grave{p}	= palatal posteriorizado		
\breve{p}	= palatal retroflejo		
\acute{p}	= postpalatal anteriorizado	}	= puntos postpalatales.
p	= postpalatal		
\grave{p}	= postpalatal posteriorizado		
v	= velar		
π	= uvular		
f	= semivocal		
γ	= glotal		

Aquí los símbolos subscriptos $\acute{\ } <$ y $\grave{\ } >$ significan respectivamente “anterior respecto del no marcado” y “posterior respecto del no marcado”. El punto subscripto en d y p representa más que un sitio de articulación, una modalidad de articulación consistente en una posición del ápice de la lengua que varía entre el vertical (“cacuminal”) y el doblamiento hacia atrás.

§4.2 En la tabla de identificaciones de puntos por yuxtaposición, que sigue, el signo A significará “ausencia, por imposibilidad”; un blanco significará “ausencia, por no interesar”, y α “combinación africada de puntos”. De hecho, esta tabla explica las combinaciones que producen un α , clasificación “externa” en el caso de los modos (véase la tabla en §3).

Tenemos en realidad aquí dos informaciones en una sola tabla. Una en que aparece el signo + (simplemente secuencia de dos articulaciones, un tanto comparable con el caso discutido de $p + r$) y otra en que aparece α .

La información en el interior de la tabla, tiene que ver con la coorde-

nada correspondiente a modos. Identificamos, por ejemplo, el africado que inicia la palabra *Pferd* de la siguiente manera:

$$\begin{pmatrix} o \\ l \\ N \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varphi \\ l \\ N \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} o + \varphi \\ l + l \\ N + N \end{pmatrix}$$

El africado, α , aparece en la tabla únicamente si en la primera coordenada está *o micrón* (= “oclusivo” u “ocluído”), como primer término. Como se vé, con éste tipo explícito de escritura no se requiere de información adicional. Pero la información sí debe estar contenida en las tablas y con ello se obtienen las identificaciones, como, por ejemplo, de puntos de articulación por yuxtaposición.

Una escritura del tipo

$$\begin{pmatrix} \alpha \\ l + l \\ N \end{pmatrix}$$

es la forma más simplificada de la suma en consideración.

§4.3 En teoría, la yuxtaposición de *p, t, k*, o de *b, d, g* seguidos de cualquier ocluyente continuante, puede producir un α fonemático. Pero, de hecho, en los idiomas sólo ocurren como monofonemáticos (como α): *pf, kw, gw, ts, dz, tš, dž, tl, dl*. (la yuxtaposición de *-ks* en latín, no es α). Estos hechos son los que se quieren expresar en la tabla de identificaciones de puntos por yuxtaposición.

Lenguaje de aires

§5. En este lenguaje hay dos generadores, S y N.

El símbolo S está por “sonoridad”, y significa que durante la realización del segmento fónico hay vibración de las cuerdas vocales. Con N se indica lo contrario: la no vibración o “sordez”.

La tabla de identificaciones es:

	S	N
S	S	A
N	A	N

Esta operación puede ser considerada “interna” porque a significa que no hay resultado y por lo tanto la operación es parcialmente definida.

Las identificaciones son: $(S) + (S) \equiv (S)$, $(N) + (N) \equiv (N)$, y se toma como suma general la yuxtaposición.

Tabla §4.3

	l	ḷ	ḍ	d	ḍ	ḍ	ḑ	ḑ	ḑ	ḑ	ḑ	ḑ	ḑ	ḑ	ḑ	ḑ	v	ɲ	F	7	∅	
l	l	+α							+α	A	A											l
ḷ		ḷ																				ḷ
ḍ			+α																			ḍ
d				+α					+α	+α	+α											d
ḍ					+α																	ḍ
ḍ						+α										+α						ḍ
ḑ							ḑ															ḑ
ḑ								ḑ														ḑ
ḑ									ḑ													ḑ
ḑ										ḑ												ḑ
ḑ											ḑ											ḑ
ḑ												ḑ										ḑ
ḑ													ḑ									ḑ
ḑ														ḑ								ḑ
ḑ															ḑ							ḑ
p	+α	A		+α						A	A				p							p
ḑ																ḑ						ḑ
v																	v					v
ɲ																		ɲ				ɲ
F																			F			F
7																						7
∅	l	ḷ	ḍ	d	ḍ	ḍ	ḑ	ḑ	ḑ	ḑ	ḑ	ḑ	ḑ	ḑ	ḑ	p	ḑ	v	ɲ	F	7	∅

Lenguaje de potencia.

§6. En este lenguaje los generadores son ‘ y ∅, que representan la potencia con la cual el aire llamado “sordo” (=no puesto a vibrar por las cuerdas vocales) es emitido durante la articulación. El valor que tiene el signo *h* en las escrituras germánicas, ilustra esta potencia. (En

fonética se puede considerar que la "hache" ortográfica en cuestión, es una emisión fuerte de aire sordo logrado en la misma posición neutra de la lengua que cuando se emite -con aire "sonoro"- el resonante conocido como "šwa"). Los significados de los símbolos son: ' corriente fuerte de aire "sordo", y \emptyset su ausencia (lo que en la práctica puede equivaler al empleo de aire "sordo" sin potencia o, si se prefiere, sin mayor potencia). La tabla de identificaciones es:

	'	\emptyset
'	'	A
\emptyset	A	\emptyset

donde los signos se manejan de la misma manera que arriba: A, la suma, y las palabras. Nótese que el lenguaje de potencias es isomorfo con el lenguaje de aires y del lenguaje de direcciones que sigue.

Lenguaje de direcciones.

§7. En este lenguaje hay dos generadores: E (empleo de aire egressivo), e I (empleo de aire ingresivo). Esta última dirección del aire ha sido descrita alguna vez como propia del estado de excitación cuando las niñas refieren algo con tanta vehemencia, que no les alcanza el tiempo para inhalar primero el aire que necesitan para hablar, así es como aprovechan la corriente ingresiva que es aspirada por los pulmones, y articulan con este aire. En el programa de televisión "El Chavo del ocho", *la Chilindrina* recurre ocasionalmente a este expediente. Se puede hacer ingresar igualmente aire mediante succión efectuada en el resonador oral; esto ocurre en ocasiones en regiones hispanohablantes en que se ordena a un caballo que empiece a caminar haciéndole oír un sonido "p ingresivo". En ciertas lenguas africanas el rasgo del chasquido ingresivo produce diferencia fonemática.

La tabla de identificaciones de lenguajes de direcciones del aire, es la siguiente:

	E	I
E	E	A
I	A	I

El rasgo de ingresión se puede encontrar lo mismo asociado a “ocluyente” que a “resonante” (inglés *vocoid*). El aire ingresivo que se oye durante el jadeo, es un resonante oral “sordo” de aire ingresivo, sin intervención de la musculatura de la lengua (es decir, sin lenguaje de §8 ni de §9) y carece de información fonemática.

Lenguaje de columnas.

§8. Es la representación de la realidad fónica en cuanto a localización (sin contacto) de la articulación de los segmentos “resonantes” (que son todas las vocales y *h*), así: *f* = frontal o anterior, *f*+ = frontal centralizado, *f* = frontal centralizado con retroflexión, *c* = central, *ç* = central velarizado (sólo en combinación con “altura b”): produce “a velarizada” del español de Castilla y en otros idiomas), *p* = posterior.

La tabla de identificaciones es:

	<i>f</i>	<i>f</i> +	<i>f</i>	<i>c</i>	<i>ç</i>	<i>p</i>	∅
<i>f</i>	<i>f</i>						<i>f</i>
<i>f</i> +		<i>f</i> +					<i>f</i> +
<i>f</i>			<i>f</i>				<i>f</i>
<i>c</i>				<i>c</i>			<i>c</i>
<i>ç</i>					<i>ç</i>		<i>ç</i>
<i>p</i>						<i>p</i>	<i>p</i>
∅	<i>f</i>	<i>f</i> +	<i>f</i>	<i>c</i>	<i>ç</i>	<i>p</i>	∅

En este lenguaje, el igual que en el de §9, no hay producción alguna por yuxtaposición, por lo que los espacios quedan en blanco, no valiendo la pena de siquiera inscribirles A.

Lenguaje de alturas.

§9. En este lenguaje los generadores se refieren a la altura de los sonidos “resonantes” dentro de lo que se conoce como el triángulo de Hellwag *a* = alta, *a* = alta abierta, *m* = media, *m* = media abierta, *b* = baja. La tabla de las identificaciones es:

	a	ã	m	ṃ	b	∅
a	a					a
ã		ã				ã
m			m			m
ṃ				ṃ		ṃ
b					b	b
∅	a	ã	m	ṃ	b	∅

Lenguaje de nasalidad.

§10. Cuando el músculo del velo (pallatum molle) abre el paso a la columna del aire que proviene del pulmón, ésto da lugar a la nasalidad de los segmentos resonantes (comunmente conocidos como “vocales”, pero con inclusión de *h*) así como a los segmentos ocluyentes (“consonantes”) del tipo *m*, *n*.

El grado de nasalidad puede variar, pero aquí no haremos esta distinción. La presencia de nasalidad se indicará con +, y su ausencia con -. La falta de resultado en la tabla se indica como en §5, §6 y §7: con: A. La tabla de identificaciones es:

	+	-
+	+	A
-	A	

§10.1 La nasalidad no se emplea como “palabra” matemática, sino solamente en combinación con los lenguajes anteriores. Esto significa que una “palabra” (+,-,+,+) hecha de nasalidades positivas (“sí”) y de negativas (“no”), sin apoyo en segmentos resonantes, es lingüísticamente imposible. Al igual que en los casos procedentes, se tendrán “letras” compuestas, por ejemplo:

λ	el modo
d	el punto
S	el aire
N	la potencia
E	la dirección
\emptyset	la columna
\emptyset	la nasalidad

Esta “palabra” matemática nos presenta un modo lateral y un punto dental de obstrucción del aire sonoro, sin potencia “sorda”, con empleo de corriente egresiva, y con ninguna de las características resonantes hasta aquí estudiadas. La definición que nos da esta “palabra”, corresponde al sonido [l].

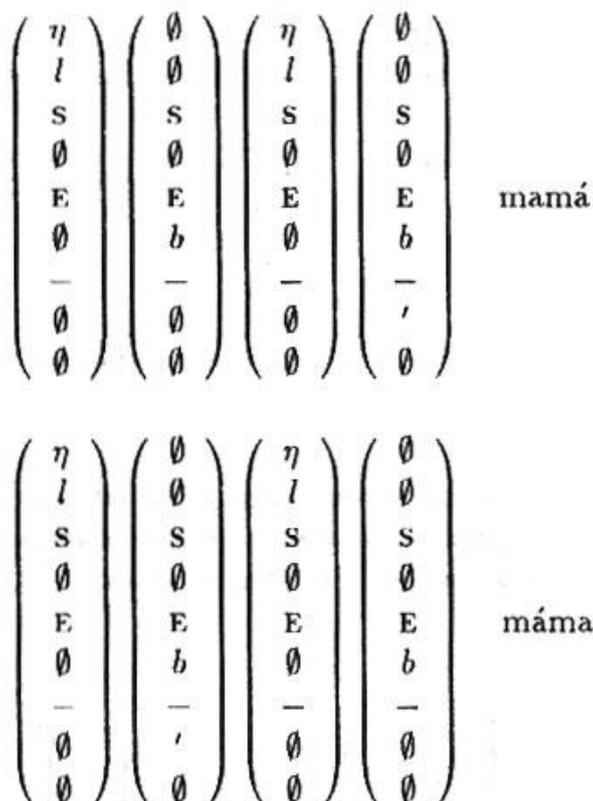
Lenguaje de acentos.

§11.1 En los idiomas en que el acento fonemático existe, sirve para destacar con mayor fuerza un segmento de función vocálica (aunque sea un ocluyente) en relación con el resto de los segmentos de una misma palabra lingüística. Tres son los tipos de intensidad que se toman en cuenta en el presente trabajo: ausencia (“vocal átona”), primario y secundario. Sus símbolos son \emptyset , /, \, respectivamente. La tabla de identificaciones incluye a A (falta de resultado) y es:

	\emptyset	/	\
\emptyset	\emptyset	/	/
/	/	/	A
\	\	A	\

§11.2 Nuevamente no se trata de un lenguaje susceptible de ser manejado por sí sólo. El lenguaje de acentos se maneja conjuntamente con palabras lingüísticas mayores de una sílaba, ya que una sola sílaba no permite establecer ningún contraste acentual. (Una palabra monosilábica no puede tener contraste consigo misma, aunque sí podría ser destacada sintácticamente mediante el acento; pero la sintaxis no está tomada en consideración en estas páginas).

La diferencia entre [mamá] y [máma] sería:



Lenguaje de tonos.

§12. Se consideran aquí tres símbolos de generadores que informan respecto de alturas tonales que acompañan preferentemente a segmentos resonantes. Adicionalmente se recurre en la tabla a ∅. Tenemos: ∅ = ausencia, / = tono alto, \ = tono bajo, - = tono medio. La tabla de identificaciones es:

	∅	/	\	-
∅	∅	/	\	-
/	/	/	∨	┘
\	\	∧	\	\
-	-	┘	┘	

Donde tenemos una operación "externa" que genera los símbolos cuyos nombres son:

v	bajo-alto
∩	medio-alto
^	alto-bajo
∪	medio-bajo
∩	alto-medio
∪	bajo-medio

que son tonos compuestos y que ocurren en idiomas tonales.

Geminación.

§13. Las geminaciones (repeticiones articulatorias) que existen en idiomas como el italiano o el árabe, se representan en forma de suma, sin hacer la identificación posible. Por ejemplo:

$$\begin{pmatrix} b \\ c \\ s \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} (\eta, \eta) \\ (l, l) \\ (s, s) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b \\ c \\ s \end{pmatrix} = a m' a$$

Esta lectura carece de la indicación del acento, por no interesarnos en este momento, y contiene el segmento largo m' .

En lugar de ocurrir largo el segundo segmento, podría presentarse reduplicado y asociado de distintas maneras. Por ejemplo:

$$\begin{pmatrix} b \\ c \\ s \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} (\eta + \eta) \\ (l + l) \\ (s + s) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b \\ c \\ s \end{pmatrix} = a m m a$$

$$\begin{pmatrix} b \\ c \\ s \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \eta \\ l \\ s \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \eta \\ l \\ s \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b \\ c \\ s \end{pmatrix} = a m m a$$

$$\begin{pmatrix} b & \eta \\ c & l \\ s & s \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \eta & b \\ l & c \\ s & s \end{pmatrix} = a \ m \ m \ a$$

$$\begin{pmatrix} b \\ c \\ s \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \eta & \eta & b \\ l & l & c \\ s & s & s \end{pmatrix} = a \ m \ m \ a$$

Paréntesis y signos de operación.

§14.1 Los constituyentes de una "letra" matemática se llaman coordenadas. Ya se dijo arriba que aquí cada una de las partes constituyentes se refiere a un rasgo físico. Se ha dicho igualmente (§1.1) que conviene en la generalidad de los casos marcar el comienzo y el fin de una secuencia matemática mediante paréntesis. Esos paréntesis se emplean lo mismo en escritura vertical (como lo hemos venido haciendo casi siempre hasta aquí), que en escritura lineal (como es §1.2). En §13 hemos visto la combinación de ambas escrituras.

Una "letra" matemática escrita entre paréntesis, es una secuencia parentética llamada "palabra". Así tenemos que (x) es una "palabra" constituída por una "letra". Las "palabras" pueden tener más de una "letra", por ejemplo (x, y, z).

La suma de "palabras" es "yuxtaposición".

$$\begin{pmatrix} \emptyset \\ \emptyset \\ s \\ \emptyset \\ E \\ b \\ c \\ + \\ / \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \emptyset \\ \emptyset \\ s \\ \emptyset \\ E \\ a \\ f \\ + \\ \emptyset \end{pmatrix} = \acute{a} \ i$$

Si no hace falta marcar pausas o linderos, no se escribe el signo +:

Si el usuario considera que ninguna información útil aportan los paréntesis internos de la suma, puede eliminarlos y conformarse con los dos paréntesis externos:

$$\left(\begin{array}{cccc} o & \emptyset & o & \emptyset \\ l & \emptyset & p & \emptyset \\ S & S & N & S \\ \emptyset & \emptyset & \emptyset & \emptyset \\ E & E & E & E \\ \emptyset & c & \emptyset & c \\ - & - & - & - \\ \emptyset & ' & \emptyset & \emptyset \\ \emptyset & \emptyset & \emptyset & \emptyset \end{array} \right) = \text{b á k a}$$

Algunos cerebros electrónicos (ordenadores, micros, PC, computadores) tienen o tuvieron el “mando” \emptyset , que significa “espacio en blanco” y que corresponde en su función a la barra espaciadora de las máquinas de escribir. Entre dos secuencias (“palabras”) es norma dejar un espacio en blanco al escribir a mano o en máquina; este espacio es significativo. En matemática, el espacio puede ser ocupado por el signo de operación “más”, así: $(y, y) + (y, z)$. El signo “más” ordena sumar, como en:

$$\left(\begin{array}{cccc} \eta & \emptyset & \eta & \emptyset \\ l & \emptyset & l & \emptyset \\ S & S & S & S \\ \emptyset & \emptyset & O & O \\ E & E & E & E \\ \emptyset & b & \emptyset & b \\ \emptyset & c & \emptyset & c \\ - & - & - & - \\ \emptyset & \emptyset & \emptyset & ' \\ \emptyset & \emptyset & \emptyset & \emptyset \end{array} \right) + \left(\begin{array}{cccc} \emptyset & o & o & \emptyset \\ \emptyset & d & d & \emptyset \\ S & N & N & S \\ O & O & O & O \\ E & E & E & E \\ m & \emptyset & \emptyset & b \\ f & \emptyset & \emptyset & c \\ - & - & - & - \\ \emptyset & \emptyset & \emptyset & ' \\ \emptyset & \emptyset & \emptyset & \emptyset \end{array} \right)$$

Esta suma se lee [mamá está]. En algunos idiomas se borran los linderos en el lenguaje coloquial; en un caso así, la suma de dos palabras lingüísticas, como las mencionadas, produce una sola emisión fónica y

ello se representa con una sola “palabra” matemática, sin el signo +.

§14.2 Si dos “letras” no emplean constituyentes contradictorios, como lo sería el tener uno de ellos S y el otro N, y si su lectura vertical no produciría un resultado falso, se pueden fusionar en una sola expresión, así:

$$\left(\left(\begin{array}{cc} o & \emptyset \\ d & \emptyset \\ S & S \\ \emptyset & \emptyset \\ E & E \\ \emptyset & b \\ \emptyset & c \\ - & - \\ \emptyset & \emptyset \\ \emptyset & \emptyset \end{array} \right) \right) = \left(\begin{array}{cc} o & \emptyset \\ d & \emptyset \\ S & S \\ \emptyset & \emptyset \\ E & E \\ \emptyset & b \\ \emptyset & c \\ - & - \\ \emptyset & \emptyset \\ \emptyset & \emptyset \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} o \\ d \\ S \\ \emptyset \\ E \\ b \\ c \\ - \\ \emptyset \\ \emptyset \end{array} \right)$$

Lo que se ha hecho, es reducir la primera expresión parentética a la de en medio, descargada de paréntesis inoficiosos. En seguida se fusionaron las dos columnas de la segunda expresión en una sola, formando una sílaba abierta que se lee [da]. Donde se han excluido paréntesis internos y el signo “más”, y hecho la reducción de dos “letras” a una sola.

Lenguaje general.

§15 En el §14 se han mostrado algunos recursos de cómo ahorrar información innecesaria, pero todos los ejemplos seguían conteniendo mucha información carente de interés. Por ejemplo, una semivocal (simbolizada alfanuméricamente mediante la letra griega *dígamma*, Γ) no funciona nunca como vocal y por lo tanto nunca puede llevar el acento. Así que el la “palabra” \ddot{u} la penúltima coordenada (y algunas más) es perfectamente superflua:

$$\begin{array}{l}
 \text{el modo} \\
 \text{el punto} \\
 \text{el aire} \\
 \text{la potencia} \\
 \text{la dirección} \\
 \text{la altura} \\
 \text{la columna} \\
 \text{la nasalidad} \\
 \text{el acento} \\
 \text{el tono}
 \end{array}
 \begin{pmatrix}
 r \\
 l \\
 s \\
 \emptyset \\
 E \\
 a \\
 c \\
 - \\
 \emptyset \\
 \emptyset
 \end{pmatrix}
 = \vec{u}$$

Pero cuando aún no se ha establecido qué coordenadas realmente nos harán falta en un trabajo determinado, se debe hacer uso del *lenguaje general*, sin excluir ninguna coordenada, por lo que en §14 se ha empleado el acervo total de los rasgos. Veamos otro ejemplo de sílaba abierta:

$$\begin{array}{l}
 \text{el modo} \\
 \text{el punto} \\
 \text{el aire} \\
 \text{la potencia} \\
 \text{la dirección} \\
 \text{la altura} \\
 \text{la columna} \\
 \text{la nasalidad} \\
 \text{el acento} \\
 \text{el tono}
 \end{array}
 \begin{pmatrix}
 o \\
 l \\
 s \\
 \emptyset \\
 E \\
 b \\
 c \\
 + \\
 \emptyset \\
 \neg
 \end{pmatrix}
 = b \vec{a}$$

Lenguajes eliminables

§16.1 Un lenguaje está constituido por cada uno de los lenguajes particulares, tales como los que se han expuesto de §3 a §12. Un *lenguaje general* está hecho para hacer frente a todas las circunstancias conocidas en cierta área, en nuestro caso el de la fonética.

Pero es frecuente que el usuario no necesite de cada una de esas coordenadas, sino sólo de una parte de ellas. El resto es redundante y no tiene por qué ser empleado.

Al eliminar esa parte sobrante, ya no estamos en presencia de un *lenguaje general*, sino sólo de una parte de él, que recibe el nombre de *lenguaje cociente*.

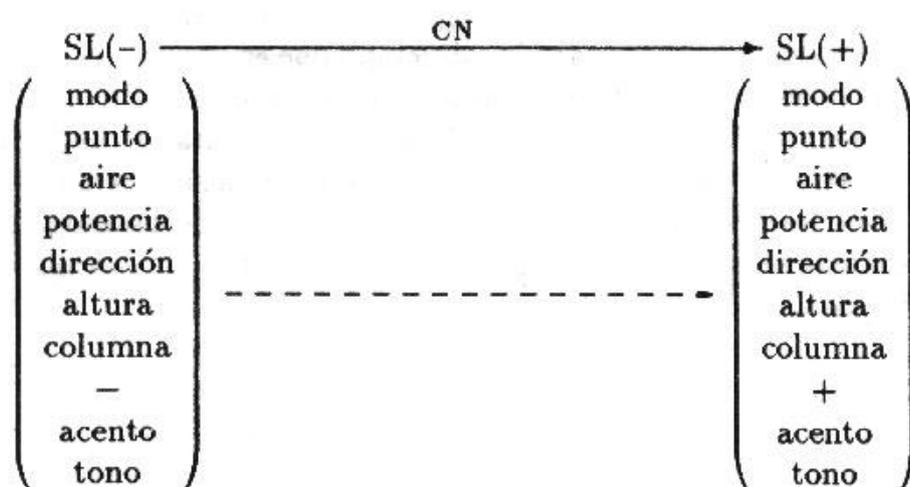
§16.2 Si los hablantes de una región dada nasalizan absolutamente todos los resonantes (“vocales”), al tiempo que en otra región en que se habla el mismo idioma esto no sucede jamás, en los datos de la primera aparecerá infaliblemente + en la 3ª coordenada contando desde abajo, en relación con cualquier resonante que tenga función vocálica (es decir, todos los resonantes menos *h*). Y evidentemente, los datos procedentes de la segunda región ostentarán siempre el signo – en esa misma coordenada. Así:

<i>Región A</i>	<i>Región B</i>
$\left(\begin{array}{c} \text{modo} \\ \text{punto} \\ \text{aire} \\ \text{potencia} \\ \text{dirección} \\ \text{altura} \\ \text{columna} \\ + \\ \text{acento} \\ \text{tono} \end{array} \right)$	$\left(\begin{array}{c} \text{modo} \\ \text{punto} \\ \text{aire} \\ \text{potencia} \\ \text{dirección} \\ \text{altura} \\ \text{columna} \\ - \\ \text{acento} \\ \text{tono} \end{array} \right)$

Como el dato + en A y el dato – en B nunca cambian, el usuario puede concentrar su atención en las demás coordenadas, prescindiendo de la información predecible. Las coordenadas restantes, descargadas del lenguaje de nasalidad, recibirán la designación de “Sublenguaje de nasalidad”, respectivamente: SL(+) para B, y SL(-) para A.

§16.3 Se dice que entre SL(+) y SL(-) existe una “función” del segundo en el primero, que envía una “letra” sin nasalidad a la “letra” que tenga iguales todas las coordenadas a las del primero, excepto en la coordenada de nasalidad, que ahora será +. En nuestro caso, podemos llamar CN (“cambio de nasalidad”) a esta “función” matemática,

estableciéndose la correspondencia de la siguiente manera formal:



Donde vemos que el segundo sublenguaje ha sido anotado en la primera columna parentética y enviado al otro sublenguaje. En esta operación hay una correspondencia que preserva la suma de “palabras”, y “uno a uno y sobre”. Dicho de otro modo, la signación CN preserva de manera biunívoca la construcción de “palabras” a partir de los generadores. Así, pues, CN es un isomorfismo entre lenguajes.

§16.4 Se dice en matemática que dos lenguajes son isomorfos cuando no son diferenciables. Esto va paralelo con el hecho de no transmitir ellos ninguna información contrastable (o “contrastiva”) durante el acto de la comunicación de la lengua natural a que representa el metalenguaje matemático. En nuestro caso, tanto los hablantes que nasalizan, por ejemplo en castellano de la costa norte de Suramérica, como los que no nasalizan, no diferencian entre SL(-) y SL(+): en castellano la nasalidad vocálica no produce ninguna información semántica.

La coordenada isomórfica puede ser eliminada, por no ofrecer información, pero esto no significa que las demás coordenadas no estén ellas tampoco en capacidad de dar información variable y contrastable, por lo que, por lo pronto, sólo se habrá de eliminar la nasalidad:

$$\left(\begin{array}{c} \text{modo} \\ \text{punto} \\ \text{aire} \\ \text{potencia} \\ \text{dirección} \\ \text{altura} \\ \text{columna} \\ \text{acento} \\ \text{tono} \end{array} \right)$$

Este lenguaje, desprovisto de la coordenada de nasalidad, es perfectamente isomorfo de SL(-) y de SL(+) arriba transcritos, y es producido a partir de cualquiera de ellos.

§16.5 No sólo carecen de información contrastable dos lenguajes isomorfos de contenido opuesto, sino también todo lenguaje en el cual aparezca siempre la misma información, por ejemplo E (aire egresivo).

Todo lo que es predecible, es redundante y carece de interés fonemático. Pero para estudios de otra índole podría tener valor: se podría programar un cerebro electrónico dotado de sensores para que determine el origen geográfico de distintos hablantes de castellano americano.

Todo lo que es predecible de acuerdo con la fonemática de un idioma, puede ser eliminado de la grafía. Pero esto no significa que la eliminación se pueda llevar a extremos “antifonemáticos”, suprimiendo rasgos pertinentes, como en español el aire S o N, o el acento. Para la lingüística, supresiones de este tipo son anticientíficas y por lo tanto no admisibles.

Ciertamente, bajo condiciones especiales e impropias de lenguas naturales, no sólo se pueden omitir rasgos, sino aún palabras enteras, como sucede en el lenguaje telegramático (telegrama, télex), confiando a la pericia del lector la reposición de la información omitida. El alfabeto morse —cuya inspiración no es lingüística, ni matemática, sino ortográfica— maneja para la transcripción de textos, un lenguaje de reducción extrema:

$$\left(\begin{array}{c} \text{modo} \\ \text{punto} \\ \text{aire} \\ \text{altura} \\ \text{columna} \end{array} \right)$$

Nótese que el señor Morse no manejaba la ortografía portuguesa, española ni catalana, sino la inglesa, lo que sin duda no es ajeno a la omisión de la coordenada acento.

Desde el punto de vista lingüístico, ningún “rasgo pertinente”, o sea, el que permite hacer una diferencia semántica, puede ser omitido alegando que “no es tan difícil adivinarlo”, pues una escritura científica no es un juego de adivinanzas.

Este precepto no es alterable por circunstancias formales como lo son la base en la cual se escriba (papel, cartón, metal, madera, plástico), la forma de la letra (cursiva, gótica, mayúscula) u otras circunstancias ajenas al sistema de la lengua. Es decir, la fonemática rige a la escritura lo mismo de una novela que de una comunicación bancaria o industrial, lo mismo en una boleta que en un letrero gigante o en la pantalla de la televisión, lo mismo en mayúsculas que en minúsculas, que todos ellos no son elementos de la lengua, sino simples soportes materiales mudos. En consecuencia, en latín correctamente escrito no se debe omitir ninguna duración (§13): ni la consonántica ni la vocálica, y en un texto de cualquiera de los idiomas españoles, no se deben omitir los acentos sobre las vocales mayúsculas, ni tilde encima de la ñ castellana;

A manera de conclusión.

§17.0 El empleo de procedimientos y de conceptos matemáticos, permite ver con un poco de mayor claridad algunas cosas que, si bien ya se conocen, no siempre han sido expresadas con la debida claridad conceptual.

§17.1 El par de conceptos de *generador* y de *generado*, en combinación con un cuadro lingüístico de asociación bisegmental, permite una mayor comprensión del hecho de que en castellano η (“ene postpalatal”) no puede generar, ni puede ocurrir fuera del ambiente

postpalatal[†] o, dialectalmente, ante cero.

Este mismo par de conceptos ha puesto de manifiesto lo que muchas personas saben perfectamente bien pero que muchas otras no quieren reconocer, posiblemente por la ausencia de argumentación del tipo que estamos mencionando: tenemos que el modo africado α , es un modo generado e incapaz de generar a su vez. Es fonéticamente generado a partir de la yuxtaposición de dos generadores, a cuya categoría no pertenece α . Fonéticamente es imposible discernir si α pertenece a uno o a dos modos (o sea, si es monofonemático o bifonemático). La correspondiente demostración incumbe a un nivel analítico distinto.

Si α no es demostrable fonéticamente, entonces α no es manejable fonéticamente, y los signos ϕ , \tilde{c} , \mathfrak{z} , \mathfrak{z} , están fuera de lugar en una escritura fonemática.

§17.2 Por otra parte, también la concepción de *lenguaje general* y *lenguaje cociente* se pone al servicio de la distinción entre los que es el nivel de las variaciones que se generan contextualmente (como η en castellano) y las emisiones que no son predecibles: aquí el lingüista, lo mismo que el matemático, no tardará en eliminar lo predecible e identificar lo identificable, según área, región o tema de estudio. Con ello manejarán un lenguaje particular, descargado de lastres.

Esta nueva escritura es para el matemático un "lenguaje cociente", que el escribirá entre corchetes, y para el lingüista una "escritura fonemática", que escribirá entre oblicuas.

De acuerdo con los criterios arriba expresado, que prohíben volver la matemática, la lingüística o las escrituras científicas un juego de adivinanzas, no se debe eliminar del lenguaje cociente lo que *no* es fonemáticamente predecible.

§17.3 Digamos finalmente que el *lenguaje general* aquí presentado a la consideración de los críticos, no tiene más aspiración que poder servir de base a diversos propósitos en que su aplicación inmediata sea posible y, acaso, incitar a desarrollos ulteriores, como, por ejemplo, la inclusión de rasgos prosódicos.

[†] *Postpalatal*: situado en la parte final del paladar duro (distinto de *velar*: situado en el paladar blando).

Gracias a la facilidad de codificación mediante coordenadas, una aplicación inmediata podría ser el diseño de programas para ordenadores electrónicos destinados al aprendizaje de la teoría de la fonética o el aprendizaje de la lingüística histórica.