



gipsa-lab

# Comunicação animal e linguagem humana

*Didier Demolin*

Gipsa-Lab, Université Stendhal Grenoble

IEA, São Paulo, 27 Outubro 2011

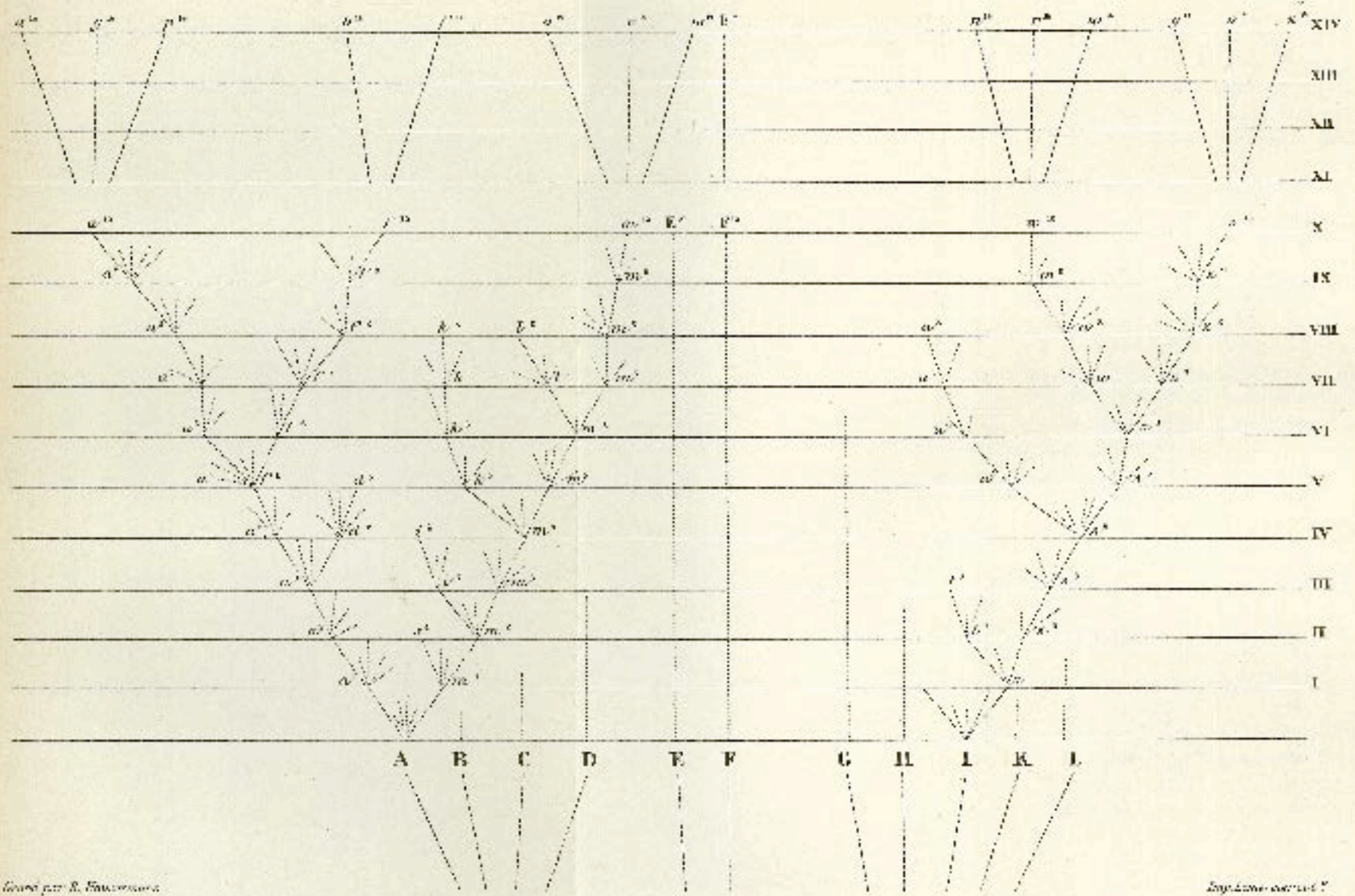


- Devemos usar uma perspectiva darwiniana para abordar a relação entre comunicação animal e linguagem humana.
- A linguagem humana é um sistema de comunicação que tem uma base biológica e por consequência é um produto da evolução.

Darwin (1871)

*'The descent of man and selection in relation to sex'*

'...I conclude that the extremely complex and regular construction of many barbarous languages, is no proof that they owe their origin to a special act of creation. Nor, as we have seen, does the faculty of articulate speech in itself offer any insuperable objection to the belief that man has been developed from some lower form'.



Tab. Fig. 125

Tab. Fig. 125

Darwin 'The origin of species'

‘The formation of different languages and of distinct species, and the proof that both have been developped through a gradual process, are curiously parallel’.

Darwin faz referência também a Lyell (1863) para: ‘o paralelismo muito interessante entre o desenvolvimento dos espécies a das linguagens...’.

‘..., I cannot doubt that language owes its origin to the imitation and modification of various natural sounds, the voices of other animals, and man’s own instinctive cries, aided by signs and gestures’.

‘The lower animals differ from man solely in his almost infinitely larger power of associating together the most diversified sounds and ideas; and this obviously depends on the high development of his mental powers’.

‘As the voice was used more and more, the vocal organs would have been strengthened and perfected through the principle of the inherited effects of use; and this would have reacted on the power of speech. But the relation between the continued use of language and the brain, has no doubt been far more important.’.

É mesmo? Posso saber qual  
a sua descendência?

O senhor Darwin me falou  
que somos primos!

Que língua ele está falando?



Esqueleto  
do  
homem atual  
(Homo sapiens)

Esqueleto  
do  
chimpanzé atual  
(Pan troglodytes)

2008/10/8



**Linguagem humana**

**Comunicação animal**

**Gramática**

**Estruturada? Gramática?**

⇒ **Faculdade da linguagem (BLF/RLF)**

(Chomsky et al. 2002 & Fitch et al. 2005)

**Inato ou adquirido?**

**Pássaros, Macacos**

**Aprendizagem?**

⇒ **Epigênese → mudança de sons**

**Ambiente social → *babillage***

# Diversidade da linguagem e das línguas

**Chimpanzés & Bonobos**

**Pássaros/cetáceos**

⇒ Por quê? Quais são as causas? Como explicar a variação?  
Princípios na origem dos dialetos? Ambiente ecológico.

**Cognição**

**Intencionalidade,  
mímese**

**Babuínos estação Rousset**

⇒ Capacidades básicas do cérebro dos primatas

# **Origem da linguagem?**

**Fala? gestos? Linguagem?**

**Paleontologia (filogênese)**

**Ontogênese**

**Comparação com outras espécies  
(primatas e outras)**

Qual é a contribuição de outras espécies para entender a origem e a evolução da linguagem humana?

Pássaros e baleias

## Pássaros (Hausberger)

Muitos sinais são fixos e relacionados a uma função particular; eles não requerem aprendizagem.

Existem sinais vocais flexíveis que são adquiridos com experiência, sobretudo social.

Este é o caso dos mamíferos marinhos (golfinhos e cetáceos), outros mamíferos (elefantes e morcegos) e pássaros cantores.

Esta noção de flexibilidade separa, até agora, a comunicação dos primatas humanos e não humanos.

Homens, cetáceos e pássaros cantores partilham a capacidade de construir a comunicação vocal ao longo do seu desenvolvimento com a pressão das influências sociais.

O canto é transmissor da identidade do emissor; ele permite defender território, atrair um parceiro e assegurar a coesão social.

# O pagaió Alex



Imita a voz humana e está aberto para a aprendizagem.

Responde vocalmente e de maneira apropriada a perguntas sobre cor, matéria, forma e tamanho de um objeto.

Demonstra que há aprendizagem do som, mas também do contexto.

Na aprendizagem, só as interações com adultos permitem um desenvolvimento normal (Thorpe et Nottebohm).

**Marler** : Noção de período crítico e de 'template'

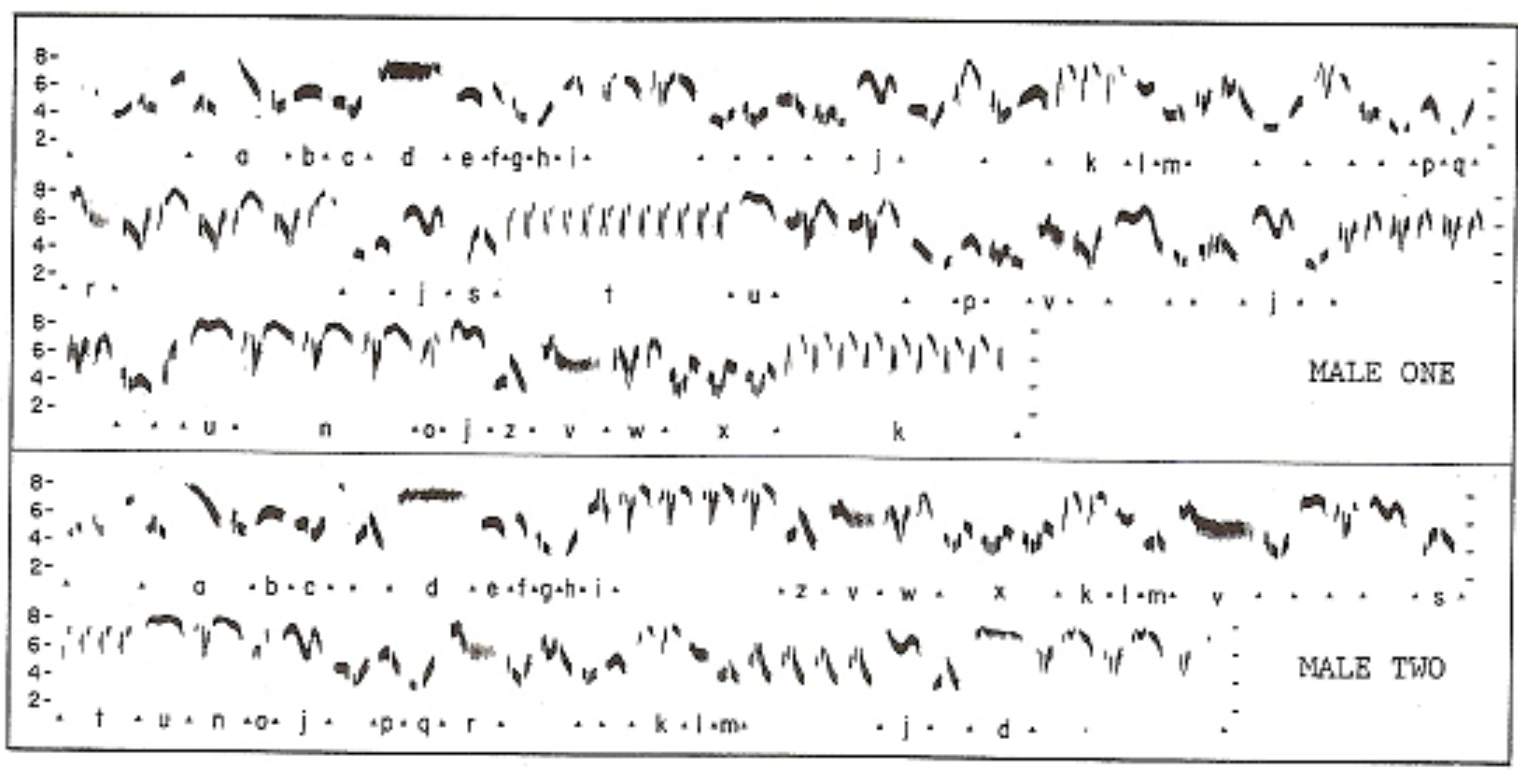
- Período crítico de 10 até 50 dias
- Template : é um modelo auditivo inato que permite ao jovem selecionar os cantos de seus congêneres e rejeitar aquele de outras espécies.

A aprendizagem se faz em duas etapas: a memorização interna e uma etapa motora.

Há 2 categorias de pássaros:

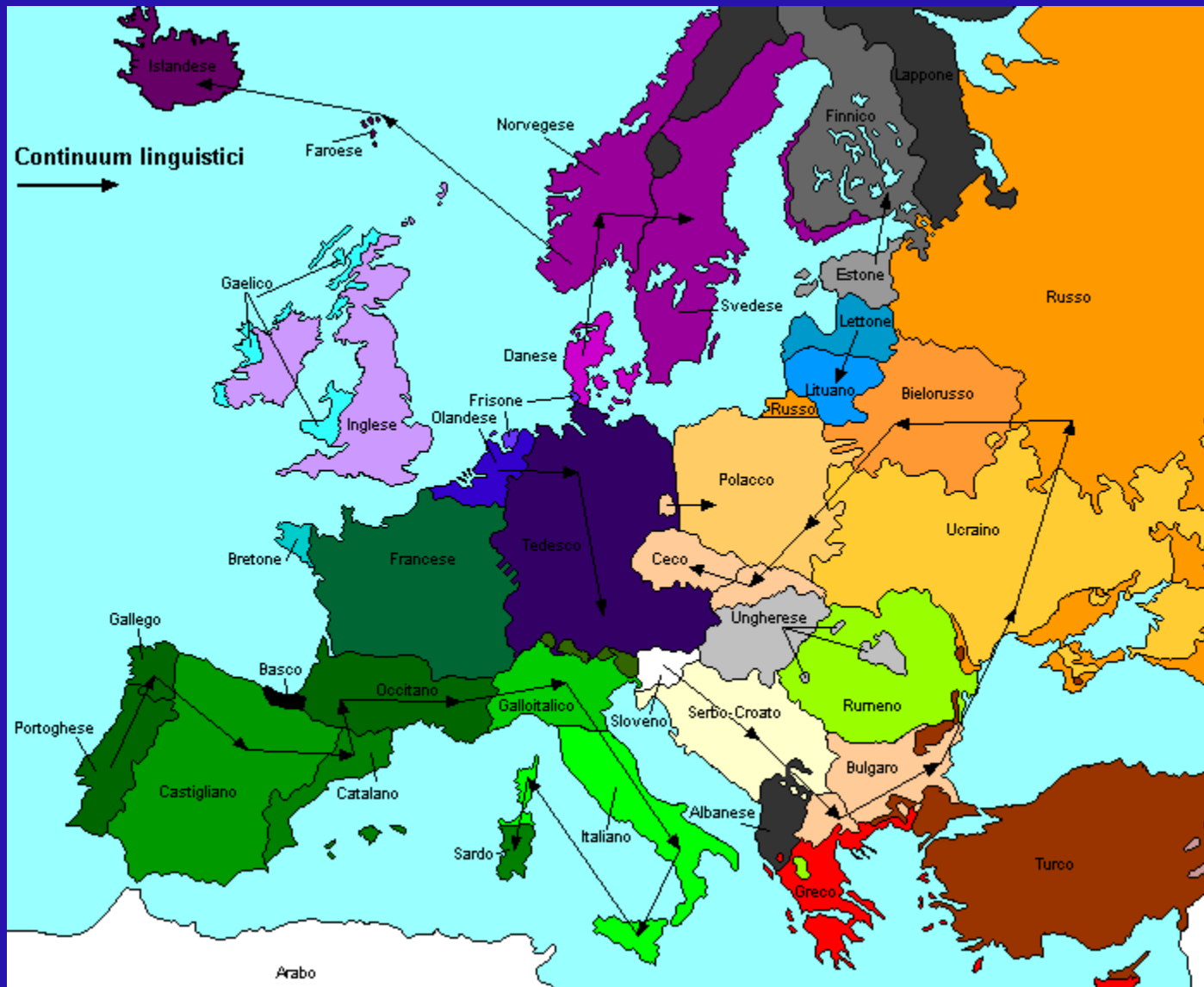
Aqueles que aprendem ao longo de um período limitado e aqueles que mantêm a capacidade de modificar seu canto ao longo da vida.





MALE ONE

MALE TWO



# Songbirds possess the spontaneous ability to discriminate syntactic rules

Kentaro Abe<sup>1,2</sup> & Dai Watanabe<sup>1,3</sup>

Whether the computational systems in language perception involve specific abilities in humans is debated. The vocalizations of songbirds share many features with human speech, but whether songbirds possess a similar computational ability to process auditory information as humans is unknown. We analyzed their spontaneous discrimination of auditory stimuli and found that the Bengalese finch (*Lonchura striata* var. *domestica*) can use the syntactical information processing of syllables to discriminate songs). These finches were also able to acquire artificial grammatical rules from synthesized syllable strings and to discriminate novel auditory information according to them. We found that a specific brain region was involved in such discrimination and that this ability was acquired postnatally through the encounter with various conspecific songs. Our results indicate that passerine songbirds spontaneously acquire the ability to process hierarchical structures, an ability that was previously supposed to be specific to humans.

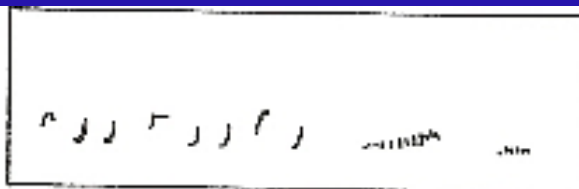
# Baleias

As baleias modificam progressivamente os seus cantos ao longo do tempo, de maneira a sugerir que os indivíduos copiam elementos que eles encontram em outros indivíduos.

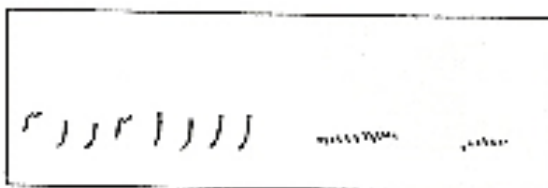
Mesmo se as propriedades dos cantos individuais são muito variáveis no tempo, a distribuição global de alguns traços acústicos no repertório parece estável.

Isso sugere que as restrições próprias para a espécie agem sobre traços temporais dos cantos para determinar a forma do canto, enquanto a variabilidade permite às baleias adaptar-se de maneira flexível aos elementos dos novos cantos.

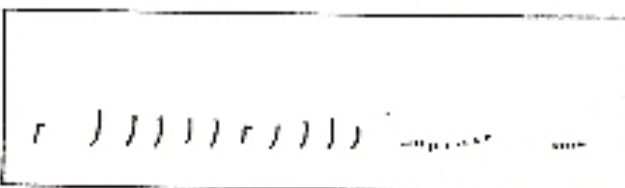
JAN. 4, 1977



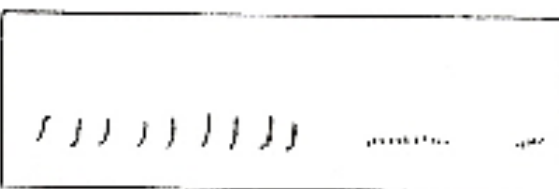
FEB. 1, 1977



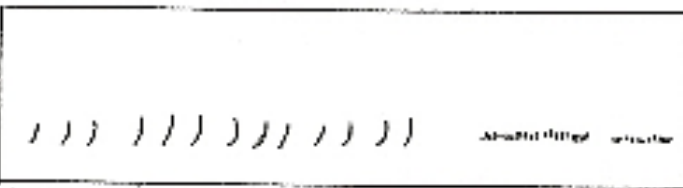
MAR. 19, 1977



APR. 12, 1977

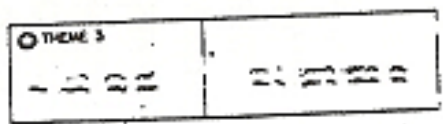
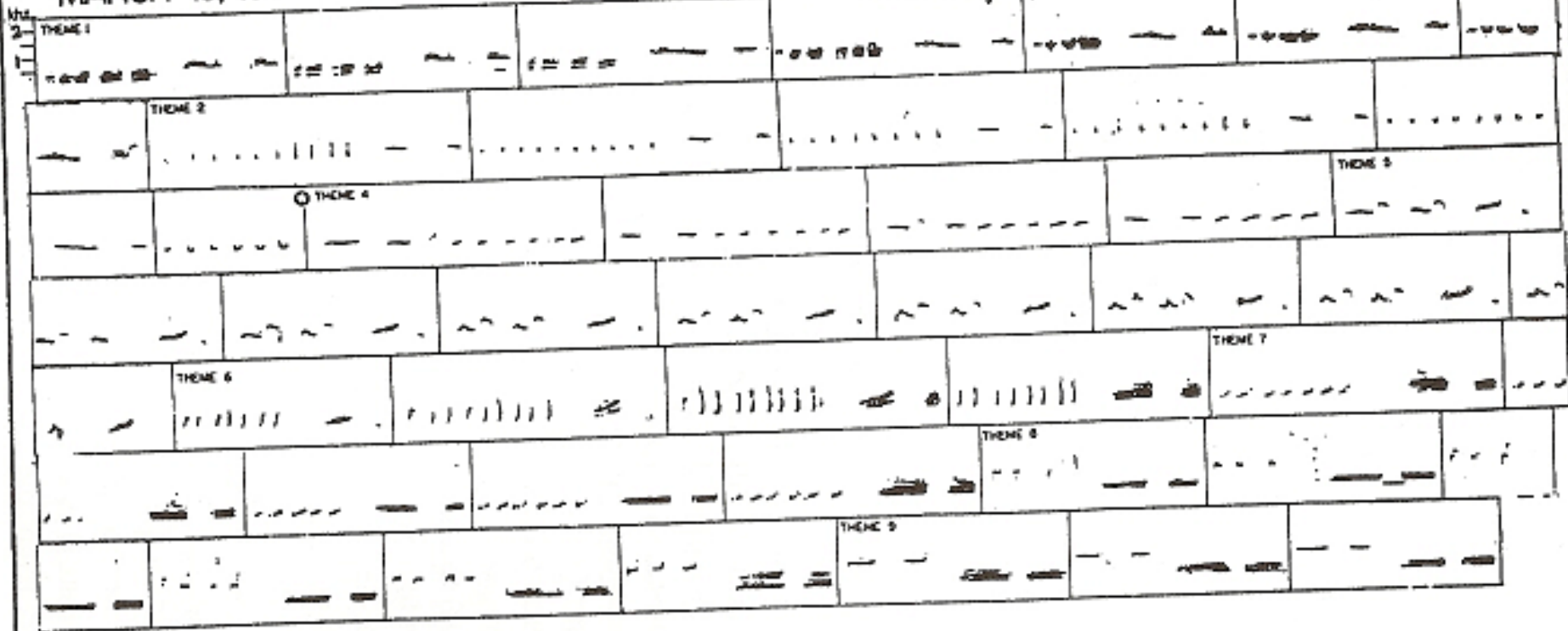


MAY 17, 1977

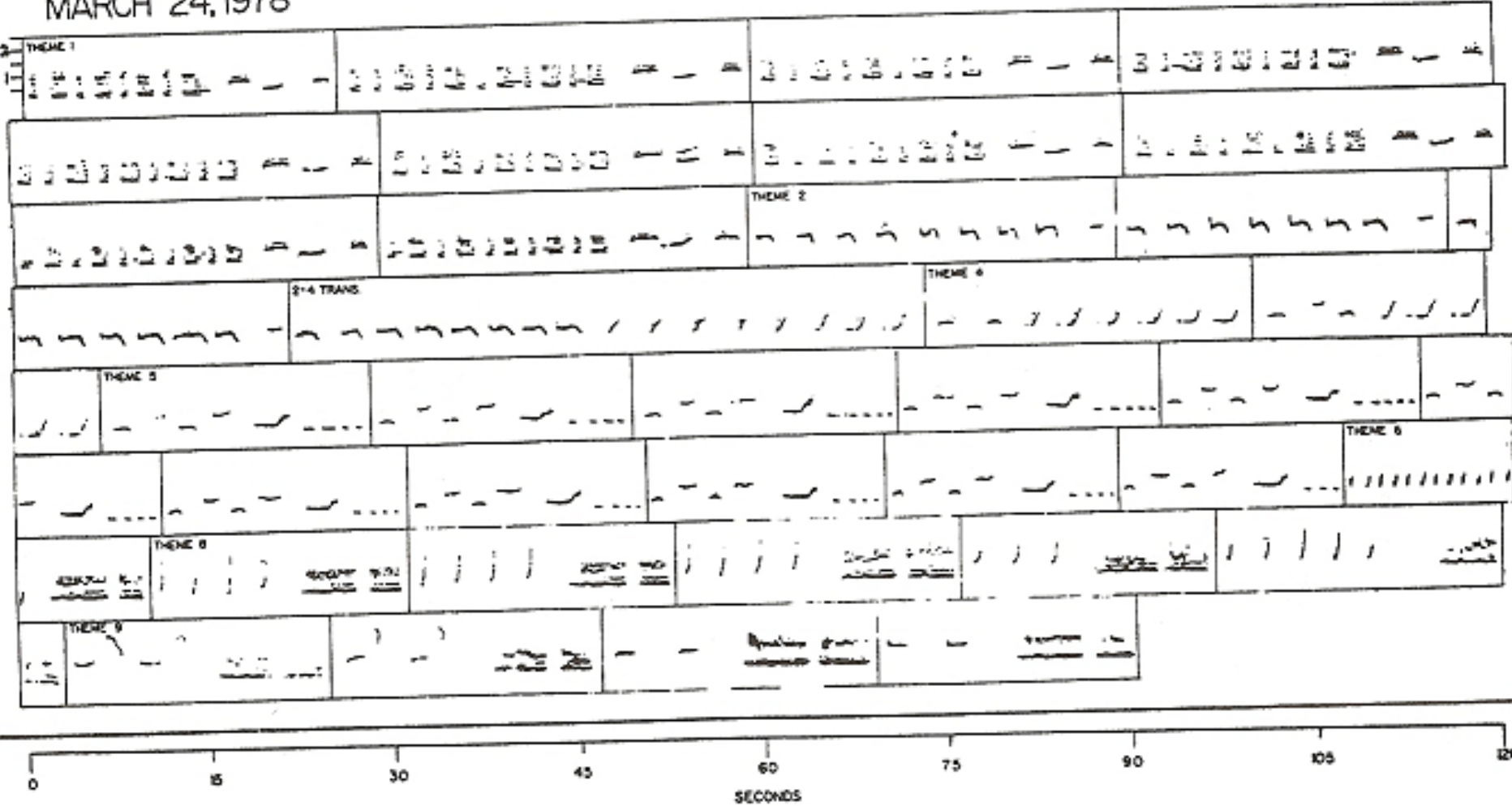


0 10 20 seconds

MARCH 19, 1977



MARCH 24, 1978



**Linguagem humana**

**Gramática**

**Comunicação animal**

**Estrurada? Gramática?**

**⇒ Faculdade de linguagem (BLF/RLF)**

**Recusividade**

**(Chomksy et al. 2002 & Fitch et al. 2005)**



# Gramática?

$$G = \langle V, \Sigma, S, P \rangle$$

Onde :  $V$  = símbolos não terminais

$\Sigma$  = símbolos terminais

$S$  = símbolo inicial

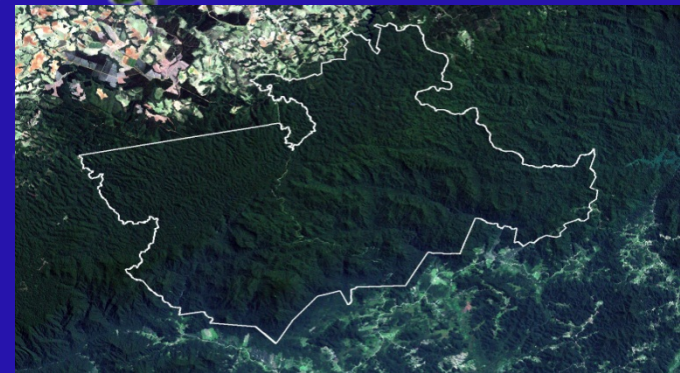
$P$  = regras de reescritura

## Muriquis (*Brachyteles hypochantus*)

Espécie ameaçada de desaparecimento < 2200 indivíduos.

Grupos de até 35 indivíduos, que comem folhas, frutas...

Pouco agressivos, relação igualitária entre machos e fêmeas (o macaco hippie)









**Une grammaire ‘context-free’  $A^nB^n$**

n

1 a↓b

2 aa↓bb

3 aaa↓bbb

**b Une grammaire ‘context-sensitive’**

$G = \langle V, \Sigma, S, P \rangle$

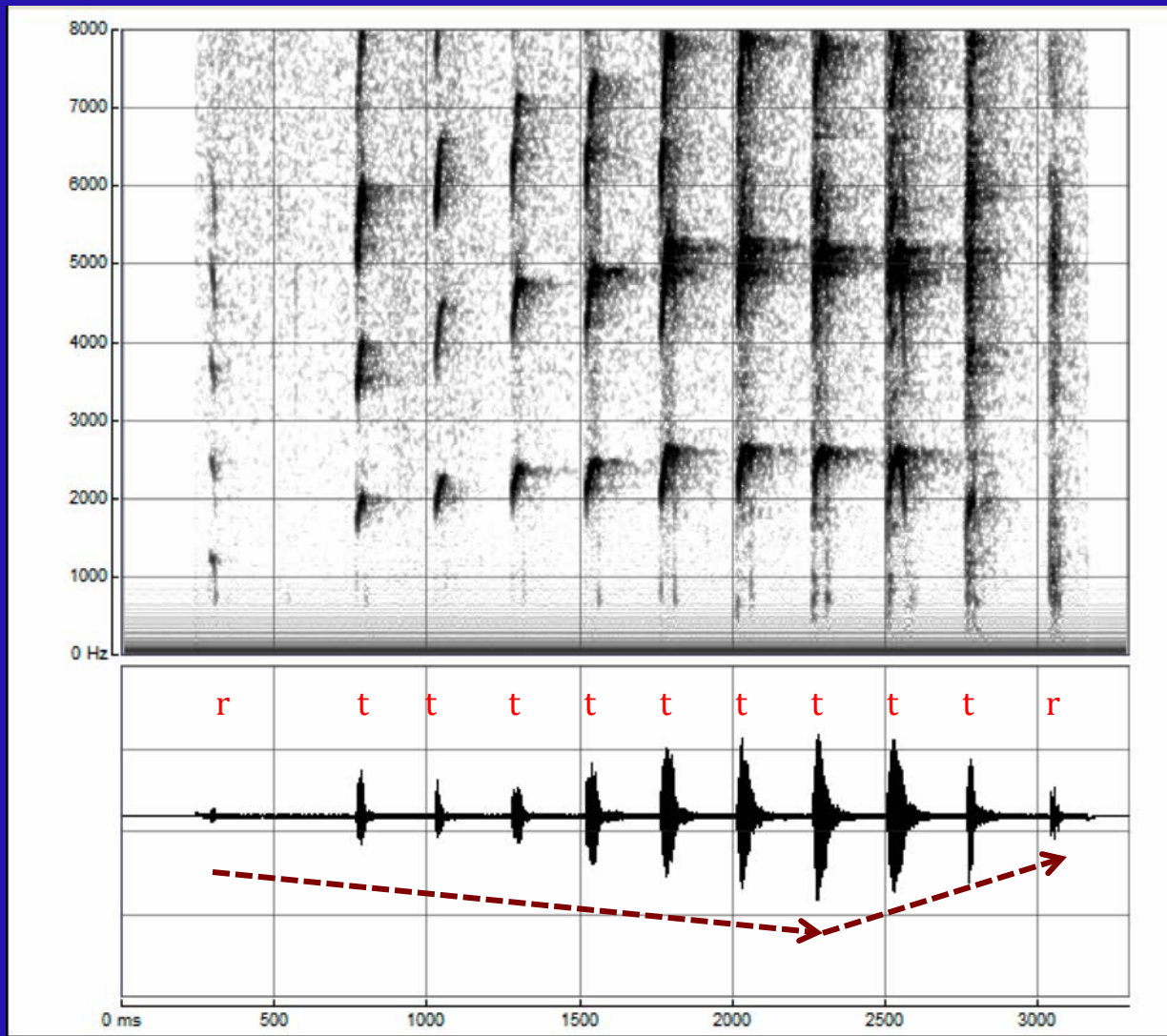
$V = \{S\}$

$\Sigma = \{\alpha, \beta, \gamma\}$ .

$P \rightarrow \{\alpha A \beta \rightarrow \alpha \gamma \beta\}$

ou  $(A \in N)$ ;  $(\alpha, \beta \in (N \cup \Sigma))$  et  $(\gamma \in (N \cup \Sigma))$

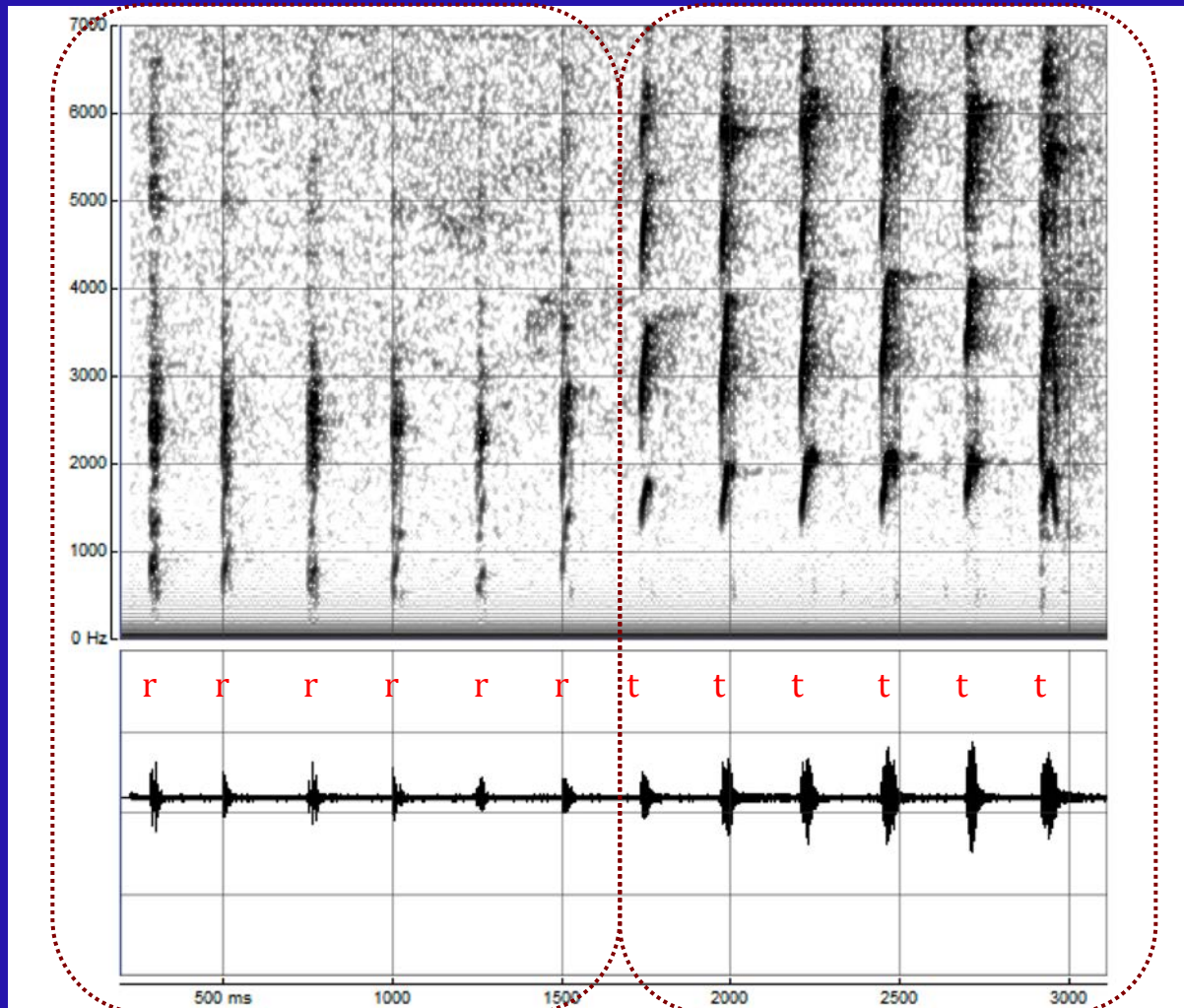
# Muriquis (*brachyteles hypochantus*)



Enunciados e prosódia (intensidade/frequência duração e ritmo)

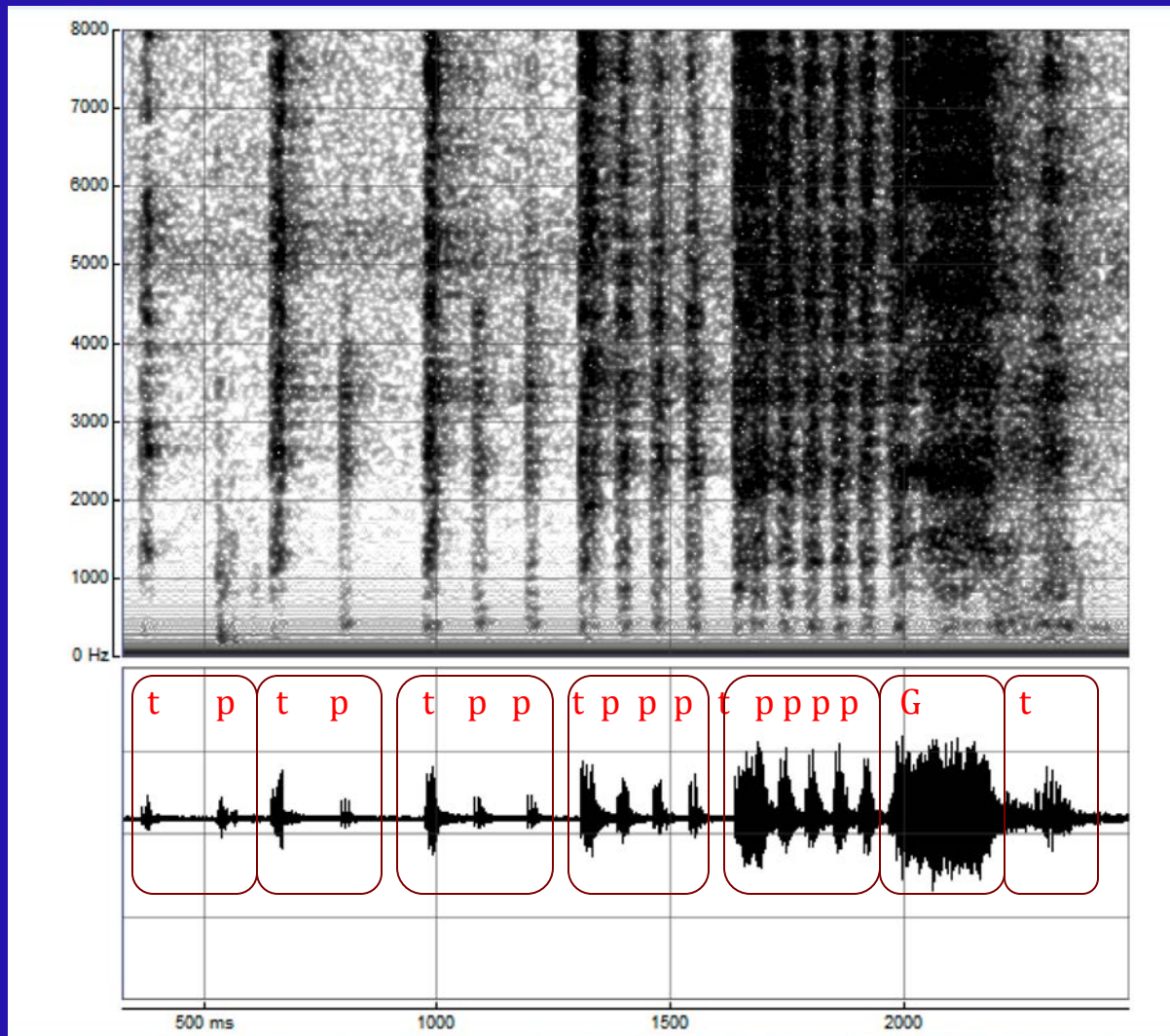
# Enunciado gerado por um gramática 'context-free'

$A^n B^n$  onde  $A = r$  e  $B = t$





# Enunciado gerado por uma gramática 'context sensitive'



Os quatro tipos de gramática definem os tipos de recursividade (gramáticas de estados finitos, gramáticas 'context-free', gramáticas 'context-sensitive, e gramáticas de estrutura sintagmática).

Só a última parece ser específica do ser humano. O fato de acharmos certas formas de gramática em outras espécies – entre primatas - significa que esta propriedade é um produto da evolução da comunicação animal.

Inato ou adquirido? Pássaros, Macacos  
Aprendizagem?

⇒ Epigênese → mudanças de som  
Ambiente social → *babillage*

## A linguagem humano é um instinto?

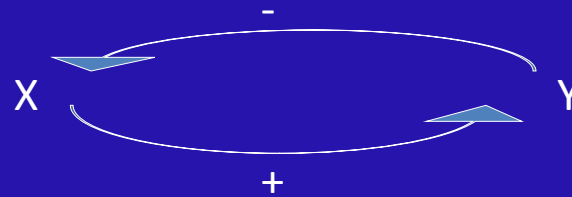
‘**It certainly is not a true instinct**, for every language has to be learnt. It differs, however, widely from all ordinary arts, for man has an instinctive tendency to speak, as we see in the babble of young children; whilst no child has an instinctive tendency to brew, bake or write’.

‘Moreover, no philologist now supposes that any language has been deliberately invented ; **it has been slowly and unconsciously developend by many steps**’.

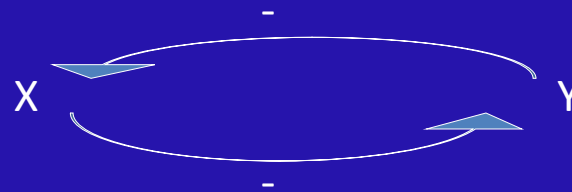
Darwin (1871)

# Curvas de retroação

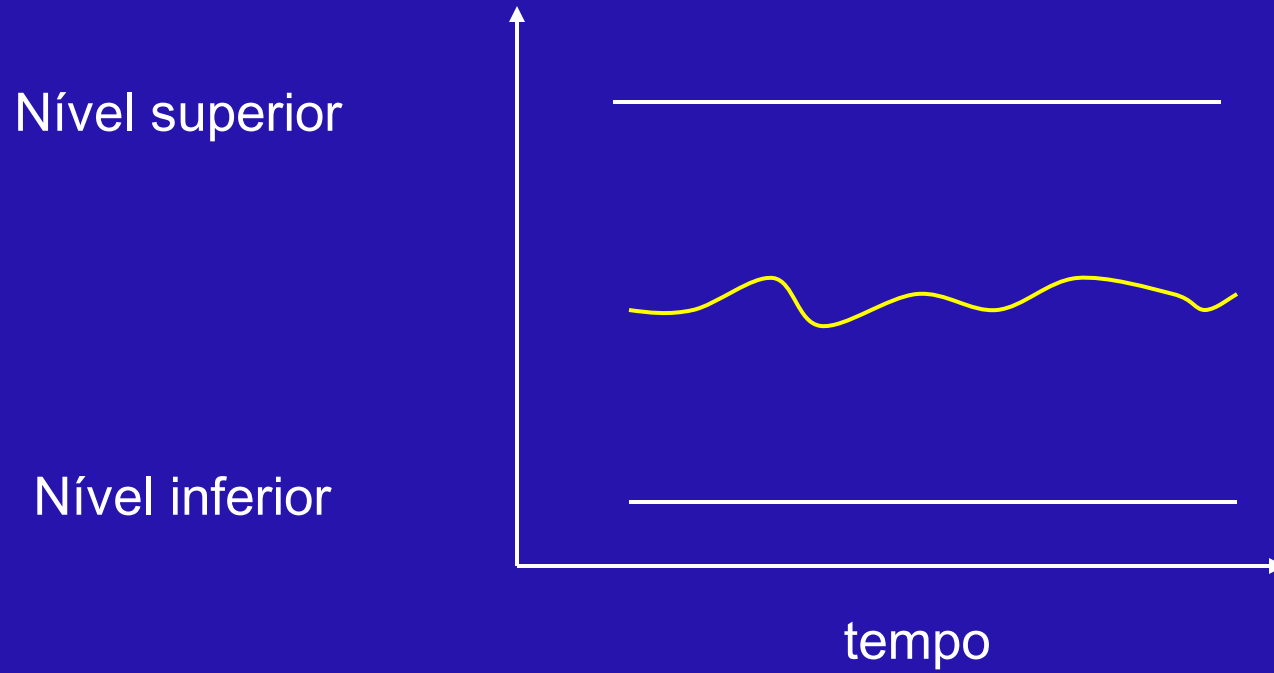
**Negativa** > regulação homeostática



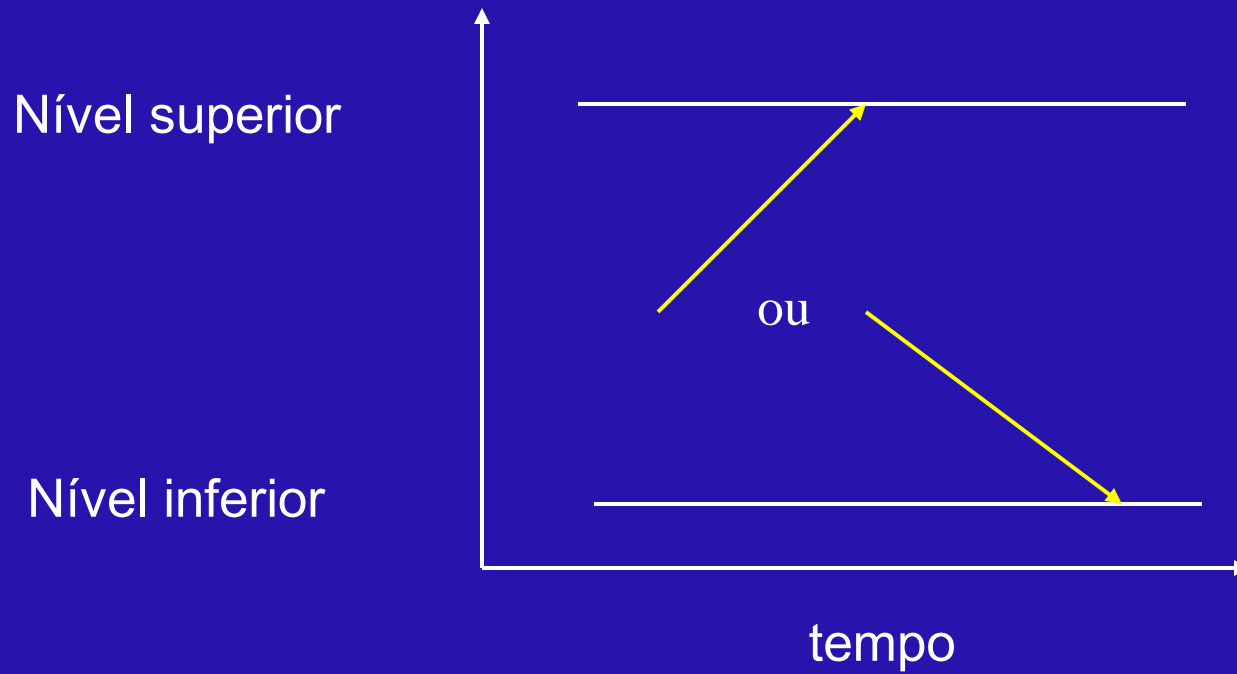
**Positiva** > regulação epigenética



# Regulação homeostática

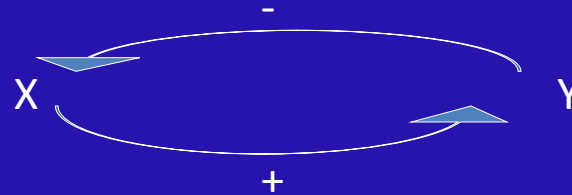


# Regulações epigenéticas ou diferenciais

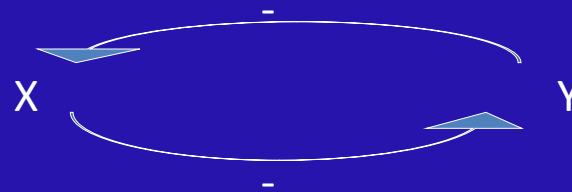


# Curvas retroativas

**Negativa** : Estratégias perceptuais para manter oposições [Epêntese, dissimilação, metátese]



**Positiva** : reinterpretação perceptual de sons da fala que criam produções articulatórias diferentes [s > h, u > y]





## Mundanças de som

Mundanças de som aparecem porque há uma ruptura no sistema (Ohala 1992).

Por exemplo, quando um ouvinte não consegue identificar um som e reinterpreta sua articulação de um jeito diferente.

Este é o caso na nasalização espontânea que aparece quando um falante ouve [hæf] em vez de [half] e produz [hãẽf].

## *Babillage* e ambiente da língua

Boysson-Bardies (1993) fez a proposta de uma influência da língua no ambiente social a partir de co-ocorrências CV na *babillage* de crianças nigerianas, uma língua (yoruba) na qual a maioria das palavras começam com vogais;

Crianças francesas, inglesas e suecas produzem entre 65 e 75% de dissílabos **CVCV** enquanto crianças yoruba produzem 62% de **VCV** dentro da sua produção de dissílabos.

**Diversidade de linguagem  
e das línguas**

**Chimpanzés & Bonobos  
Pássaros/cetáceos**

⇒ Por quê? Quais são as causas? Como explicar a variação?  
Princípios na origem dos dialetos? Ambiente ecológico.

## O que determina a diversidade linguística?

- O acaso.
- Parâmetros ecológicos e demográficos.
- A diversidade da linguagem está determinada pela composição genética da população, que fala certas línguas.

O que é comum na implementação neurológica da linguagem entre dois falantes que produzem as frases abaixo?

Cette nourriture est bien cuite  
Este comida está bem cozida

!xun

ní kã ŋh má n|ōān kàhī ān

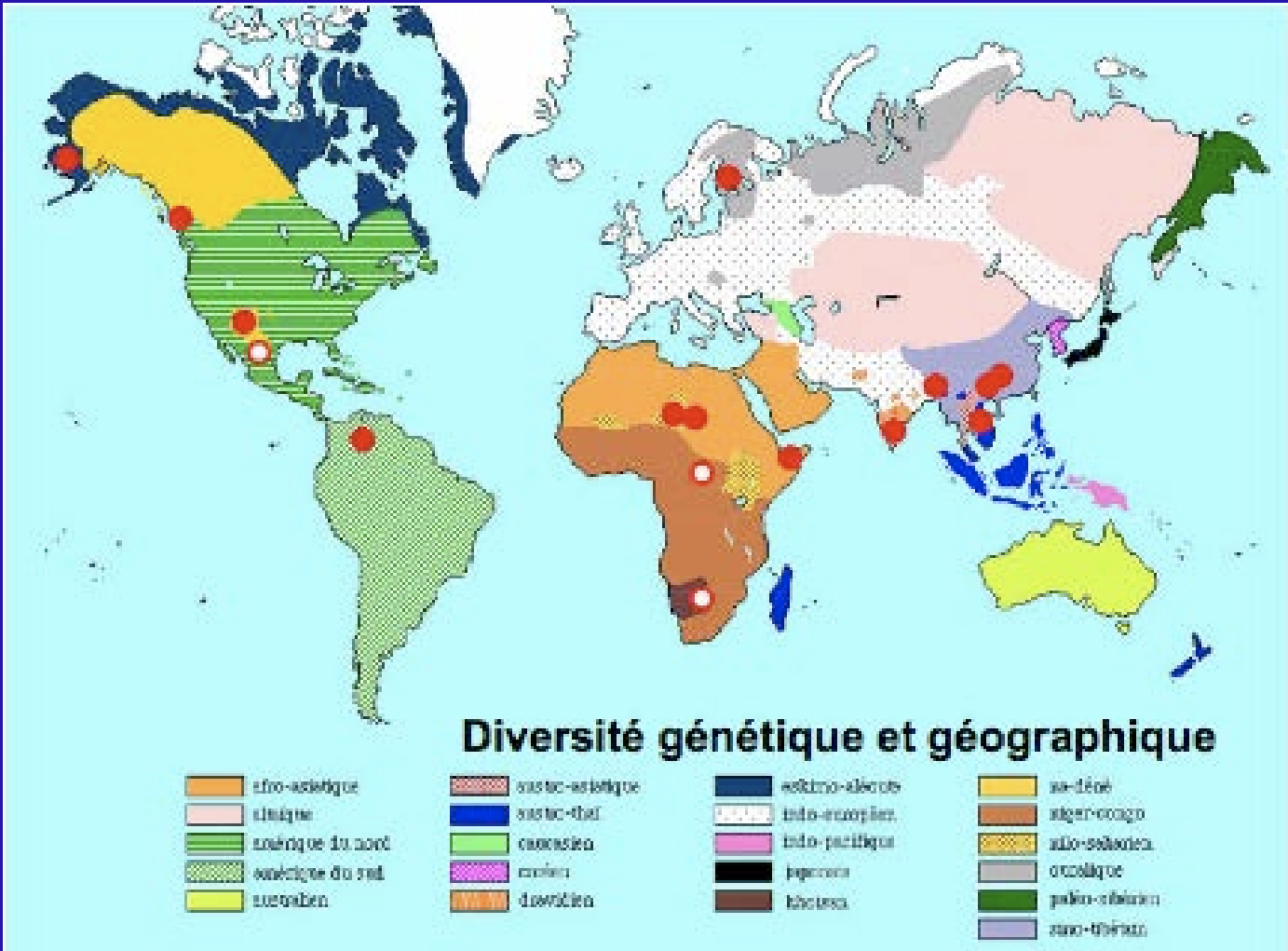
Comida N4 PR TOP cozida bem T

Como as crianças aprendem línguas com estruturas tão diferentes?

## Quantas línguas existem no mundo?

- Entre 5000 e 8000 línguas. Ethnologue 6912 línguas.
- Porque não podemos ser mais precisos?
  - Problemas de definição.
- Menos de 10% das linguas têm uma descrição decente.
  - Uma gramática e um dicionário.

- 82% das línguas do mundo são faladas por grupos de menos de 100 000 pessoas.
- 39% têm populações de menos de 10.000 pessoas.
- 8% das línguas que existem estão quase mortas.
- Uma língua desaparece a cada duas semanas.





## Número de falantes para as 20 línguas mais faladas

<b>Mandarim</b>	<b>1000</b>	<b>Françês</b>	<b>70</b>
<b>Inglês</b>	<b>350</b>	<b>Punjabi</b>	<b>70</b>
<b>Espanhol</b>	<b>250</b>	<b>Javanês</b>	<b>65</b>
<b>Hindi</b>	<b>200</b>	<b>Bihari</b>	<b>65</b>
<b>Árabe</b>	<b>150</b>	<b>Italiano</b>	<b>60</b>
<b>Bengali</b>	<b>150</b>	<b>Coreano</b>	<b>60</b>
<b>Russo</b>	<b>150</b>	<b>Telougou</b>	<b>55</b>
<b>Português</b>	<b>135</b>	<b>Tamil</b>	<b>55</b>
<b>Japonês</b>	<b>120</b>	<b>Marathi</b>	<b>50</b>
<b>Alemão</b>	<b>100</b>	<b>Vietnamita</b>	<b>50</b>

O estudo das principais famílias de línguas do mundo mostra que existem semelhanças profundas e também diferenças espantosas entre elas.

O que fundamenta esta diversidade e como explicá-la?

A diversidade das línguas está muita ameaçada.

Cerca de 90% das línguas são faladas por 10% da população do mundo.

É possível que metade das línguas faladas hoje vão desaparecer no fim do século XXI.

## A respeito da complexidade das línguas

O exame de elementos gramaticais, qualquer que seja o módulo examinado (fonologia, morfologia, sintaxe, semântica) força o observador atento a constatar que não existe uma língua simples ou primitiva.

Qual é a diferença entre uma língua oral e uma língua escrita?

A base da linguagem humana e das línguas é a linguagem oral. A escrita é uma invenção recente que resulta da adaptação de mecanismos cerebrais já presentes (Dehaene).

Temos que definir a noção de complexidade linguística e entender a diversidade dos fenômenos da linguagem que são fundamentais para compreender as capacidades cognitivas humanas

## De onde vem esta diversidade e como explicá-la?

O inventário das sistemas sonoros mostra variações que vão de 12 até 141 fonemas, com uma média de 32 por língua.

Podemos considerar que um sistema de 12 sons como o do havaiano é menos complexo que um sistema que tem 141 como naquele do !xun ?

O problema que se coloca é definir a complexidade relativa de um sistema fonológico.

Lindblom e Maddieson (1988) mostram que sistemas de consoantes dividem-se sob uma escala em três grupos: **básico, elaborado e complexo**.

### (3.1) Hawaïen (Langue Austro-Tai, Hawaï) [système basique] (Pukui & Elbert 1965)

CONSONNES	Bilabiale	Dental/alvéolaire	Vélaire	Glottale	Lieu variable	Labio-vélaire
Occlusives	p		k	ʔ		
Fricatives					h	
Approximante latérale		l				
Approximante						w
VOYELLES						
Fermées	i		u			
Moyenne		ɔ				
Mi-ouverte	e					
Ouverte		a				

**(3.2) Karitiana (Langue Tupi, Brésil) [système basique] (Storto 1999)**

CONSONNES	Bilabiale	Alvéolaire	Palatale	Vélaire	Glottale	Labio-vélaire		
Occlusives	p	t		k				
Nasales	m	n	ɲ	ŋ				
Fricatives		s			h			
Tap		r						
Approximante						w		
VOYELLES								
Fermées	i	i	ĩ	i	i:	i:	ĩ:	ĩ:
Moyennes	e	o	ẽ	õ	e:	o:	ẽ:	õ:
Ouverte		a	ã		a:		ã:	

Suprasegments : langue à accent tonal (pitch accent)

### (3.3) Mangbetu (Langue Soudan Central, Congo) [système élaboré] (Demolin 1992)

CONSONNES	Bilabial	Labio-dentale	Alvéolaire	Palatale	Vélaire	Glottale	Labio-vélaire
Occlusives	p b		t d	j	k g	ʔ	kp gb
Implosives	ɓ	ɗ					
Affriquées			ts dz				
Nasales	m		n		ŋ		
Prénasalisées	mp mb	mf mv	nt nd ns nz		ŋk ŋg		
	mɓ		ntr ndr				
Trille	ɸ β		tr dr				
Fricatives		f v	s z				
Flap		ɸ					
Approximante			l	j			w
VOYELLES	+ATR	-ATR	-ATR	-ATR	+ATR		
Fermées	i	ɪ		u	u		
Mi-Fermées	e				o		
Mi-ouvertes		ɛ		ɔ			
Ouverte			a				
Suprasegments : 2 tons							

### (3.4) Mandarin, Langue Sino-tibétaine, Chine [système élaboré] (Chao 1968)

CONSONNES	Bilab.	Labio- dent.	Dent.- alv	Alv.	Rétf.	Palat	Vélaire	Uvulaire	Labio- palat.	Labio- vélaire
Occlusives	p		t				k			
Occlusives aspirées	p <sup>h</sup>		t <sup>h</sup>				k <sup>h</sup>			
Affriquées			ts		tʃ	cç				
Affriquées aspirées			ts <sup>h</sup>		tʃ <sup>h</sup>	cç <sup>h</sup>				
Fricatives		f	s		ʂ z	ç		χ		
Nasales	m			n			ŋ			
Approximantes						j			ɥ	w
Approximante latérale				l						
<b>VOYELLES</b>										
Fermées	i	ɥ								u
Mi-Fermées				ɥ						
Moyenne			ɚ							
Ouverte			a ɑ							

Suprasegments : 4 tons



**(3.5) !xǀn (Langue Khoisan, Namibie et Botswana, dialecte du nord de la Namibie)**

(Adapté de Koenig 2006)

	Lb	Al	Al-Af	Pl	Lt	Al	Dt	Retr	Vl	Gl
Approximantes	w	l		j						
Fricatives	(f)			ɣ					x	h [ɦ]
Occlusives	p b	t d	ts dz	c ɟ ʒ:	l g  l' g  ! g  !! g !				k g	'[ʔ]
Occlusives Fortis		dth							gkh	
Occlusives complexes (+ glottale)				tc' dc'	l' l' !' !!'				kx'	
Occlusives (aspirées)	ph dh	t' h th dh		tch dch	l'h l'h !'h !!'h				kh gh	gkh
Consonnes complexes	tx dx			tcx dxc	lx gx l'x g 'x !'x g !x !'x' g !x'					
				dcx'	l'h l'h !'h !!'h					
					g 'x' g 'x' g 'x' g !x'					
Nasales	m	n		n	nl	nl	n!	n!!	ŋ	
Nasales complexes	mb	nd							ŋg	
Nasales aspirées	mh	nh				nh	n!h	n!!h		
Glottale+ nasale	'm	'n			'nl	'n!				
Pharyngale+nas.	qm	qn								

VOYELLES	ORALES	NASALES	GLOTTALES	PHARYNGALES	PHAR.+NAS.	GL+NA
Fermées	i	u ĩ ũ	j	u	u <sup>ʕ</sup>	ũ <sup>ʕ</sup>
Moyennes	e	o	ɛ ɔ	o <sup>ʕ</sup>	õ <sup>ʕ</sup>	ō
Ouvertes	a	ã	a	a <sup>ʕ</sup>	ã <sup>ʕ</sup>	ā

Suprasegments : 4 tons

# Princípios básicos

O princípio da dispersão e o princípio do contraste máximo.

Os princípios afirmam que o espaço fonético é idêntico ao espaço articulatório X o espaço perceptual.

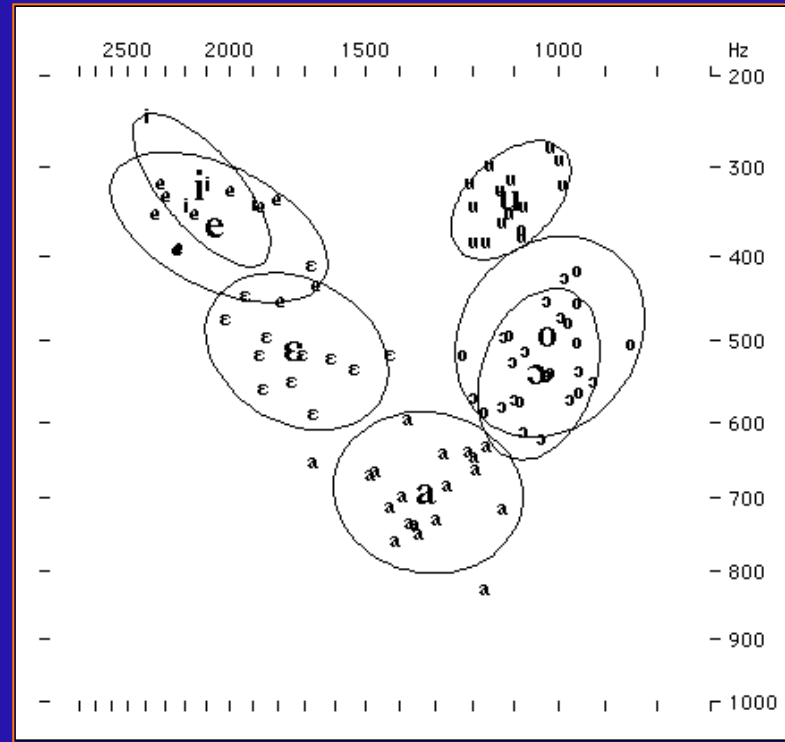
Com a discriminação fonética e a análise de um componente sensório-motor, é possível mostrar que a discriminabilidade auditiva que um ouvinte tem de um par de vogais arbitrárias pode se calcular de acordo com:

$$\text{Aud}_{ij} = c \left( \int_0^{24.5} |E_i(z) - E_j(z)|^2 dz \right)^{1/2}$$

onde  $c$  é uma constante e  $E_i(z)$  e  $E_j(z)$  representam 'sistemas de excitação' calibrados em dimensões psicoacusticamente motivadas. O intervalo 0-24.5 é a extensão da frequência da audição humana.

# Vogais orais do Nuer

F2

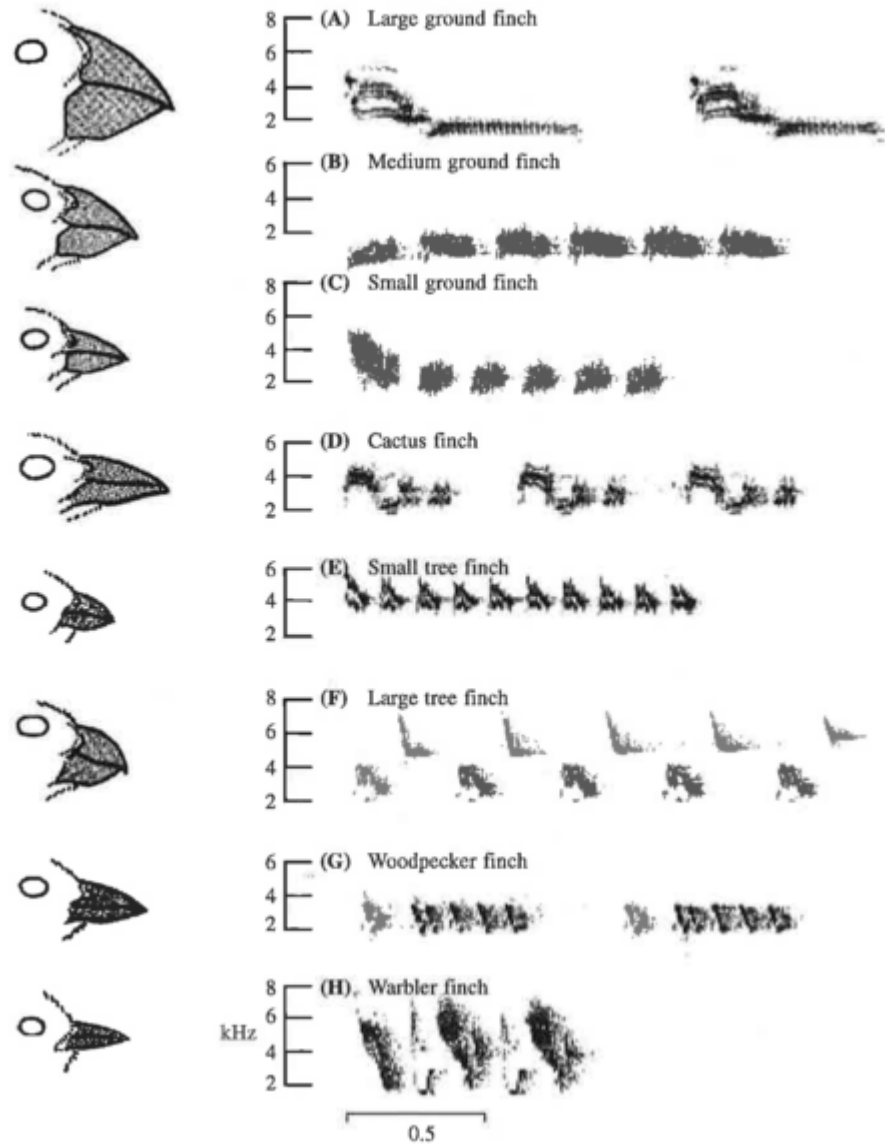


F1

Evolução correlacionada da morfologia e da assinatura vocal.

*Darwin's finches* das ilhas Galápagos (Podós 2001)

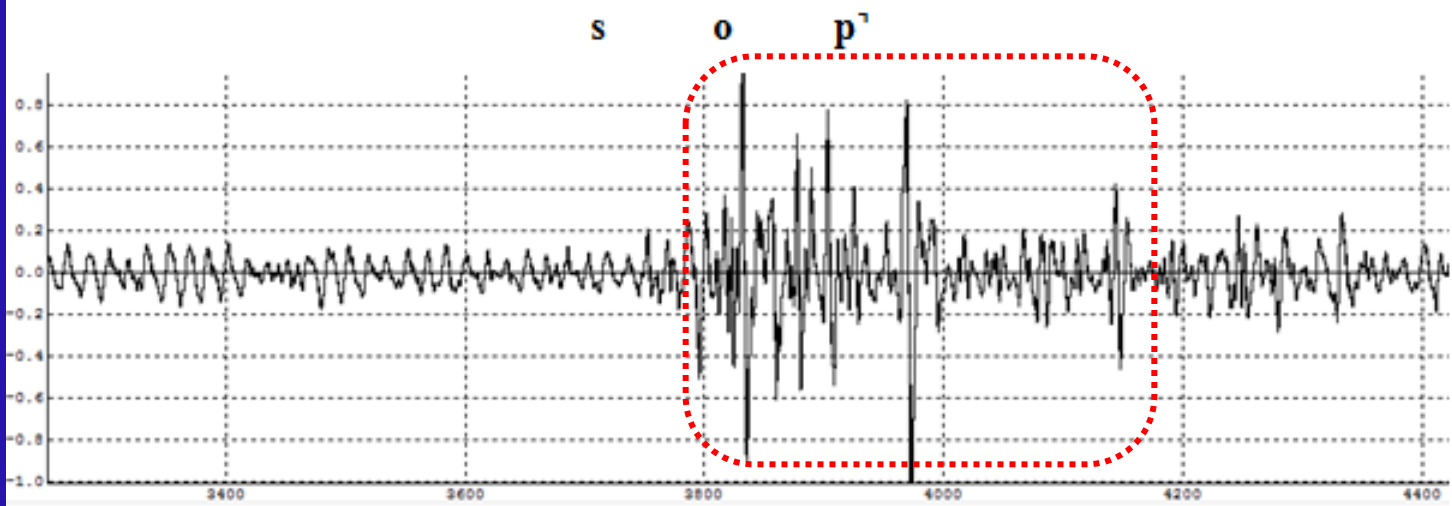
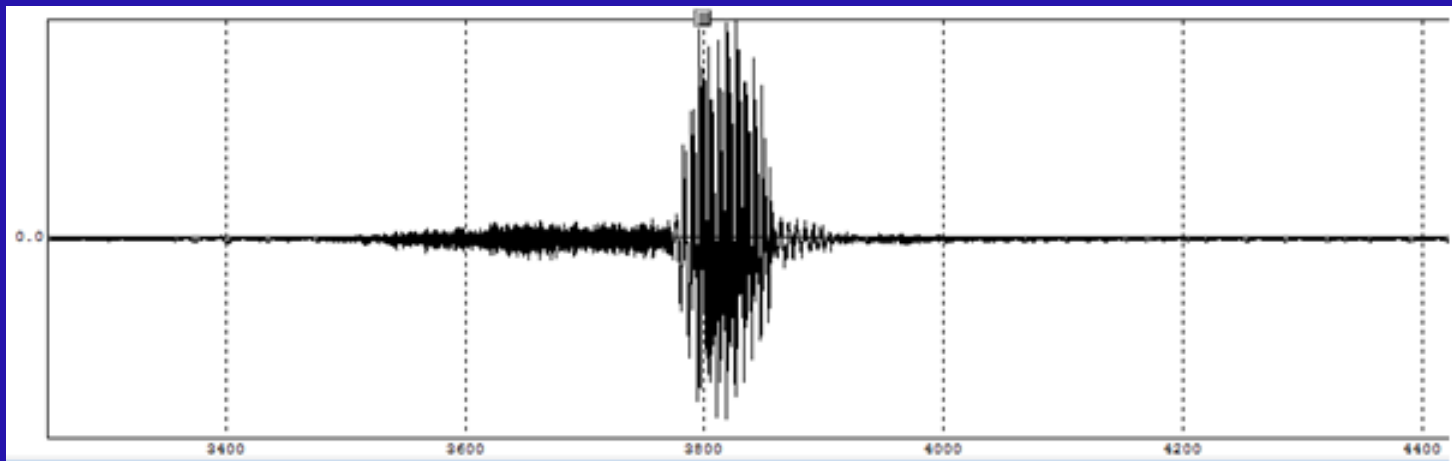
Eight Darwin's Finch Songs

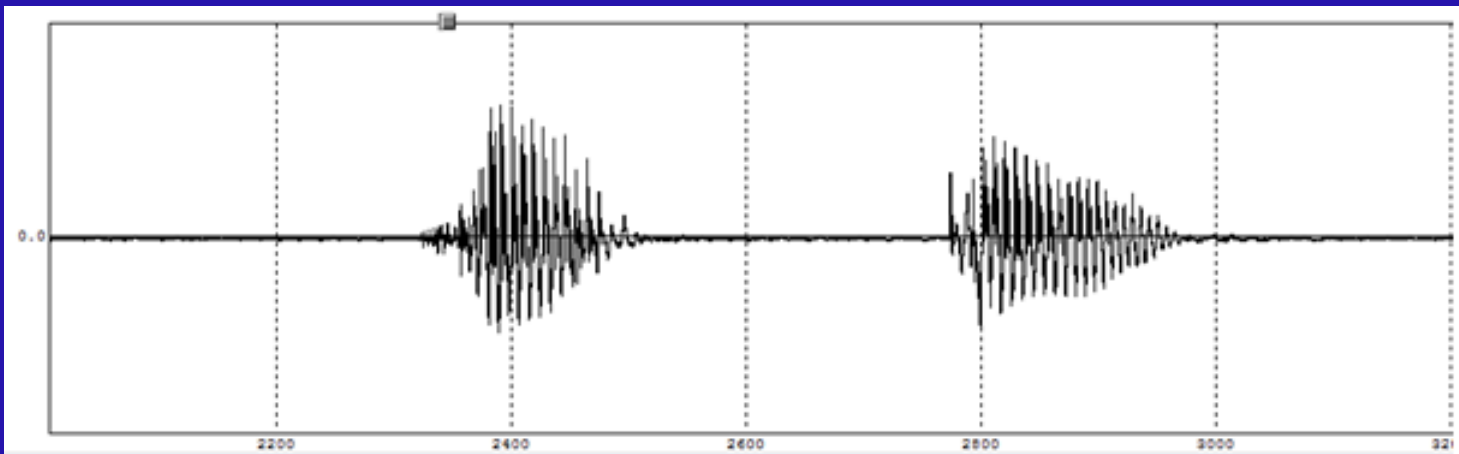


O traço de arredondamento parece ser raro em línguas Tupi.

Fricativas bilábias [ɸ], [β] ou aproximantes [ʋ]?

Karitiana

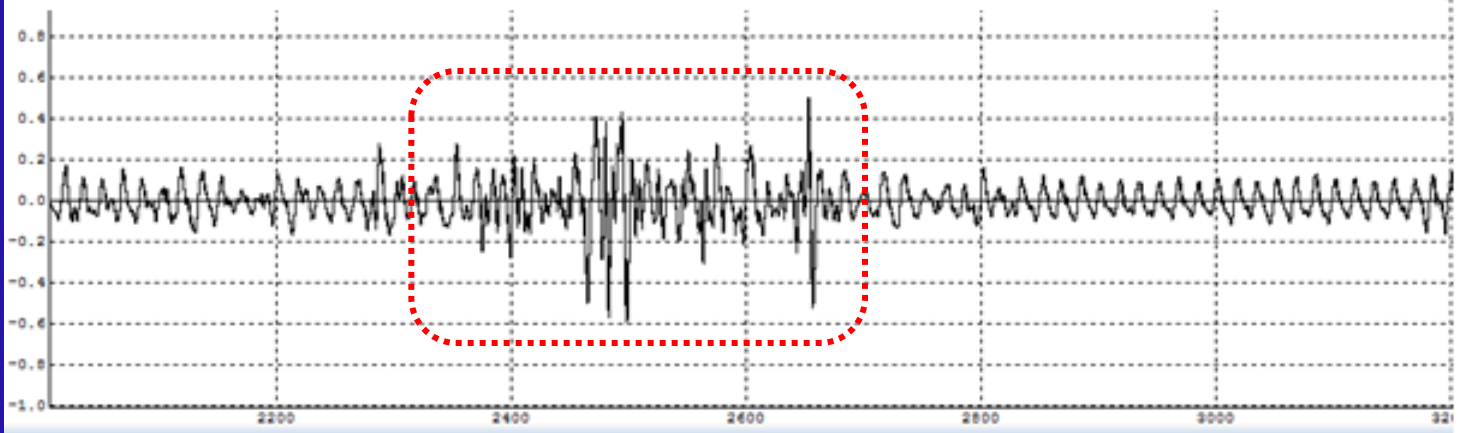




o

**p**

**o**





<b>kovot<sup>1</sup></b>	<b>‘sweet’</b>
<b>õvõ</b>	<b>‘child’</b>
<b>soʔotovak<sup>1</sup></b>	<b>‘curious’</b>
<b>pĩtivak<sup>1</sup></b>	<b>‘hungry’</b>
<b>evet<sup>1</sup></b>	<b>‘thin’</b>
<b>pavak<sup>1</sup></b>	<b>‘soft’</b>
<b>kivit<sup>1</sup></b>	<b>‘to squeeze’</b>
<b>tʃĩnĩvã</b>	<b>‘running water (a little)’</b>
<b>tʃõnõvã</b>	<b>‘running water (a lot)’</b>
<b>som</b>	<b>‘red’</b>
<b>opo</b>	<b>‘penis’</b>
<b>sop<sup>1</sup></b>	<b>‘hair’</b>











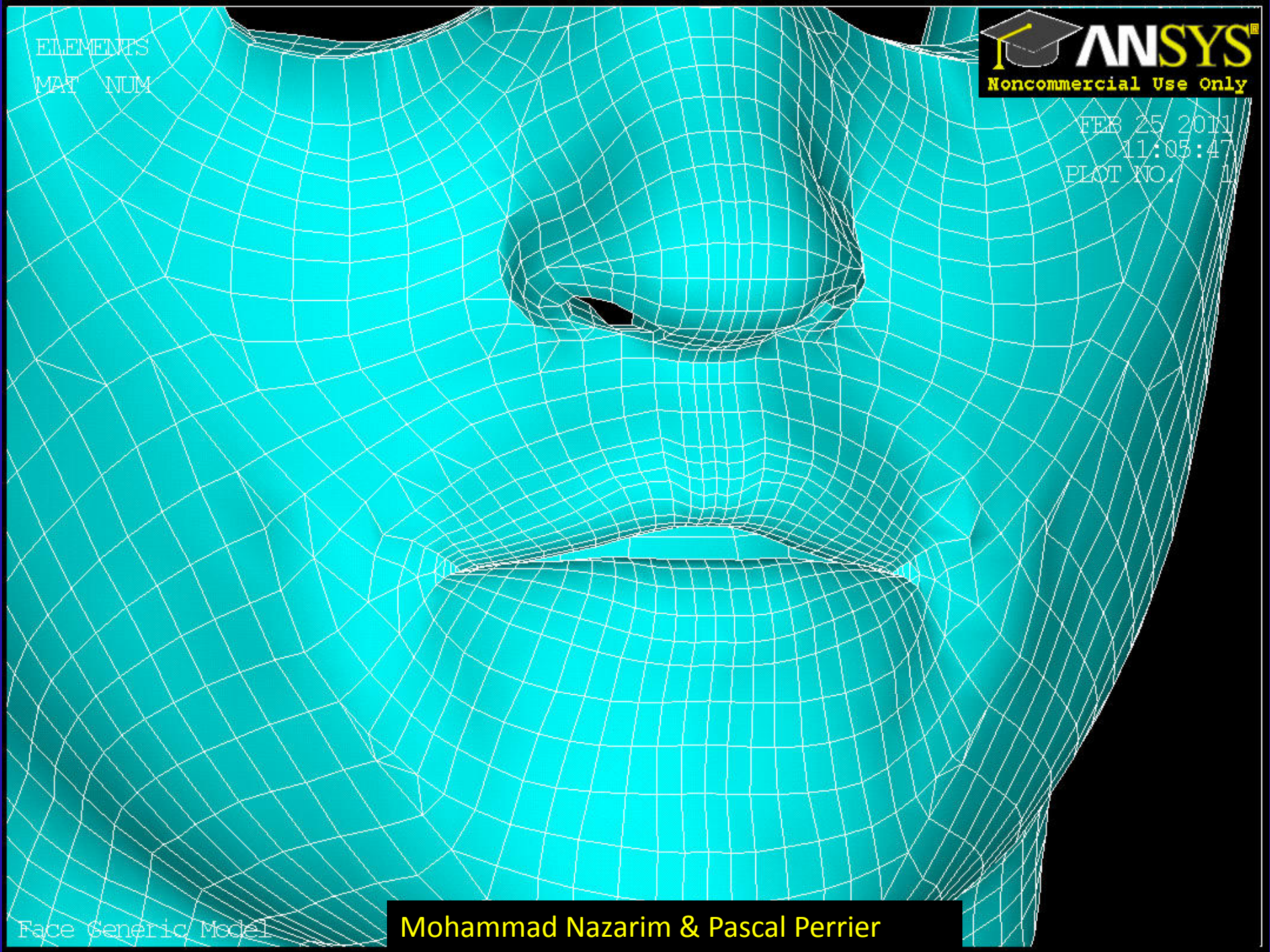
- Pequenas diferenças anatômicas parecem criar variações que podem influenciar a forma dos padrões de som encontrados nas línguas do mundo.
- Esta variação pode ser um dos fatores que explica os universais da fonética.
- Outros fatores são a categorização destas variações e sua transmissão através de muitas gerações.

ELEMENTS

MAT NUM



FEB 25 2011  
11:05:47  
PLOT NO. 1



Face Generic Model

Mohammad Nazarim & Pascal Perrier

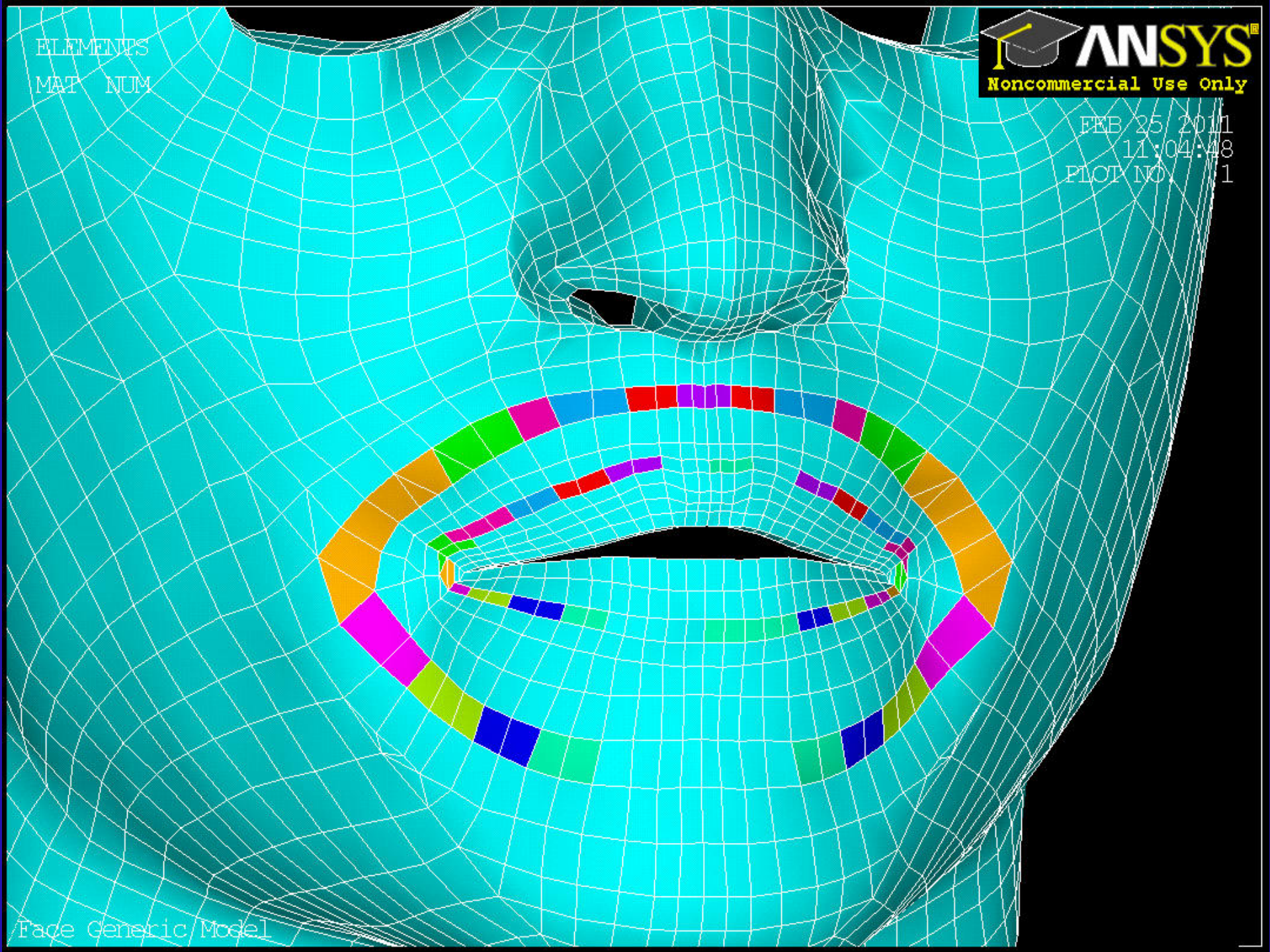


ELEMENTS

MAT NUM



FEB 25 2011  
11:04:48  
PLOT NO. 1

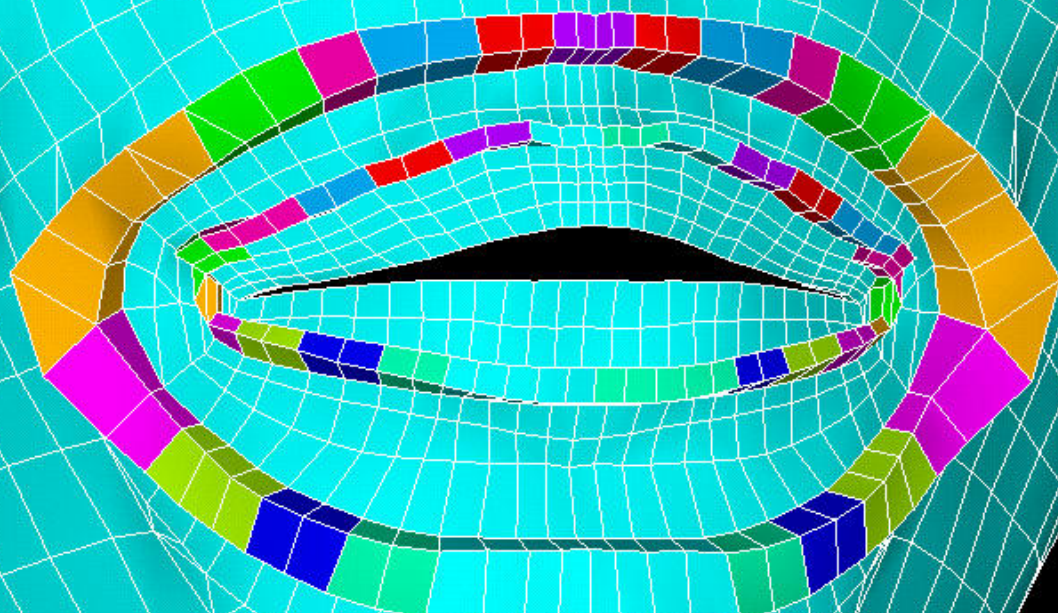


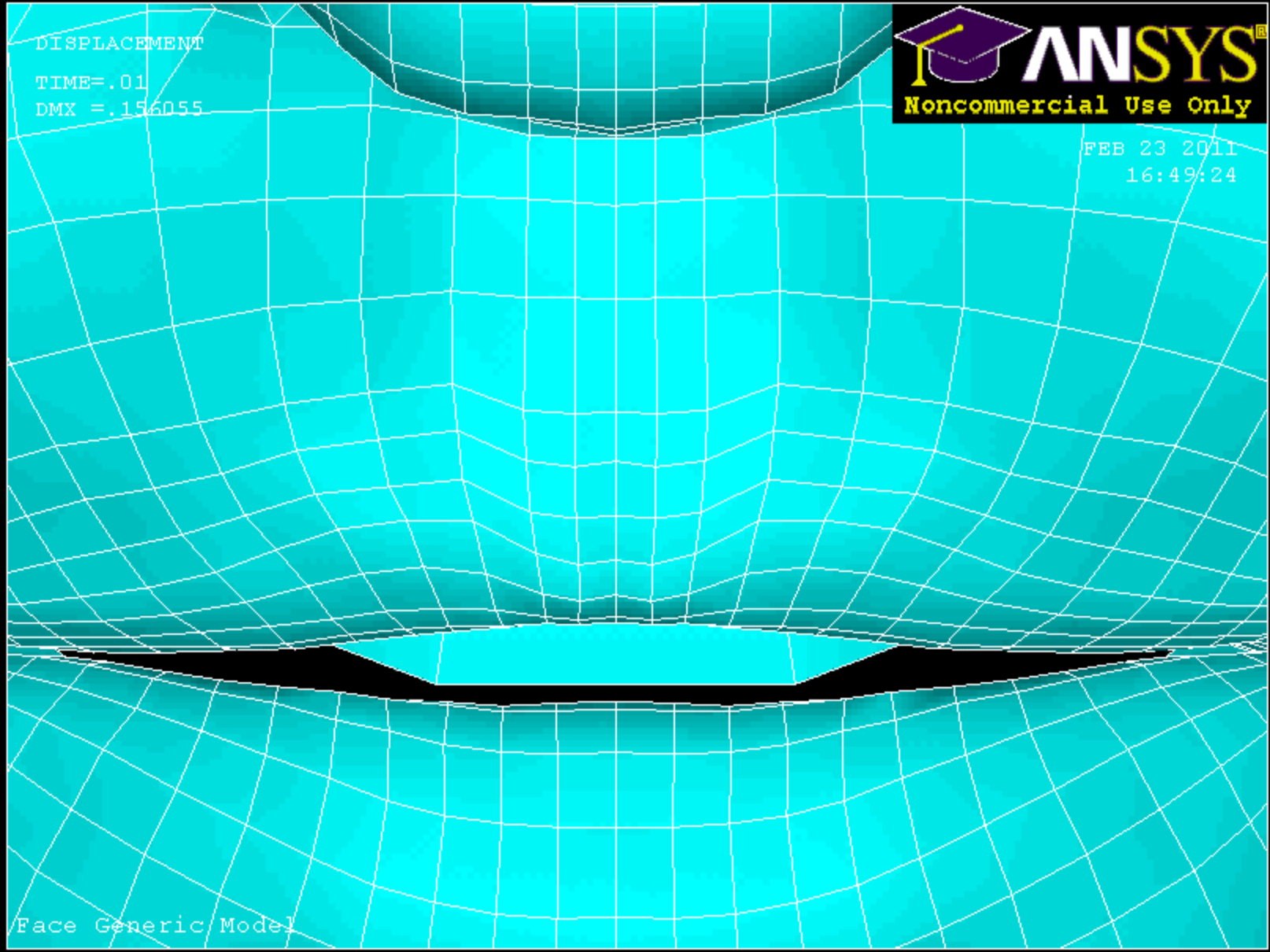
Face Generic/Model

ELEMENTS

MAT NUM

FEB 25 2011  
11:05:17  
PLOT NO. 1





Marginalis only

DISPLACEMENT

TIME=.01

DMX =.155644



FEB 23 2011

16:39:21

Face Generic Model

Peripheralis only

DISPLACEMENT

TIME=.01

DMX =.15576



FEB 23/2011

16:54:27

Face Generic Model

Peripherals and marginalis

DISPLACEMENT

TIME=.01

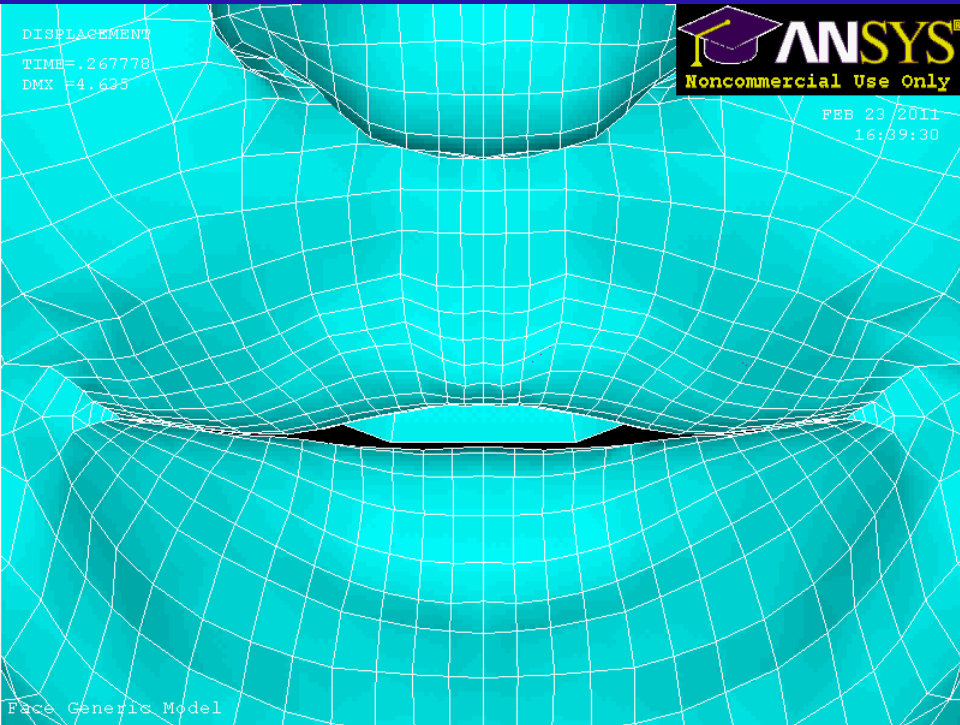
DMX =.15576



FEB 23/2011

16:54:27

Face Generic Model



Fatores biológicos (anatômicos e genéticos) influenciam a tipologia linguística e contribuem para explicar a variação e universais em sistemas fonológicos.

Precisamos de mais dados para sustentar ou falsificar esta hipótese.



**Cognição**  
**Intencionalidade,**  
**mímese**

**Babuínos estação Rousset**

⇒ **Capacidades básicas do cérebro dos primatas**







*Behavior Research Methods*  
2010, 42 (2), 507-516  
doi:10.3758/BRM.42.2.507

# **Automated testing of cognitive performance in monkeys: Use of a battery of computerized test systems by a troop of semi-free-ranging baboons (*Papio papio*)**

**JOËL FAGOT**

*CNRS and Université de Provence, Marseille, France*

**AND**

**ELODIE BONTÉ**

*Université de Provence, Marseille, France  
and Université de la Méditerranée, Marseille, France*

# **Origem da linguagem?**

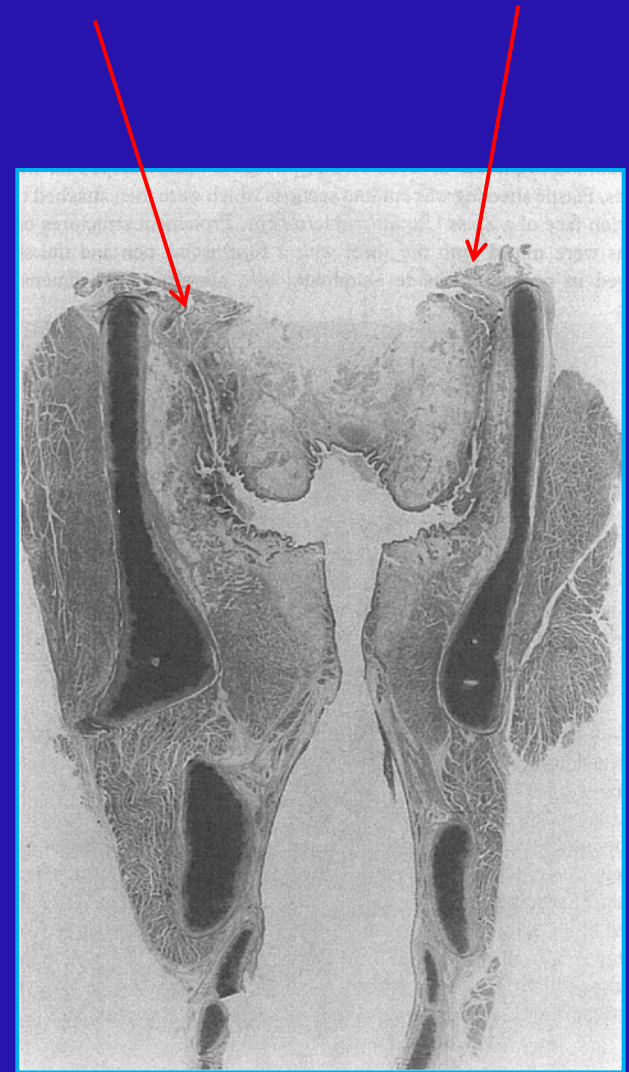
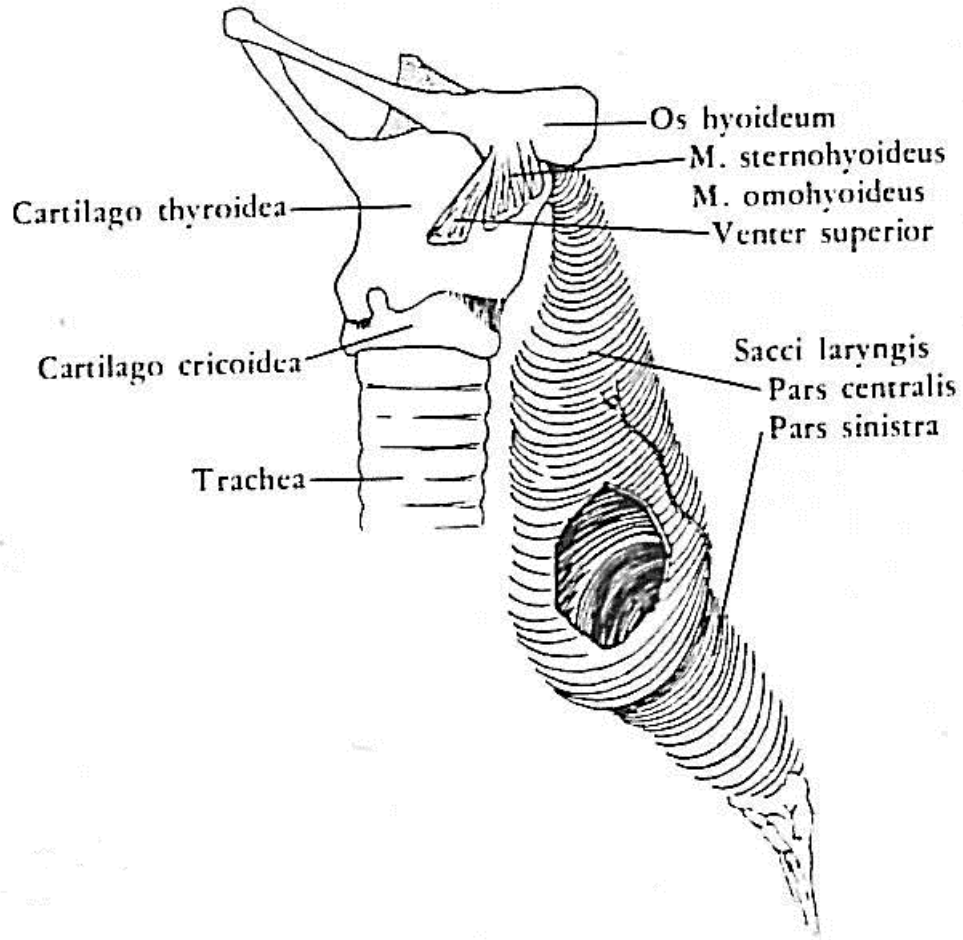
**Fala? gestos? Linguagem?**

**Paleontologia (filogênese)**

**Ontogênese**

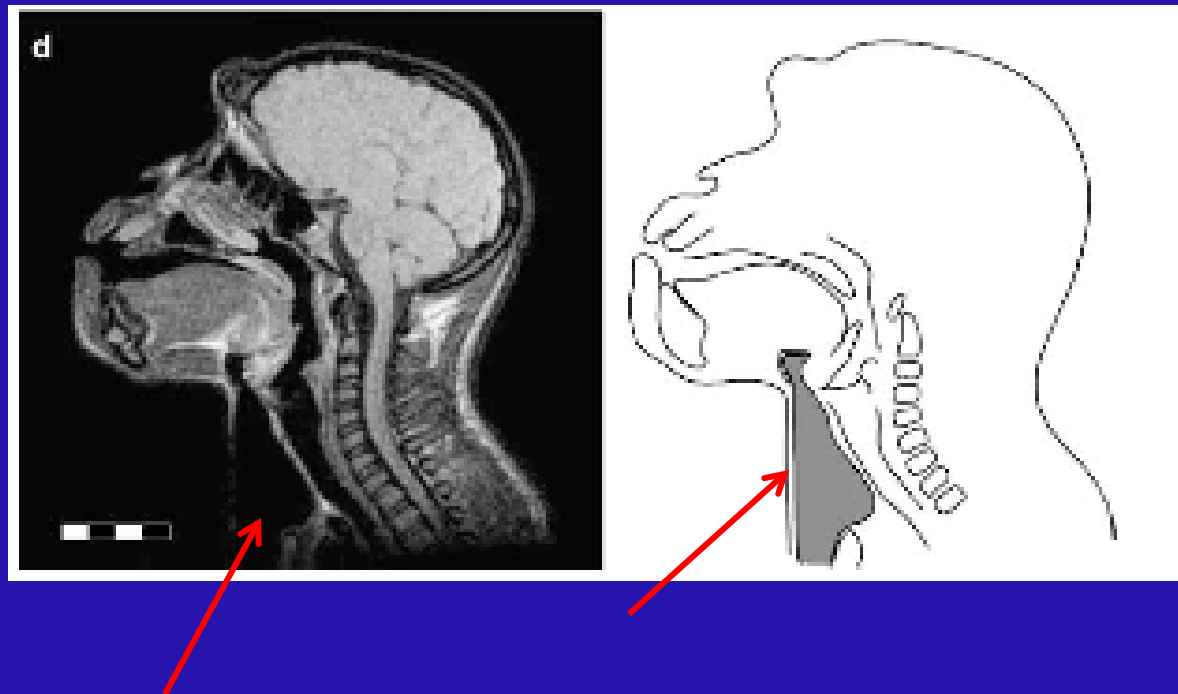
**Comparação com outras espécies (primatas e outras)**

- Quando vocalizações de primatas são observadas e comparadas, o contrôle da f0 que pode ser observado com o homem moderno parece ser uma especialização que foi produzida durante a evolução.
- Esta especialização implica em uma co-evolução da anatomia do trato vocal, da laringe e do sistema que controla as vocalizações.



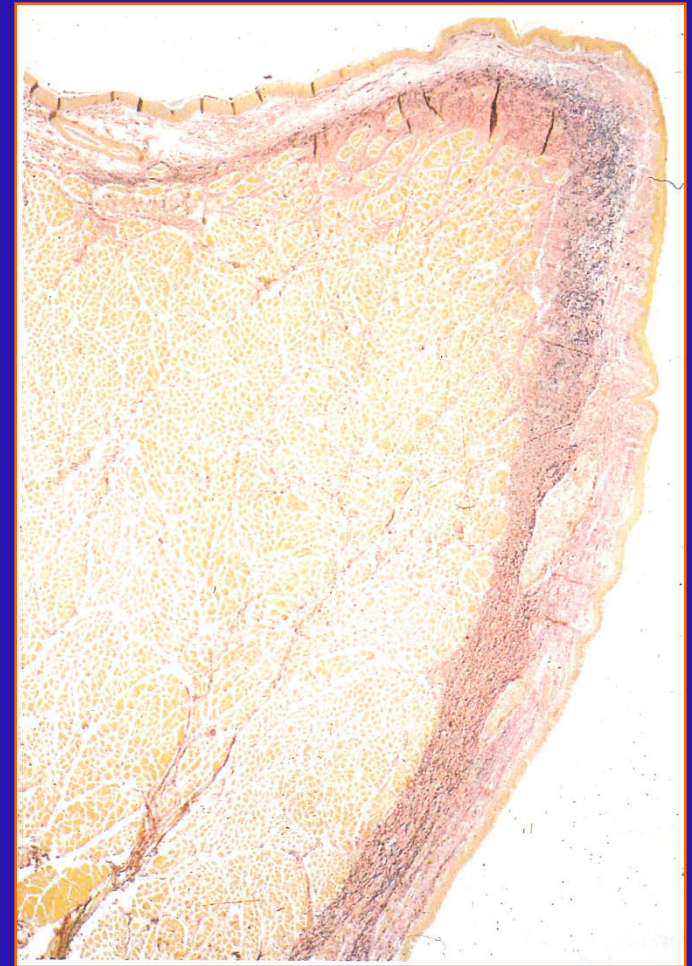
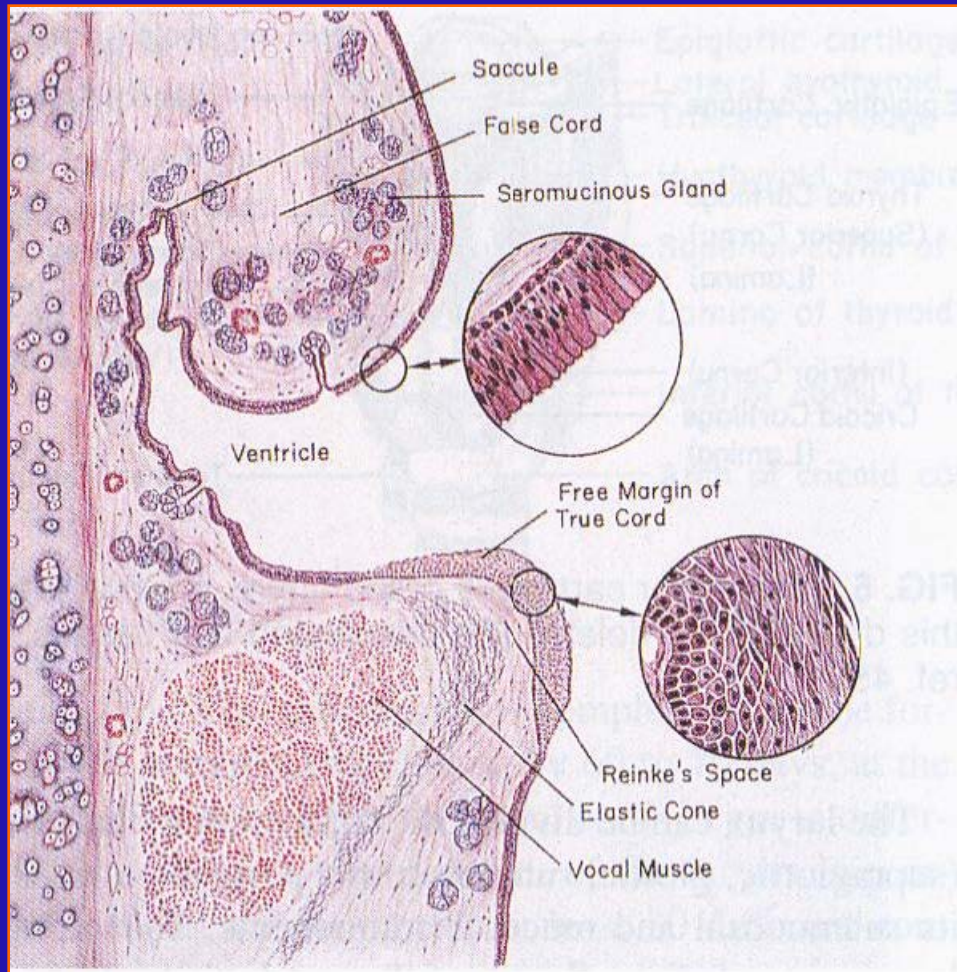


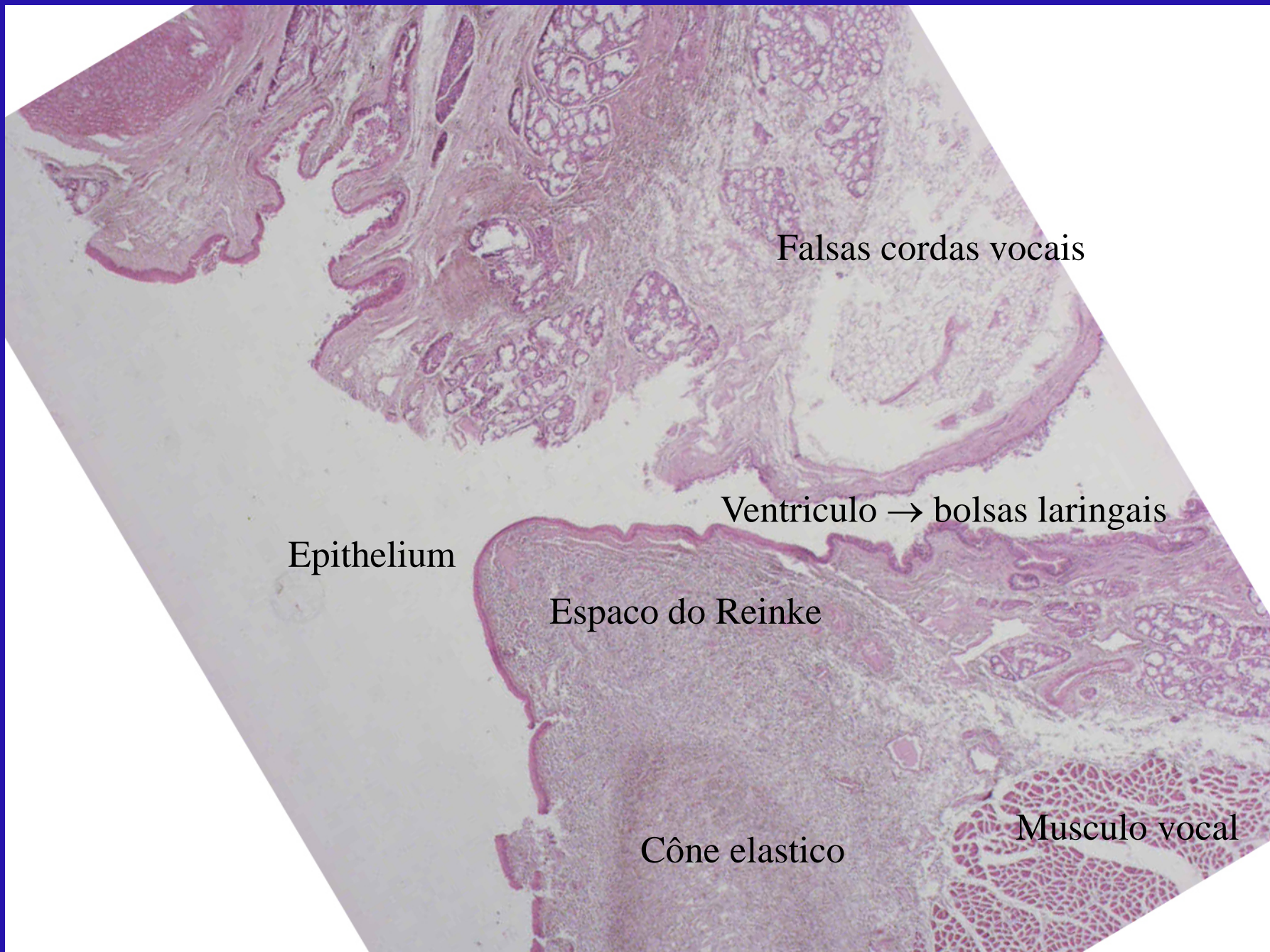
# Bolsas laringais dos chimpanzés



Nishimura et al. (2007)

# Estrutura histológica das cordas vocais humanas





Falsas cordas vocais

Ventriculo → bolsas laringais

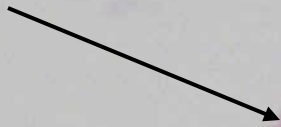
Epithelium

Espaço do Reinke

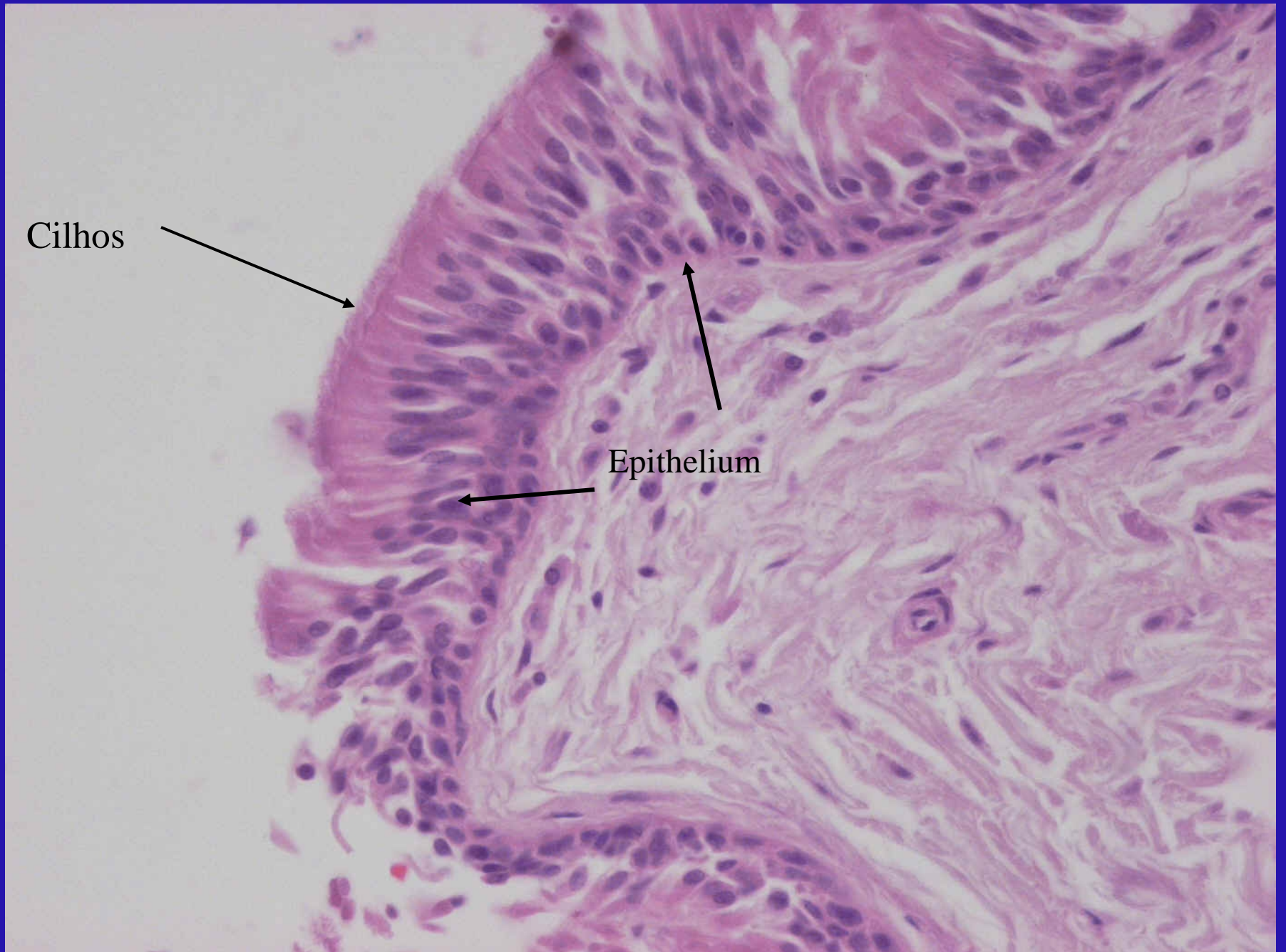
Cône elastico

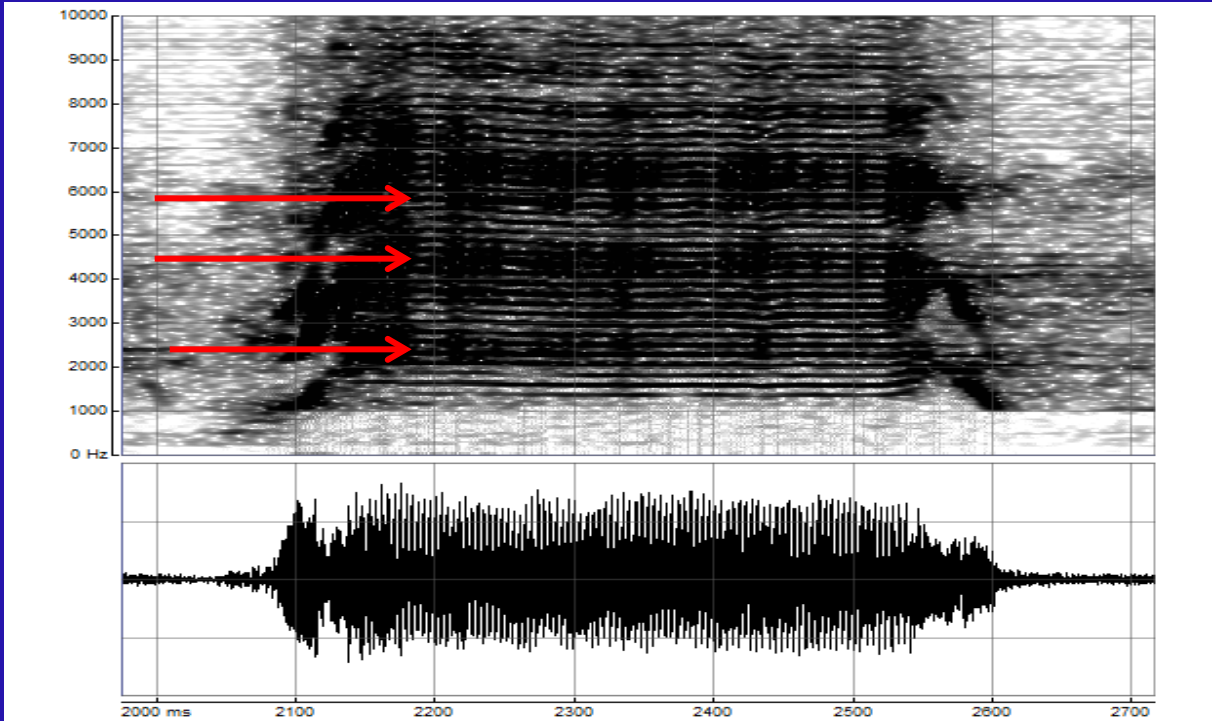
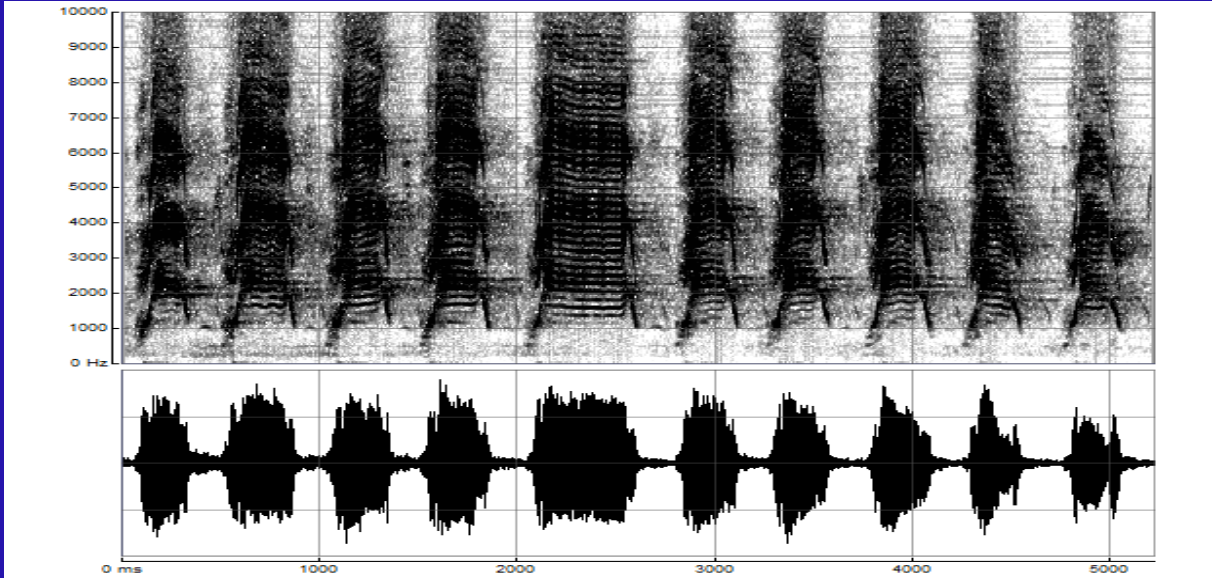
Musculo vocal

Cilhos



Epithelium

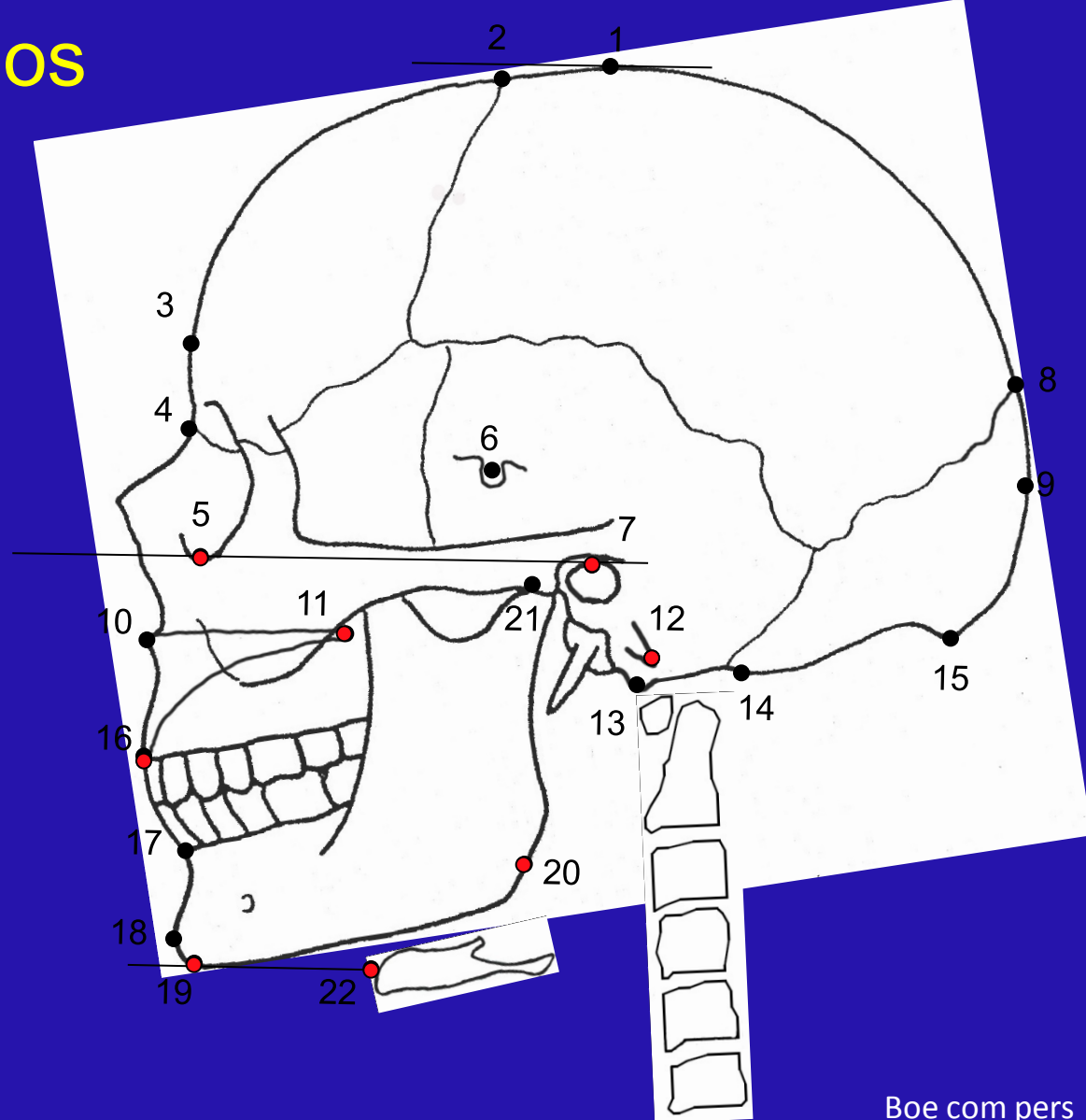




Ontogênese

# Arquitetura dos ossos para 9 fases ontogenéticas

21 pontos de referências dentre os 87 dados de Fenart (2003) *Biométrie Humaine et Anthropologie* 21, 231-284.



Boe com pers

1. Vertex, 2. Bregma, 3. Glabella, 4. Nasion, 5. Orbitale, 6. Center of sella turcica, 7. Porion, 8. Lambda  
9. Opisthocranium, 10. Anterior nasal spine, 11. Post. nasal spine, 12. Basion, 13. Mastoid process, 14. Opisthion  
15. Inion, 16. Prosthion, 17. Infradentale, 18. Pogonion, 19. Mentum, 20. Gonion  
21. Upper part of the mandible condyle, 22. Hyoid bone, 5-7. Frankfort plane

# Trajelórias ontogenéticas : feto-recém nascido-adulto

Dados de Fenart (2003)

A: fetus 5 m

B: fetus 7 m

C: 0 y nouveau né

D: 1 y

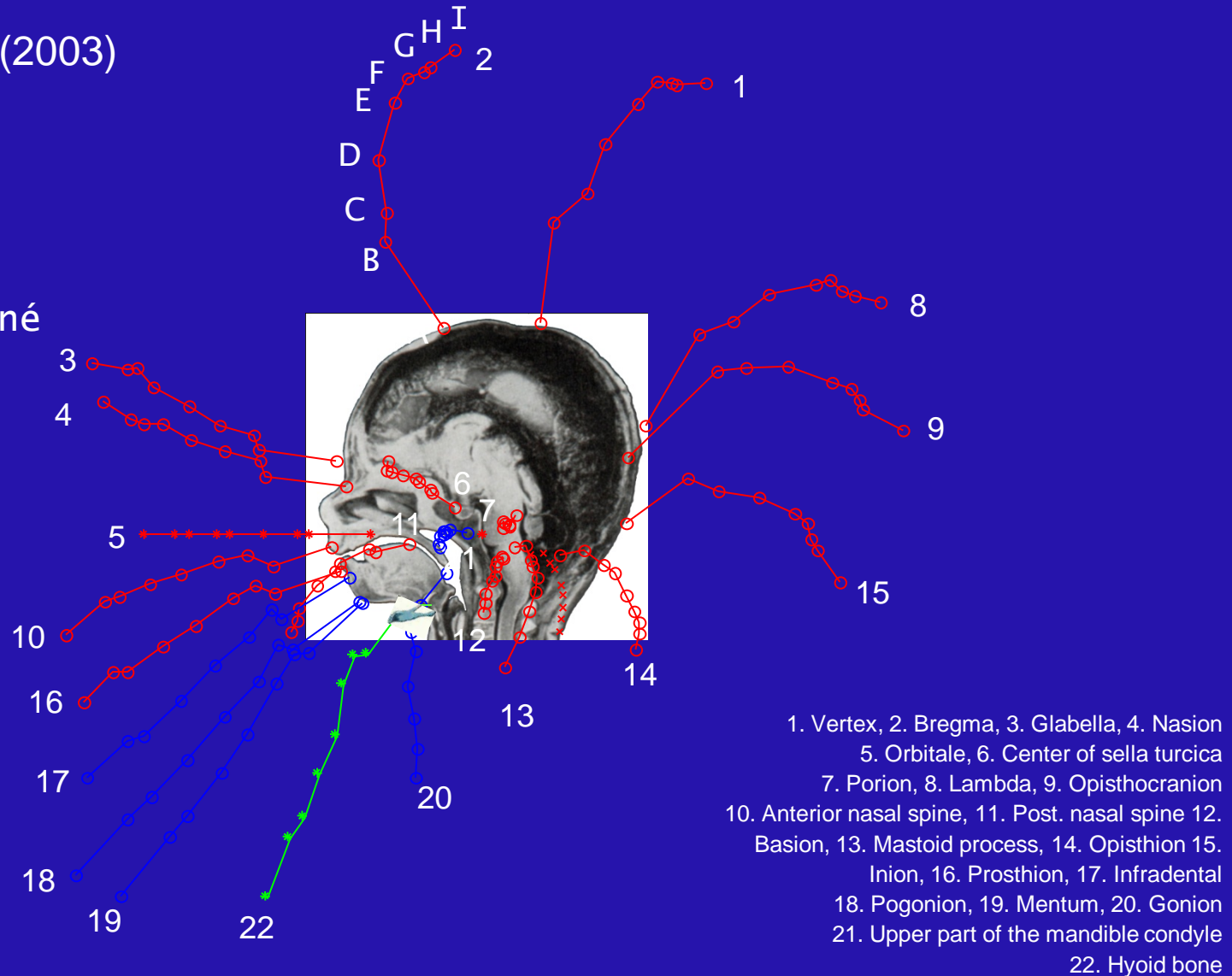
E: 2 y

F: 4 y

G: 8 y 6 m

H: 14 y

I: adulte





# Trajatórias ontogenéticas : feto-recém nascido-adulto

Dados de Fenart (2003)

A: fetus 4 m

B: fetus 7 m

C: 0 y nouveau né

D: 1 y

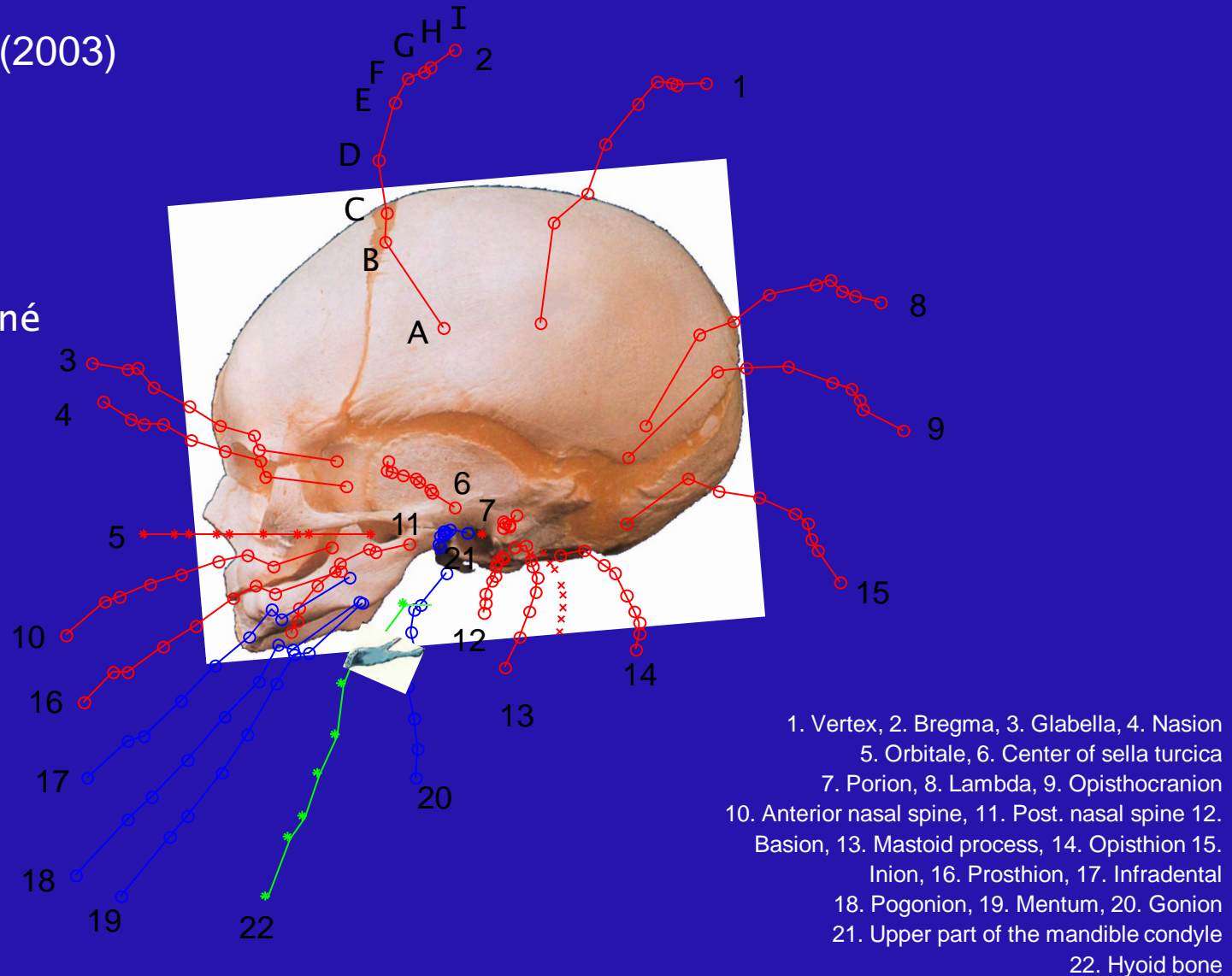
E: 2 y

F: 4 y

G: 8 y 6 m

H: 14 y

I: adulte



# Trajetórias ontogenéticas : feto-recém nascido-adulto

Dados de Fenart (2003)

A: fetus 4

B: fetus 7

C: 0 y nou

D: 1 y

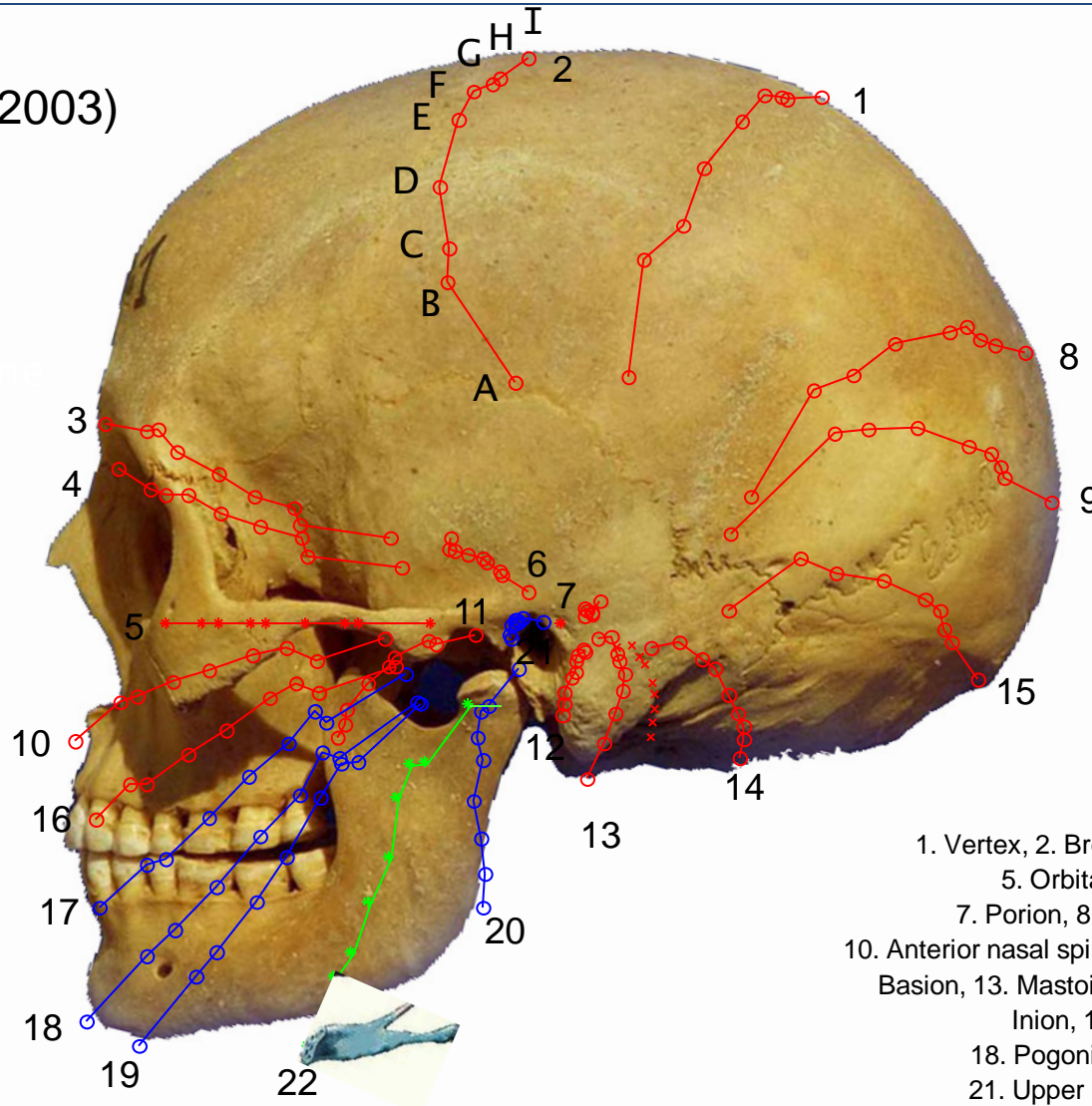
E: 2 y

F: 4 y

G: 8 y 6 m

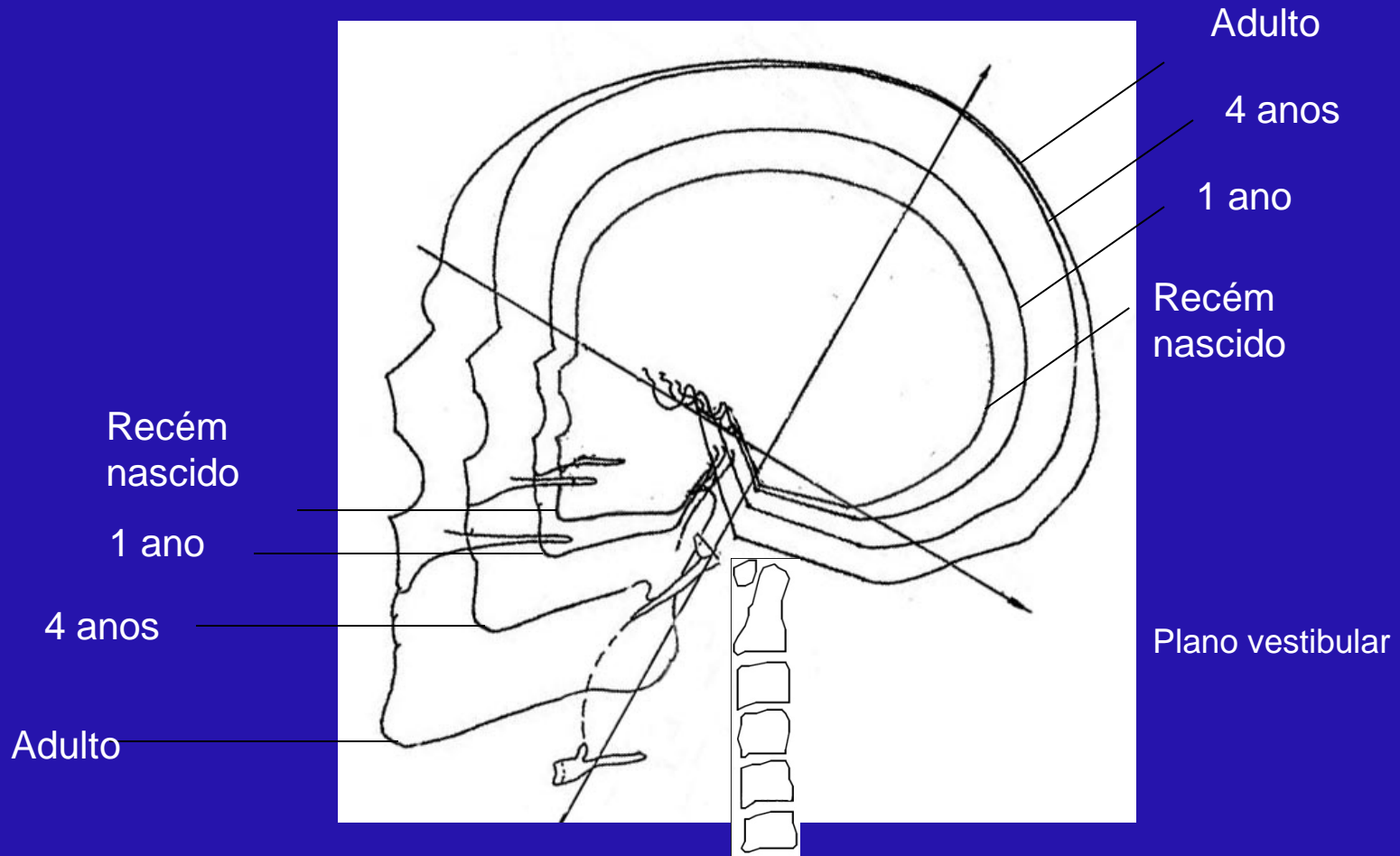
H: 14 y

I: adulte



- 1. Vertex, 2. Bregma, 3. Glabella, 4. Nasion
- 5. Orbitale, 6. Center of sella turcica
- 7. Porion, 8. Lambda, 9. Opisthocranium
- 10. Anterior nasal spine, 11. Post. nasal spine 12. Basion, 13. Mastoid process, 14. Opisthion 15. Inion, 16. Prosthion, 17. Infradental
- 18. Pogonion, 19. Mentum, 20. Gonion
- 21. Upper part of the mandible condyle
- 22. Hyoid bone

# Diferença no grau de crescimento entre o clavarium e a mandíbula



- Poderia ser que não existe nada que é específico para a linguagem humana além de um grau mais alto de especialização e de controle de traços que existem com outras espécies e não necessariamente com primatas?
- Então o que podemos fazer?
- Continuar e ampliar o trabalho comparativo em todos os níveis.

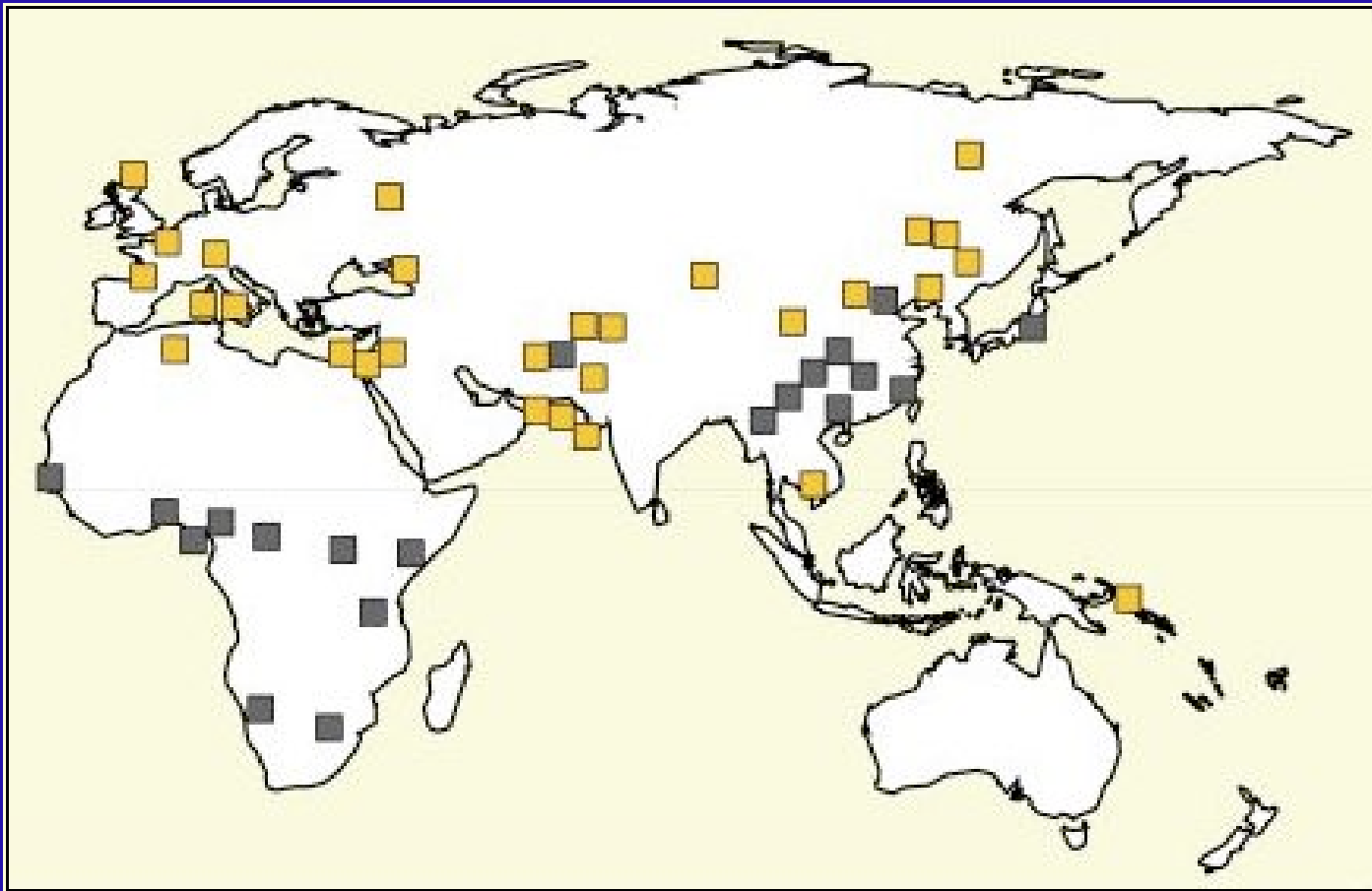
Um entendimento da base biológica da linguagem humana vai ajudar a formular hipóteses melhores para separar a base biológica de outros procedimentos associados com a transmissão cultural.



Este processo já foi demonstrado com macacos do Japão, chimpanzés e vários outros grupos de animais.

Porque é tão importante fazer esta separação?

**Temos que falar de genética.**

Dediu e Ladd (2007) discutem, em um estudo estatístico, a relação entre a distribuição de dois gens e a distribuição de línguas tonais.



Distribuição de línguas tonais e não tonais no estudo de Dediu et Ladd.  língua tonal,  = língua não tonal.

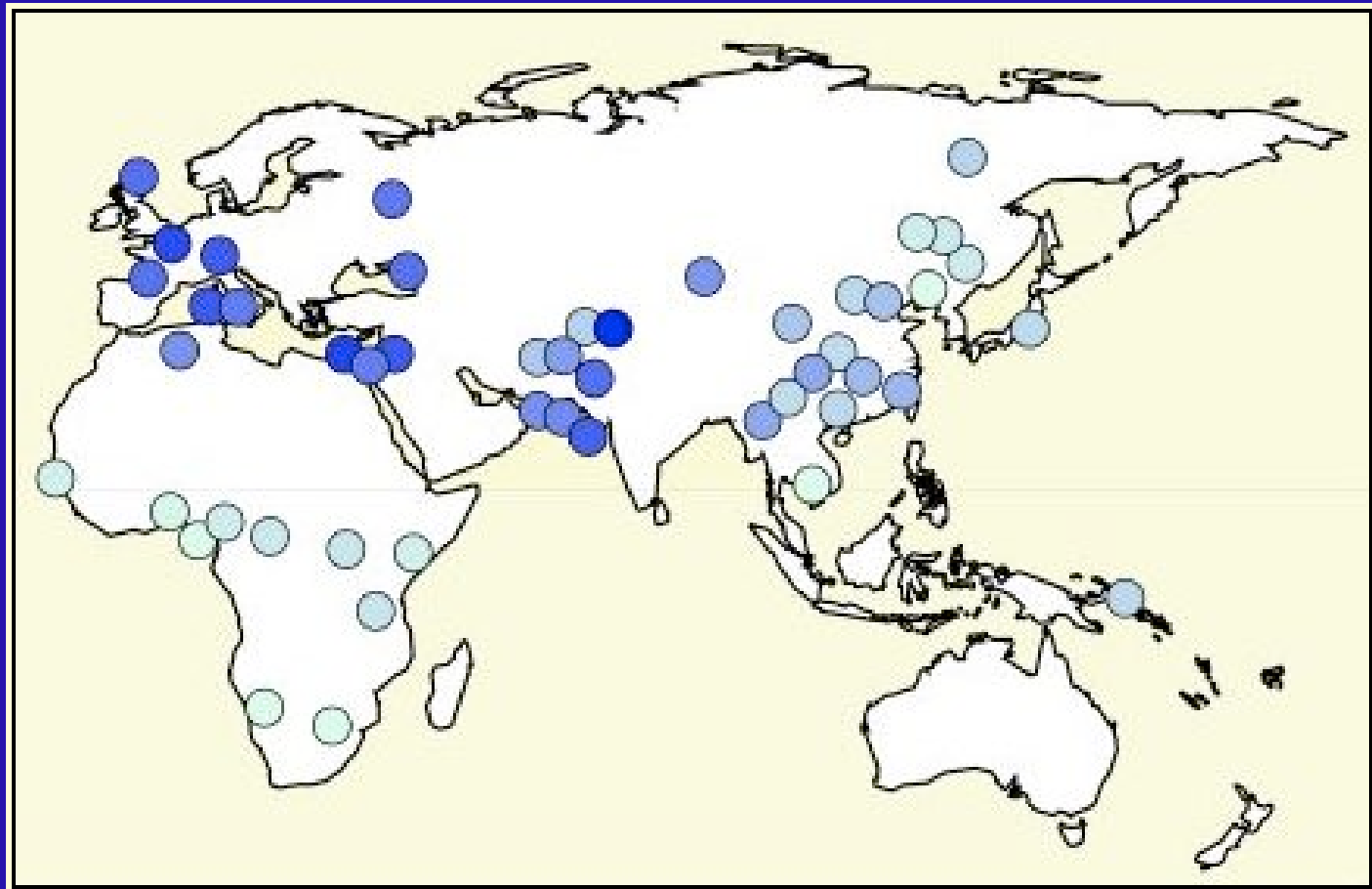
Dois gens *ASPM* e *Microcephalin*, implicados no desenvolvimento do cérebro, têm, cada um, duas variantes (alelos), uma para cada gem.

Estes alelos são recentes (6000 anos para *ASPM* e 37000 anos para *Microcephalin*).

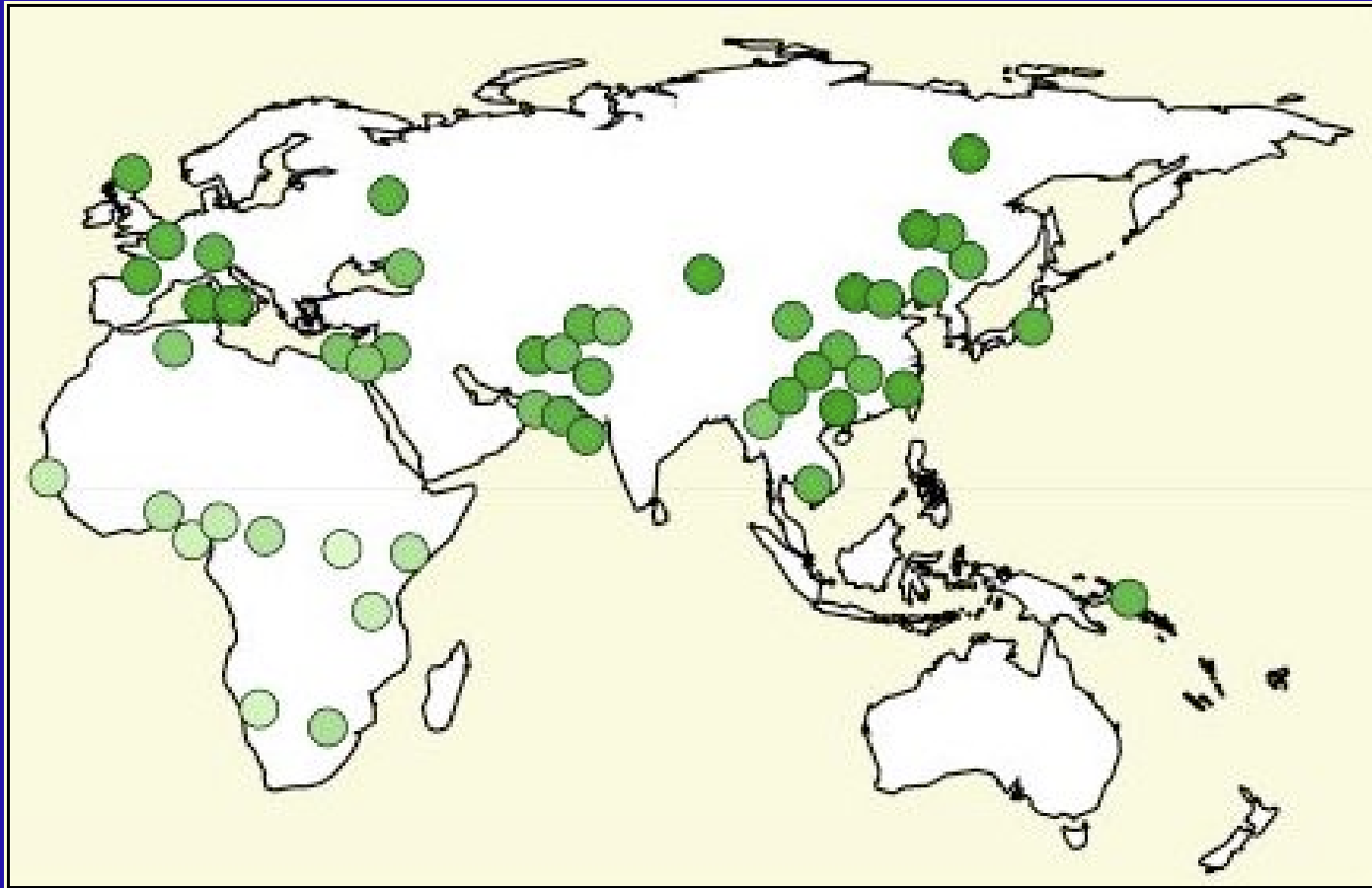
Eles se propagam rapidamente dentro da espécie humana (e por isso são provalvemente ‘adaptativos’ ou favorecidos pela seleção natural).



Os alelos derivados são distribuídos de uma maneira desigual em populações do mundo; são especialmente raros na África sub-sahariana e muito comuns na Europa e África do norte e no oeste da Ásia.

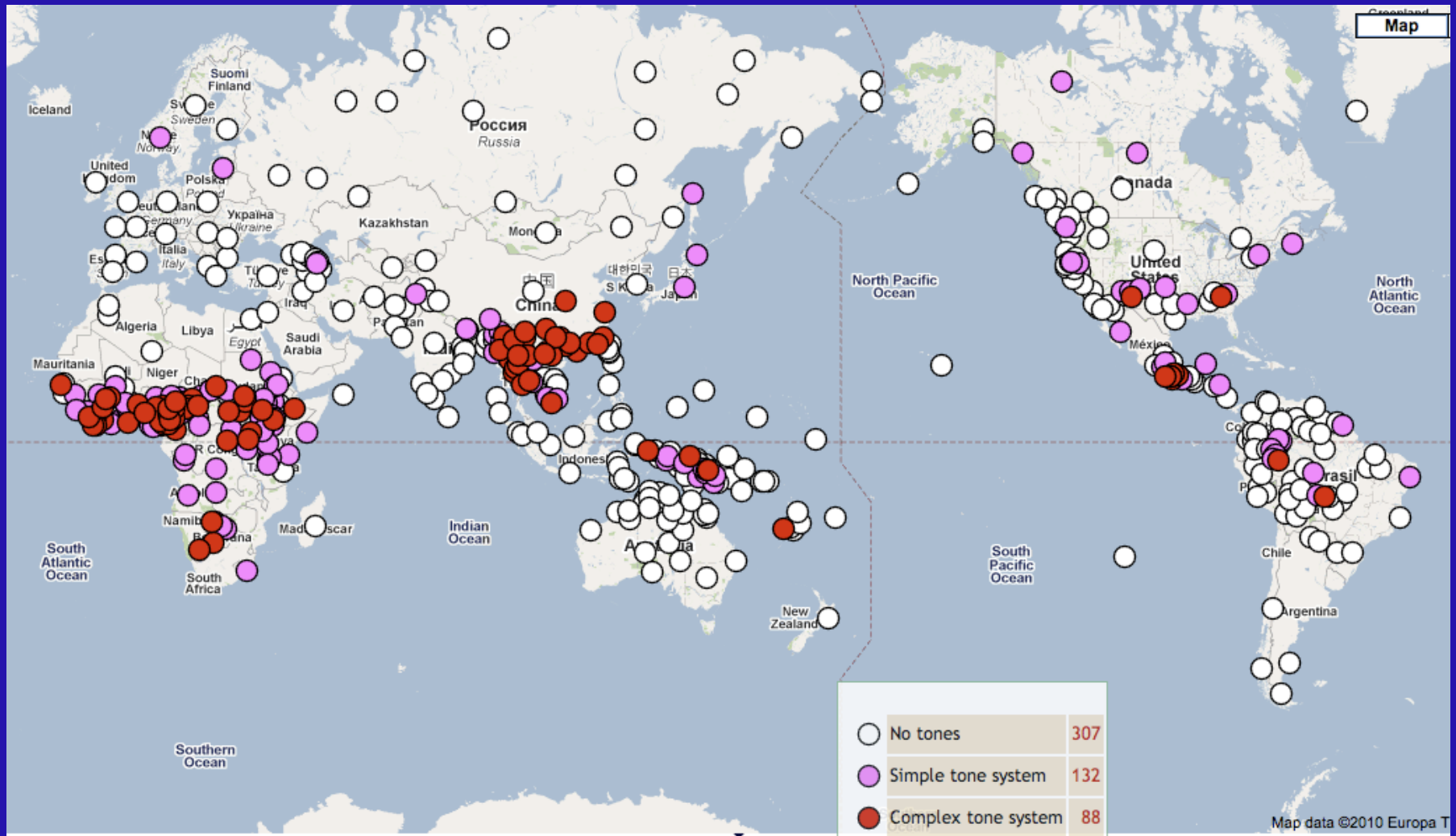


Distribuição do alelo derivado de *ASPM*. As densidades de azul representam a frequência do alelo (min 0% max 60%).



Distribuição do alelo derivado de *Microcephalin*. As densidades de verde representam a frequência do alelo (min 3% max 100%).

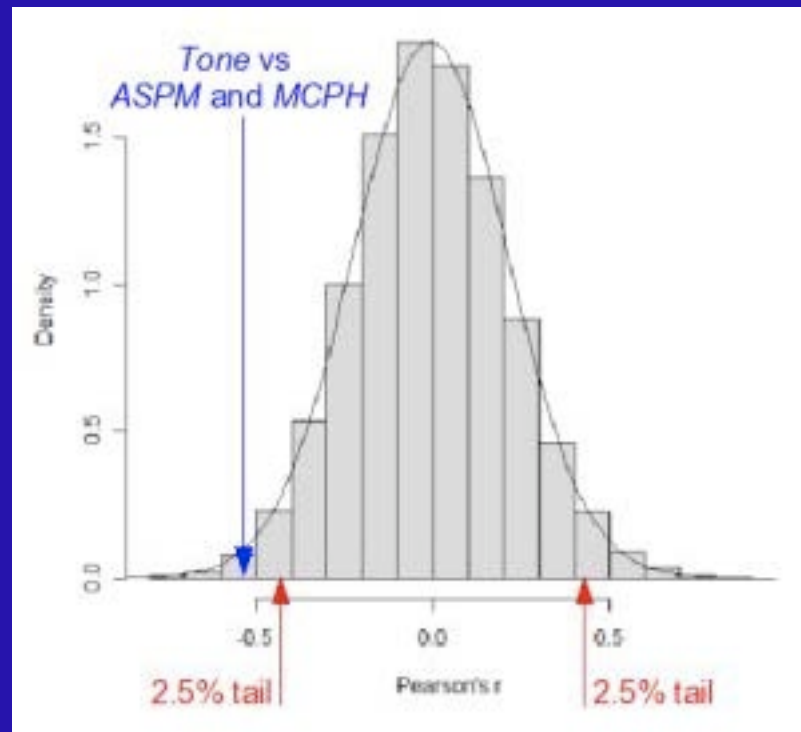
# Distribuição de línguas tonais e não tonais no mundo



A distribuição do alelo mais antigo (aquele que não é derivado) parece-se com a das linguas tonais.

A proporção dos alelos mais antigos de *ASPM* e *Microcephalin* dentro de uma população específica está correlacionada com o fato de que a língua falada pela população é tonal.

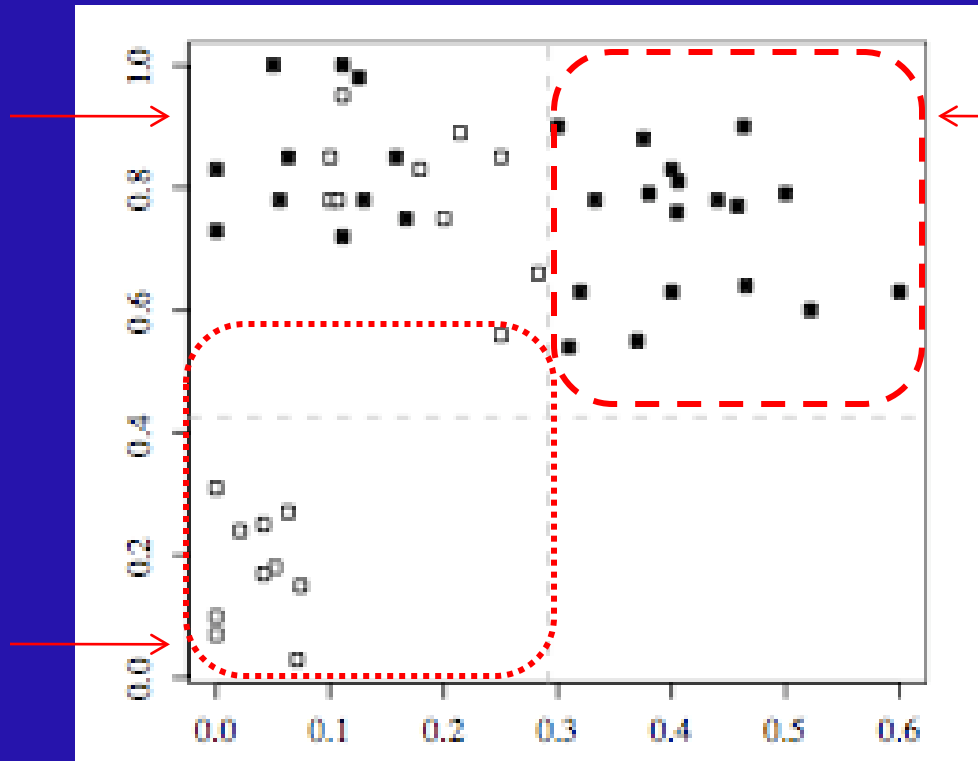
Comparando cerca de 1000 marcadores genéticos e 26 traços linguísticos, Dediu et Ladd mostram que se pode esperar que geralmente não há correlação entre os caracteres genéticos da população e a tipologia linguística – mas a relação entre os tons e os dois gens estudados é extremamente forte.



A correlação entre tons, *ASPM* e *Microcephalin*  muito significativa.



Línguas mistas



Línguas não tonais

Línguas tonais

Distribuição de línguas tonais e não tonais em função da frequência dos alelos *ASPM-D* (eixo horizontal) e *Microcephalin-D* (eixo vertical).

Esta correlação poderia refletir uma predisposição por meio de um fator cognitivo induzido pelos dois gens.

Não se conhece a natureza deste fator, mas poderíamos assumir que é muito pequeno e só se manifesta em mudanças linguísticas através de muitas gerações.

Diferenças sutis na maneira pela qual crianças adquirem linguagem poderiam conduzir a mudanças ao longo tempo.

⇒ Pequenas diferenças na maneira pela qual crianças adquirem a linguagem poderiam gerar, após um número suficiente de gerações, grandes diferenças na maneira pela qual a linguagem seria estruturada.

Se estas diferenças são influenciadas pelo patrimônio genético da criança, isso poderia explicar as correlações encontradas por Dediu e Ladd

Adaptação ! ?

Obrigado pela atenção

