

## 7. ANÁLISIS DEL TONO (PITCH)

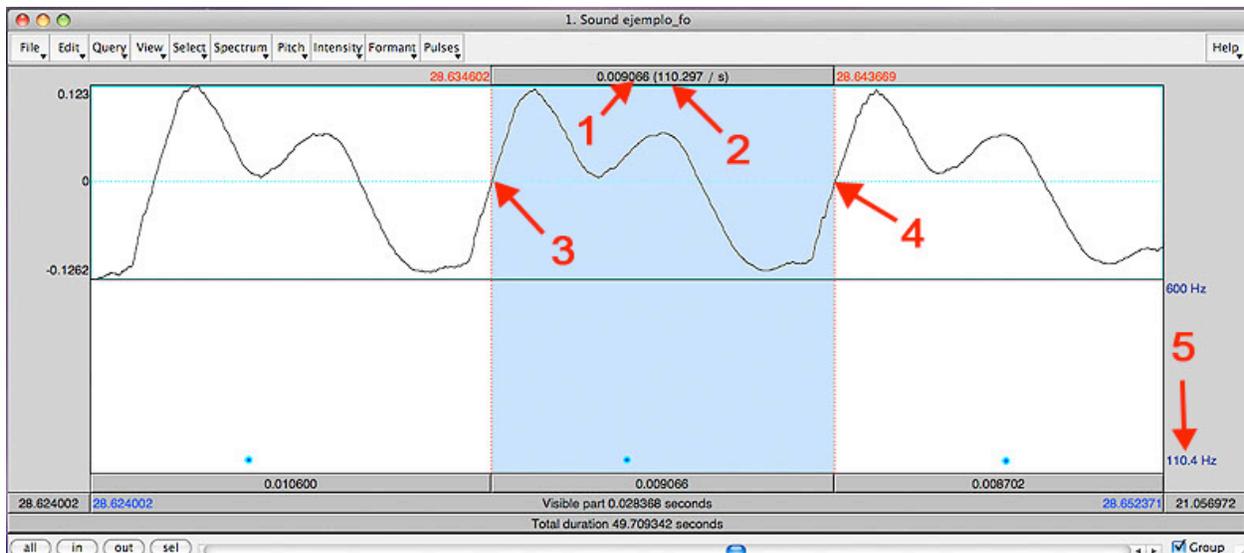
### Cómo obtener el valor de la frecuencia fundamental

Hay varias formas complementarias para obtener el valor de la frecuencia fundamental. Revisaremos algunas de ellas.

#### En el oscilograma

La forma más exacta para obtener el valor de la frecuencia fundamental es medir la duración de un ciclo y calcular el número de ciclos que pueden existir en un segundo. Por ejemplo, si el ciclo mide 10 ms (0.010 s) habrá que dividir 1 por 0.01).

En PRAAT, siempre que seleccionas una porción de una señal en la ventana de edición, automáticamente se realiza el cálculo de la frecuencia en la barra superior. Si el fragmento seleccionado es breve, entonces la frecuencia aparece entre paréntesis, tal como se muestra en la figura 7.1.



*Figura 7.1.* Ventana de edición de PRAAT en la que se ve la información del *pitch*, y se ha desactivado el espectrograma. Se indica el tiempo que dura el fragmento seleccionado (1) y la frecuencia correspondiente (2). Tanto el inicio (3) y fin de la selección (4) están ajustados a los cruces por cero. La frecuencia obtenida en forma manual (2) coincide gruesamente con la obtenida en forma automática (5).

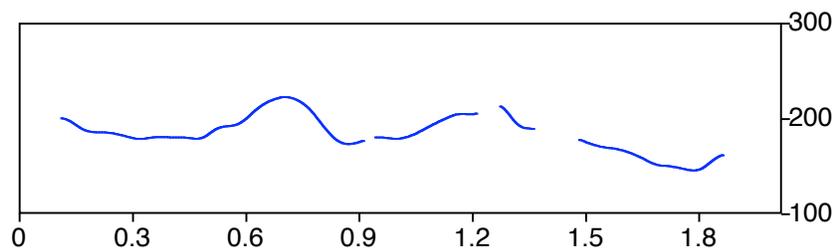
El *script* siguiente puede ser útil si deseas calcular una frecuencia a partir de una duración dada (expresada en ms) sin tener la señal a la mano.

```
# Script que pide un valor en milisegundos
# y proporciona el valor de F0 correspondiente
clearinfo
form Convierte duración del ciclo en valor de F0
real el_ciclo_es_de
comment (milisegundos)
endform
t = 'el_ciclo_es_de'/1000
frecuencia = 1/'t'
printline Duración'tab'$Fo
printline 'el_ciclo_es_de:2'tab$"frecuencia:2'
```

Script 7.1. Convierte el valor de un ciclo en el correspondiente valor de la frecuencia fundamental.

### Algoritmos de autocorrelación

La figura 7.2 muestra una curva de  $f_0$  obtenida en PRAAT.



*Figura 7.2.* Ejemplo de una curva de valores de  $f_0$  obtenida en PRAAT. En el eje horizontal se muestra el tiempo y la frecuencia en el eje vertical.

Esta forma de obtener los valores de la frecuencia fundamental es producto de un

algoritmo que funciona con el **método de autocorrelación**, es decir, hace una búsqueda de los valores de la señal en una **ventana de análisis** hasta encontrar un patrón. No obstante, algoritmos como este suelen cometer errores. Frecuentemente, uno puede encontrar bruscas caídas o ascensos súbitos que tienen diferencias del doble de Hz. Observa la figura 7.3, en la que se muestra una curva de *pitch* con caídas que no corresponden a valores frecuenciales efectivos.

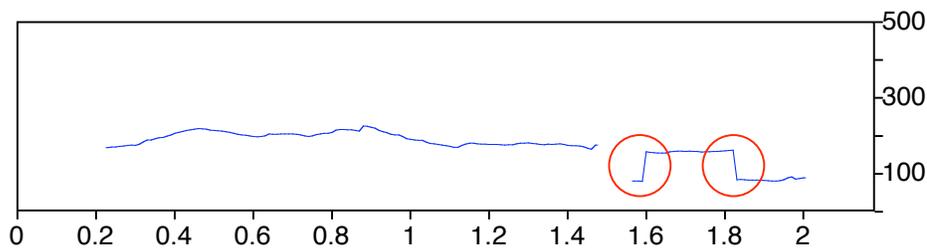


Figura 7.3. Ejemplo de un análisis automático con dos errores.

Si usamos alguna estrategia para corregir los valores erróneos, podemos obtener, automáticamente también, un resultado como el que se muestra en la figura 7.4.

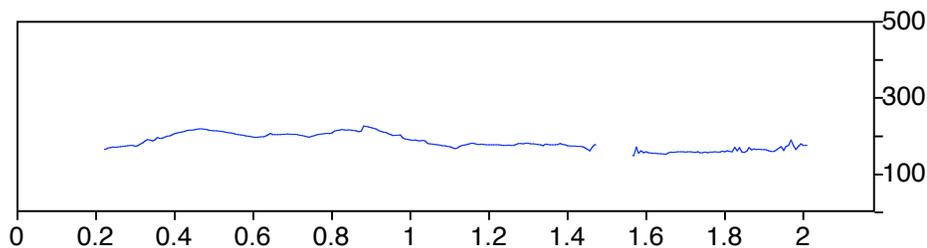


Figura 7.4. Ejemplo de análisis automático en el que se han corregido los valores que originalmente proporcionaba el algoritmo.

¿Qué debes hacer cuando te encuentras con un valor sospechoso? La mejor opción es siempre obtener manualmente el valor del *pitch* en aquella parte donde te parece que hay un valor erróneo y corregirlo. En otras palabras, una curva que representa valores de  $f_0$  obtenidos mediante un algoritmo de autocorrelación es siempre una guía útil acerca de los valores de  $f_0$  de

esa emisión, pero solo una guía y siempre debe ser verificada y, si es necesario, corregida.

### **Edición del *pitch***

Las curvas obtenidas automáticamente mediante algoritmos de autocorrelación proporcionan rápidamente los valores pero, como hemos visto, pueden fallar en ciertos puntos del análisis. Además del tipo de error mencionado pueden ocurrir otros, como que no aparezca un valor donde evidentemente lo hay y, el opuesto, que aparezca un valor donde sabemos que no hay periodicidad en la frecuencia. Por estas razones, los valores que el algoritmo proporciona deben ser revisados y, si tienen errores, hay que corregirlos.

En la ventana de edición de PRAAT, la curva de *pitch* se aprecia en azul si tenemos activada la opción correspondiente, tal como explicamos en el capítulo sobre edición. Esa es una buena manera para hacer una primera exploración de los valores, pero puede presentar errores, por lo que hay que hacerlo con precaución.

Con la opción *PITCH SETTING* (figura 7.5) se puede establecer la gama de Hz desplegados y las unidades usadas para presentar los valores: Hz, st, mel, ERB. Sobre la gama frecuencial es muy importante tener en cuenta que aquellos valores que se sitúen fuera de la gama establecida no serán computados. También hay que saber que la duración de la ventana de análisis se establece automáticamente de tal manera que puedan ocurrir tres ciclos del valor más bajo establecido, o seis, según el tipo de ventana de análisis.

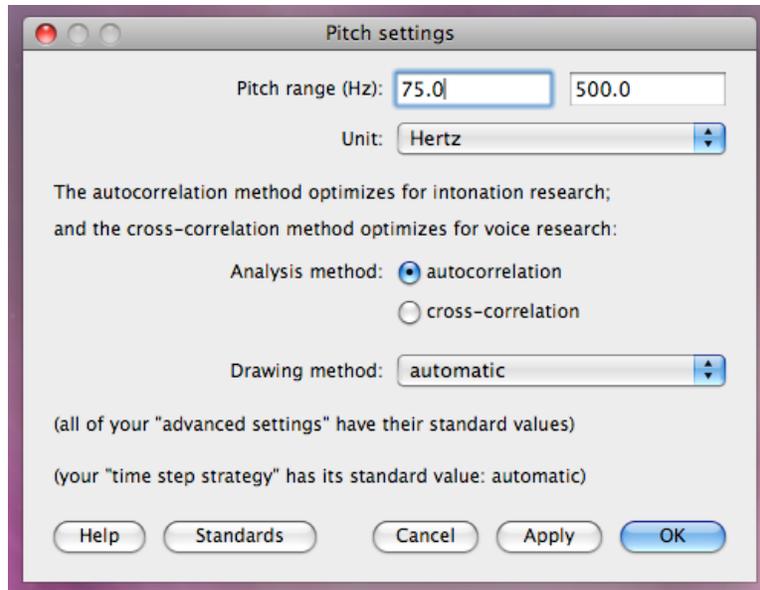
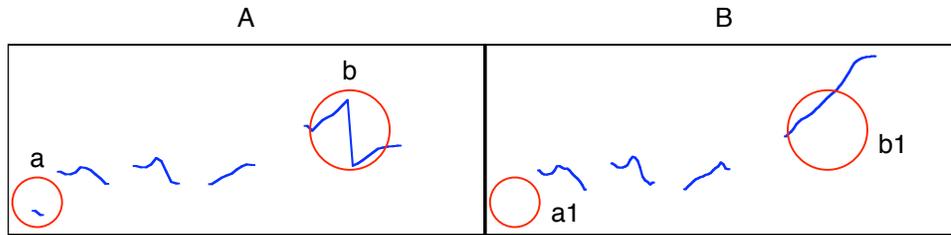


Figura 7.5. Parámetros para el establecimiento del *pitch* en PRAAT.

En los dos primeros campos se establece el rango de Hz en los cuales el programa encontrará valores “candidatos” al *pitch*. Con la opción *Unit* se selecciona la unidad en la que se expresan los valores. Las opciones del menú *Drawing method* permite la opción de dibujar la curva con línea o puntos.

En la figura 7.4 se muestran los valores corregidos de los de la figura 7.3. Una manera para enmendar este tipo de errores es cambiar el valor más bajo desplegado, de tal manera que, como en el ejemplo, si no se computan los valores bajo los 120 Hz el error no se produce.

De la misma manera, si una señal tiene un *pitch* sobre los 500 Hz y hemos fijado los parámetros en un máximo de 300 Hz, también tendremos error. Por ejemplo, compárese el resultado hacia el final de la emisión en las dos imágenes de la figura 7.6:



*Figura 7.6.* Resultados del análisis automático con dos gamas de Hz diferentes. Aunque los dos gráficos muestran desde 0 Hz a 700 Hz, en A el cómputo se realizó entre los 75 Hz y los 500 Hz; en tanto que en B, entre los 150 Hz y los 700 Hz. Los círculos indican puntos en los que hay diferencia en los resultados.

Las imágenes de la figura 7.6 corresponden a dos cómputos del *pitch*. En la imagen *A* el cómputo de valores se ha realizado entre 75 Hz y 500 Hz; en la imagen *B*, en cambio, entre 150 Hz y 700 Hz. Por esta razón, en la primera aparece un error en los valores de *pitch* en el círculo *b*: al establecer que la gama de Hz hasta los 500 Hz, los valores superiores no se detectan y el programa los sitúa en valores más bajos, habitualmente, una octava; en cambio, en la imagen *B*, en el círculo *b1* se observa la continuidad ascendente de la frecuencia. Es más, si hacemos mentalmente el ejercicio de elevar los valores que en *A* están después del quiebre, lo que tendremos es un resultado como el de la imagen *B*.

En la imagen *A* hay otro error: el del círculo *a*. En la señal, hay un ruido que no corresponde a parte alguna de la emisión de la informante; es una señal de otra naturaleza. Sin embargo, el programa detecta una periodicidad y la marca como *pitch*. Al cambiar el rango y especificar 150 Hz como mínimo, ese valor desaparece (círculo *a1*, en la imagen *B*) ya que los valores detectados estaban alrededor de los 78 Hz.

Una vez corregidos estos dos errores, se observan solo mínimas diferencias entre los dos trazos de  $f_0$  que, para efectos de la mayoría de los análisis, se consideran irrelevantes.

## El objeto *PITCH*

Dada la naturaleza del programa PRAAT, para editar con más detalles y con más posibilidades, y para automatizar las mediciones, lo mejor es crear un objeto de tipo *pitch*. Esto se hace de la siguiente manera: selecciona el objeto de tipo *Sound* en el panel de objetos. Hay una zona de botones bajo el título *ANALYSE* con un botón *PERIODICITY-*; la primera de las opciones que se despliegan con él es *TO PITCH...*; al activarla aparece un formulario simple con tres campos: *Time step(s)*; *Pitch floor (Hz)* y *Pitch ceiling (Hz)*. La primera opción se establece automáticamente, por lo mismo no hay que hacer nada en ese campo; los otros dos sí son relevantes para establecer el valor más alto y el más bajo que queremos computar, de manera similar a lo que hacíamos en el menú *PITCH SETTING...* de la ventana de edición. Una vez que das el *OK* a ese formulario aparece un nuevo elemento en el panel de objetos precedido de “*Pitch*”, que indica el tipo de objeto del que se trata.

Ahora bien, cuando seleccionas el objeto *Pitch*, el menú dinámico de botones ofrece algunas interesantes posibilidades que revisaremos ahora; la opción *EDIT* la revisaremos con detención un poco más adelante.

*PLAY*. Con esta opción puedes escuchar el *pitch* detectado como simples pulsos glóticos (*PULSES*) o de manera más parecida al tono laríngeo (*HUM*).

*DRAW*. Esta es la opción que permite hacer gráficos de un objeto en el panel *PRAAT PICTURE*.

*QUERY*. Permite obtener valores del *pitch*. Esta opción es importante para automatizar tareas, como veremos más adelante.

En la zona *Synthesize*, hay tres opciones: con cada una de ellas se crea un nuevo

objeto de tipo *Sound* en el panel de objetos.

*TO SOUND (PULSES)*. Crea un objeto de tipo *sound* con los valores de la frecuencia fundamental como pulsos.

*TO SOUND (HUM)*. Igual que la anterior, pero el objeto creado suena más parecido a un tono laríngeo humano.

*TO SOUND (SINE)*.... La misma operación de las anteriores, pero el resultado en una **sinusoide**.

En los botones agrupados bajo el título *CONVERT*, tenemos varias opciones útiles para la corrección del *pitch* detectado.

*KILL OCTAVE JUMPS*. Esta opción corrige automáticamente los saltos bruscos de octava (o sea, del doble de Hz entre dos puntos). Para usar adecuadamente esta opción, hay que saber cuál es el resultado deseable.

*INTERPOLATE*. Completa los puntos sin valores de *pitch* con valores plausibles, dejando una curva continua.

*SMOOTH*.... Suaviza la curva obtenida promediando los puntos contiguos. Si la curva sobre la que aplica esta función está editada y corregida, el resultado de esta operación será una curva muy parecida a la original pero más estilizada. Los valores no coincidirán punto por punto con los de la original, pero al oído serán indistinguibles.

Con el objeto *pitch* en el panel de objetos, el botón *EDIT* abre una ventana de edición que tiene la apariencia que muestra la figura 7.7.

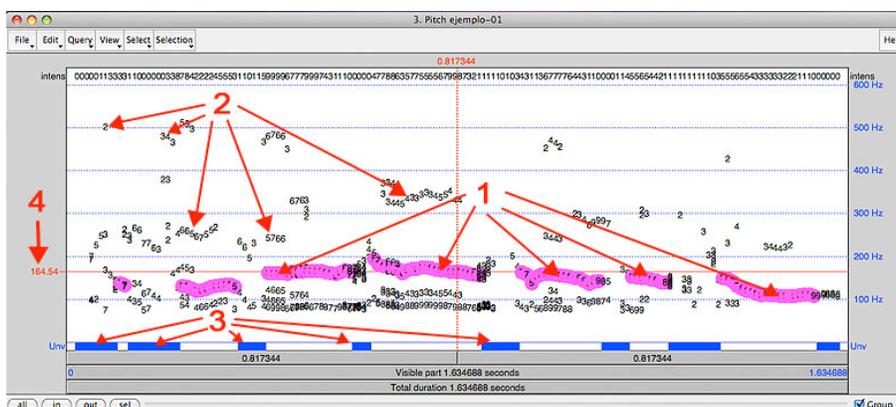


Figura 7.7. Ventana de edición del objeto *pitch*. Los números están explicados en el texto.

En esta ventana, la línea de color está compuesta por una serie de puntos (1) que corresponden a los valores del *pitch* detectados automáticamente por el programa. Los números que aparecen dispersos por la ventana (2) son otros posibles valores frecuenciales “candidatos” al *pitch*. Los segmentos en azul (3) en la franja *UNV* corresponden a segmentos aperiódicos. El valor de la frecuencia de un punto detectado como *pitch* (5) aparece al lado izquierdo de esta ventana, cuando el cursor está situado sobre él.

Al marcar en las bandas inferiores (al igual que en la ventana de edición de un objeto *Sound*, se escucha la señal, pero con este objeto no escuchas la señal sino solo su frecuencia fundamental. Por cierto, como en toda ventana de edición en PRAAT, puedes escuchar la señal completa o una porción de ella.

Si marcas sobre uno de los candidatos señalados con el número 2 en la figura 7.7, cambiarás el valor del *pitch* y el “candidato” se transformará en un punto de color, un “elegido”.

Si marcas con el cursor directamente en la franja *UNV* (número 3 en la figura 7.7) en una parte blanca (no azul), cambiará a azul y, correspondientemente, desaparecerá el valor de *pitch*

que el programa había detectado, o que tú marcarste.

Tanto si seleccionas una parte de la señal como si tienes marcado un punto de la misma, puedes usar las opciones del menú *SELECTION* que te permiten elevar la frecuencia de la selección en una octava (*OCTAVE UP*) o en una quinta (*FIFTH UP*), es decir, 12 st o 7 st respectivamente; bajar la frecuencia en una octava (*OCTAVE DOWN*) o en una quinta (*FIFTH DOWN*) o bien convertir el segmento en sordo (*Unvoice*).

En el menú *EDIT* de esta ventana puedes cambiar el valor de la frecuencia máxima que se muestra con la opción *CHANGE CEILING...*; al activarla aparece un formulario simple en el que ingresas el valor de la frecuencia máxima que necesitas desplegar.

La opción *PATH FINDER...* vuelve a los valores de *pitch* anteriores a las modificaciones que puedas haber hecho en una sesión de trabajo.

### **Automatización de resultados**

El siguiente *script* proporciona, en un archivo de texto, las etiquetas y los valores correspondientes en Hz que hay en un estrato puntual de un *TextGrid*. Para que funcione, es necesario que tengas los tres objetos en el panel de objetos: el de sonido, el *TextGrid* y el *Pitch*. El resultado es una lista de etiquetas, el tiempo en el que está situada y el valor de la frecuencia fundamental correspondiente.

```
clearinfo
archivo$ = selected$("Sound")
pitch$ = selected$("Pitch")
textgrid$ = selected$("TextGrid")
```

```
form Estrato
natural Estrato 1
```

```
endform

# tf = estrato

select TextGrid 'textgrid$'

puntos = Get number of points... estrato

select Sound 'archivo$'

select TextGrid 'textgrid$'
tnf$ = Get tier name... 'estrato'

printline F0 values for file 'archivo$'
printline
printline secs.'tab$'Hz
for i from 1 to puntos
select TextGrid 'textgrid$'
t = Get time of point... 'estrato' 'i'
etiqueta$ = Get label of point... 1 'i'

select Pitch 'pitch$'
f0 = Get value at time... 't' Hertz Linear
printline 'etiqueta$"tab$"t:2"tab$"f0:1'
endfor
```

*Texto de script 7.1.* Este *script* automatiza la obtención de valores de  $f_0$  en una señal.