

# Evaluación y calibración de netbook para la medición de sonido y ruido ambiental

Walter Diaz<sup>2</sup>, Ana Gomez Marigliano<sup>1</sup>, Ana Moreno Maldonado<sup>1</sup>, Martin Nuñez<sup>1</sup>, Liliana Ruiz<sup>1</sup>

(1) *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Tucumán.*

*agomezmarigliano@herrera.unt.edu.ar*

(2) *Instituto de Física, Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, Universidad Nacional de Tucumán.*

*wdiaz@fbqf.unt.edu.ar*

RESUMEN: Para elaborar mapas de ruido se requiere medir la intensidad del ruido y realizar el análisis espectral, lo cual requiere de instrumental de un alto valor económico. El presente trabajo explora la posibilidad de utilizar las netbooks (como las entregadas por el programa Conectar Igualdad) como instrumento de medición, registro y procesamiento de las señales sonoras.

## 1 INTRODUCCION

El conocimiento de la contaminación sonora ha ido adquiriendo una gran importancia en los últimos veinte años, dado el evidente impacto que produce en la salud (Feran Tolosa Cabaní 2003) y el medio ambiente, particularmente de los que desarrollan sus actividades en ambientes educativos y de salud. Entre las estrategias y metodologías de medición de ruido que está desarrollando nuestro grupo de investigación, se ha estudiado la posibilidad de la utilización de las netbook del programa Conectar Igualdad como un elemento que puede tener una parte activa en el proceso completo de medición de ruido.

El uso de esta herramienta presenta varias ventajas, entre las que citaremos:

1. El costo del instrumental es reducido y existe gran disponibilidad.
2. Se usa masivamente en las escuelas públicas lo que permite disponer de muchos instrumentos registradores que realicen determinaciones simultáneas en distintos puntos de un recinto y durante un tiempo prolongado y entonces se puede utilizar para hacer un mapeo espacial y temporal de las distintas instalaciones.
3. Se tiene acceso a fuentes monotonales lo que permite el análisis de la emisión, propagación e interacción del sonido con los materiales para las diferentes frecuencias del espectro audible.

4 – Este instrumento luego puede ser usado por un número elevado de personas para el control de su entorno, lo que se traduce en la formación de usuarios responsables.

Por lo expuesto, se propone investigar la precisión en las medidas de frecuencia e intensidad de la señal, del sonido emitido y la calidad de la información obtenida.

Uno de las principales mediciones que se hacen para reconocer la calidad ambiental de escuelas y hospitales es el ruido o contaminación sonora (Morales et al, 1992, Medellín 2006). Como ruido vamos a entender la generación aleatoria de ondas sonoras en frecuencia e intensidad tanto en forma eventual como en un lapso sostenido de tiempo. Es evidente que el nivel de intensidad en determinados ambientes (una escuela por ejemplo) no puede sobrepasar de determinados valores ya que afecta o condiciona la actividad principal que se desarrolla en el mismo.

Por ejemplo, en trabajos realizados por nuestro grupo de investigación se han encontrado niveles de ruido no apropiados para el desarrollo de la actividad escolar en una escuela céntrica de San Miguel de Tucumán (Gomez Marigliano, Diaz, Ruiz, 2012 ).

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

En el estudio del impacto de la contaminación sonora debe tenerse en cuenta aspectos muy importantes:

- la frecuencia de las emisiones de la fuente de ruido
- la intensidad de las emisiones en cada región de frecuencia
- la influencia de los materiales presentes en el lugar

Para poder realizar las medidas de ruido y realizar el análisis espectral de la señal sonora se requieren instrumentos de un alto valor económico, además del tiempo de procesamiento necesario para dichas mediciones.

Se analiza la posibilidad de utilizar las netbook como instrumento de emisión, medición, registro y de procesamiento tomando en cuenta su disponibilidad de parlantes y micrófonos, además de poseer capacidad de cálculo sobrada para trabajar sobre las frecuencias del espectro audible.

El hecho de haber masificado en las escuelas públicas el uso de las netbook también es un factor que juega a favor, ya que en el esquema que planteamos es posible disponer de muchos instrumentos registradores funcionando durante un periodo considerable de tiempo creando condiciones favorables para realizar mediciones en tiempos extensos.

## 2.1. MATERIALES Y METODOS

### 2.1.1 Materiales Utilizados

El decibelímetro o sonómetro el cual se encuentra calibrado y operando en modo slow, con la ponderación A. Este instrumento está diseñado de acuerdo a la norma IEC651 tipo 2, ANSI S1.4 Tipo2, para mediciones de campo, con las siguientes características:

Rangos desde 30 dB a 130 dB a frecuencias entre 20 Hz y 8 KHz

Display LCD de cuatro dígitos con una resolución de 0,1 dB

Osciloscopio.

Netbook del programa Conectar Igualdad.

Para poder procesar las lecturas realizadas por el micrófono de la netbook se utilizó el programa Audacity de libre disponibilidad en la red ([www.audacity.sourceforge.net](http://www.audacity.sourceforge.net))

### 2.1.2 Contratación en frecuencia

Se conectó un generador de ondas a un circuito serie RC y se generó una señal senoidal. Se conectó los parlantes en paralelo al capacitor y se determinó la frecuencia utilizando un osciloscopio. El sonido es registrado y guardado en la netbook y utilizando el programa

mencionado previamente y realizando el análisis espectral se identifica la frecuencia de la señal leída por la netbook. Los valores se encuentran en la tabla 1. Existe una relación de proporcionalidad directa entre los valores leídos con el osciloscopio y los leídos por la netbook, como puede apreciarse en la figura 1.

Luego se utilizó una netbook como generadora de señales monotonaes y estas fueron registradas por otra netbook, para evaluar si estas eran fiables como emisores monotonaes. Los resultados mostraron que las frecuencias leídas coinciden con las que se fija en el programa para la emisión de la señal.



Figura 1. Disposición experimental

### 2.1.3 Contratación en intensidad

Se genera un sonido cuya intensidad es medida con un decibelímetro y la netbook. El decibelímetro posee un filtro que ajusta la medición a la sensibilidad del oído (ponderación A) y se encuentra calibrado. El valor que registra la netbook y que se analiza con el programa mencionado se encuentra normalizado, con un valor entre 0 y 1.

Debido a que se está tratando de relacionar el valor máximo de una onda con un valor de potencia en dB medido por el sonómetro, se calcula por la definición de dB el valor de la potencia de la señal de acuerdo a lo medido por la netbook. Se calculó el valor medio de la potencia mediante un algoritmo utilizando el tiempo de la integración que utiliza el sonómetro. En nuestro caso utilizamos el modo slow que corresponde a un tiempo de 1 s.

## 3 MEDICIONES

Las mediciones mostraron los siguientes resultados

$$y = 8,89 + 0,97 x \quad (1)$$

Donde  $x$  es la frecuencia del osciloscopio e  $y$  es frecuencia medida en la netbook

### 3.1 Medición en frecuencia

Osciloscopio	Netbook
Hz	Hz
208	211
357	370
526	539
714,3	657
833,3	823
1052,6	1052
1250	1221
1428,6	1407
1666,7	1597
1818,2	1762
2000	2000
3125	3049
4545,4	4528
6250	6153
8333,3	8369

Tabla 1. Medición de frecuencias

El error es del 1 % para el osciloscopio y de un 10 % para las mediciones realizadas con el software. Graficando y realizando un análisis de regresión lineal:

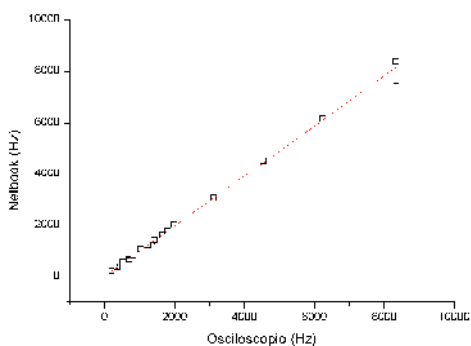


Figura 2. Contrastación de frecuencias

Donde la regresión lineal es:

### 3.2 Medición en intensidad

Las mediciones realizadas en el decibelímetro y en la netbook se muestran en la siguiente tabla:

Sonómetro	Presión	Nivel de Presión
dB		dB
67,0	0,43	16,52862
76,3	0,51	26,02668
78,0	0,44	17,98327
71,2	0,34	13,10181
74,4	0,48	21,61686
76,2	0,49	22,94208
79,8	0,49	25,44472
81,8	0,88	31,60652
80,2	0,63	26,2372
80,8	0,44	19,42088
76,3	0,68	29,82555
69,8	0,4	15,28651
58,6	0,34	10,7633
68,1	0,33	9,38922
63,2	0,34	8,88277

Tabla 2. Mediciones de nivel de presión sonora

La segunda columna es el valor medio de la presión medida por la netbook en el mismo intervalo de tiempo que utiliza el sonómetro para efectuar su medición.

El error en las mediciones del sonómetro es de 0,1 dB, en el cálculo de la presión media estimamos un 15 % y para el nivel de presión propagamos la ecuación (3)

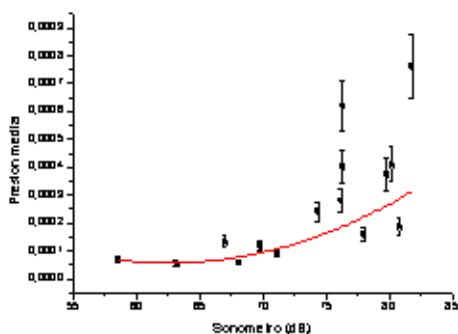


Figura 3. Presión calculada versus el nivel medido por el sonómetro

Puede ser ajustada por un polinomio de grado 2:

$$y = 274 \cdot 10^5 - 8,59 \cdot 10^{-5} x + 6,87 \cdot 10^{-7} x^2 \quad (2)$$

Donde  $y$  es la presión media calculada y  $x$  es el nivel en dB medido por el sonómetro.

El nivel de presión en dB se calcula a partir del valor medido en la netbook, y con la definición de nivel de presión sonora en dB con los datos de la segunda columna de la tabla 2:

$$L_p = 20 \log_{10} \frac{p_m}{p_0} \quad (3)$$

La relación entre ambas magnitudes se observa en la gráfica siguiente:

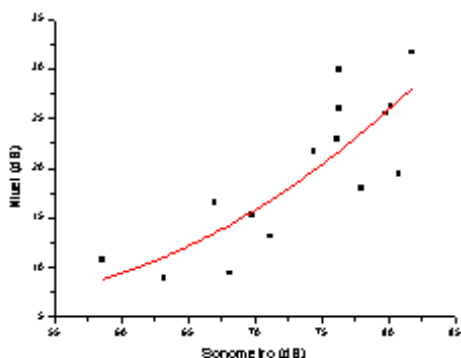


Figura 4. Nivel de presión calculado vs el medido

Que puede ser representada por un polinomio de grado 2:

$$y = 49,80 - 1,79 x + 0,01 x^2 \quad (4)$$

Donde  $y$  es el nivel en dB calculado y  $x$  la medición del sonómetro.

Cabe aclarar que, como las mediciones del sonómetro están afectadas por la ponderación A, es justificable obtener este tipo de función.

#### 4 CONCLUSIONES

Se observa una excelente respuesta de las mediciones en frecuencia y se ha encontrado una relación funcional entre los niveles de presión medidos por ambos instrumentos.

Con esto podemos concluir que las netbook pueden ser utilizadas como instrumentos fiables de medida, de emisión y de registro de señales sonoras.

La mayor parte de las estrategias de mediciones (para realizar mapas de ruido, por ejemplo) se basan en la disponibilidad de pocos instrumentos. Con lo estudiado en este trabajo, permite disponer a las netbook en un arreglo tal que permita distinguir la distribución espacial del sonido más adecuadas para cada situación.

#### REFERENCIAS

- [1] D. Ferran Tolosa Cabaní. Efectos del ruido sobre la salud. *Discurso inaugural del Curso Académico 2003 en la Real Academia de Medicina de las Islas Baleares.*
- [2] M. M. Morales Suárez-Varela, A. Llopis González, P. Cotanda Gutiérrez, A. M. García, A. García Rodríguez. Evaluación de los efectos del Ruido Ambiental sobre los residentes en el centro Histórico de Valencia. *Rev.San.Hig. Púb. 1993 67 239-240*
- [3] “Protocolo para la medición de emisión de ruido, ruido ambiental y realización de mapas de ruido” Universidad de Medellín. **2006**
- [4] A. Gómez Marigliano, W. O. Díaz Estudio de los niveles de sonido en una Escuela Universitaria de San Miguel de Tucumán. 97° Reunión Anual Asociación Física Argentina, **2012.**
- [5] Tiesler, G. & Oberdorster, Markus, Noise – A Stressor? Acoustic Ergonomics of Schools, 19<sup>th</sup> International Congress on Acoustics, 2007.
- [6] Beranek, L, *Acustica*, 2da Ed, Acoustic Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, 1969.