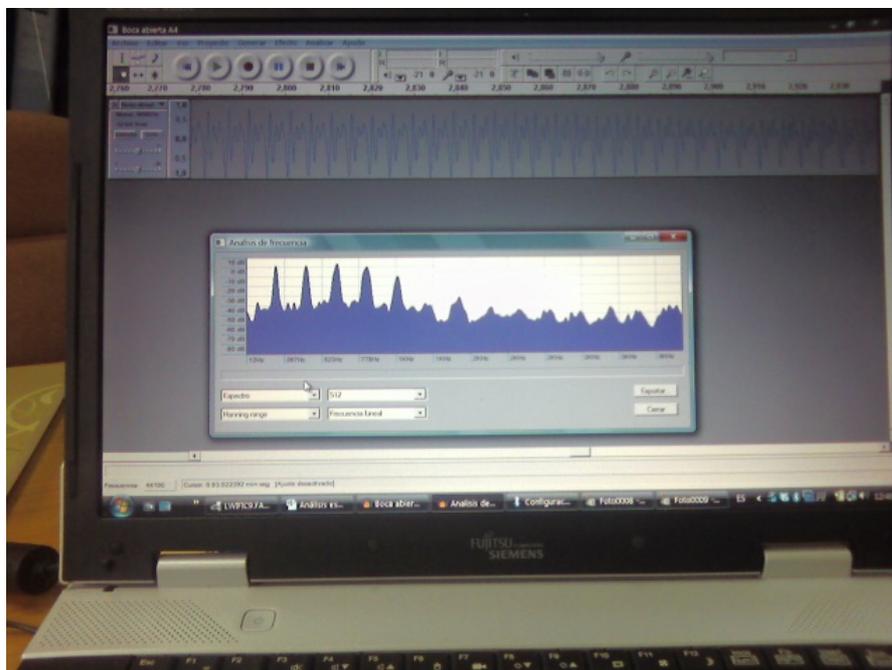


**DEMO 87**

**PATRONES ONDULATORIOS DE SONIDOS**



*Patrón ondulatorio y espectro de frecuencias de una nota cantada*

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Autor/a de la ficha</b> | Ramón Cases Ruiz  |
| <b>Palabras clave</b>      | Ondas sonoras, frecuencia fundamental, armónicos, análisis espectral.   |
| <b>Objetivo</b>            | Observar la forma de las ondas sonoras correspondientes a distintos instrumentos musicales. Analizar el espectro de frecuencias de dichos sonidos.  |
| <b>Material</b>            | Instrumentos: diapasón (440 Hz), flauta dulce, voz. Ordenador del aula. Programa AUDACITY 2.0.2 instalado en un lápiz de memoria USB. Micrófono externo. Es importante verificar que haya posibilidad de escuchar el audio del ordenador en el aula, de lo contrario hay disponibles unos altavoces de ordenador para llevarlos también al aula.  |
| <b>Tiempo de Montaje</b>   | El tiempo necesario para conectar el ordenador, micrófono y lápiz USB.  |
| <b>Descripción</b>         | <p>Los patrones de ondas sonoras que producen la mayoría de los instrumentos musicales no son sinusoidales. Sin embargo, aunque cada instrumento tiene su propio patrón característico, las formas de las ondas siempre son periódicas.</p> <p>El diapasón produce básicamente un armónico (el fundamental), mientras que la flauta o la voz producen muchas frecuencias, que incluyen a la fundamental y varios armónicos de la misma, dándole riqueza tímbrica a estos sonidos.</p> <p>Para estudiar estas diferencias grabaremos diferentes sonidos musicales y los analizamos con el programa informático libre AUDACITY desarrollado para la edición y procesamiento de sonidos. Este programa permite grabar un sonido y reproducirlo, visualizar su patrón ondulatorio (intensidad o amplitud frente al tiempo) y también realizar un análisis de Fourier del sonido, representando el espectro (intensidad frente a frecuencia), de forma que, además de escuchar los sonidos, distinguiendo timbres diferentes, se pueden visualizar sus diferentes componentes armónicas.</p> |

|   |  |
|---|--|
|   | <p><b>Procedimiento:</b></p> <p>Conectar el ordenador al proyector y ejecutar el programa AUDACITY instalado en el lápiz de memoria. Para ello pinchamos el icono <i>audacity</i> - <i>Acceso directo</i>. Aparecerá una ventana con un menú de funciones. Activar el micrófono y grabar el sonido del <b>diapasón</b>, pinchando en el <i>botón rojo</i> de la barra de herramientas de control de audio (botones de colores). Detener la grabación con el <i>botón amarillo</i>. Podemos escuchar la grabación con el <i>PLAY (botón verde)</i>.</p> <p>Sobre la pantalla tendremos la onda sonora representada en una gráfica en función del tiempo. Convendrá ampliar la imagen para ver la forma exacta de la onda. Para ampliar el dibujo, seleccionamos la región a ampliar pinchando con el ratón y arrastrando, y luego ampliamos pinchando repetidas veces sobre el <i>ZOOM</i> (icono lupa). Conviene ampliar hasta que se observe con claridad la periodicidad de la onda. El ajuste de la escala vertical puede hacerse desde el menú seleccionando <i>Ver</i> y luego <i>Ajustar verticalmente</i>.</p> <p>La <i>herramienta de selección</i> (indicada con un segmento vertical), nos permite mover el cursor sobre la gráfica.. Podemos calcular la <b>frecuencia del diapasón</b> (en nuestro caso 440 Hz) midiendo en la escala horizontal el tiempo entre 10 máximos. Este tiempo dividido por 10 nos da el período y su inversa, la frecuencia.</p> <p>Repetir estos pasos grabando el sonido de una <b>flauta</b> y una nota sostenida de <b>voz</b> (grabar diferentes tonos). Se pueden salvar los ficheros para su posterior análisis con la opción <i>Archivo</i> y luego <i>Guardar proyecto</i>.</p> <p>Para ver el espectro de frecuencias asociado a cada onda se selecciona con el ratón una región del dibujo y se elije del menú principal la opción <i>analizar</i> y luego <i>análisis de espectro</i>. Aparecerá una gráfica de <b>intensidad versus frecuencia</b>, en donde se ven aquellas frecuencias que contribuyen más a la formación del sonido analizado. Moviendo el cursor podremos leer la frecuencia de los sucesivos picos del espectro y ver sus intensidades relativas.</p> |
| <p><b>Comentarios y sugerencias</b></p> | <p>Obsérvense las diferencias en la forma de las ondas de los diferentes sonidos. Obsérvense también la diferente composición espectral de la misma nota musical para diferentes instrumentos.</p> <p>Puede grabarse el mismo tono musical para cada instrumento y medir la frecuencia fundamental (el primer máximo que aparece en el análisis espectral) para verificar que coincide para los tres instrumentos.</p> <p>Compárense diferentes tonos musicales para un mismo instrumento.</p> <p>Se dispone de algunos ficheros en formato WAV con sonidos de diapasón, voz, flauta, clarinete, guitarra, violín y piano que pueden usarse con el mismo programa, con la opción <i>archivo</i>, y luego <i>abrir</i>. Se encuentran en la carpeta SONIDOS DE INSTRUMENTOS.</p> <p>En música, una octava es el intervalo que separa dos sonidos cuyas frecuencias fundamentales tienen una relación 2:1. Ejemplo de octava: el <math>la_4</math> (A5 en notación musical inglesa) de 880 Hz está una octava por encima respecto a el <math>la_3</math> (A4 en inglés) de 440 Hz. Los nombres de los ficheros de audio utilizan el sistema inglés de notación.</p> <p>Se aconseja introducir brevemente el principio en que se basa el análisis de Fourier. En <a href="http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/fourier/Fourier.html">http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/fourier/Fourier.html</a> se encuentra una breve explicación con una simulación on-line.</p>   |
| <p><b>Advertencias</b></p>              |  |