

# Recolección online de grabaciones para el estudio de las variantes argentinas del español

Fernando Bugni

Directores:  
Agustín Gravano,  
Miguel Martínez Soler

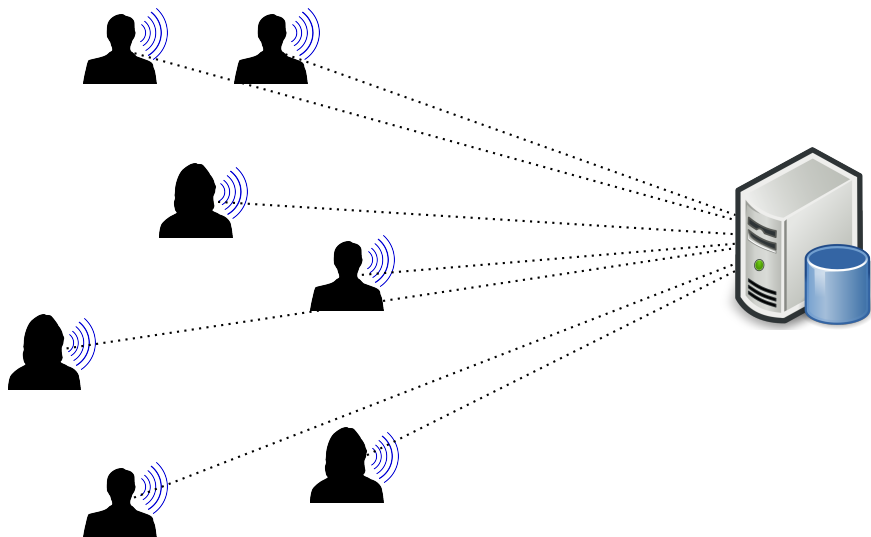
Departamento de Computación - Facultad de Ciencias Exactas -  
Universidad de Buenos Aires

2014

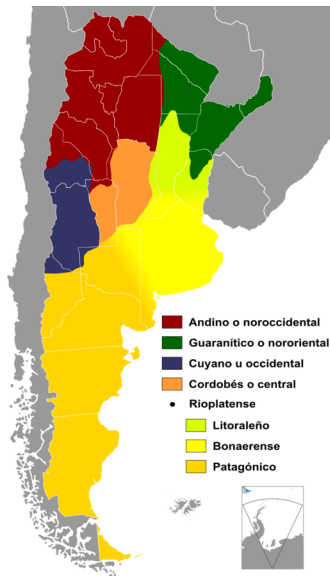
# Recolectar grabaciones para estudios del habla



# Recolectar grabaciones para estudios del habla



# Variantes del español en Argentina



# Caso de estudio: Buenos Aires y Córdoba



# Diferencias entre Córdoba y Buenos Aires

- (1) Los hablantes de Córdoba estiran la sílaba anterior a la acentuada mientras los de Buenos Aires no lo hacen. Ejemplo: '*Espectac**u**lar*'
- (2) Los hablantes de Córdoba aspiran y elisionan la /s/ al finalizar una palabra. Esto no sucede en Buenos Aires. Ejemplo: '*Pájar**s***'
- (3) Para hablantes de Córdoba, la /s/ antes de la /c/ o /t/ suenan más suaves que para hablantes de Buenos Aires. Ejemplo: '*Mos**ca***'
- (4) La 'c' antes de la 't' se pronuncia con menor frecuencia para hablantes de Córdoba que para hablantes de Buenos Aires. Ejemplo: '*Do**ct**or*'
- (5) Para hablantes cordobeces la 'y' y 'll' se pasa a 'i'. No sucede esto para Buenos Aires. Ejemplo: '*Il**u**via*'
- (6) En hablantes cordobeces la /r/ no vibra mientras que en Buenos Aires pasa lo contrario. Ejemplo: '*Espárr**ra**go*'

## Bibliografía:

- El español en la Argentina y sus variedades regionales - María Beatriz Fontanella de Weinberg
- Español en la Argentina - Elena Vidal de Battini

# Diseño del experimento

- **Frases Comunes:** habla espontánea
- **Frases Amper:** reconocer palabra acentuada

# Diseño del experimento

## Frases Comunes

Pronunciar frases popularmente conocidas

- Objetivo: pronunciación espontánea
- Reglas a cubrir: 2 a 6

**‘En la pelea se conoce al soldado,  
sólo en la **victoria** se conoce al **caballero**’**

- **‘victoria’** cubre la **regla 4** que nos propone medir la duración de la /c/ antes de la /t/.
- **‘caballero’** para la **regla 5** el fonema /ll/ se pasa a /i/



# Diseño del experimento

Frase	Frase que cubre
'No hay dos sin tres'	Regla 2: 'dos', 'tres'
'Más difícil que encontrar una aguja en un pajar'	Regla 2: 'más'
'Más perdido que turco en la neblina'	Regla 2: 'más'
'No le busques la quinta pata al gato'	Regla 2: 'busques', Regla 3: 'busques'
'Se te escapó la tortuga'	Regla 3: 'escapó'
'Todos los caminos conducen a Roma'	Regla2: 'todos', 'los', 'caminos'
'Siempre que llovió, paró'	Regla 5: llovió
'La suegra y el doctor, cuanto más lejos, mejor'	Regla 2: más, lejos , Regla 4: doctor
'La belleza que atrae, rara vez coincide con la belleza que enamora'	Regla 5: belleza
'No esta mal ser bella, lo que está mal es la obligación de serlo'	Regla 5: bella
'Río revuelto, ganancia de pescadores'	Regla 3: pescadores, Regla 2: pescadores, Regla 6: río, revuelto
...	

Agrega 31 Frases populares para grabar

# Diseño del experimento

## Frases Amper

Pronunciar frases con una estructura fija variando acentuaciones

- Objetivo: cubrir acentuaciones
- Regla a cubrir: 1

**Sujeto + “ salió ” + Adjetivo**

- **Sujeto:** “*El canapé*”, “*El repollo*”, “*El espárrago*”.
- **Adjetivo:** “*espectacular*”, “*delicioso*”, “*riquísimo*”.

“**El canapé** salió **delicioso**”  
 { palabra aguda                      palabra grave }

**Agrega 9 frases Amper**

Bibliografía: AMPER-ARGENTINA: VARIABILIDAD RÍTMICA EN DOS CORPUS - Jorge A. Gurlekian, Reina Yanagida,

Mónica Noemí Trípodí y Guillermo Toledo

Combinamos cada tipo de frase de f3rma aleatoria



# Sistema de grabación online



**¡Bienvenido/a!**

Este proyecto consiste en **grabar una serie de frases a través de tu computadora**, para luego poder estudiar las características del habla de cada región (por ejemplo, la tonada o los sonidos empleados).

Requisitos para poder participar:

1. Tener una **buena conexión a Internet**; preferentemente, no wireless.
2. Tener un **buen micrófono**; preferentemente, no usar el micrófono incluido en una laptop.
3. Estar en un **ambiente silencioso**.

Si cumplís estos requisitos, por favor completá los siguientes datos para comenzar:

Sexo:

Lugar donde te criaste:

Lugar donde vivís actualmente:

Mes de nacimiento:  01-1990

**¡Empezar!**

Figura : Encuesta inicial del sistema

# Sistema de grabación online

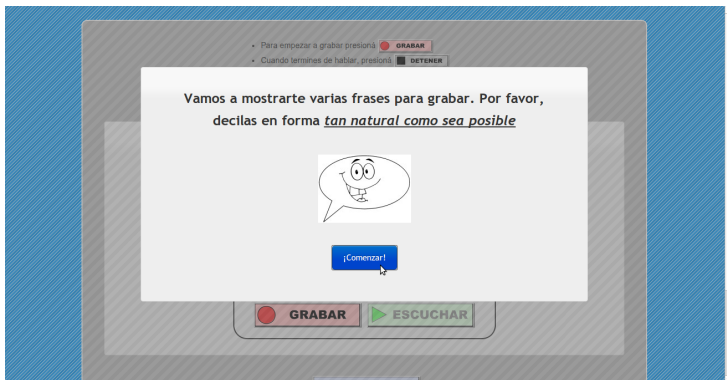


Figura : Instrucciones del experimento

# Sistema de grabación online

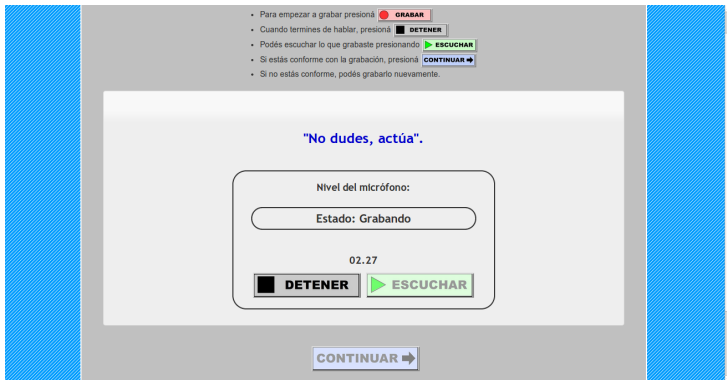


Figura : Grabando

# Sistema de grabación online



Figura : Reproduciendo

# Datos obtenidos

	<b>Bs.As.</b>	<b>Cba.</b>	<b>Total</b>
<b>Conservado</b>	220	90	310
<b>Problemas en el habla<sup>1</sup></b>	33	15	48
<b>Mucho ruido de fondo</b>	2	12	14
<b>Sonido saturado</b>	2	0	2

**Tabla :** Evaluación manual de las grabaciones

	<b>Bs.As.</b>	<b>Cba.</b>	<b>Total</b>
<b>Todos los intentos</b>	220	90	310
<b>Último intento</b>	<b>181</b>	<b>79</b>	<b>260</b>

**Tabla :** Cantidad de audios repetidos

---

<sup>1</sup>Problemas más comunes: entonación exagerada y error al pronunciar una frase

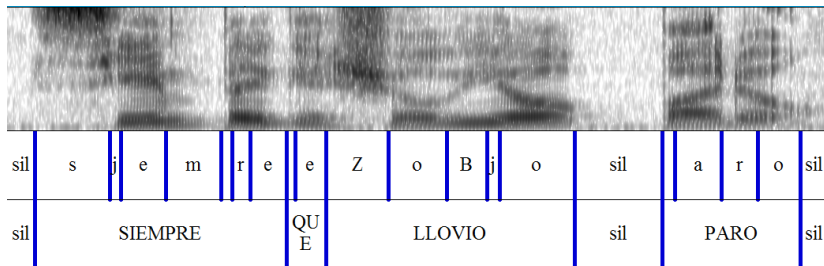


# Extracción de información

¿Cómo extraer atributos (features) de un audio?

Etiquetamos el principio y el final de cada fonema.

## ProsodyLab-Aligner: alineación forzada



# Extracción de información

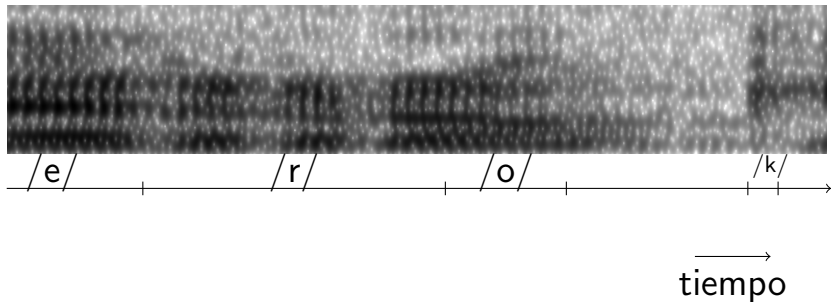
Definimos tipos de atributos:

- Atributos acústicos
- Atributos fonéticos
- Atributos silábicos

ProsodyLab, Python 2.7, Numpy, Pymatlab

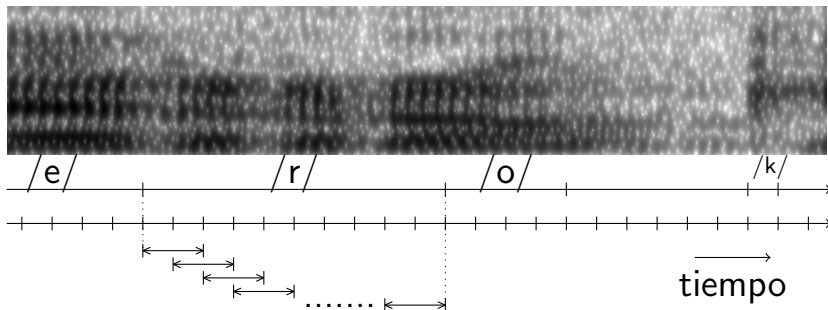
# Extracción de información

## Atributos acústicos: MFCC



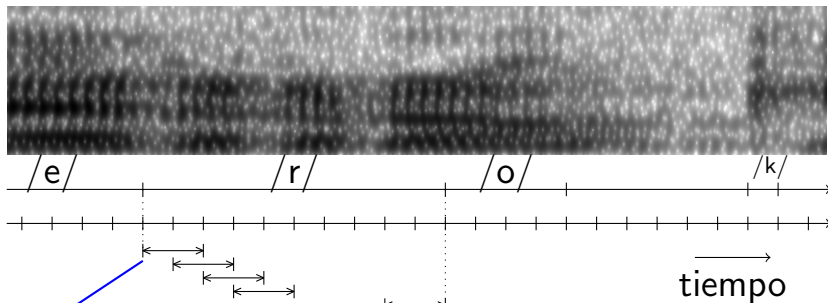
# Extracción de información

## Atributos acústicos: MFCC



# Extracción de información

## Atributos acústicos: MFCC

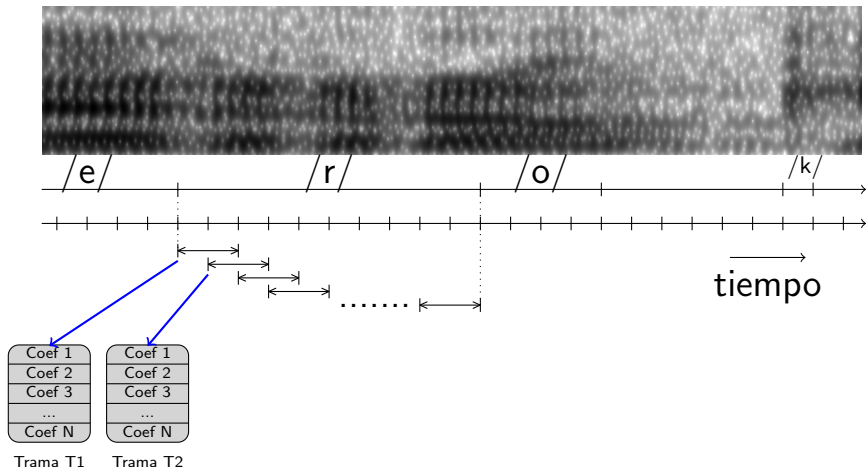


Coef 1
Coef 2
Coef 3
...
Coef N

Trama T1

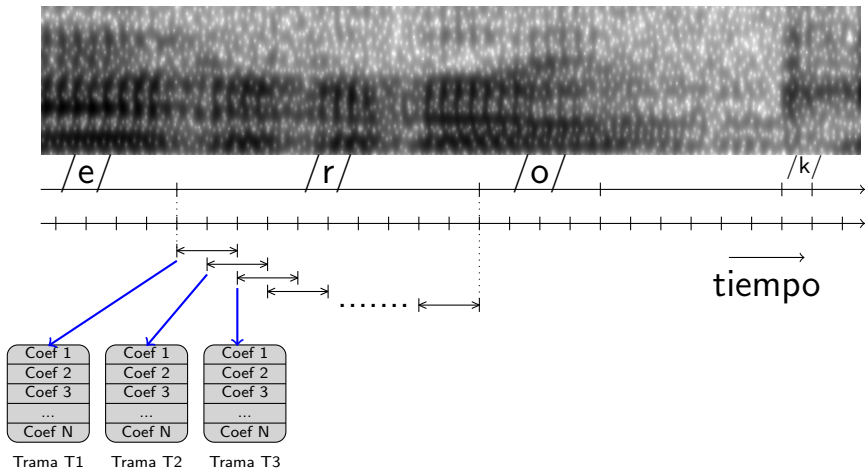
# Extracción de información

## Atributos acústicos: MFCC



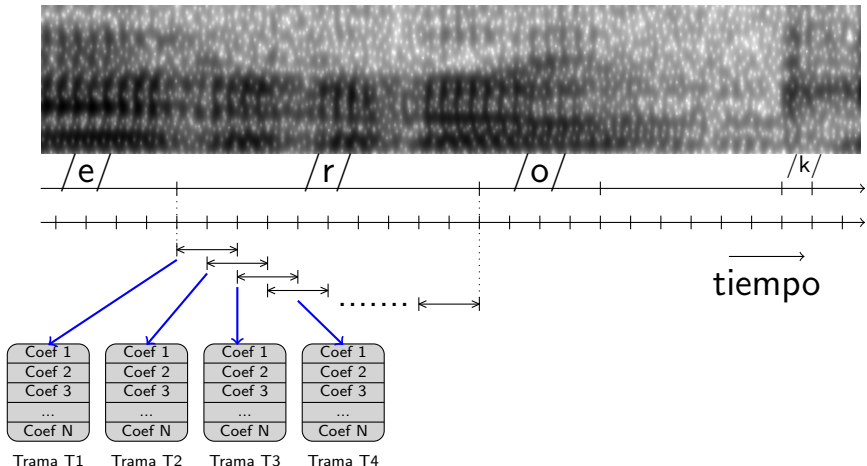
# Extracción de información

## Atributos acústicos: MFCC



# Extracción de información

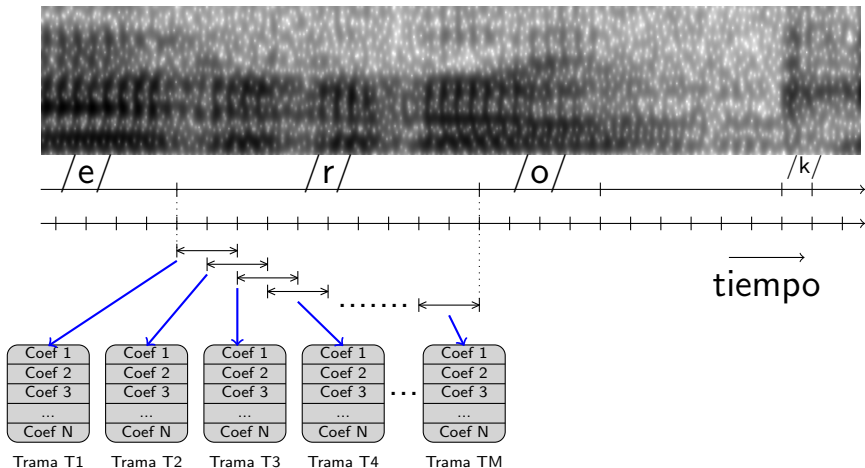
## Atributos acústicos: MFCC





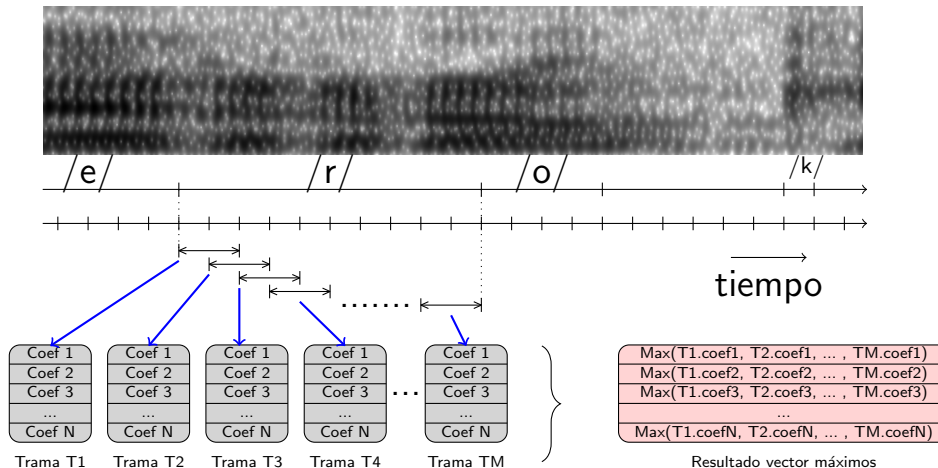
# Extracción de información

## Atributos acústicos: MFCC



# Extracción de información

## Atributos acústicos: MFCC



# Extracción de información

## Atributos fonéticos

- Duración de 'kt'
- Duración de 'sc'
- Duración de 'll'
- Duración de 'rr'
- Duración de 's' final
- Duración de cada fonema
- Duración de cada vocal
- Duración de cada consonante

# Extracción de información

## Atributos silábicos

- Duración de la sílaba acentuada
- Duración de la sílaba anterior a la acentuada

# Análisis

¿Cómo podemos saber si teniendo en cuenta estos atributos podemos clasificar mejor a un cordobés?

¿Cómo podemos saber si teniendo en cuenta estos atributos podemos clasificar mejor a un cordobés?

Dividimos nuestros datos en dos conjuntos: **Entrenamiento** y **Testeo**.

- Un **clasificador** se entrenará con los datos del conjunto de **Entrenamiento**
- Luego, intentará clasificar correctamente el conjunto de **Testeo**

Realizamos varias configuraciones similares a ésta, variando los elementos del conjunto de Testeo (*folds*)

Esta técnica se llama **Cross-validation**.

# Análisis

## Clasificadores

- Zero Rules
- RIPPER
- C4.5
- Support vector machine
- Naive Bayes

## Cross-validations

- Clasificación por muestra
- Clasificación por hablante

# Clasificación por muestra

Hablantes: 19 Buenos Aires, 8 Córdoba

 Hablante para train  Hablante para test









































	<i>Número de hablante</i>										
	1	2	3	4	5	6	7	...	25	26	27
Fold 1								...			
Fold 2								...			
Fold 3								...			
				...							
Fold 27								...			

Tabla : Esquema de validación cruzada



# Clasificación por muestra

Veamos el clasificador Ripper para el fold 4. Este es el conjunto de reglas que generó:

- $(FON\_rr\_norm \leq -6,901) \text{ and } (ACU\_AverageRR\_7 \leq 11,23) \Rightarrow place = cba(18,0/3,0)$
- $(FON\_ll\_norm \leq -7,975) \text{ and } (ACU\_AverageLL\_6 \leq 4,308) \Rightarrow place = cba(15,0/0,0)$
- $else \Rightarrow place = bsas(222,0/49,0)$

	Zero Rule	Ripper	C4.5	SVM	NaiveBayes
Promedio	70	69	70	71	71

Tabla : Clasificación correcta en porcentaje

# Clasificación por muestra

Detalles:

- C4.5 obtuvo la misma performance que Zero Rule y su árbol de decisión fue muy pobre
- Zero Rule obtuvo una buena performance y algunos clasificadores no pudieron obtener provecho de los atributos

# Clasificación por muestra

Detalles:

- C4.5 obtuvo la misma performance que Zero Rule y su árbol de decisión fue muy pobre
- Zero Rule obtuvo una buena performance y algunos clasificadores no pudieron obtener provecho de los atributos

¿Qué sucedería si colapsáramos los atributos por hablante y equilibramos nuestros datos?

# Clasificación por hablante

Hablantes equilibrados: 9 Buenos Aires, 8 Córdoba

 Hablante para train  Hablante para test









































	<i>Número de hablante</i>										
	1	2	3	4	5	6	7	...	15	16	17
Fold 1								...			
Fold 2								...			
Fold 3								...			
				...							
Fold 17								...			

Tabla : Esquema de cross-validation

# Clasificación por hablante

Juntamos los atributos de cada hablante de la siguiente forma.

Atributos		A1	A2	A3	...	AN
<b>Hablante 1</b>	<b>Audio1</b>	1	?	2		2
	<b>Audio2</b>	?	?	1	...	?
	<b>Audio3</b>	2	?	3		?
<b>Hablante 2</b>	<b>Audio1</b>	1	?	?	...	?
	<b>Audio2</b>	1	2	?		?

Tabla : Datos original

esto pasaría a:

Atributos		A1	A2	A3	...	AN
<b>Hablante 1</b>	<b>Audio1</b>	<b>1.5</b>	<b>?</b>	<b>2</b>	...	<b>2</b>
<b>Hablante 2</b>	<b>Audio1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>?</b>	...	<b>?</b>

Tabla : Datos modificados

# Clasificación por hablante

	<b>ZeroR</b>	<b>RIPPER</b>	<b>C4.5</b>	<b>SVM<sup>2</sup></b>	<b>NaiveBayes</b>
<b>Promedio</b>	53	53	76	94	76

Tabla : Clasificación correcta en porcentaje

---

<sup>2</sup>Corriendo T-test obtenemos  $p < 0,05$

# Selección de atributos de forma automática

¿Cuál es la importancia relativa de cada atributo?

Medimos cuanta información aporta cada atributo utilizando el algoritmo InfoGain.

Ganancia de Información	Atributo
0.07231	FON_consonant_norm
0.07217	FON_vowel_norm
0.03963	<b>SIL_syllableAccent_normhd</b>
0.03963	<b>SIL_prevSyllableAccent_normhd</b>
0.02332	FON_ll_norm
0.02285	FON_Sfinal_norm
0.02226	ACU_MinLL_1
0.02144	ACU_AverageLL_1

Tabla : Resultados de InfoGain

# Conclusiones y trabajo futuro

## Conclusiones

- Armamos una plataforma para la recolección de grabaciones
- Caso de estudio: diferencia entre habla de Cba. y BsAs.
- Características del conjunto de datos y cómo repercute en sus resultados



# Conclusiones y trabajo futuro

## Conclusiones

- Armamos una plataforma para la recolección de grabaciones
- Caso de estudio: diferencia entre habla de Cba. y BsAs.
- Características del conjunto de datos y cómo repercute en sus resultados

## Trabajo futuro

- Grabaciones chequeadas entre los hablantes

# Conclusiones y trabajo futuro

## Conclusiones

- Armamos una plataforma para la recolección de grabaciones
- Caso de estudio: diferencia entre habla de Cba. y BsAs.
- Características del conjunto de datos y cómo repercute en sus resultados

## Trabajo futuro

- Grabaciones chequeadas entre los hablantes
- Desarrollo de varios filtros para evitar grabaciones con problemas

# Conclusiones y trabajo futuro

## Conclusiones

- Armamos una plataforma para la recolección de grabaciones
- Caso de estudio: diferencia entre habla de Cba. y BsAs.
- Características del conjunto de datos y cómo repercute en sus resultados

## Trabajo futuro

- Grabaciones chequeadas entre los hablantes
- Desarrollo de varios filtros para evitar grabaciones con problemas
- Realizar clasificación en vivo a través de una página web

# Conclusiones y trabajo futuro

## Conclusiones

- Armamos una plataforma para la recolección de grabaciones
- Caso de estudio: diferencia entre habla de Cba. y BsAs.
- Características del conjunto de datos y cómo repercute en sus resultados

## Trabajo futuro

- Grabaciones chequeadas entre los hablantes
- Desarrollo de varios filtros para evitar grabaciones con problemas
- Realizar clasificación en vivo a través de una página web
- Mejores modelos variando sus parámetros y nuevos atributos

¿Preguntas?

**Más detalles...**

# Diferencias entre Córdoba y Buenos Aires

- **Regla 1: Los hablantes de Córdoba estiran la sílaba anterior a la acentuada mientras los de Buenos Aires no lo hacen**

*'Especta**cu**lar'*

Sílaba acentuada en *'-lar'*

La sílaba anterior *'-cu-'* se alarga para hablantes de Córdoba

# Diferencias entre Córdoba y Buenos Aires

- **Regla 2: Los hablantes de Córdoba aspiran y elisionan la /s/ al finalizar una palabra. Esto no sucede en Buenos Aires**

*'Pájaros'*

/s/ se acorta su duración en el hablante de Córdoba



# Diferencias entre Córdoba y Buenos Aires

- **Regla 3: Para hablantes de Córdoba, la /s/ antes de la /c/ o /t/ suenan más suaves que para hablantes de Buenos Aires**

*‘Mosca’*

/s/ suena más suave para Córdoba que para Buenos Aires

# Diferencias entre Córdoba y Buenos Aires

- **Regla 4: La 'c' antes de la 't' se pronuncia con menor frecuencia para hablantes de Córdoba que para hablantes de Buenos Aires**

*'Doctor'*

No debe sonar el fonema /c/

# Diferencias entre Córdoba y Buenos Aires

- **Regla 5: Para hablantes cordobeces la 'y' y 'll' se pasa a 'i'. No sucede esto para Buenos Aires**

*'lluvia'*

Palabras con el fonema /y/ o /ll/ se pronuncian /j/

# Diferencias entre Córdoba y Buenos Aires

- **Regla 6: En hablantes cordobeces la /r/ no vibra mientras que en Buenos Aires pasa lo contrario**

*‘Espárrago’*

Para Córdoba /r/ debe ser suave en comparación de Buenos Aires

## Bibliografía:

- El español en la Argentina y sus variedades regionales - María Beatriz Fontanella de Weinberg
- Español en la Argentina - Elena Vidal de Battini

# Diseño del experimento

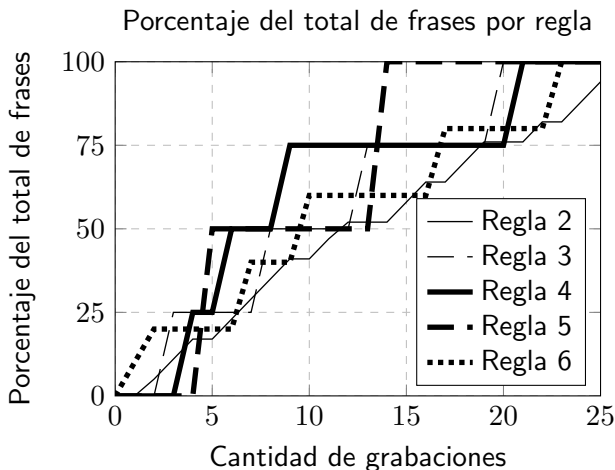


Figura : Porcentaje del total de frases grabadas por cada regla

# Sistema de grabación online

## Audio 6

**Id:** 6

**Speaker:** 2

**Word:** No está mal ser bella; lo que está mal es la obligación de serlo

**Attempt:** 1

**Filename:**



download: [bsas\\_u2\\_t32\\_a1](#)

**Labels:**

- ☐ Conservar
- ☒ Sonido saturado
- ☐ Mucho ruido de fondo
- ☐ Problema en el habla

Submit

Figura : Administrador

# Extracción de información

## Atributos acústicos: MFCC

**Escala Mel:** escala sobre la precepción auditiva humana

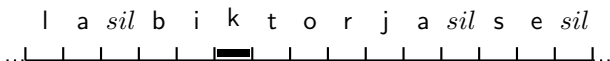
- (1) Frame the signal into short frames.
- (2) For each frame estimate the power spectrum (Fast Fourier Transform).
- (3) Apply the mel filterbank to the power spectra, sum the energy in each filter.
- (4) Take the logarithm of all filterbank energies.
- (5) Take the DCT of the log filterbank energies. (DCT=discrete cosine transform)
- (6) Keep DCT coefficients 2-13, discard the rest.

Script en Matlab llamado por Pymatlab

# Extracción de información

Atributos fonéticos: cálculo duración de 'kt'

**“en la pelea se konose al soldaDo solo en la biktorja se konose al kaBaZero”**



$$\frac{X - \mu}{\sigma}$$

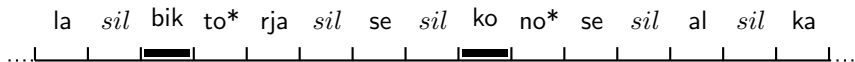
- $X$  es el valor a normalizar (por ej.: la duración de un fonema dado).
- $\mu$  es el promedio de duración de la unidad utilizada en la grabación.
- $\sigma$  es el desvío estándar de la unidad utilizada en la grabación.



# Extracción de información

Atributos silábicos: sílaba anterior a la acentuada

**“en la pelea se konose al soldaDo solo en la biktorja se konose al kaBaZero”**

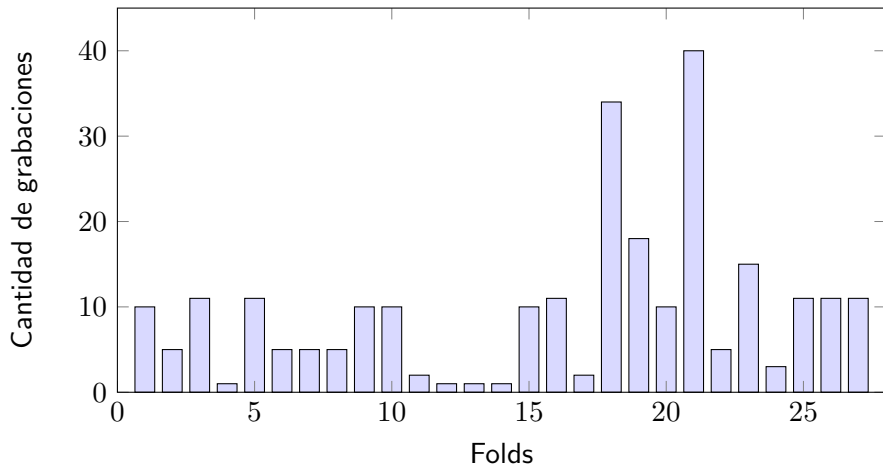


$$\frac{X - \mu}{\sigma}$$

- $X$  es el valor a normalizar (por ej.: la duración de un fonema dado).
- $\mu$  es el promedio de duración de la unidad utilizada en la grabación.
- $\sigma$  es el desvío estándar de la unidad utilizada en la grabación.

# Clasificación por muestra

## Cantidad de grabaciones en cada grupo de Testeo



# Clasificación por muestra

## Promedio de porcentaje correcto en cada fold:

$$\frac{\sum_{i=1}^{\# \text{ de folds}} \text{Porcentaje instancias correctas en fold } i}{\# \text{ de folds}}$$

	Zero Rule	Ripper	C4.5	SVM	NaiveBayes
Promedio	70	69	70	71	71

Tabla : Clasificación correcta en porcentaje

## Promedio de instancias correctas sobre instancias totales:

$$\frac{\sum_{i=1}^{\# \text{ de folds}} \text{Cantidad de instancias correctas en fold } i}{\# \text{ de instancias}}$$

	Zero Rule	Ripper	C4.5	SVM	NaiveBayes
Promedio	69	63	69	70	65

Tabla : Clasificación correcta en cantidad de instancias

# Clasificación por muestra

Árbol de decisión generado por C4.5 para cualquier fold para clasificación por muestra.

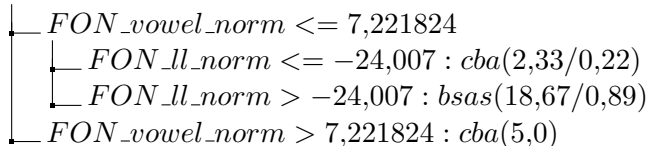
root

└─ *bsas*(249,0/68,0)

# Clasificación por hablante

Veamos un árbol de decisión generado por C4.5. Este corresponde al fold 7.

root



# Clasificación por hablante

Promediando los atributos por hablante **sin descartar datos** (utilizando los 27 hablantes)

	<b>Zero Rule</b>	<b>Ripper</b>	<b>C4.5</b>	<b>SVM</b>	<b>NaiveBayes</b>
<b>Promedio</b>	70	77	70	96	88

Tabla : Clasificación correcta en porcentaje

Promediando los atributos por hablante de los 17 hablantes (utilizando 9 de Buenos Aires, 8 Córdoba)

	<b>Zero Rule</b>	<b>Ripper</b>	<b>C4.5</b>	<b>SVM</b>	<b>NaiveBayes</b>
<b>Promedio</b>	53	53	76	94	76

Tabla : Clasificación correcta en porcentaje

# Clasificación por hablante

Detalles:

- Cada clasificación tiene 1 instancia para analizar  
Matrices de confusión muy pobres.

Clasificadas como		Instancias de
Buenos Aires	Córdoba	
1	0	Buenos Aires
0	0	Córdoba

# Selección de atributos de forma automática

Para cada atributo calcula la entropía de la clase y luego calcula la entropía<sup>3</sup> de la misma sabiendo el valor de este atributo

$$InfoGain(Class, Attribute) = H(Class) - H(Class|Attribute)$$

- $H(Class)$  representa el valor de la entropía de la clase a predecir. Mide la incertidumbre asociada a la clase sin tener en cuenta el valor de ningún atributo en particular.
- $H(Class|Attribute)$  representa el valor de la entropía de la clase sabiendo el valor del atributo *Attribute*

---

<sup>3</sup>Cuán frecuente es una clase en una serie de muestras