



ECOS

PUBLICACIÓN SEMESTRAL DE LA

**FACULTAD
DE INGENIERÍA
UdelaR**

**y LA ASOCIACIÓN
URUGUAYA DE ACÚSTICA**

ISSN 2697-2913

**Año 1, Vol. 1, N° 2
Julio - DICIEMBRE 2020**



REVISTA DE LA ASOCIACIÓN URUGUAYA DE ACÚSTICA
ISSN 2697-2913

**PUBLICACIÓN SEMESTRAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA – Udelar y la
ASOCIACIÓN URUGUAYA DE ACÚSTICA**

<u>Consejo Editor</u>	<u>Tabla de contenidos</u>
Alice Elizabeth González (Udelar, Uruguay) Editora Responsable	
Ana Abreu (Udelar, Uruguay)	
Julietta António (Universidade de Coimbra, Portugal)	Niveles sonoros y soundscape atípicos en Lima por confinamiento a consecuencia del COVID-19. <i>Elena I. Gushiken Uesu, Walter A. Montano Rodríguez</i> ----- 2
Gustavo Basso (UNLP, Argentina)	
Fernando Elizondo-Garza (FIME - Universidad Autónoma de Nuevo León, México)	Juegos y rondas infantiles. <i>Beatriz González Fernández</i> ----- 12
Juan Cruz Giménez de Paz (Argentina)	Enseñanza de la acústica en Uruguay. Orígenes, hechos y protagonistas hasta 1930. <i>Walter A. Montano Rodríguez, M. Noel Martínez-Pascal</i> ----- 23
Ricardo Hernández Molina (Universidad de Cádiz, España)	
Federico S. Miyara (UNR, Argentina)	Acústica en la Enciclopedia Británica de 1797. Conferencia dictada en el 25 Congreso Internacional Mexicano de Acústica 2019. <i>Fernando J. Elizondo Garza, Jesús G. Puente Córdova, Adrián García Medere, Carlos A. Lara Ochoa, Cesar Guerra Torres</i> ---- 33
Ismael Núñez Pereira (Udelar, Uruguay)	
Dinara Xavier da Paixão (UFSM, Brasil)	
Jorge Patricio Fradique (Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Portugal)	Salud Auditiva en Músicos Académicos. Documento de difusión de resultados del Proyecto. <i>Alice Elizabeth González; Fernando Tomasina; Bruno Balduini León; Micaela Castro Tanco; Gabriela Collazo; Pablo Cristiani Halty; Lorena De Patti; Malena López Parard; Beatriz Lozano Barra; Micaela Luzzardo; Silvia Palermo; Lady Carolina Ramírez; Ulrich Schrader</i> ----- 55
Diego Pablo Ruiz Padillo (Universidad de Granada, España)	
Nilda Vecchiatti (UBA, Argentina)	
Secretaría General: Carolina Ramírez (Udelar, Uruguay)	

Niveles sonoros y soundscape atípicos en Lima por confinamiento a consecuencia del COVID-19

Elena I. Gushiken Uesu¹

Walter A. Montano Rodríguez²

¹ ARQUICUST Gerencia Arquitectura y Acústica. Magdalena, Lima, Perú

² ARQUICUST Laboratorio de acústica «Joseph Sauveur». Gualeguaychú, ER, Argentina

Correo de contacto: arquicust@arquicust.com

Resumen

Desde febrero de 2020 los autores están realizando un monitoreo de niveles sonoros en un distrito de Lima, Perú, porque querían conocer el nivel de ruido en esa zona residencial, impactada por el sobrevuelo de aviones, ya que su molestia en horas de la madrugada es importante. La aparición del SARS-CoV-2 cambió la “normalidad” en todo el mundo, en términos de salud pública y de calidad ambiental. El cierre de actividades no-esenciales y toque de queda ordenados por el gobierno, impusieron una movilidad social limitada. El aeropuerto internacional de Lima cerró el 16 de marzo, por lo que fue posible registrar este nivel sonoro atípico en la ciudad, en el sentido de tener los niveles sonoros ambientales más bajos posibles. Aquí se presentará el análisis de los niveles sonoros antes y durante varias etapas del confinamiento, y después de la apertura de las actividades comerciales e industriales decretada el 1° de julio por el gobierno peruano.

Palabras clave: Acústica, ruido aeronaves, monitoreo largo plazo, paisaje sonoro, estadística

Atypical sound levels and soundscape in Lima's confinement due to COVID-19

Abstract

Since February 2020 the authors have been monitoring sound levels in a district of Lima, Peru, because they wanted to know the noise level in that residential area, impacted by the overflight of airplanes, since its annoyance in the early morning hours it is important. The appearance of SARS-CoV-2 changed the "normality" around the world, in terms of public health and environmental quality. The government-mandated closure of non-essential activities and a curfew imposed limited social mobility. Lima's international airport closed on March 16, so it was possible to record this atypical noise level in the city, in the sense of having the lowest possible environmental noise levels. Here the analysis of the sound levels will be presented before and during various stages of confinement, and after the opening of commercial and industrial activities decreed on July 1 by the Peruvian government.

Keywords: Acoustics, aircraft noise, long term monitoring, soundscape, statistics

Níveis sonoros e soundscape atípicos em Lima devido ao confinamento como resultado do COVID-19

Resumo

Desde fevereiro de 2020 os autores monitoram os níveis de ruído em um distrito de Lima, Peru, porque queriam saber o nível de ruído naquela área residencial, impactada pelo sobrevoo de aviões, desde seu aborrecimento nas primeiras horas da manhã É importante. O aparecimento do SARS-CoV-2 mudou a "normalidade" em todo o mundo, em termos de saúde pública e qualidade ambiental. O fechamento obrigatório do governo de atividades não essenciais e um toque de recolher impuseram uma mobilidade social limitada. O aeroporto internacional de Lima fechou no dia 16 de março, então foi possível registrar esse nível de ruído atípico na cidade, no sentido de ter os menores níveis de ruído ambiental possíveis. Aqui será apresentada a análise dos níveis de ruído antes e durante as várias fases de confinamento, e depois da abertura das atividades comerciais e industriais decretada em 1° de julho pelo governo peruano.

Palavras chave: Acústica, ruído aeronaves, monitoreo largo plazo, paisagem sonora, estadística.

PACS: 01.65.+g, 43.90.+v

¹  orcid.org/0000-0002-9893-9037

1. INTRODUCCIÓN

Magdalena del Mar es uno de los 43 distritos de la ciudad de Lima, y se localiza hacia el sur del punto de partida de la pista de su Aeropuerto Internacional, y desde hace unos 12 años hubo una modificación de las rutas aéreas (a causa de la gran cantidad de vuelos comerciales), por lo que actualmente se halla próximo a la curva de ascenso de las aeronaves que se dirigen hacia el océano, para dejar Lima. La explosión comercial de la modalidad de vuelos del tipo “low cost”, para servicios dentro del Perú desde el 2017, conllevó a que para no interferir con los servicios internacionales, los horarios de partida de dichos vuelos se concentren en horas de la madrugada, y por consiguiente aumentó el nivel sonoro del ruido ambiental de las zonas que están debajo de dicha ruta aérea, modificando la percepción del *paisaje sonoro* (expresión más conocida como *soundscape*).

Respecto a la utilización del término *soundscape* en este artículo, se lo entenderá tal como lo definió Murray Schafer, que es un concepto de la percepción psicoacústica y subjetiva de un ambiente sonoro (Schafer, 1993), y no como un término métrico bajo las consideraciones de la ISO 12913 (ISO, 2014).

La oficina de la empresa de los autores se encuentra en Magdalena del Mar, y como en Lima no existe una red de monitoreo de ruido ambiental, iniciaron en febrero del 2020 un proyecto para registrar el nivel sonoro durante las 24 horas del día (con una estación de monitoreo de ruido), para compartir los resultados de esas mediciones, en algunas de las actividades que se iban a realizar dentro del marco del «Año Internacional del Sonido 2020» (IYS2020).

A raíz de la pandemia del «Virus del síndrome respiratorio agudo severo tipo-2» (SARS-CoV-2), y el consiguiente cierre de aeropuertos de casi todo el mundo, el proyecto en ciernes cambió el objeto de las mediciones, para convertirse en uno más completo, en el sentido que a consecuencia de la supresión de los vuelos aéreos, se estuvo en condiciones de registrar los niveles sonoros más bajos posibles, considerando además, la prohibición de la circulación del tráfico automotor y del aislamiento social obligatorio.

En este artículo se presentan los resultados y análisis, de los niveles sonoros que se registraron en las distintas etapas del *Estado nacional de emergencia*,

decretado por el Gobierno de Perú, y todas las fechas que se mencionarán se corresponden al año 2020.

Los autores aclaran que este proyecto no tuvo financiamiento externo, y fue realizado durante el obligado ‘tiempo libre’ a consecuencia del confinamiento por la *enfermedad del virus corona del año 2019* (o su acrónimo en inglés COVID-19).

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO E INSTRUMENTAL UTILIZADO

Este monitoreo es parte de la *Responsabilidad Social* de la empresa ARQUICUST, dado que no existe sistema de medición de ruido de las Autoridades locales, a consecuencia de la molestia que produce en la noche y particularmente en horas de la madrugada, el ruido producido por el sobrevuelo de aeronaves.

La estación de monitoreo (EdM) TA120, se encuentra instalada en la azotea de la oficina en un segundo piso, la cual está en condiciones de campo libre.

En la Figura 1 se puede ver la ubicación de la estación de monitoreo respecto a la pista del aeropuerto internacional Jorge Chávez (AIJCh) y al océano, Punto N° 1 en las coordenadas geográficas (12°05'32.40"S-77°03'55.45"O).



Figura 1. Ubicación de la EdM

La oficina está ubicada al centro de la manzana y aproximadamente a 300 m de una avenida arterial (que tiene un corredor segregado para la circulación de buses), por lo que está en condiciones de muy bajo nivel de ruido urbano, que lo convierte en una localización ‘ideal’ para el registro del ruido producido por el sobrevuelo de las aeronaves que parten del AIJCh.

2.1. Descripción climática de Lima

El clima que impera donde se encuentra la ciudad de Lima está «dominado todo el año por el anticiclón subtropical o subtropical alto, con su aire descendente, inversiones elevadas y cielos despejados, tal ambiente atmosférico inhibe las precipitaciones» (Weatherbase, 2020), lo anterior es a raíz que la ciudad se encuentra en el litoral oceánico por donde circula la Corriente fría de Humboldt (ENPERU, 2020); se considera que Lima «tiene un clima desértico, que está clasificado como BWh por el sistema Köppen-Geiger» (Climate-data, 2020).

2.2. Descripción de la estación de monitoreo

Para el registro del nivel sonoro se está utilizando una estación de monitoreo continuo *TA120 Noise measuring sensor for Smart Solutions®*, diseñada y fabricada por la empresa CESVA® de Barcelona, España (CESVA, 2020); el conjunto de micrófono, electrónica y procesamiento de la señal, satisface el cumplimiento de la Norma IEC 61672-1:2013, para ser considerado un instrumento de Clase 1 (IEC, 2013), de acuerdo a los Ensayos electrotécnicos realizados por el Laboratorio Acreditado ISO 17025, con opinión de Tercera Parte, APPLUS(+).

La TA120 registra el NSCE por cada segundo (simbolizado $L_{Aeq,1s}$), y envía los datos por comunicación WiFi a una nube (NoisePlatform®) que está alojada en Barcelona, en valores del nivel sonoro continuo equivalente (NSCE) por cada 1 (un) minuto (simbolizado $L_{Aeq,1min}$); de esta forma se puede acceder a ella desde cualquier lugar del mundo. A raíz del cierre de aeropuertos por la pandemia del COVID-19, uno de los autores estuvo obligado a pasar la cuarentena en Argentina, desde donde ingresaba a la nube de datos en Barcelona, para descargar los registros del nivel sonoro del sensor que estaba en Perú.

Si bien uno de los Objetos de estudio es el ruido producido por aeronaves, la TA120 utilizada no registra el nivel sonoro en $L_{AS,máx}$ tal como se especifica en la Norma ISO 20906:2009, recomendando que dicho descriptor sonoro, es el indicador más apropiado para la medición del ruido de aeronaves (ISO, 2009).

3. DESCRIPTORES DE SONIDO

La TA120 utilizada entrega, tal como se especifica en la IEC 61672-1, el NSCE ponderado en frecuencia “A” (IEC, 2013); para un tiempo T genérico entre un intervalo t_1 a t_2 , la integración es mediante la Ecuación 1:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p_A^2(t) dt}{p_0^2} \text{ dB Ec. (1)}$$

La legislación ambiental de Perú, en materia de ruido ambiental, considera dos periodos horarios (MINAM, 2003): diurno de 07.00 a 22.00 h (15 horas) y nocturno de 22.00 a 07.00 h (9 horas); puesto que uno de los Objetos del trabajo realizado, es que sea comparable con estudios similares de Europa, se decidió utilizar el *Indicador de ruido día-tarde-noche* tal como se define en la Directiva 49:2002 de la Unión Europea (EU, 2002), y es uno de los recomendados en la Norma ISO 1996-1:2016, *indicador* simbolizado como L_{DEN} (ISO, 2016) y es calculado según la Ecuación 2:

$$L_{den} = 10 * \log \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right) \text{ Ec. (2)}$$

Los datos de la NoisePlatform se descargan como planilla de cálculos (en formato Excel®) que, entre otros datos, contiene el $L_{Aeq,1min}$ y el horario en que se produjo. Si bien dicha plataforma permite usar un programa de procesamiento de esos datos, para analizarlos bajo otros criterios acústicos, se escribieron macros en VBA para utilizar la biblioteca de funciones matemáticas que contiene el Excel: Percentil, estadísticas, distribución normal, desvío, etc.

Para este artículo se utilizarán como descriptores de ruido:

- El nivel sonoro percentil 10 (simbolizado $L_{A10,T}$) y el nivel sonoro percentil 90 (simbolizado $L_{A90,T}$).
- El rango, utilizando el nivel sonoro máximo (simbolizado $L_{Amáx}$) y el mínimo (simbolizado L_{Amin}), ambos determinados entre todos los valores del $L_{Aeq,1min}$ por cada día (o periodo).

4. NIVELES SONOROS ANTES DE LA CUARENTENA

El monitoreo de ruido se inició en el mes de febrero, pero como todavía era la temporada de verano, los niveles sonoros fueron atípicos, por esto para el análisis se considerará como fecha de inicio el mes de marzo. En la Figura 2 se puede ver la evolución temporal del NSCE por cada hora (simbolizado $L_{Aeq,1h}$) entre el 1° y el 15 de marzo, en la cual se identifica el rango del nivel sonoro por cada uno de esos días.

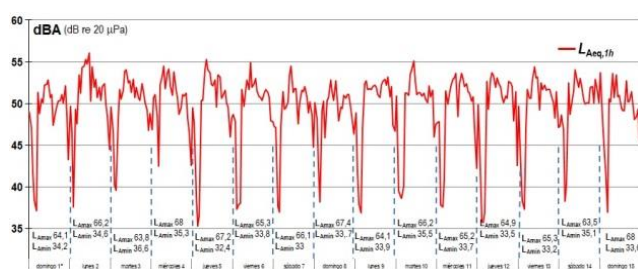


Fig. 2: Niveles sonoros antes de la cuarentena

Respecto a los niveles sonoros más bajos, se registraron entre las 02.30 y 04.30 h.

5. NIVELES SONOROS DESPUÉS DE LA ORDEN DEL ESTADO NACIONAL DE EMERGENCIA

El gobierno de Perú el lunes 16 de marzo declaró el *Estado nacional de emergencia* (ENE) a raíz de la pandemia del SARS-COV-2, imponiendo distintas medidas sociales de cuarentena, distanciamiento, restricción de circulación, etc., y también el cierre de todos los aeropuertos del Perú a vuelos y servicios comerciales.

5.1. Niveles sonoros después del ENE

Los niveles sonoros en los días siguientes al ENE fueron irregulares, ya que la suspensión de ciertas actividades se fue dando de a poco (se mantuvieron únicamente las esenciales), y el AIJCh estuvo funcionando con vuelos humanitarios y excepcionales, ya sea para el regreso de extranjeros a sus países como el retorno de peruanos que estaban en el exterior.

5.2. Niveles sonoros a partir del «Toque de queda»

El 29 de marzo el gobierno peruano decretó un *Toque de queda* estricto y con restricciones de circulación, entre las 18.00 y 08.00 h, por las calles, previa autorización únicamente se podían movilizar aquellas personas que cumplían actividades esenciales. En la Figura 3 se observa la evolución temporal del $L_{Aeq,1h}$ entre el 28 de marzo y el 5 de abril.

En la Figura 3 se pueden ver algunos niveles sonoros ‘máximos’, que fueron ocasionados por el sobrevuelo de aeronaves de servicios humanitarios.

5.3. Niveles sonoros antes de la ‘Primera apertura’

El gobierno peruano permitió que a partir del 11 de mayo, varias actividades no-esenciales fueran permitidas para funcionar, y esta etapa podría considerarse como una ‘Primera apertura’ social durante el periodo del *Toque de queda*.

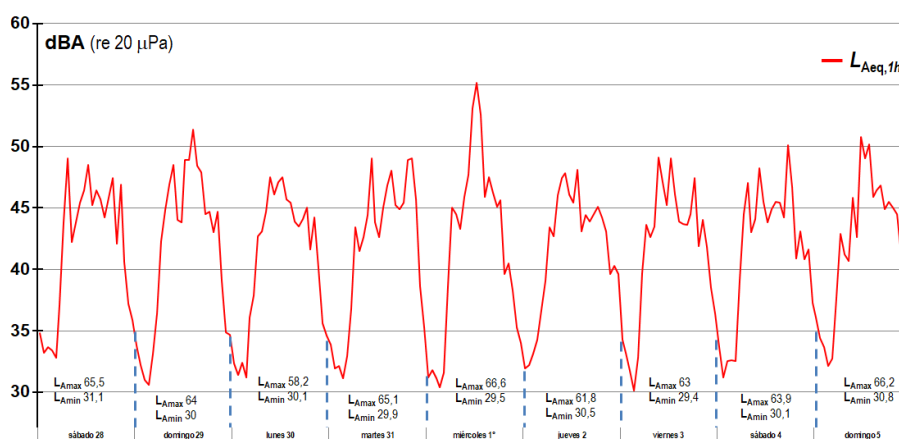


Fig. 3: Niveles sonoros del 28/03 al 05/04

En la Figura 4 se presenta la evolución temporal del $L_{Aeq,1h}$ entre el 3 y 9 de mayo, que se corresponden con el intervalo temporal previo a la ‘Primera apertura’.

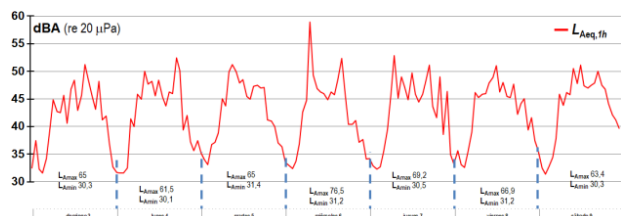


Fig. 4: Niveles sonoros del 3 al 9 de mayo

En la Figura 4 se pueden ver algunos niveles sonoros ‘máximos’, que fueron ocasionados por el sobrevuelo de aeronaves de servicios humanitarios.

5.4. Niveles sonoros previos a la «Apertura de reactivación económica»

Durante el mes de junio en Lima imperan las condiciones climáticas otoñales, por lo que sumado a las bajas temperaturas el *Toque de queda* y a la circulación restringida de personas, los niveles sonoros fueron muy bajos como nunca antes se hubiera imaginado, y la percepción del soundscape fue realmente de «tranquilidad acústica», tal como se puede observar en la Figura 5, la evolución temporal del $L_{Aeq,1h}$ durante junio, mes previo a la *Fase 3* o de la *Apertura de reactivación económica*, decretada por el gobierno peruano.

En junio, el horario de *Toque de queda* se inició a partir de las 20.00 h.

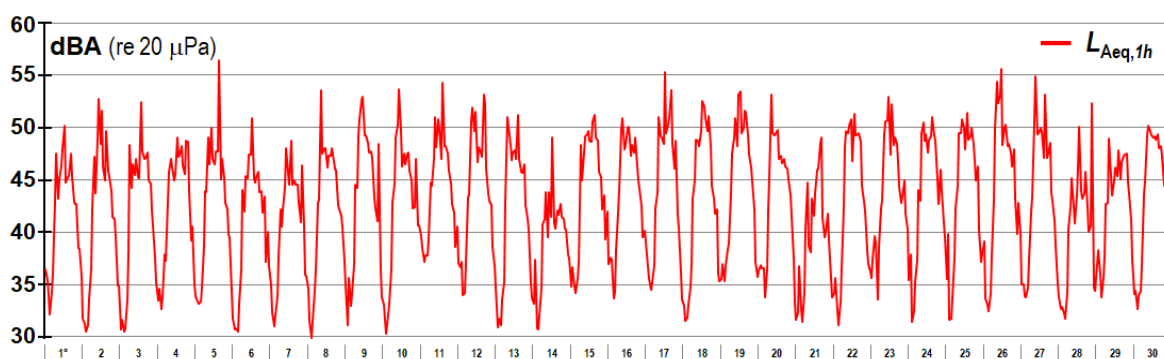


Fig. 5: Niveles sonoros durante junio

6. NIVELES SONOROS A PARTIR DEL 1º DE JULIO DURANTE LA ‘NUEVA NORMALIDAD’

A consecuencia de factores económicos (la otra pandemia consecuencia del COVID-19), se trasladó la oficina otro lugar dentro del mismo Distrito de Magdalena del Mar, y la ubicación del Punto N° 2 de medición ahora se encuentra a 280 m de distancia del Punto N°1, tal como se ve en la Figura 6.



Fig. 6: Nueva ubicación de medición

Dada la complejidad y casuística que tendría pretender una comparación directa, entre resultados de los niveles sonoros que se obtuvieron en los distintos puntos de medición, es que a partir del 1º de julio se realizará un análisis separado de los registros que se están obteniendo en esta nueva ubicación (el Punto N° 2).

Si bien la *Apertura de reactivación económica* comenzó el 1º de julio, la ‘nueva normalidad’ se manifiesta, en un cambio de la percepción del soundscape a partir del lunes 6 de julio, se considerará como primera semana de la ‘nueva normalidad’ desde el domingo 5 al sábado 11 de julio.

El lunes 2 de noviembre es el día en que el AIJCh fue abierto sólo para vuelos habilitados a servicios especiales (no para el turismo) por lo que se considerará la semana entre el domingo 25 al sábado 31 de octubre, como la última semana de la ‘nueva normalidad’.

En la Figura 7 (la gráfica fue generada por la NoisePlatform) se presentan superpuesta la evolución temporal del NSCE $L_{Aeq,1min}$ de la ‘nueva

normalidad’: primera semana (curva color celeste); última semana (curva color azul).

Se puede observar en la Figura 7, cómo los niveles sonoros de la última semana son mucho más altos, esto debido a que después de 120 días de apertura para la reactivación económica, el tráfico automotor se fue incrementando paulatinamente, en acompañamiento al aumento de la movilidad de las personas y reducción gradual del confinamiento.

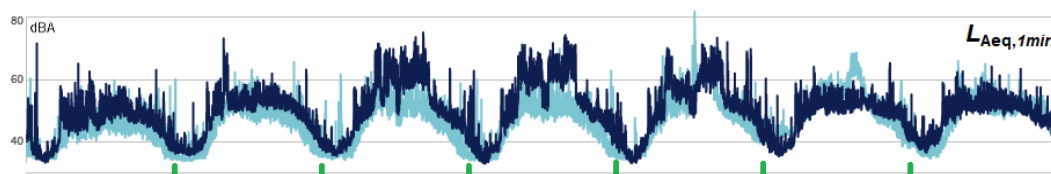


Fig. 7: Niveles sonoros de la primera y última semana de ‘nueva normalidad’

7. ANÁLISIS DEL RESULTADO DE LAS MEDICIONES DEL NIVEL SONORO

Tal como se anunció previamente, el análisis de los niveles sonoros ocurridos antes del 1° de julio (apertura) se corresponden con el Punto N° 1, y a posterior de esa fecha son del Punto N° 2.

Los horarios de referencia para determinar el *Indicador de ruido* L_{DEN} , son los siguientes:

- $L_{Day,12h}$ (o L_D) es el NSCE desde las 06.00 h a las 18.00 h.
- $L_{Evening,4h}$ (o L_E) es el NSCE desde las 18.00 h a las 22.00 h.
- $L_{Night,8h}$ (o L_N) es el NSCE desde las 22.00 h a las 06.00 h.

7.1. Análisis del impacto del ruido de aeronaves en el Punto N° 1

Para tener una idea del impacto del ruido nocturno (entre las 22.00 y 06.00 h) por el sobrevuelo de aeronaves en este distrito de la ciudad de Lima, que se correlacionan con la molestia que expresa la vecindad, y también para determinar el cambio en el soundscape en el Punto N° 1, en la Figura 8 se compara la evolución temporal $L_{Aeq,1min}$ entre: La noche del 1° al 2 de marzo (curva color rojo) antes de la cuarentena, y la del 21 al 22 de junio (curva color celeste) durante la cuarentena.

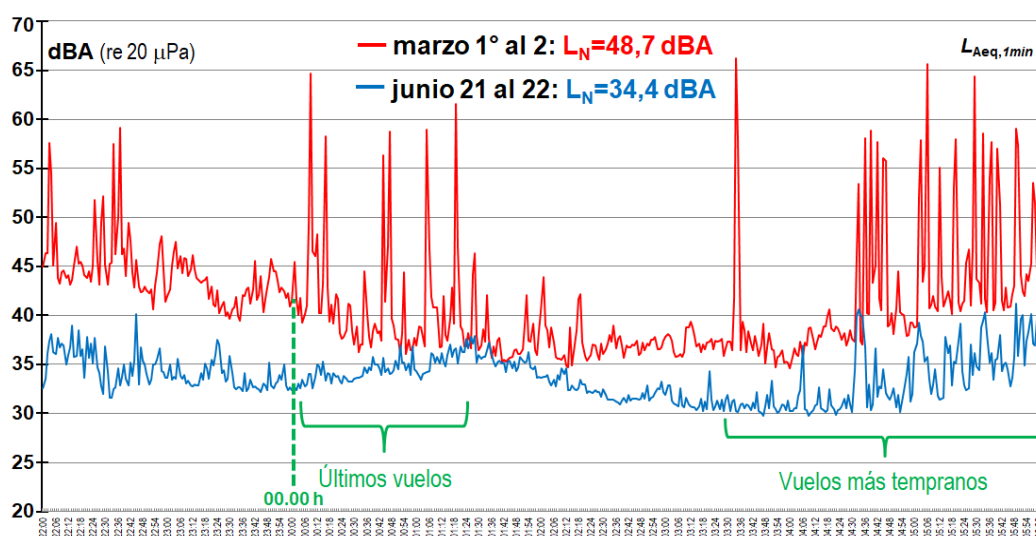


Fig. 8: Comparación de niveles sonoros nocturnos antes/durante cuarentena

En la Figura 8 se identifican los intervalos horarios donde se concentran los últimos vuelos de la noche, y los primeros vuelos de la mañana, donde se observa que al suprimirse los sobrevuelos de aeronaves durante la cuarentena, el nivel sonoro nocturno L_N se redujo en 14,3 dBA.

7.2. Análisis de los niveles sonoros en el Punto N° 1

A fin de no confundir las etapas o fases de la cuarentena que definieron los gobiernos, en correspondencia con lo recomendado por la OMS, en este artículo se identificaran como «escenarios», dado que se tienen en cuenta ventanas temporales parciales de análisis, que están incluidas en las etapas gubernamentales:

- A. Del 1° al 15 de marzo, antes del *Estado nacional de emergencia*.
- B. Del 28/03 al 5/04, después del *Estado nacional de emergencia*.
- C. Del 3 al 9 de mayo, antes de la *Primera apertura*.
- D. Del 1° al 30 de junio, último mes de cuarentena estricta.

En la Tabla 1 se resumen los niveles sonoros día-tarde-noche, para cada uno de los escenarios mencionados.

Tabla 1. NSCE por escenario. Punto 1

Esc.	L_D	L_E	L_N	L_{DEN}
A	52	51	47,7	55,3
B	46,7	44,3	35,6	47
C	48,3	44,2	37,1	48,1
D	48,5	44,3	36,2	48

De la tabla 1 se observa que:

- Durante la cuarentena estricta y *Toque de queda*, el nivel sonoro diurno L_D se redujo en 5,3 dBA, y el nocturno L_N en 12 dBA.
- En los distintos escenarios de apertura, el nivel sonoro diurno L_D se redujo en 3 dBA, y el nocturno L_N en 11 dBA promedio.
- El nivel sonoro de la tarde L_E en todos los escenarios se redujo en casi 7 dBA

Los niveles sonoros de la tarde y nocturnos en los distintos escenarios son casi iguales, a consecuencia

de la prohibición de circulación de vehículos y personas entre las 18.00 y 06.00 h.

7.3. Análisis de los niveles sonoros en el Punto N° 2

Dado que las mediciones en este punto se iniciaron el 1° de julio, no se tiene conocimiento de los niveles sonoros durante las Fases anteriores a esa fecha; se analizará el resultado de las mediciones hasta el 2 de noviembre, día en que se reiniciaron los vuelos en el AIJCh.

Se definen dos contextos para el análisis (tal como se presentaron en la Sección 6):

- I. Primera semana de la ‘nueva normalidad’.
- II. Última semana de la ‘nueva normalidad’.

En la Tabla 2 se resumen los niveles sonoros día-tarde-noche, para cada uno de los contextos mencionados.

Tabla 2. NSCE por escenario. Punto 2

Esc.	L_D	L_E	L_N	L_{DEN}
I	58	49,8	42,2	56,2
II	59,4	52,3	47	58,4
	+1,4	+2,5	+4,8	+2,2

En la Tabla 2 se observa que el nivel sonoro nocturno L_N es el que más se incrementó, esto a consecuencia que el horario de Toque de queda fue entre las 22.00 y 04.00 h, a fin de permitir el traslado de las personas a sus lugares de trabajo.

8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS MEDICIONES DEL NIVEL SONORO

El descriptor de sonido conocido como el *clima de ruido* se ha utilizado por décadas, y está definido como la diferencia entre el nivel percentil 10 y el nivel percentil 90, y se simboliza como “ $(L_{10}-L_{90})$ ”; uno de sus primeros usos en acústica ambiental, fue aplicarlo como un término corrector para caracterizar el ruido del tráfico automotor llamado *Traffic noise index* (TNI), el cual en 1968 fue introducido en Inglaterra (Langdon & Scholes, 1968), el cual nunca fue normalizado.

De acuerdo a Manojkumar et al, el *Clima de ruido* «es útil para analizar la variación de los niveles sonoros en un periodo dado de tiempo» (Manojkumar et al, 2019);

últimamente se lo utilizando como un plausible descriptor objetivo para caracterizar el soundscape, tal como fue presentado por Herranz-Pascual et al: «La percepción del confort acústico está relacionado a índices acústicos, siendo los más relevantes el $L_{Aeq,T}$, L_{10} y L_{50} , mientras que la 'sensación de agrado' de un soundscape está asociado al $L_{10}-L_{90}$ » y «Este resultado puede deberse a la relación más fuerte del soundscape con el parámetro $L_{10}-L_{90}$, que también refleja fluctuaciones en el entorno sonoro, además de estar relacionado con el número de eventos» (Herranz-Pascual et al, 2016). Para entender que lo implica un valor de *Clima de ruido*, encontramos que: «Altos niveles de clima de ruido, indica que la fluctuación de un nivel sonoro, durante ese periodo dado de tiempo, implica que causa mucha molestia» (Robinson, 1971).

8.1. Análisis del *Clima de ruido* en el Punto N° 1

A posterior de iniciarse la pandemia, Ascencio et al, publicaron el interesante trabajo titulado «Una

propuesta de taxonomía para la evaluación de los cambios en el paisaje sonoro resultantes del lockdown por el COVID-19», que proponen al *Clima de ruido* dentro de una categoría con «poder de descriptivo físico» (Ascencio et al., 2020). En la Figura 9 se observa la evolución temporal horaria del ($L_{10,1h}-L_{90,1h}$) entre dos días (los mismos de la Figura 8), donde se compara el *clima de ruido* antes de la cuarentena, con ruido por los sobrevuelos de aeronaves (curva roja), y durante el confinamiento (curva celeste) sin ruido de aeronaves. Se puede observar en la Figura 9, que antes de declararse la cuarentena, los valores de *Clima de ruido* son altos y, para la madrugada del 1° de marzo, alcanzan un valor de 21,5 dBA, el cual se correlaciona con la molestia que expresa la vecindad. Por el contrario, durante la cuarentena y confinamiento, dichos valores están por debajo de los 8 dBA.

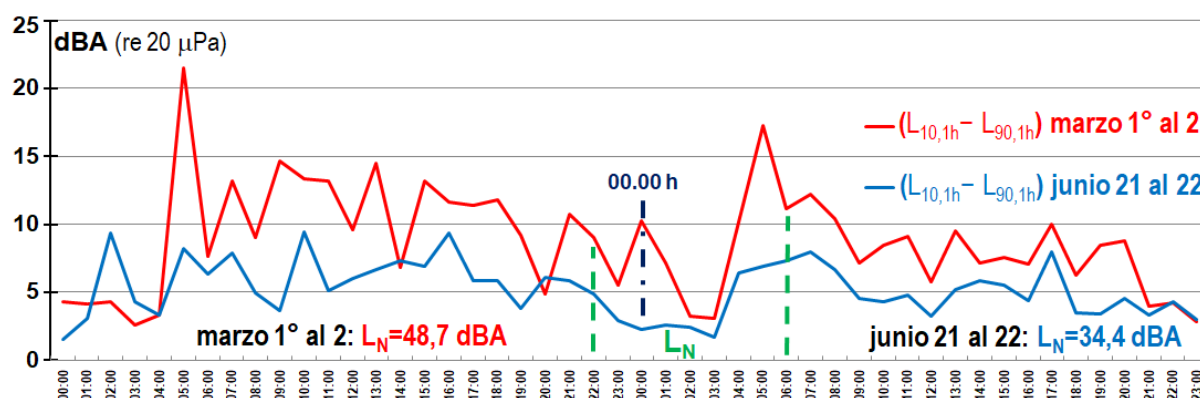


Fig. 9: Comparación del *Clima de ruido* entre dos días

8.2. Análisis de *Tendencia lineal* en el Punto N° 2

El análisis que se puede realizar con los resultados obtenidos en este punto es más interesante, porque a raíz que las actividades no-esenciales se fueron abriendo día-a-día, se está en condiciones de poder evaluar cómo los niveles sonoros se incrementaron progresivamente.

En la Figura 10 se presenta la evolución temporal del L_D (curva color rojo) y del L_N (curva color celeste) por cada día, entre el 1° de julio y el 31 de octubre, en la cual se puede ver cómo van aumentando los niveles sonoros en horas del día L_D .

En la Figura 10 se observa que:

- Puesto que los días domingos estuvo prohibida la circulación de vehículos y de personas, esto se manifiesta con descensos ‘abruptos’ del L_D .
- El aumento del L_D se manifiesta con su *Tendencia lineal* (línea de trazo azul).
- Para el caso de los niveles nocturnos L_N , la *Tendencia media móvil* (línea punteada) manifiesta una oscilación de $\pm 2,3$ dBA, respecto a una recta, hasta el 8 de septiembre y a partir de esta fecha sí se revela un incremento de su nivel sonoro.

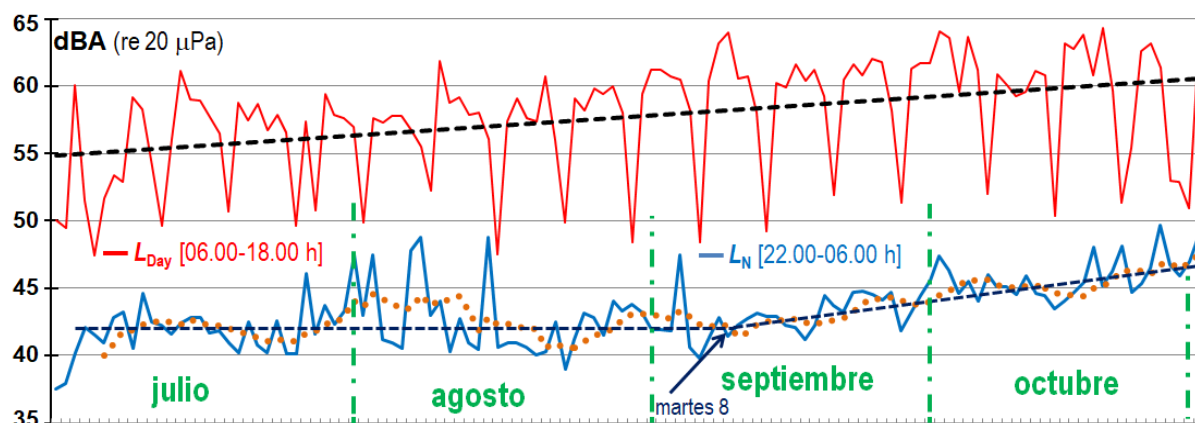


Fig. 10: Comparación de niveles sonoros

9. CONCLUSIONES

La pandemia del COVID-19 produjo un cambio social en todo el mundo, la suspensión de los vuelos internacionales y cierre de aeropuertos, cuarentena, confinamiento y aislamiento social (excepto por unos pocos países), redujo al mínimo la movilidad de las personas, y a consecuencia de ello, todos los factores ambientales se redujeron como nunca antes se hubiera poder imaginado, los niveles sonoros disminuyeron a tal nivel, que en las ciudades fue posible volver a escuchar el canto de aves; para el caso de las estaciones de vigilancia sísmica por vibraciones, registraron niveles de aceleración impensables a consecuencia de la eliminación de la circulación de vehículos en las ciudades.

En este artículo se comparten los resultados obtenidos del monitoreo de ruido, que en su concepción era registrar los niveles sonoros producido por el sobrevuelo de aeronaves, y terminó convirtiéndose en un proyecto de investigación.

La utilización del *clima de ruido*, como herramienta objetiva, da una mejor idea de la percepción del soundscape, porque es una «buena descripción del aumento energético producido por una fuente» (Asensio et al, 2020).

Para mediciones de largo plazo el utilizar la *Tendencia* estadística es de gran valor, ya que permite observar gráficamente el comportamiento que tiene la variabilidad de los niveles sonoros.

Este trabajo está en continua actualización, ya que se continúa registrando el nivel sonoro en el Punto N° 2, ahora con la influencia del sobrevuelo de aeronaves dado que el AIJCh está nuevamente en operación.

Todos los datos que fueron recabados servirán también, como material informativo para las Autoridades gubernamentales en materia ambiental, ya que se pudo registrar el nivel sonoro más bajo posible, dado que siempre es materia de discusión cuáles serían los valores adecuados de *Estándares de calidad ambiental* para ruido urbano.

Se podrían realizar mayores análisis de los aquí presentados, pero el objetivo de los autores es de compartir utilizando herramientas sencillas, la modificación del soundscape en Magalena del Mar, distrito de la ciudad de Lima, Perú.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer la colaboración de Marçal Serra Joan, Jordi Casamajo and Joan Casamajo de CESVA; también a la Revista ECOS por la edición y publicación de este artículo.

BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

- Asensio, C.; Aumond, P.; Can, A.; Gascó, L.; Lercher, P.; de Arcas, G.; Ribeiro, C.; Muñoz, P.; Licitra, G. (2020). A taxonomy proposal for the assessment of the changes in soundscape resulting from the COVID-19 lockdown. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 4205.
- CESVA (2020) NoisePlatform. Plataforma online de monitorización de ruido. CESVA instruments SLU.
- Climate-data.org (2020) Lima, Peru.
- EU (2002) *Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental*. Bruselas, 2002.

- ENPERU (2020) *Clima*. Portal de información turística.
- Herranz-Pascual, K.; García, I.; Aspuru, I.; Díez, I., Santander, A. (2016) Progress in the understanding of soundscape: objective variables and objectifiable criteria that predict acoustic comfort in urban places. De Gruyter open. *Noise mapp*. 2016; 3:247–263.
- IEC 61672-1:2013 – *Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications*.
- ISO 20906:2009 *Acoustics – Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports*.
- ISO 12913-1:2014 *Acoustics – Soundscape – Part 1: Definition and conceptual framework*.
- ISO 1996-1:2016 *Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise – Part 1: Basic quantities and assessment procedures*.
- Langdon, F.J. Scholes, W.E. (1968) The Traffic Noise Index: A Method of Controlling Noise Nuisance. *Building Research Station Current Papers 38168, Journal, Vol (147, 2-3)*, England.
- Manojkumar, N.; Khadar Basha; Srimuruganandam, B. (2019) Assessment, Prediction and Mapping of Noise Levels in Vellore City, India. De Gruyter open. *Noise mapp. Volume 6: Issue 1*.
- MINAM (2003) *Decreto Supremo 085-2003-PCM que establece los Estándares de calidad ambiental para ruido*. Ministerio del Ambiente, Perú.
- Robinson, D.W. (1971). Towards a unified system of noise assessment. *Journal of Sound and Vibration*, 14(3), 279–298.
- Schafer, Murray R. (1993) *The Soundscape: Our sonic environment and the tuning of the world*. Rochester, Vt. Destiny books.
- SENAMHI (2020) *Estación: Campo de marte*. Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional.
- Weatherbase (2020) Lima, Peru. Köppen climate classification.

Juegos y Rondas Infantiles

Beatriz González Fernández(*)

(*) Instituto de Formación Docente, Rocha, Uruguay.

Correo de contacto: beatrizgonzalezfernandez@gmail.com

Resumen

El rol fundamental que la Educación Musical cumple en la enseñanza inicial, primaria y secundaria resulta clave para que lugares comunes de generaciones y generaciones no queden en el olvido, se pierdan y resulten ausentes en el imaginario colectivo.

Muchas de las letras y melodías de las rondas infantiles forman parte de ese imaginario colectivo y forjan la identidad regional, rioplatense y nacional. Omitir esta disciplina es en gran medida extinguir un caudal de tradiciones y folklore; lugares comunes que hacen a la propia identidad.

Palabras clave: rondas, rondas infantiles, melodías tradicionales, Rocha

Children's games and rounds

Abstract

The fundamental role that Music Education fulfills in initial, primary and secondary education is key so that commonplaces of generations and generations are not forgotten, lost and absent in the collective imagination.

Many of the lyrics and melodies of the children's rounds are part of that collective imagination and forge the regional, River Plate and national identity. To omit this discipline is to a great extent to extinguish a wealth of traditions and folklore; common places that make up one's own identity.

Keywords: rounds, children's rounds, traditional melodies, Rocha

Jogos infantis e rodadas

Resumo

O papel fundamental que a Educação Musical desempenha na educação inicial, primária e secundária é fundamental para que lugares comuns de gerações e gerações não sejam esquecidos, perdidos e ausentes no imaginário coletivo.

Muitas das letras e melodias das rondas infantis fazem parte desse imaginário coletivo e forjam a identidade regional, do Rio de la Plata e nacional. Omitir essa disciplina é, em grande medida, extinguir uma riqueza de tradições e folclore; lugares comuns que constituem a própria identidade.

Palavras-chave: rodadas, rodadas infantis, melodias tradicionais, Rocha

1. INTRODUCCIÓN

El siguiente estudio está referido a juegos y rondas infantiles que se practicaban en Rocha.

Se trata de un estudio no exhaustivo que incluye letras, melodías, y algunas referencias literarias a los juegos más bien del Río de la Plata.

2. LOS JUEGOS

Se seleccionan tres juegos.

2.1. La Mancha

De los juegos tradicionales infantiles el que ha sobrevivido aunque a través de algunas transformaciones es 'La mancha', hoy 'La agarrada'. 'La mancha' consiste en 'manchar', es decir, 'tocar' a los compañeros que se exponen para eso al aceptar las reglas del juego que eran más o menos las siguientes:

Se manchaba en la espalda o en el brazo.

Uno de los jugadores era elegido como el 'manchador'; claro que debía cumplir con las condiciones de ser veloz en la carrera, de lo contrario, y cuando resultaba de un sorteo, se corrían riesgos de que el juego fuera muy fácil.

Este juego tenía variantes tales como 'la mancha veneno' y 'la mancha estatua'. Lo que quería decir en uno y otro caso, que el 'manchado' no podía mover el brazo, es decir, la zona del cuerpo donde recibió 'la mancha' o debía quedar 'congelado' totalmente. Ese primer manchado era el siguiente manchador, es entonces que el juego volvía a empezar.

Fernán Silva Valdés (1887- 1975) tiene un poema titulado '*A la mancha*' que hace referencia a este juego metafóricamente.

*Por allá en la tardecita
Dentro del espacio azul
Están jugando a la mancha
Diez mil bichitos de luz,
Como va siendo de noche
Todos llevan un farol
Que apagan para esconderse
Como diciendo ¡a mí no!
Que encienden para mostrarse
Como gritando ¡aquí estoy!
Por allá en la tardecita*

*Dentro del espacio azul
Están jugando a la mancha
Diez mil bichitos de luz,*

2.2. La Escondida

Este juego, como su nombre lo dice, consiste en esconderse para que otro lo encuentre. En líneas generales la descripción del juego es la que sigue.

Un niño contaba desde '*la piedra*' un lugar elegido a propósito por tener un muro, pared, árbol, es decir, algo en que apoyarse, y contar con los ojos tapados, casi siempre de espaldas., generalmente hasta un número convenido, según los potenciales escondites que ocultara el lugar, podría ser 10, 20, o incluso 50. Terminada la cuenta y a la voz de 'punto y coma, el que no se escondió se embroma', salía a buscar en los posibles escondites a los compañeros de juego, que esperaban no ser encontrados, o en caso afirmativo, salían del lugar, corriendo con la intención de llegar antes a la 'piedra'. El que llegaba sin ser visto, gritaba 'piedra', lo que quería decir que había llegado antes de ser visto al lugar convenido. A su vez ese niño podía 'salvar' a uno de sus compañeros para que a pesar de ser encontrado no tuviera que contar. El caso de 'piedra libre' era una especie de 'comodín' utilizado en casos especiales. Son ejemplos de ello, un recreo que se terminaba, un llamado a merendar, un imprevisto).

Desde luego que si los compañeros hacían 'piedra' con facilidad, empezaban a pesar sobre el que contaba, puntos en contra, ya que el próximo 'buscador de escondites' se dilucidaba entre los que lograban llegar a la piedra a pesar de haber sido advertidos de 'pica', es decir, entre los más veloces, o según acuerdos entre los jugadores.

2.3. El Martín Pescador

Fuera de las rondas y más bien como juego pero con 'letra' está el Martín Pescador.

Se trata de formar dos grupos o 'bandos' y que una vez formados mediante un sistema de sorteo que se verá a continuación, debían disputar su fortaleza a través de una 'cinchada'.

Es en este sentido que el juego tiene reminiscencias italianas y españolas, dado que la cinchada era un juego que se practicaba entre inmigrantes en Rocha (aunque en otras ciudades del interior también,

Artigas, donde la comunidad italiana además de grande en número era muy influyente en tradiciones, es una de ellas).

Se sorteaba o se elegía tres niños: dos para el ‘puente’ y uno para el ‘Martín Pescador’. Entre los tres se acordaban los elementos que se darían para optar. Está claro que el ‘Martín Pescador’ tenía que ser neutral. Los demás se organizaban y hacían una fila.

El juego comenzaba con los dos niños haciendo el puente con las manos tomadas en alto, por donde debía pasar la fila de los demás niños. Los demás, en una especie de ‘ronda abierta’, es decir, caminando

tomados cada uno de una mano del otro, y según cuántos fueran hacía un recorrido más o menos corto por el patio o la vereda.

Llegada la fila hasta ‘el puente’, el primero preguntaba al Martín Pescador: *‘Martín Pescador, ¿me deja pasar?’*, éste respondía: *‘Pasará, pasará, pero el último quedará’*. Era ese el momento en que cada uno de los niños del puente daban a elegir ‘su oferta’, pero en celoso secreto. El niño, es decir, el último, también en secreto se desplazaba hacia atrás del niño por cuyo atributo había optado. Comenzaba así a formarse un grupo, o bando detrás de cada uno de los del puente.

TODO O MUNDO PASSA

CIRANDINHAS N.º 7

Rio, 1926

H. VILLA-LOBOS

Andante $\text{♩} = 96$

PIANO *mf*

Animado $\text{♩} = 116$

f

ff



Figura 1. Todo mundo passa. Cirandinha N° 7 de Heitor Villa-Lobos

La fila seguía recorriendo, el primer niño preguntando, el Martín Pescador respondiendo, cada uno eligiendo, hasta que se acababa la fila. Entonces venía la ‘cinchada’. El grupo más fuerte ganaba y de entre ellos resultaba un nuevo Martín Pescador y un nuevo puente.

El juego es una especie de metáfora de una zona de frontera. El Martín Pescador es la figura del conde o del marqués que controla la línea de su territorio y el pasaje entre fronteras se hacía a través de un puente, previo una especie de ‘peaje’ o tributo.

El ‘Martín Pescador’ lo recoge Petrona Viera en una obra homónima.

Pero el Martín Pescador’ también dialoga con una de las cirandinhas de Villa-Lobos titulada ‘Todo el mundo pasa’. La letra popular dice en su estribillo: ‘*passa, passa, pasará, la última, la última, la última quedará (...)*’.

2. LAS RONDAS INFANTILES

Las rondas infantiles son un fenómeno musical y lúdico que se ha sostenido vigente a lo largo de los años.

Son varios los aspectos que se pueden considerar en este fenómeno.

2.1. Juegos en ronda

Algunos de ellos son las letras, la melodía, su funcionamiento y su funcionalidad.

Ciertas rondas no tienen melodía, y en ese caso son simplemente juegos en ronda. A modo de ejemplo, en el Werther del escritor alemán Goethe, en la carta del 16 de junio, Charlotte organiza una ronda para distender a los participantes del miedo que generó una gran tormenta. Es simplemente un juego que se juega en ronda, pero que no supone ni canto, ni melodía, ni desplazamiento, más que quien quede en medio que va recorriendo la ronda.

“Carlota, apenas entramos en la nueva habitación, hizo poner las sillas en corro y propuso un juego. Vi que varios caballeros, enderezándose como para indicar que estaban prontos, se relamían de gusto, soñando ya en las sentencias de las prendas. «Jugamos a contar –dijo ella-. Prestadme atención. Yo iré pasando por toda la rueda, siempre de derecha a izquierda y vosotros al mismo tiempo contaréis desde uno hasta mil, diciendo a mi paso cada cual el número que le toque. Debe contarse muy de prisa, y el que titubee o se equivoque recibirá un bofetón.» Nada más divertido. Carlota, con el brazo extendido, echó a andar dentro del corro. «¡Uno!», dijo el primero. «¡Dos!», el segundo. «¡Tres!», el que estaba al lado, y así sucesivamente. Ella fue poco a poco acelerando sus pasos, aquello ya no era andar: volaba. Uno se equivocaba. ¡Plaf!, bofetón: el que le sigue lanza una carcajada. ¡Plaf!, nuevo bofetón y Carlota corriendo cada vez más. A mí me alcanzaron dos sopapos, y con inefable placer creí haber notado que me los aplicaba más fuerte que a los otros. El juego concluyó en medio de una risa y una algarazara general antes que la cuenta hubiese llegado al número mil. (...)”

2.2 La ronda como juego

Otras rondas suponen desplazamiento, cierta interacción con el texto; en este caso suelen tener letra y en consecuencia melodía. Es el caso de ‘Déjenla sola’. En este caso, la disposición en ronda pero sin mano tomada de los participantes, mientras cantan acompañando con palmas, permite que quien ha quedado ‘sola’ pueda saltar mientras recorre rítmicamente la ronda. Según indica la letra, ella busca a alguien para saltar y cantar en compañía para luego volver a la ronda y continuar el juego.

*Déjenla sola, sola y solita
Que la quiero ver bailar.
Saltar y jugar, andar por los aires
Y moverse con mucho donaire.
Busque compañía, busque compañía
Que las quiero ver bailar
Saltar y jugar, andar por los aires
Y moverse con mucho donaire.*

La niña que salta sola busca compañía, aunque en la letra se oye ‘compaña’. Es una voz antigua frecuente en los ámbitos rurales. La letra resulta una repetición de dos estrofas que permiten saltar de manera individual o en grupos de dos niñas. Existe una versión para tres voces que recrea la melodía original.

El caso de Las hijas de doña Pancha es muy particular en cuanto a su ronda. Supone una niña que hace de Doña Pancha y está agachada y sentada en el suelo. Tomándole la pollera y también agachadas o sentadas, estás sus “hijas”. Entonces es que empieza la ronda de quienes se quejan del bullicio de las niñas de Doña Pancha.



Figura 2. Melodía original de ‘Déjenla sola’ en el inicio de una versión para tres voces

Las hijas de Doña Pancha
No me dejan ni dormir
Ni de día, ni de noche,
Ni a las horas del jardín.
-Doña Pancha, ¿me da una hija?
-Lleve la que usted quiera.

Entre líneas aparece otra lectura. Las familias numerosas muchas veces no podían sostenerse y ‘dar’ una hija para que la criara otra persona, o para que trabajara con alguna familia, era frecuente.

El juego tiene además otra función subyacente que es precisamente la de ‘hacer saber’ o denunciar una situación social.

Casi todas tienen ascendencia europea, y más concretamente española, pero no exclusivamente. Al ser Rocha un territorio de frontera, algunas tienen reminiscencias portuguesas o más concretamente brasileñas. Es el caso de ‘Se me ha perdido una niña’, que se verá a continuación.

Desde el punto de vista musical, las rondas son realizaciones sencillas, de pocas notas que se varían y

presuponen a lo largo de la composición. Resultan así de fácil entonación y memorización. El tiempo casi siempre es de dos cuartos, aunque se dan casos incluso de compases compuestos, aunque también, en general binarios.

El ritmo resulta pegadizo y al combinarlo con la voz es que remite al juego. Son ejemplos ‘Buenos días su señoría’, ‘Se me ha perdido una niña’. Si se atiende al ritmo, en estos casos se combinan corcheas y semicorcheas. Se insertan a continuación fragmentos de las partituras de ‘Buenos días su señoría’ y ‘Se me ha perdido una niña’ respectivamente. Esta última es, en otras versiones, ‘Se me ha perdido una hija’.

En cuanto a la fonética las dentales /d/ y /t/ presentan diferencias. En Rocha se prefiere la sorda /t/ mientras que en otras partes se canta con la sonora /d/: Buenos días su señoría Mantantirulirulá’

Las rondas dialogan entre sí, ya sea por sus letras, por el ritmo, por la melodía, o por la intención de juego.



Figura 3. Melodía tradicional: ‘Buenos días, Su Señoría’



Figura 4. Melodía tradicional: ‘Se me ha perdido una niña’

‘Se me ha perdido una niña’ es del folklore paraguayo pero ingresa por la frontera brasileña y en Rocha se canta ‘catapleiro’ en vez de ‘cataplero’.

Desde luego que, en general, la temática está relacionada con la Edad Media y llegan hasta el siglo XIX.

El Inca Garcilaso recoge una ronda que es Antón Pirulero. Como el Inca pasó períodos de su vida en el Virreinato del Perú, ‘pirulero’ es ‘el que viene de Perú’, es decir, ‘perulero’.

*Antón, Antón,
Antón Pirulero,*

*Cada cual, cada cual,
Que atienda su juego,
Y el que no lo atienda,
Y el que no lo atienda,
Pagará, pagará,
Pagará una prenda.*

Los niños sentados en ronda deben conseguir imitar lo que hace el niño que se sienta en medio, en general ese niño hace movimientos o gestos imperceptibles, como por ejemplo, poner el pulgar en el mentón. La ‘prenda’ es pasar al centro a hacer de Antón.

Yo te- ni-a un real y medio con mi real y medio compré una

po-lla - ay' que po-lla - ay' que po-lla La

po-lla puso unos huevos que tengo la po-lla que ten-go los

huevos y siempre me queda y siempre me queda mi real y medio.

Este compás se repite cada vez mgo. según va aumentando la letra.

Figura 5. Melodía tradicional: ‘Yo tenía un real y medio’

3. LAS MONEDAS EN LAS RONDAS DE ROCHA

En primera instancia, habría que decidir hasta dónde ‘el Río de la Plata’, es el Río de la Plata, ya que muy genéricamente se hace esta referencia y, sin embargo, los contextos de Rocha, pertenecen, sí, por un lado, al Río de la Plata, pero por otro, a la zona de frontera con Río Grande del Sur, en Brasil.

Dentro de lo que es el folklore del Río de la Plata, están las canciones, las rondas y juegos tradicionales. Es evidente que los recreos de las escuelas y la escuela en sí están presentes sobre todo en la recreación y transmisión de este patrimonio.

Como las rondas del folklore del Río de la Plata tienen ascendencia europea, tanto la temática como los personajes remiten a una sociedad que ya no era ésta. Sin embargo, sí eran vigentes las monedas el ‘real’ y el ‘vintén’. Es ‘El Monigote’ el que recoge el ‘real’ y, desde luego, ‘El real y medio’ como ya lo adelanta el título (Figura 5).

3.1. El real y medio

Desde el punto de vista de su clasificación dentro del género lírico, por su estructura es una retahíla. Como todas las retahílas, sigue agregando elementos.

*Yo tenía un real y medio;
Con mi real y medio
Compré una polla,
¡ay! qué polla,
¡ay! qué polla,
La polla puso unos huevos,
Que tengo la polla,
Que tengo los huevos,
Y siempre me queda,
Y siempre me queda
mi real y medio.*

*Yo tenía un real y medio;
Con mi real y medio
Compré una mona,
¡ay! qué mona,
¡ay! qué mona,
La mona tuvo un monito,
Que tengo la mona,
Que tengo el monito,
Que tengo la polla,*

*Que tengo los huevos,
Y siempre me queda,
Y siempre me queda
mi real y medio.*

*Yo tenía un real y medio;
Con mi real y medio
Compré una chancha,
¡ay! qué chancha,
¡ay! qué chancha,
La chancha tuvo un chanchito,
Que tengo la chancha,
Que tengo el chanchito,
Que tengo la mona,
Que tengo el monito,
Que tengo la polla,
Que tengo los huevos,
Y siempre me queda,
Y siempre me queda
mi real y medio.*

*Yo tenía un real y medio;
Con mi real y medio
Compré una burra,
¡ay! qué burra,
¡ay! qué burra,
La burra tuvo un burrito,
Que tengo la burra,
Que tengo el burrito,
Que tengo la chancha,
Que tengo el chanchito,
Que tengo la mona,
Que tengo el monito,
Que tengo la polla,
Que tengo los huevos,
Y siempre me queda,
Y siempre me queda
mi real y medio.*

*Yo tenía un real y medio;
Con mi real y medio
Compré un violín,
¡qué violín,
qué violín!
Y cuando yo lo tocaba,
Bailaba la burra,
bailaba el burrito,
bailaba la chancha,
bailaba el chanchito,*

*bailaba la mona,
bailaba el monito,
bailaba la polla,
bailaban los huevos,
Y siempre me queda,
Y siempre me queda
mi real y medio*

Verónica Leite (uruguaya) realiza una recreación de esta retahíla en un cuento que editó Alfaguara. La recreación agrega animales nativos como el tero, la

mulita, y cierra la retahíla como cuento con elementos del mundo infantil como son los colores. La guitarra como agregado supone una melodía para cantar.

Al igual que ocurre con muchas otras melodías populares, se puede notar que tanto las notas de la melodía como su rítmica son diferentes en ambas versiones.

Lo mismo ocurre en el siguiente ejemplo, '*A la rueda, rueda*', donde las dos versiones que se presentan son muy similares, a menos de sus finales (Figuras 7 y 8).

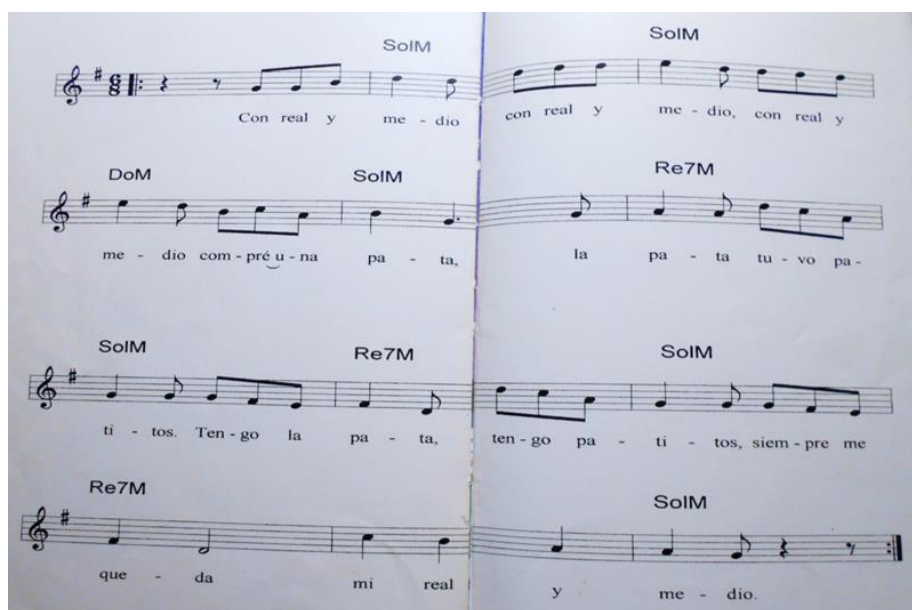


Figura 6. Melodía tradicional con acompañamiento de guitarra: '*Yo tenía un real y medio*'

3.2. A la rueda, rueda

Es '*A la rueda, rueda*' la que recoge 'el vintén'. Por otra parte la palabra 'vintén' trascendió su época de vigor y está presente en dichos populares y expresiones idiomáticas como: 'Valer vintenes', es

decir, valer muy poco. O 'ser vintenero' es decir, ser agarrado a lo material, poco generoso.

'*A la rueda, rueda*' tiene una versión para guitarra del maestro César Amaro, en la que, valiéndose de que se trata de una melodía conocida, propone un ejercicio de lectura para los sonidos de 4ª, 5ª y 6ª cuerdas.



Figura 7. Melodía tradicional: '*A la rueda, rueda*'. Versión de César Amaro.



Ana María Hernández Nieto (7 años)

A la rueda rueda,
con pan y canela,
dame un vintén
que me voy a la escuela.
Vino la maestra,
me dió un coscorrón,
que viva la pipa
del vino carlón.

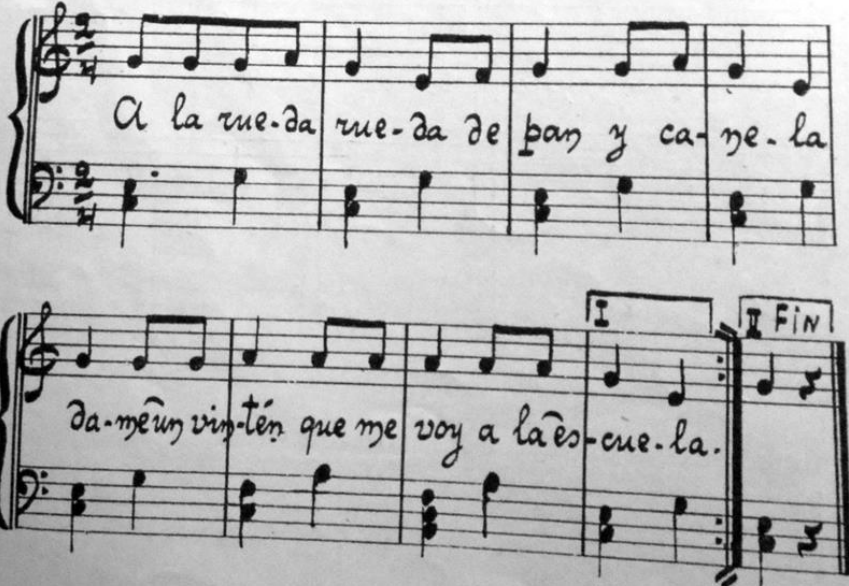


Figura 8. Melodía tradicional: 'A la rueda, rueda'. Versión del Cancionero Infantil de 1946.

El Banco de Mauá fue en 1857 autorizado a emitir moneda equivalente en valor a una onza de oro.

El real es la moneda del imperio portugués y luego de Brasil hasta mediados de siglo XX en que se cambió por el cruzado.

El vintén es una moneda nacional que equivalía a dos centésimos de peso.

El peso era lo mismo que un patacón, y se creó en 1839. Se dividió en 8 reales. Es la primera en llevar signos nacionales. Al no haber Banco Central, algunos bancos podían emitir monedas. Uno de ellos el de Mauá.

Antonio Machado, poeta español de la Generación del 98, en su poema Consejos finaliza así:

*Moneda que está en la mano
Tal vez se deba guardar;
La monedita del alma
Se pierde si no se da.'*

4. A MODO DE CIERRE

Las rondas cumplen un rol lúdico y pueden recrear lo que la letra dice o emularla en cierta medida.

Las rondas son cantadas y jugadas en los recreos o en las veredas. Las letras evocan la época de la Conquista y tiene raíces en la Edad Media, tocan aspectos religiosos, de la jerarquía de reino o el virreinato.

Los juegos y rondas han sido motivo de socialización, de intercambio, de diversión de niños y niñas a través del tiempo.

Sin embargo en la actualidad, aunque suene trágico, pocos niños juegan.

De hecho, del mismo modo que la adolescencia se ha alargado y se extiende casi hasta los treinta años, la niñez se ha acortado. En los hechos, los niños de más de ocho años no juegan juegos tradicionales por iniciativa propia. Se han vuelto celular-dependientes; en este sentido juegan a los juegos que el celular les ofrece, o compran juegos más sofisticados aún.

Los niños de la actualidad, en su gran mayoría, juegan en soledad y desde la virtualidad.

Resulta insoslayable decir el rol fundamental que la Educación Musical cumple en la enseñanza inicial, primaria y secundaria. Muchas de estas letras y melodías forman parte del imaginario colectivo y forjan la identidad regional, rioplatense y nacional. Omitir esta disciplina es en gran medida extinguir un caudal de tradiciones y folklore; lugares comunes en el imaginario local y nacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Consejo de Enseñanza Primaria y Normal. *Cancionero infantil*. Departamento editorial del Consejo de Enseñanza Primaria y Normal, Montevideo, Uruguay, 1946.
- D’Introno, Francesco; del Teso, Enrique; Weston, Rosemary. *Fonética y fonología actual del español*. Ed. Cátedra, 1995.
- Goethe, Johann Wolfgang von. ‘*Las desventuras del joven Werther*’ Ed. Cátedra, 1er Ed., 1983.
- Leite, Verónica. *Un real y medio*. Alfaguara 2002
- Machado, Antonio. *Poesías completas*. Colección Austral, 1er Ed., 1940.
- Moreno Fernández, Francisco. *La maravillosa historia del español*. Instituto Cervantes – Espasa, Grupo Editorial Planeta. 1ª Ed. 2016.
- Yacobazzo Marlene. *Rocha, testimonio de dos siglos*. Montevideo.

Enseñanza de la acústica en Uruguay. Orígenes, hechos y protagonistas hasta 1930

Walter A. Montano Rodríguez ¹

M. Noel Martínez-Pascal²

¹ARQUICUST Laboratorio de acústica «Joseph Sauveur». Gualeguaychú, ER, Argentina

²UADER Prof. Lengua y literatura. Concepción del Uruguay, ER, Argentina

Correo de contacto: wmontano@arquicust.com

Resumen:

La acústica como ciencia tiene 300 años, su inicio y posterior desarrollo en Uruguay está en construcción. El libre acceso en Internet a documentos antiguos que están digitalizados, ayuda a los investigadores a delinear caminos de investigación. Este artículo es un meta-estudio dentro del campo de Historia de la Ciencia, focalizado en la acústica como disciplina, recabando hechos aislados para establecer un devenir histórico entre estos, es decir, constituir una historiografía de la acústica en Uruguay. En la UdelaR se institucionalizó como parte de estudio preparatorio de ingreso, y hasta 1900 aproximadamente, la acústica tuvo un sentido positivista en la pedagogía, pero la telefonía, el gramófono y el inicio de la radiofonía, la promovieron como campo tecnológico. Se eligió la ventana temporal de análisis hasta 1930, porque hasta ese año hay una cierta homogeneidad dentro de la acústica, y el desarrollo de la tecnología permitiría diversificar los enfoques investigativos.

Palabras clave: Acústica, física, Historia de la ciencia, Filosofía de la tecnología.

Teaching of acoustics in Uruguay. Origins, facts and protagonist until 1930

Abstract:

Acoustics as a science is 300 years old, and its beginning and subsequent development in Uruguay is under construction. Free access on the Internet to old documents that are digitized helps researchers to delineate research paths. This article is a meta-study within the field of History of Science, focused on acoustics as a discipline, collecting isolated facts to establish a historical evolution between them, that is, to constitute a historiography of acoustics in Uruguay. At UdelaR it was institutionalized as part of the preparatory study for admission, and until approximately 1900, acoustics had a positivist sense in pedagogy, but telephony, the gramophone and the beginning of radiophony, promoted it as a technological field. The time window for analysis was chosen until 1930, because until that year there is certain homogeneity within acoustics, and the development of technology would allow the diversification of research approaches.

Keywords: Acoustics, Physics, History of Science, Philosophy of technology.

O ensino de acústica no Uruguai. Orígenes, fatos e protagonistas até 1930

Resumo:

A acústica como ciência tem 300 anos, seu início e posterior desenvolvimento no Uruguai está em construção. O acesso gratuito na Internet a documentos antigos que são digitalizados ajuda os pesquisadores a delinear caminhos de pesquisa. Este artigo é um meta-estudo no campo da História da Ciência, focado na acústica como disciplina, coletando fatos isolados para estabelecer uma evolução histórica entre eles, ou seja, constituir uma historiografia da acústica no Uruguai. Na UdelaR foi institucionalizada como parte de um estudo preparatório para admissão e, até aproximadamente 1900, a acústica teve um sentido positivista na pedagogia, mas a telefonia, o gramofone e o início da radiofonia a promoveram como campo tecnológico. A janela de tempo para análise foi escolhida até 1930, pois até aquele ano existe certa homogeneidade dentro da acústica, e o desenvolvimento da tecnologia permitiria a diversificação das abordagens de pesquisa.

Palavras-chave: Acústica, Física, História da ciência, Filosofia da tecnologia.

PACS: 01.65.+g, 43.90.+v

¹  orcid.org/0000-0002-0059-5257

1. INTRODUCCIÓN

La continua digitalización de archivos físicos permite a investigadores y curiosos a indagar, conocer, y por qué no hacer hallazgos y descubrimientos, de hechos históricos del pasado. Este artículo está inspirado en comunicar situaciones que, a juicio de los autores, son emblemáticos para escribir la «*Historia de la Acústica en Uruguay*», y con esto cabe agregar que será una acción continua, porque seguramente a posterior de la publicación de esta investigación, se podrán encontrar nuevas fuentes de datos históricos digitalizados en Internet.

Se trata además no solamente de realizar un aporte a la *Historia de la Ciencia* desde la Acústica, sino también a la *Filosofía de la Tecnología*, ambas disciplinas que están tomando importancia desde la concreción de una Sesión Técnica en el último congreso de la *International Congress on Acoustics* (ICA), de 2019 en Aachen, Alemania.

Finalmente, se eligió para la escritura un modo distendido, coloquial debido a que se considera necesario hacer llegar el conocimiento de una manera accesible. Teniendo en cuenta la información que se necesita contar, y la audiencia a la que se espera captar. Es decir, se ha estado trabajando sobre una forma de escritura que permita dar una experiencia amena a los lectores. En efecto, si bien se trata de un meta-estudio, de investigación e historia, la respuesta esperada es que esta fuente de información sea, como se mencionó anteriormente, una nueva herramienta para seguir construyendo la «*Historia de la Acústica en Uruguay*». Todas las referencias de la Bibliografía se encuentran disponibles libremente en Internet.

2. ENSEÑANZA DE ACÚSTICA EN FÍSICA 1837-1870

Existen muchas publicaciones sobre la enseñanza de la Física en Uruguay, básicamente del *Instituto de Profesores Artigas*, que tratan en detalle y desde una perspectiva pedagógica, la evolución y el desarrollo de esta disciplina en Uruguay. Para este artículo solamente hacen extractos de esas publicaciones, y se considerarán solamente los hechos referentes a la Acústica.

En un documento para la formación docente del *Instituto de Profesores Artigas*, sobre el primer siglo de la

enseñanza de la física en el Uruguay, se presentan los programas de enseñanza secundaria a partir de 1837 (Klein, 2008), y que desde esa fecha ya se incluían temas de acústica y ‘sonología’ (o sonido), y para la enseñanza se utilizaba el libro de Jean-Baptiste Biot, cuyo segundo tomo contiene un capítulo completo de «*Acoustique*»; es bastante actualizado para esa época, ya que aplica el fenómeno de resonancia de las experiencias de Chladni, la fisiología del oído y la producción de la voz (Biot, 1816).

3. LA ENSEÑANZA DE FÍSICA EN LA UNIVERSIDAD

Hay que considerar que la enseñanza de la física hasta 1870 aproximadamente, no tenía un perfil cientificista y ocupaba un lugar bien modesto, se enseñaba en modo teórico y memorista (Oddone& Oddone, 1963, p.115). Se comenta la presencia de un médico francés que fue catedrático y uno de los primeros en enseñar Física en la «Universidad Vieja», y sobre la aparición de la enseñanza ‘formal’ de la Física como ciencia, cuando se independizó del resto de las cátedras preparativas para el ingreso universitario.

3.1. Alfred du Pasquier

En 1852, *Alfred du Pasquier* (o Alfredo Pasquier), médico francés, es designado como docente de físico-matemáticas en la Universidad de Montevideo (Oddone& Oddone, 1963, p.404), y en diciembre de 1853 aparece mencionado como parte del gobierno universitario (Órden, 1853, p.1). No se encuentran datos de cómo se produjo su viaje a Uruguay, y por lo que se interpreta de los textos esto se debió a los vínculos que tenía con la Masonería. En la época posterior a la guerra, en 1855, no se pagaron los sueldos en la universidad (Universidad, 1854, p.347), y gracias a sus conexiones con la masonería, Alberto Larroque (abogado y ex-docente de la Universidad de Montevideo) lo invita a la ciudad argentina de Concepción del Uruguay para que enseñe en el *Colegio del Uruguay*, primer colegio laico de Latinoamérica, donde enseñó Física, y tal como consta en documentos oficiales de ese colegio (se pudo leer en persona el *libro de actas* de esa época que se encuentra en el archivo de dicho colegio), esta asignatura contenía diversos temas de acústica; por el contrafáctico se puede estimar que Pasquier enseñó

contenidos de acústica dentro de sus clases en la Universidad de Montevideo (todavía no se pudo consultar sus archivos históricos, porque son de acceso restringido).

3.2. La física como parte de la Ingeniería

Desde 1856, en la Universidad de Montevideo, se solicitó la creación de un *aula de física*, pero recién en 1870 se pudo tener una precaria. En 1873 la cátedra de Física se independiza de matemáticas (Oddone & Oddone, 1963, p.118), y en 1885 nace la *Facultad de Matemáticas y Ramas Anexas*, para finalmente en 1915 crearse la *Facultad de Ingeniería* y la *Facultad de Arquitectura* por separado (Martínez, 2001).

La enseñanza de la Acústica dentro de la cátedra de Física, se convirtió en obligatoria con el cambio de planes de estudio de 1883, para que sea dictada en las clases preparatorias de ingreso a la Universidad (Acevedo, 1926-a, p.518). Un primer listado de instrumentos para enseñanza de acústica es de 1898, y para 1901 el gabinete ya poseía 31 aparatos (Anales, 1901, p. 106).

4. LOS PRIMEROS TEATROS DE URUGUAY

El *Teatro Solís* fue inaugurado el 25 de agosto de 1856 (fue el primero de su tipo en Sudamérica), pero dado lo importante y emblemático que es este auditorio, se lo tratará específicamente en un futuro artículo.

El *Teatro Progreso* de Paysandú, fue inaugurado en 1876 con el diseño del arquitecto suizo Francisco Poncini y construido por su hermano Bernardo Poncini (erróneamente su apellido aparece como 'ponccini'); comentarios de la época dicen que «contaba con una sólida acústica». En 1915 fue remodelado, y sucesivamente se lo fue mejorando a medida que cambió la tecnología (Nómada, 2020). Hasta la fecha no hay información disponible de sus características acústicas, o de si se han realizado mediciones normalizadas de sus parámetros acústicos.

5. PUBLICACIONES VERNÁCULAS CON TEMAS DE ACÚSTICA

Hasta el día de hoy no se han encontrado publicaciones vernáculas que abarquen temas técnicos hacia 1870, excepto artículos que

despertaban la curiosidad y que se reproducían en los diarios. Saber esto es de vital importancia, porque al querer establecer las fuentes primarias de información técnica que podrían haber tenido las personas durante esa época en Uruguay; se infiere que dependían de obtener las publicaciones que se editaban en EEUU o Europa, o de tener contactos con profesionales vinculados a la tecnología, o la posibilidad de viajar al exterior.

5.1. Pedro Ricaldoni y el Instituto Nacional

El educacionista italiano Pietro Ricaldone (1831-1890), más conocido como Pedro Ricaldoni, llega a Montevideo en la década de 1850 y enseña en el *Colegio nacional*, fundado en febrero de 1863 (no se trata del «Colegio nacional» creado en 1849 por exiliados políticos Unitarios argentinos).

En el programa de exámenes de 1869, de este colegio, se incluía el tema «sonido» como parte de *Física elemental* (Acevedo, 1926-b, p.190). En 1870 Ricaldoni publica el libro «*Nociones elementales sobre Física Popular*», que es el primero impreso en Uruguay que incluye temas del fenómeno sonoro, libro que hasta donde se tiene conocimiento, sería también el primero de Latinoamérica.

	PAGINA
NOCIONES PRELIMINARES.....	5
DIVISION DE LOS CUERPOS.....	6
PROPIEDADES GENERALES DE LOS CUERPOS.....	8
PESO.....	14
PESO ESPECIFICO APROXIMATIVO DE ALGUNOS CUERPOS.....	19
ATMOSFERA.....	21
SONIDO.....	31
VIENTO.....	38
AGUA.....	44
AGENTES IMPONDERABLES.....	51
CALORICO.....	48
METEOROS ACUOSOS.....	82
LUX.....	90
METEOROS LUMINOSOS.....	106
ELECTRICIDAD.....	112
METEOROS ELECTRO-LUMINOSOS.....	137
MAGNETISMO.....	147
SENALES DEL APARATO TELEGRAPHICO DE MORSE.....	163

FIN DEL INDICE

Figura 1. Índice del libro *Física Popular*, 1875. Pedro Ricaldoni

5.2. Hebdomadarios y revistas

Hasta 1875 se encuentran innumerables artículos aislados en diarios y revistas, que comentan curiosidades de temas varios sobre el sonido, pero de orden periodístico o cuentista. A continuación se presentan las publicaciones que contenían temas científicos o tecnológicos, que se vendieron en Uruguay a partir de 1876.

Anales de la *Sociedad Científica Argentina* (SCA) se comenzó a publicar en 1876, el cual se vendía en Uruguay porque tenía asociados, divulgaba artículos (redactados con mucha rigurosidad), no solamente del exterior sino también de Argentina. En 1878 escriben sobre la exitosa comunicación telefónica que se hizo en Buenos Aires en ese año, realizada con aparatos de diseños propios de los argentinos Carlos Cayol y Fernando Newman (Cayol, 2010), quienes también fabricaron un fonógrafo y un micrófono (Anales, 1878, p.157). La SCA cumple un factor importantísimo en la divulgación de la tecnología y la formación de profesionales de aquellos años, dado que tenía una relación simbiótica con la Universidad de Buenos Aires (en lo administrativo y académico), por lo que cualquier desarrollo tecnológico que se produjera, indefectiblemente se presentaba en sus claustros, y posteriormente era publicado en los *Anales*.

Boletín de la *Sociedad de Ciencias y Artes* se publica en forma de hebdomadario, entre 1877-1881, el cual reproduce información muy actualizada sobre los avances científicos y tecnológicos del mundo, hay artículos muy interesantes sobre la telefonía, y alguno comentan sobre los ensayos de transmitir música de fonógrafos a través de cables telefónicos, esto da indicios que las personas tenían acceso a información sobre temas de acústica.

Revista Técnica se edita entre 1895-1916 en Buenos Aires, era una publicación de alto contenido científico y tecnológico; se presentaban artículos de arquitectura, ingeniería, minería y de la industria.

La Ingeniería se edita desde 1897 en Buenos Aires, que es el órgano oficial del Centro de Ingenieros de Argentina.

Las primeras ideas revista de aparición quincenal que se edita entre 1892-1895, estaba dedicada a las «ciencias, letras y artes»; presentaba muy buenos artículos técnicos en lenguaje coloquial.

El Mundo Científico se edita entre 1898-1899, es una revista ilustrada que era el «Órgano de las Ciencias y las Artes en el Río de La Plata», que recopilaba y comentaba todo lo interesante que se publicaba en revistas extranjeras «*estudiando con especialidad las aplicaciones que en nuestras nacientes industrias*».

Caras y Caretas (versión de Argentina) se edita entre 1898-1939, era una revista muy actualizada imbuida en la llegada de la nueva centuria; si bien era un mensuario de interés general, hay profusa información relativa sobre desarrollos tecnológicos, con fotos y a veces con esquemas descriptivos de telefonía, de fonógrafos, circuitos para radiofonía, etc. En una publicidad del 21 de julio de 1900, de una casa de venta de discos porteña, se ofrecía a los clientes «*una sala de audición con actualidad acústica*» para escuchar la música con claridad.

6. LAS COMUNICACIONES ACÚSTICAS POR CABLES

Si bien el teléfono fue desarrollado en 1854 y patentado por Antonio Meucci en 1860, es popularmente conocido cuando Graham Bell 'lo patenta' en 1876 (Wikipedia, 2020).

6.1. La telefonía en Uruguay

Se encuentra una "Fake news" asegurando que «*Se realiza la primera llamada telefónica en Uruguay (...) el 16 de febrero de 1878*» (Szymanczyk, 2007), suposición basada en un texto de *Historia de las comunicaciones en Uruguay* (Barracchini, 1978, p.76), dicha publicación no proporciona la fuente de dónde se tomó esa referencia. El libro de Barracchini coincide con una serie de textos editados por la dictadura militar, en los cuales «exultaban» hechos históricos de Uruguay. Ese dato es falso, porque se consultaron los diarios y revistas que se imprimían en ese año, y en ninguno aparece noticia alguna sobre ese supuesto hecho; una completa discusión sobre esta "fake news" se encuentra en un blog (Nigro, 2013).

Lamentablemente hasta el año 2020 no hay fuentes fidedignas de cuándo se realizaron los primeros ensayos de comunicación telefónica en Uruguay, sí se tiene que en 1882 se instaló la primera central de teléfonos (Joskowicz, 2015, p.12).

6.2. Conexión telefónica ‘subacuática’ entre Montevideo y Buenos Aires en 1889

Si bien podría considerarse como un ‘hecho curioso’, en realidad se trata de que, gracias a la distancia geográfica entre el Río de la Plata con los centros tecnológicos de Europa y EEUU, favoreció a que se realice con éxito la primer comunicación telefónica ‘subacuática’ del mundo.

Por un problema de patentes, los cables telegráficos estaban prohibidos para ser usados con ‘transmisiones acústicas’, es decir, no podían utilizarse en la telefonía debido al monopolio de las patentes de fabricación de cables y de teléfonos. Es entonces que, a raíz del distanciamiento mencionado (y lejos de las miradas de los espías de Bell), el 1 de octubre de 1889 se usó el cable telegráfico que cruzaba el estuario del Río de la Plata (instalado en 1866 entre Colonia y Punta Lara), para la primera y exitosa comunicación telefónica entre Montevideo y Buenos Aires, destacando de esa comunicación que «*el habla era muy buena*» (Bright, 1898, p.205).

Desdichadamente, para la historia mundial de las comunicaciones, es más conocida ‘como la primera comunicación telefónica subacuática’ que se realizó en Francia en 1891 (Bright, 1898), que ésta en el Río de la Plata.

7. LA ERA DE LA GRABACIÓN DEL SONIDO

En agosto de 1890 en el gabinete de Física de la Universidad, se hace la ‘presentación en sociedad’ del fonógrafo, la nueva tecnología que asombraba el mundo, con una charla a cargo del Dr. Williman, suceso que fue comentado por muchos medios periodísticos, y en una de esas reseñas se lee: «*Brujería! diría un paisano de nuestra campaña, poco al corriente en las leyes de la acústica, al escuchar el grandioso aparato llamado fonógrafo, que era no de los que se iban a experimentar esa noche. Hallábanse presentes muchos representantes de nuestra prensa, los catedráticos de la Universidad y algunas las personas que habían sido invitadas (SIC)*» (Gorro Frigio, 1890); y como una yuxtaposición que une el año 1890 con el 2020, con una frase que dijo Williman (futuro presidente del Uruguay): «*Después repitió algunos chistes de los presentes como que: hace dos meses no se pagan a los catedráticos, etc.*» (Gorro Frigio, 1890).

Todavía no se encuentra bien documentada sistemáticamente la aparición del gramófono en Uruguay, tampoco de si existieron estudios de grabación antes de 1930 (*Sondor* se considera que es el primero y fue abierto en 1938); como tantas otras cuestiones tecnológicas Uruguay dependía de Argentina, como por ejemplo «La Cumparsita», fue grabada en noviembre de 1916 por músicos montevideanos que tuvieron que trasladarse a Buenos Aires, a los estudios de Max Glüksmann (Widmann, 2015).

Existe sí un dato muy curioso de 1893 que se dio en la ciudad de Tucumán, Argentina: «*Se trata, con toda probabilidad, del primer documento sonoro producido en Argentina. Los Podestà, familia uruguaya de origen genovés, son actores y cantantes, realizan giras con espectáculos varios, y dan vida a la primera representación del gaucho*» (Rizzardi, 2003).

El matrimonio de Alfredo Eusebio Gobbi y Flora Gobbi, por su prolífica actividad grabando canciones, fueron conocidos como ‘Los reyes del gramófono’, y ellos cantaron para una de las primeras grabaciones del Himno Nacional uruguayo, disco comercializado por la tienda *Gath & Chaves* con registro N° 4901, y se estima que fue en 1907 (Beller, 2020).

8. DOCENTES QUE ENSEÑARON ACÚSTICA EN LA CÁTEDRA DE FÍSICA

Las publicaciones de la historia de la enseñanza de la Física en Uruguay son abundantes, y para este artículo solamente se considerarán los aspectos filosóficos de las personas que creyeron de importancia la inclusión de la acústica, en los programas de secundaria preparatorios para el ingreso a la Universidad.

El hecho de que estudiantes avanzados de Derecho y abogados enseñaran Física en los estudios preparatorios de ingreso a la Universidad, tienen que ver con la filosofía Positivista que imperaba entre los intelectuales de fines del XIX (Klein, 2008).

Tal vez también llame la atención la presencia de médicos, y esto es porque en terapia y diagnóstico de pacientes tenían que diferenciar el sonido de la respiración, de la tos, ruidos y tonos del corazón, etc., por lo que los conocimientos en acústica eran una herramienta básica en su formación académica, tal como se lee de una conferencia de 1899 «Lección de fonología médica» dada por el profesor de *Física*

médica Dr. Jacinto de León (1858-1934), quien fue el primer neurólogo uruguayo (León, 1899, p. 65).

Por orden alfabético, los primeros docentes que enseñaron contenidos de Acústica, en distintas cátedras de la UdelaR, fueron:

Barbaroux, Emilio (1876-1931). Abogado, fue el 27° Rector de la UdelaR.

Bellini Carzoglio, Carlos (1883-1934) Médico, fue docente de la cátedra de *Física* de la Facultad de Medicina. Es uno de los primeros otorrinos de Uruguay (1911), también es cofundador de la Sociedad de ORL.

González, Matías (?-?) Farmacéutico, enseñó *Acústica* en 1906 en la cátedra de *Física Farmacéutica* de la Facultad de Medicina.

Hansen, Octavio C. (1876-1926). Ingeniero; en 1909 como miembro del Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, promovió que la Acústica sea tema de estudio en la carrera de Arquitectura.

Maggiolo, Carlos M. (1881-1935). Ingeniero, fue quien recibió oficialmente a Albert Einstein durante su visita a Montevideo en 1925.

Nin, Alfredo (1870-?). Arquitecto; fue un reconocido diseñador de edificios y fachadas; sus trabajos se rastrean hasta 1938.

Nogueira, Alejandro (1882-1959) Médico cirujano, fue un prestigioso especialista.

Vázquez Varela, Ramón (?-1922). Médico cirujano; es hijo del Dr. Alfredo Vázquez Acevedo.

Viladecants, Ricardo (?-?). Médico (hasta la fecha no se conoce mucho de su vida, salvo que fue un médico practicante en el ejército revolucionario de 1885 por el Partido Nacional).

Williman, Claudio (1861-1934). Abogado, fue Rector de la UdelaR y presidente de la ROU.

9. TEBALDO RICALDONI Y LA TELEGRAFÍA SIN HILOS

Tebaldo Ricaldoni (1858-1923) es hijo de Pedro Ricaldoni, y medio hermano de Américo Ricaldoni. Estudió ingeniería en la UBA, fue docente universitario y también de la secundaria preparatoria siempre en Argentina. En 1898 publica el libro «*Apuntes de física*» en dos tomos, el cual incluye un capítulo completo de Acústica, para su estudio obligatorio en todas las escuelas secundarias de Argentina.

Este ingeniero e inventor uruguayo fue uno de los precursores de la telegrafía sin hilos en el mundo, a pesar que la historia identifica a Marconi como la primera persona que transmitió electromagnéticamente señales en 1897, Tesla ya lo había logrado antes.

Las evidencias documentales de los experimentos de Ricaldoni, y resultados de sus pruebas en campo son escasas, inclusive muchos comentan que «el desarrollo de su tecnología fue a solicitud de la Armada Argentina» y no hay (hasta la fecha) fuentes documentales que lo comprueben; tampoco hay indicios, aún, que su invento de «Telegrafía sin hilos» se haya hecho antes de 1897 (Ricaldoni, 1897), en 1898 recién publica sus pruebas y las presenta en una conferencia en el Centro Argentino de Ingenieros (Ricaldoni, 1898).

En 1900 patenta su sistema en Argentina, y en mayo de 1901 lo hace a nivel mundial (Brasil, EEUU, Alemania, Inglaterra, etc.), y realiza las primeras pruebas públicas; el diario *Buenos Aires Herald* comenta en un artículo una exitosa transmisión inalámbrica, el cual es reproducido por decenas de diarios de EEUU e Inglaterra. Se publica en la revista *Caras y Caretas* varios artículos sobre sus inventos (incluyendo fotografías), y hasta el famoso Cao lo caricaturiza montado a un poste cortando cables de telegrafía, como alegoría a la comunicación 'inalámbrica' (C&C, 1901, p.28).

Tebaldo Ricaldoni fue un reconocido personaje en su época, dado que fue el primer decano de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad de La Plata, Argentina organizando su primer gabinete, y también un polémico inventor; fue docente de física (en el Colegio Nacional de Buenos Aires) de dos de las personas que iniciaron la radiofonía en 1920 en Argentina, y hasta se lo menciona en el libro de Roberto Arlt *El juguete rabioso* (Arlt, 1926).

10. ANTONIO LLAMBÍAS Y EL TEATRO YOUNG DE FRAY BENTOS

Antonio Llambías de Olivar es el primer arquitecto egresado de la UdelaR en 1884 (también fue el primer y único alumno de la carrera), tuvo una alta formación académica y científica (se estudiaba dentro de la Facultad de Exactas), y llegó a representar a Uruguay en marzo de 1901, en la *Segunda Reunión del*

Congreso Científico Latino-Americano, que se realizó en Montevideo (Anales, 1901, p.136).

En 1906 Llambías inauguró la cátedra *Teoría de la Arquitectura* siendo uno de sus temas «Principios de iluminación y acústica de los edificios con aplicaciones gráficas», pero aclara que «*El material de que dispongo es nulo. La experiencia me indica la conveniencia de hacer visitas mensuales á casas particulares en construcción ó ya construídas, ya en Montevideo ya sea en Buenos Aires (SIC)*» (Acevedo, 1907, p.338).

Existen muchas referencias en documentos de la UdelaR, que era muy usual para los estudiantes y docentes realizar visitas académicas a Buenos Aires en aquellos años. Si consideramos que la publicación *Anales* de la SCA era material de lectura en la UdelaR, los profesionales uruguayos tuvieron conocimiento de la primera memoria acústica del Teatro Colón, que fue publicada en 1893 en *Anales*, que con una extensión de dieciséis hojas da explicación del fenómeno acústico de salas y teatros (Anales, 1893), que obviamente eran conceptos muy subjetivos, pero de su lectura se evidencia que eran actualizados para esa época.

Dado que el *Teatro Colón* de Buenos Aires fue inaugurado en 1908, por el contrafáctico se podría especular que Llambías habría visitado sus obras, y tal vez también con sus alumnos, pudiendo esto ser un indicio de su posterior dedicación a diseñar y proyectar teatros en Uruguay.

Llambías se destacó en grandes proyectos arquitectónicos, y llegó a diseñar varios auditorios en Uruguay, entre ellos el de la *Sociedad Española de Cerro Largo* en Melo, se destacó el *Teatro Young* de Fray Bentos inaugurado el 4 de enero de 1913 (Intendencia, 2013); se comenta que tiene gran calidad acústica, pero al día de la fecha no se tiene conocimiento de que se hayan realizado mediciones de sus parámetros acústicos.

11. EL SOUNDScape PARISIENSE DEL 1900 BAJO 'LA VISTA' DE UN URUGUAYO

El político y periodista Eugenio Garzón (1849-1940), publicó en 1927 «*La ciudad acústica*», una descripción sonora de París, y en su prólogo aclara las «*Razones que justifican el título de este libro*», comentando lo siguiente «Una voz anónima la llamó la *Ville Lumière!*... Guillermo Ferrero, *Ville Synthèse*; Canudo,

Visage du Monde, y yo la llamo, con perdón de estos señores, la *Ville Acoustique*» (Garzón, 1927).

Comenta situaciones de la vida diaria desde una perspectiva del sonido, y diferencia las nacionalidades de la gente por su modo de hablar; detalla 'sonoramente' escenarios fijos y describe contextos a medida que va caminando, que podríamos considerar en términos modernos como un "sound walking". La descripción acústica de las calles parisinas, principalmente del *Grand Boulevard*, es previa a la I Guerra Mundial, y según aclara el Editor, Garzón por respeto a la ciudad no publicó el libro sino hasta después de la guerra (Garzón, 1927).

12. LA ACÚSTICA EN «HISTORIA DE LA FÍSICA»

Paul F. Schurmann (1895-1883) fue un prestigioso profesor de Física de educación secundaria, quien escribió un libro titulado *Historia de la Física*, obra que presentó para un concurso literario en 1925 (el cual ganó) pero se terminó de editar y publicar recién en 1936; según la editorial, el jurado y el prologuista es el primer libro de Historia de la Física escrito en lengua castellana (Schurmann, 1936). Entre los agradecimientos del autor encontramos uno muy interesante para este artículo, porque menciona (por el préstamo de libros para su consulta) a Matías González, quien vimos que como docente de *Física Farmacéutica*, enseñó Acústica.

Este libro se lo puede encuadrar en lo que hoy conocemos como *Historia de la Ciencia*, el cual contiene un completo capítulo sobre la Acústica, comentando hechos y los trabajos de muchos físicos, matemáticos, etc. El contenido filosófico de este libro es interesante, así como también los argumentos que en él se exponen. En el N°1 de la Revista ECOS, Montano expuso acerca de cuándo la Acústica es ciencia independiente a partir de que Joseph Sauveur presentó su trabajo en 1701 (Montano, 2020), y es interesante lo que Schurmann escribió al respecto en 1925: «*La importante obra realizada por SAUVEUR tiene indudablemente mucho mérito, pues fue realizada en un tiempo en que la acústica era casi desconocida y puede ser considerada como el punto de partida de las profundas investigaciones que realizaron más tarde (...) SIC*» (Schurmann, 1936).

13. LA RADIOFONÍA EN URUGUAY

Hay muchas referencias sobre este hecho histórico de consulta, y en este artículo sólo se mencionarán algunos de los sucesos emblemáticos.

En octubre de 1920 la Westinghouse fue autorizada para hacer ensayos y transmisiones radiofónicas en Uruguay, y llegaron a transmitir en directo las elecciones de ese año. Si bien en 1921 se efectuaron pruebas experimentales de radiofonía por dos grupos de especialistas, recién el 6 de noviembre de 1922 uno de ellos, inician la radiofonía comercial (con emisiones regulares en Montevideo) con *Radio Paradizabal* (Tartaglia, 1970); hasta el día de la fecha no se encuentran registros de los técnicos que participaron en la construcción de la parte electroacústica de las instalaciones, pero sí hay muy buenas fotos en Internet, de cómo estaban acustizados los estudios y cabinas de las primeras radios montevideanas.

En Argentina se publicó la *Revista Telegráfica*, que en todos sus números tenía una sección dedicada a las actividades radiofónicas de Uruguay, con interesantes fotografías documentales, y en Montevideo se editó la revista *Uruguay Radiotelefonía* (publicación uruguaya de radio y fonografía) ambas tenían columnas y artículos sobre lo que hoy llamamos electroacústica. En el ejemplar N° 128 de abril de 1923, aparece una foto curiosa con estudiantes de ingeniería haciendo ‘trabajos de campaña’ (prácticas), que se los pueden ver frente a aparatos de radiofonía (Telegráfica, 1923).

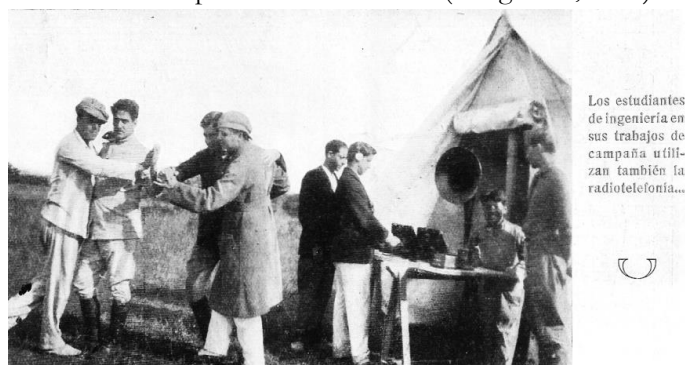


Figura 2. Radio Telegráfica N° 128 de abril de 1923

Encontramos otro hito en la acústica de Uruguay, ya que se considera que la primera transmisión mundial de un partido de fútbol en vivo y en directo, fue el 2 de octubre de 1924, con el “match” entre las selecciones de Uruguay (que estrenaba su primera medalla olímpica de fútbol) y Argentina, que se

disputó en Buenos Aires en la cancha de *Sportivo Barracas* (Guiñazú, 2004); la transmisión fue toda una proeza realizada por el argentino Horacio Martínez Seeber: «un profundo conocedor de los aspectos técnicos de la radiotelefonía, tenía la licencia oficial de radioaficionado número 1, otorgada por el Ministerio de Marina y, esa tarde, hizo a la vez de relator, comentarista y técnico. Instaló tres micrófonos en el puesto al borde del campo de juego: uno para él, otro para Casime, y el tercero de ambiente para registrar el enorme bullicio del partido internacional» (Guiñazú, 2004). Muchas publicaciones coinciden en que se retransmitió el “match” desde Buenos Aires a Montevideo por un sistema similar al de onda corta, pero no hay coincidencia en quién la realizó.

[Nota: Se dice que la primera transmisión de fútbol fue en 1922, pero a criterio de los autores, no la consideran como tal, porque el locutor leía telegramas que le enviaban desde Río de Janeiro, y él imaginaba lo que sucedía en la cancha para relatar el “match” como si estuviese ahí presente].

Pero el mayor logro tecnológico de la radiofonía uruguaya, es sin duda la transmisión del primer mundial de fútbol, con el partido inaugural entre Francia y México en el Estadio Pocitos el 13 de junio de 1930; en este caso lamentablemente no hay documentación de los técnicos que realizaron las conexiones y transmisiones radiofónicas.



Figura 3. Revista Radiotelegráfica. N° 2, junio 1930

14. EL CINE SONORO

La información de los cines que en Uruguay tenían reproducción de música con gramófonos durante las películas, no se encuentra aún sistematizado; la primera película sonora que se estrenó comercialmente en Montevideo fue en septiembre de 1929 (Almada, 2013). Dado en que el desarrollo de la electroacústica para el cine se desarrolló a posterior de 1930, esta temática será tratada en un próximo artículo.

15. CONCLUSIONES

La *Historia de la Ciencia y la Filosofía de la Tecnología* son campos disciplinarios que se están fortaleciendo como herramientas de discusión filosófica dentro de la Acústica (y en el resto de las ramas científicas), y este artículo pretende desde la Revista ECOS hacer un aporte para ir construyendo la *Historia de la Acústica en Uruguay*.

Como todo escrito de Historia, este artículo tiene muchos ‘cabos sueltos’, como por ejemplo sobre la vida de Alfred du Pasquier, de quien hasta hoy día se desconoce totalmente de lo que fue su vida antes de viajar a Sudamérica y a posterior de su presencia en el

Colegio del Uruguay, también sobre la vida de Llambías, etc.

El libro *Historia de la Física* de Paul F. Schurmann es digno de recordar y que sea difundido entre los acústicos del siglo XXI, no sólo por el gran contenido de datos históricos y detalles de vida de los protagonistas de la Acústica, sino porque se trata de una obra filosófica escrita en Uruguay, teniendo en cuenta el año en el que fue compilado: 1925.

Este artículo, también, es una forma de recordar aquellas personas que estuvieron en las conexiones y comunicaciones acústicas, de las primeras transmisiones radiofónicas de los “match” de fútbol, que a criterio de los autores no puede dejarse de lado, dada la tradición futbolera de Uruguay. Estamos a dos años de cumplirse el centenario de la primera transmisión radiofónica regular de Uruguay, hecho importante que podría dar una investigación sobre las personas que intervinieron en las primeras conexiones acústicas.

Tal como se mencionó en la Introducción, tal vez en un futuro se pueda acceder a información y datos que resignifiquen lo que aquí se ha escrito. Los autores invitan a que esta discusión se pueda ampliar, y que otros colegas se motiven y puedan escribir sobre algún aspecto particular de la acústica.

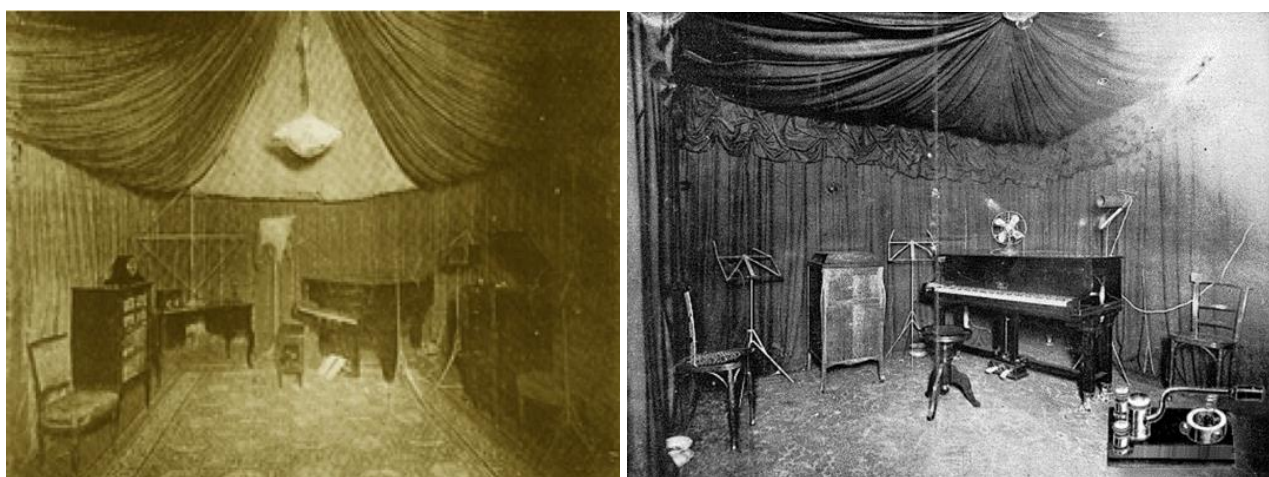


Figura 3. Estudios de radio, circa 1923

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, E. (1907) La enseñanza universitaria en 1906. Informe. Universidad de Montevideo.
- Acevedo, E. (1926) Historia del Uruguay. Tomo VII. Anales de la Universidad Año XXXV. Entrega N° 119.
- Acevedo, E. (1926-b) Historia del Uruguay. Tomo VI. Anales de la Universidad Año XXXV. Entrega N° 118.
- Almada, N. (2013) Bernardo Glúcksman, un hombre de cine. ORT Sistema de revistas y publicaciones.
- Anales (1878) Sociedad Científica Argentina. Julio de 1878. Entrega I, Tomo VI
- Anales (1893) Sociedad Científica Argentina. Tomo XXXV. Primer semestre de 1893. Argentina
- Anales (1901) Anales de la Universidad. Sección de enseñanza secundaria. Año IX. Tomo XI, p.106
- Anales (1901) Sociedad Científica Argentina. Enero-febrero 1901. Entrega I -Tomo LI
- Arlt, R. (1926) El juguete rabioso. Editorial Latina.
- Barracchini, H. (1978) Historia de las comunicaciones en el Uruguay. (Editado durante la intervención de la Udelar) *Facultad de Arquitectura*, Udelar.
- Beller, D. (2020) Los Gobbi, Los Reyes del Gramofón. Blog Todo Tango.
- Biot, Jean-Baptiste (1816) *Traité de physique expérimentale et mathématique*. Chez Deterville. Paris, France.
- Bright, C. (1898) Submarine telegraphs; their history, construction, and working. *London, Crosby Lockwood&Son*.
- C&C (1901) Revista Caras y Caretas N°140, del 8 de junio de 1901.
- Cayol, F. (2010) Carlos Cayol - Primer teléfono en Argentina. Blog *www.cayol.com.ar*
- Garzón, E. (1927) La ciudad acústica...: Escenas de la vida parisiense. *Éditions "Le Livre libre"*, Francia.
- Gorro Frigio, el (1890) Año 1 N°2 pág. 30(6), 20 de agosto de 1890. Montevideo
- Guiñazú, D. (2004) A ochenta años de la primera transmisión de futbol. El gol es un relato imaginario. Página 12.
- Intendencia (2013) Teatro Miguel Young. Blog.
- Joskowicz, J. (2015) Breve Historia de las Telecomunicaciones. *Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería. Versión 11*. Udelar. Montevideo, Uruguay
- Klein, G (2008) Enseñanza de la Física en el Uruguay (1833-1935). Dirección de formación y perfeccionamiento docente. IPA-Física
- León de, J. (1899) Los debates. *Revista universitaria. Año 4, N° 3*.
- Martínez, M.L. (2001) Los primeros 75 años de la Facultad de ingeniería de Uruguay (1885-1960). *ILUIL, vol 24, 2001, 149-181*. Udelar.
- Montano, W. (2020) El paradigma del comienzo de la Acústica como disciplina independiente en 1700. Apuntes para la discusión. *Revista ECOS N° 1*.
- Nigro Geolkiewsky, H.A. (2013) 1928. “*Compañía Telefónica de Montevideo*”, ficha de Registro de Personal. La Galena del Sur. Apuntes sobre la Radio. Uruguay. Blog.
- Nómada (2020) Teatro Progreso - Teatro Florencio Sánchez. Blog
- Oddone, J.; de Oddone París, B. (1963) *Historia de la Universidad de Montevideo. La Universidad vieja, 1849-1885*. Segunda edición corregida: 2010. Montevideo, Universidad de la República.
- Orden, el (1853) Nota del Rector. *Universidad Mayor de la República*. Diario El Orden, ejemplar del 12 de diciembre de 1853
- Ricaldoni, J. (1897) “Señales radioeléctricas experimentales”. Apunte en la biblioteca de José Babini.
- Ricaldoni, J. (1898) Telegrafía sin hilos. Conferencia en el CAI.
- Rizzardi, V. (2003) Apuntes para una historia de la cultura de masas en la época de las migraciones. Blog Mundo clásico.
- Schurmann, Paul F. (1936) Historia de la Física. Año XLIII. Entrega N° 139, Montevideo 1936
- Szymanczyk, O. (2007) Primera comunicación telefónica. *CAPÍTULO 7. Incumbentes Cardinales de Latinoamérica*. Blog p. 55.
- Tartaglia, D. (1970) Los Pioneros de la Radiofonía en Uruguay. Historia de la radiofonía en Uruguay. Blog
- Telegráfica, Revista (1923) Año IX N° 128, p. 14, abril de 1923.
- Widmann-Miguel, E.F. (2015) Hacia el centenario de la Cumparsita. IberInfo
- Wikipedia (2020) Teléfono. Blog.

Acústica en la Enciclopedia Británica de 1797

Conferencia dictada en el 25º Congreso Internacional Mexicano de Acústica
La Trinidad, Tlaxcala, México, noviembre 2019⁽¹⁾

Fernando J. Elizondo Garza

Jesús G. Puente Córdova

Adrián García Mederecz

Carlos A. Lara Ochoa

Cesar Guerra Torres

Laboratorio de Acústica de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FIME-UANL)

Correo de contacto: fjelizon@hotmail.com

Resumen:

En esta conferencia de carácter didáctico-cultural se revisa el contenido de la entrada sobre el término *Acoustics* en la *Encyclopædia Britannica* en su 3ª Edición de 1797. Primeramente se presenta el desarrollo de la Enciclopedia Británica desde su primera edición y su impacto a nivel internacional. Posteriormente se contextualiza y describe la 3ª edición, para luego revisar la estructura de contenido para el término “acústica”. También se incluye y discute la hoja con los grabados correspondientes al tema.

Palabras clave: acústica, historia, Enciclopedia Británica, 3ª edición, 1797.

Abstract:

This didactic-cultural conference examines the contents of the entry about “Acoustics” in the *Encyclopædia Britannica* in its 3rd Edition of 1797. The development of the *Britannica* since its first edition and their impact at the international level is presented. Subsequently it contextualizes and describes the 3rd Edition, to then review the structure of content for the term “acoustic”. It also includes and discussed the etched sheet corresponding to the theme.

Key words: acoustics, history, Encyclopædia Britannica, 3rd Edition, 1797.

⁽¹⁾ Revista ECOS agradece al Prof. Sergio Beristáin por autorizar su reproducción.

1. INTRODUCCIÓN

A hacerse una búsqueda en internet para la compra de libros de acústica, apareció en subasta la sección de acústica de la *Encyclopædia Britannica* de 1797.[1] Esta fue adquirida y estudiada en conjunto por miembros del Cuerpo Académico de Acústica y Vibraciones, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

A partir de esta actividad se consideró, para incrementar la cultura científica de los acústicos, el

compartir esta experiencia, y el texto completo de la sección de acústica en dicha enciclopedia, la cual se incluye como anexo a esta ponencia.

2. *ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA*

Siendo la enciclopedia de conocimiento general en inglés más antigua todavía en edición, la *Encyclopædia Britannica* se publica en su primera edición entre 1768 y 1771, en Edimburgo, Escocia, y rápidamente obtuvo gran popularidad y crecimiento en su tamaño [2].

Las primeras ediciones de la Enciclopedia Británica fueron publicadas e impresas en Edimburgo por el grabador Andrew Bell y el impresor Colin Macfarquhar por "*una sociedad de caballeros en Escocia*". El 10 de diciembre de 1768, el *Caledonian Mercury* y el *Edinburgh Evening Courant* publicaron un anuncio informando: "*Hoy se publica*" la primera parte de la Enciclopedia Británica, comprometiéndose a que la enciclopedia proporcionaría "*DEFINICIONES Y EXPLICACIONES PRECIOSAS, de todos los Términos... en el Orden del Alfabeto*" [3].

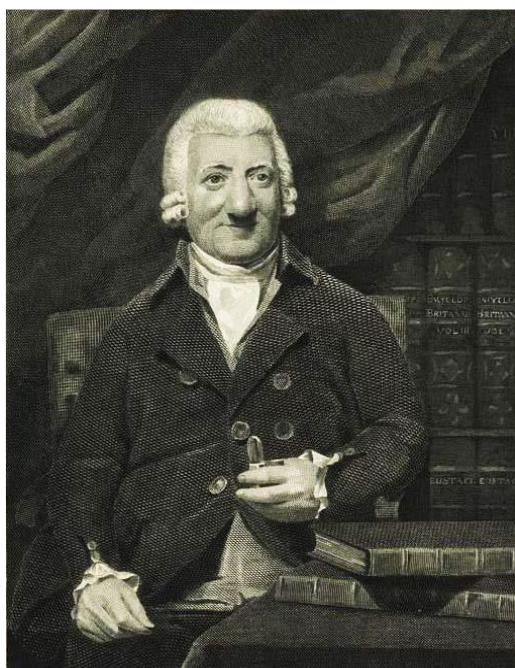


Figura 1 y 2. El grabador Andrew Bell [4] y el impresor Colin Macfarquhar [5], fundadores de la *Encyclopædia Britannica*.

La primera edición de la obra fue publicada en partes desde 1768 a 1771 con páginas de doble columna. Las aproximadamente 2,500 páginas estaban encuadradas en tres grandes volúmenes, con 160 grabados en cobre de Bell. La portada, ver Figura 3, comienza de la siguiente manera: "*Encyclopædia Britannica; O, UN DICCIONARIO DE ARTES Y CIENCIAS, COMPILADO EN UN NUEVO PLAN.*" [6] La obra no podía competir a granel con los 68 volúmenes del *Lexicón Universal* de Johann Heinrich Zedler, ni con la *Enciclopedia Francesa* cuyos 17 volúmenes de texto se habían completado en esa época. Pero sí desafió la comparación con todos los diccionarios anteriores de artes y ciencias, grandes o pequeños, debido a su nuevo estilo editorial y plan de evolución [3].

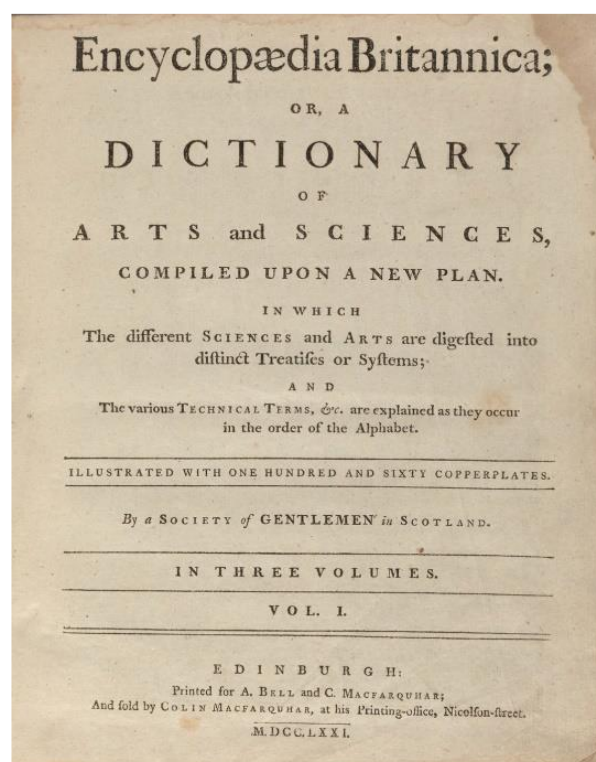


Figura 3. Frontispicio de la primera edición de la *Encyclopædia Britannica*. [6]

El tamaño de la enciclopedia ha variado en las diferentes ediciones, por un lado creciendo en busca de competir con las diferentes enciclopedias que se desarrollaban en el mundo y por otro reduciendo el tamaño de las entradas por la tendencia a lo compacto que la modernidad ha generado. En la Tabla 1 se presenta un resumen histórico de las características y tamaño de la británica a lo largo de sus ediciones [2].

Tabla 1. Ediciones de la *Encyclopædia Britannica* [2]

Edición	Año publicación	Tamaño	Notas
1ª	1768–1771	3 vol., 2.670 pp. 160 láminas	Principalmente elaborada por un solo editor, Smellie. 30 de los artículos tienen más de tres páginas de largo.
2ª	1777–1784	10 vol., 8.595 pp. 340 láminas	150 artículos largos. Muchos errores de paginación. Todos los mapas se encontraban dentro del artículo "Geografía".
3ª	1788–1797	18 vol., 14.579 pp. 542 láminas	Obtuvo una ganancia de £42,000 con la venta de 10.000 copias. Se da introducción a los Símbolos químicos. Contiene la primera dedicación al monarca
Suplemento de 3ª edición	1801	2 vol., 1,624 pp. 50 láminas	Thomas Bonar obtiene los derechos.
4ª	1801–1809	20 vol., 16.033 pp. 581 láminas	Por primera vez los autores mantienen el copyright de sus contribuciones.
5ª	1817	20 vol., 16.017 pp. 582 láminas	Pérdidas para los herederos de Millar y Andrew Bell; los derechos de la enciclopedia son vendidos a Archibald Constable.
Suplemento de 5ª edición	1816–1824	6 vol., 4.933 pp. 125 láminas	Se reclutan contribuidores tales como Sir Humphry Davy, Sir Walter Scott y Malthus
6ª	1820–1823	20 vol.	Constable cae en bancarrota el 19 de enero de 1826; Adam Black recuperará los derechos de la Britannica.
7ª	1830–1842	21 vol., 17.101 pp., 506 láminas, índice de 187 pp.	Se amplía la red de contribuidores famosos, tales como Sir David Brewster, Thomas de Quincey, Antonio Panizzi.
8ª	1853–1860	21 vol., 17.957 pp., 402 láminas; índice de 239 pp. por separado, publicado en 1861.	Varios artículos extensos fueron copiados de la 7ª edición; 344 contribuidores incluyendo William Thomson.
9ª	1875–1889	24 vol., más un vol., de índice	Algunos artículos traídos de la 8ª edición, pero en su mayoría un trabajo nuevo; muy académica; pirateado de forma extensa en EE.UU.
10ª, suplemento de 9ª	1902–1903	11 vol., más 24 vol., de la 9.	Una sociedad americana compró los derechos el 9 de mayo de 1901; aplica métodos de venta agresivos.
11ª	1910–1911	28 vol., más un vol., de índice	Otro alto nivel académico y de escritura; más artículos que la 9ª, pero más simples y cortos; el propietario Horace Everett Hooper tiene dificultades académicas; los derechos de la Britannica se venden a Sears Roebuck en 1920.
12ª, suplemento de 11ª	1921–1922	3 vol., más los 28 vol., de la 11ª	Resumía el estado del mundo durante, antes y después de la Primera Guerra Mundial.
13ª, suplemento de 11ª	1926	3 vol., más los 28 vol., de la 11ª	Sustituyó a los volúmenes de la 12ª; mejor perspectiva de los eventos de 1910–1926.
14ª	1929–1933	24 vol.	Publicada antes de la Gran Depresión, fue una catástrofe financiera.
14ª revisada	1933–1973	24 vol.	La revisión continua empezó en 1936: cada artículo es revisado al menos dos veces cada década.
15ª	1974–1984	30 vol.	Introdujo la estructura en tres partes: Micropædia y Macropædia con artículos; Propædia como Esquema de Conocimiento; se elimina el índice separado.
	1985–2010	32 vol.	Vuelve índice de dos volúmenes; combina artículos de Micropædia y Macropædia; nuevas versiones cada pocos años

En el transcurso de su historia, la *Britannica* ha tenido dificultades para cosechar beneficios económicos, un problema común entre muchas enciclopedias. Algunos artículos de ediciones pasadas han sido criticados por inexactitud, parcialidad, o por haber sido redactados por contribuyentes no

suficientemente cualificados. Así mismo, la precisión de algunas partes de algunas ediciones vigentes ha sido cuestionadas en sus diferentes ediciones; sin embargo, esas críticas han sido rechazadas por la administración de la enciclopedia [2].

La primera edición en CD-ROM se lanzó en 1994. En ese momento se ofreció también una versión online mediante suscripción, pero el 13 de marzo de 2012, los editores de la Enciclopedia Británica anunciaron que dejarían de imprimirse en papel y que se centrarían en la edición web [2].

LA TERCERA EDICIÓN DE LA BRITÁNICA

La tercera edición de la Británica en su versión de 1797, sobre la que se basa esta ponencia, por supuesto está desarrollada de acuerdo a los criterios

editoriales de la época, esto implica que está escrita en inglés de la época, con sus diferencias lingüísticas y tipográficas, por ejemplo para las s se usaba *f* como en sonido, *sound*,

*found*s.

Tipográficamente, como era moda en libros de estudio y consulta, se dejaban columnas laterales para indicar el inicio del tratamiento de algún tema específico.

↓

3
Of the vehicles of found

Most founds, we all know, are conveyed to us on the bosom of the air. In whatever manner they either float upon it, or are propelled forward in it, certain it is, that, without the vehicle of this or some other fluid, we should have no founds at all. Let the air be exhausted from a receiver, and a bell shall emit no found when rung in the void; for, as the air continues to

↑

remains, they strike against the sides, and are conveyed to the ear. The fluid being struck upon, carries the impression forward to the ear, and there produces its sensation. Philosophers are so far agreed, that they all allow that found is nothing more than the impression, made by an elastic body upon the air or water (B), and this impression carried along by either fluid to the organ of hearing. But the manner in which this convey-

What found is, and how propagated.

También se usaban notas de pie de página, ampliamente usadas hasta mitad de siglo pasado cuando empiezan a ser puestas a fin de capítulo o en un apartado al final de cuerpo principal.

at all, it loses the beauty of their resemblance: the whole is discord and pain (c).

But there is another property in the vibration of a musical string not yet taken notice of, and which is alleged to confirm the foregoing theory. If we strike the string of an harpichord, or any other elastic founding chord whatever, it returns a continuing found. This till of late was considered as one simple uniform tone; but all

distinct. On the other hand, the discordant tones cannot be heard. Their differences being but very small, they are overpowered, and in a manner drowned in the tones of superior difference: yet not always neither; for Daniel Bernouilli has been able, from the same stroke, to make the same string bring out its harmonic and its discordant tones also (D.) So that from hence we may justly infer, that every note whatsoever

L 2

is

→ (c) It is certain, that in proportion to the simplicity of relations in found, the ear is pleased with its combinations; but this is not to be admitted as the cause why musicians have confined all harmony to an octave. Discriminated founds, whose vibrations either never coincide, or at least very rarely, do not only cease to please, but violently grate, the ear. Harmony and discord, therefore, are neither discriminated by the judgment of hearers, nor the institution of musicians, but by their own essential and immutable nature.

(D) Vid. Memoires de l'Academie de Berlin, 1753, p. 153.

3. ACOUSTICS EN LA 3ª EDICIÓN DE LA ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA

La entrada sobre Acústica (*Acoustics*) en la 3ª edición de la *Británica* abarca de la página 79 a la 92, y es integrada por: definiciones generales, 4 capítulos, una sección de “experimentos de entretenimiento y artilugios”, y un conjunto de imágenes impresas en páginas (láminas) separadas del cuerpo principal de la enciclopedia [1].

La definición establecida para el término es: *Nos instruye en la naturaleza de sonido.*

1
Discofics. INSTRUCTS us in the nature of found. It is divided by some writers into *Discofics*, which explains the properties of those founds that come directly from the sonorous body to the ear; and *Catacoufics*, which treats of reflected founds: but such distinction does not appear to be of any real utility.

2
Catacoufics.

3
Of the vehicles of found

CHAP. I. *Different Theories of Sound.*

Most founds, we all know, are conveyed to us on the bosom of the air. In whatever manner they either float upon it, or are propelled forward in it, certain it is, that, without the vehicle of this or some other fluid, we should have no founds at all. Let the air be exhausted from a receiver, and a bell shall emit no found when rung in the void; for, as the air continues to grow less dense, the found dies away in proportion, so that at last its strongest vibrations are almost totally silent.

Y nos indica que según algunos escritores la acústica está dividida en:

Diaconstics: que explica las propiedades de aquellos sonidos que van directamente del cuerpo sonoro al oído.

Cataconstics: Trata sobre los sonidos reflejados.

Seguido de lo cual declara: *Pero dicha distinción no parece ser de ninguna utilidad real.*

Este comentario demuestra una gran visión de largo plazo, pues no se usan actualmente y en español no aparecen en el Diccionario de la Lengua Española de la RAE [7].

El término *Acoustics* se desarrolla en los siguientes capítulos:

Cap. I. Diferentes teorías de sonido. Este capítulo inicia tratando los “vehículos de sonido” y aunque establece que el aire es el principal, continúa discutiendo que “el aire no es el único”. Luego discute “qué es el sonido, y como se propaga” afirmando que en lo primero hay acuerdo entre los estudiosos, para luego indicar que en cuanto a la propagación hay discrepancias entre un enfoque ondulatorio y uno de rayos, entrando en una oscura, pero típica discusión entre el enfoque de Newton y otras teorías y las objeciones a cada una. Para complicar se divaga en aspectos de acústica musical. Todas estas discusiones, que indican un conocimiento en evolución, son por demás antididácticas, muy para especialistas.

Cap. II. De la propagación del sonido. Doctrina de Newton explicada y vindicada. En este capítulo después de aceptar las dificultades y oscuridades en los trabajos de Newton entra en su defensa en base a los trabajos de Young para vindicarlo, centrándose en los aspectos de la propagación de sonido con un estilo por demás académico.

Cap. III. De la velocidad, y la *c*. del sonido. Axiomas. Una vez discutida la propagación, en este capítulo se centra en la velocidad del sonido, estableciendo que “*los sonidos viajan espacios iguales en tiempos iguales*”, describiendo la constante “*c*”, indicando que la teoría concuerda con los experimentos y que incluso el sonido se puede usar para medir distancias.

Cap. IV. Los sonidos reverberados. En este capítulo se centra en los sonidos reflejados, llegando sólo a aspectos de eco y reverberación

tratada en forma básica, lejos del conocimiento actual.

En esta conferencia no hay tiempo para analizar a detalle cada parte de dichos capítulos, por lo que para los interesados se agrega al final, como anexo, la entrada completa, incluyendo imágenes, para el término “acústica” en la Británica de 1797.

Se consideró importante puntualizar algunos aspectos: ...

a.- Se evidencia una ciencia de la acústica en construcción, donde las diferencias y discusiones están aún vivas.

b.- Se está en la búsqueda de la aplicabilidad del conocimiento científico, en su uso, como se evidencia en la gran atención puesta a su propagación.

c – No se incluyen demostraciones sofisticadas, sólo trigonometría y álgebra básica.

d.- Aunque una enciclopedia es para la divulgación de conocimiento, a veces se pierde en discusiones oscuras, más académicas de lo necesario.

Después de los capítulos antes mencionados aparece la sección de “*Experimentos de entretenimiento y artilugios*”, en la cual se describen una serie de experiencias prácticas de utilidad para mostrar, demostrar y promover aspectos de la acústica, una manera de divulgación de la ciencia utilizada por muchos siglos.

Los experimentos propuestos son:

I.- *The converse statue*. La experiencia de transmisión de sonidos entre los focos de dos espejos cóncavos uno frente a otro, aún muy usada en los museos científicos para niños.

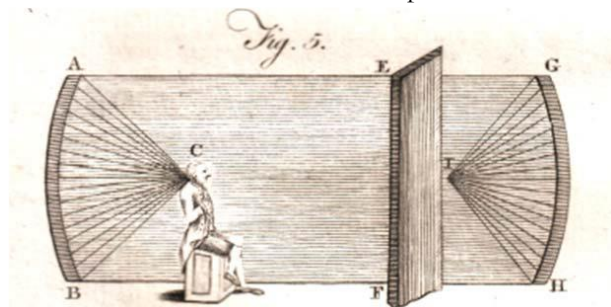


Figura 4. Una estatua para conversar. *The converse statue* [1]

II.- *The communicative busts*. A un par de cabezas sobre pedestales se les colocan tubos ocultos (cruzados entre boca y oído) para transmitir el sonido entre ellas.

III.- *The oracular head*. Algo similar a lo anterior pero es una estatua que simula un oráculo, mientras otra persona en otro recinto escucha y contesta las preguntas al oráculo.

IV.- *A solar sonata*. En el camino a las máquinas autómatas se utiliza un órgano que se activa automáticamente gracias a los vapores producidos por un líquido calentado por el sol.

V.- *Automatous harpsichord*. Clavecín o teclado automatizado con un cilindro con salientes que mueven las teclas según se programe. El teclado es movido por un mecanismo de chimenea (smoke jack).

VI.- *Ventosal symphony*. Otro mecanismo autónomo. Básicamente una gran caja de música activada por el viento, pudiéndose cambiar las salientes en el cilindro, que activan campanas, para modificar la melodía.

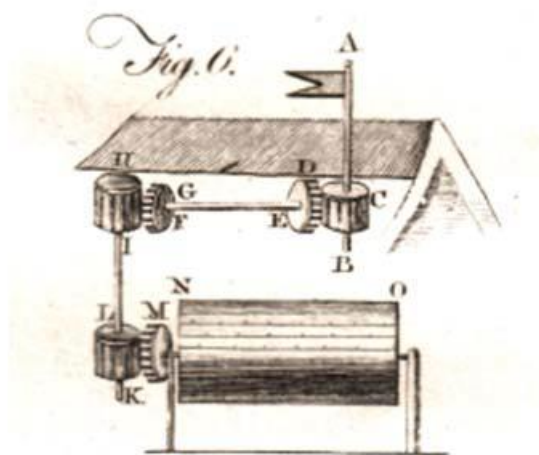


Figura 5. El viento mueve una caja de música. *Ventosal symphony* [1]

4. GRABADOS DE APOYO AL TÉRMINO “ACÚSTICA” EN LA 3ª EDICIÓN DE LA *ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA*.

En apoyo a la entrada sobre Acústica en la 3ª edición de la Enciclopedia Británica, se incluye una serie de grabados sobre el tema, incluidas en una lámina multi-imagen la cual se muestra en la figura 6. En esta página, la placa I, se incluían imágenes de apoyo a los términos: *Aphis*, *Abacus*, *Acarus*, *Aconstics* y *Aerostation*. Estos grabados hechos por ANDREW BELL (1726-1809), cofundador de la Británica, para la 3ª edición de 1797, se elaboraron con placa de cobre sobre papel fabricado a mano. La página mide aproximadamente 25.5 cm x 19.7 cm. (10 x 7 ¾

pulgadas). Estos grabados de imagen múltiple originalmente se unían en un volumen de la Enciclopedia de 1797 para ilustrar varios artículos.

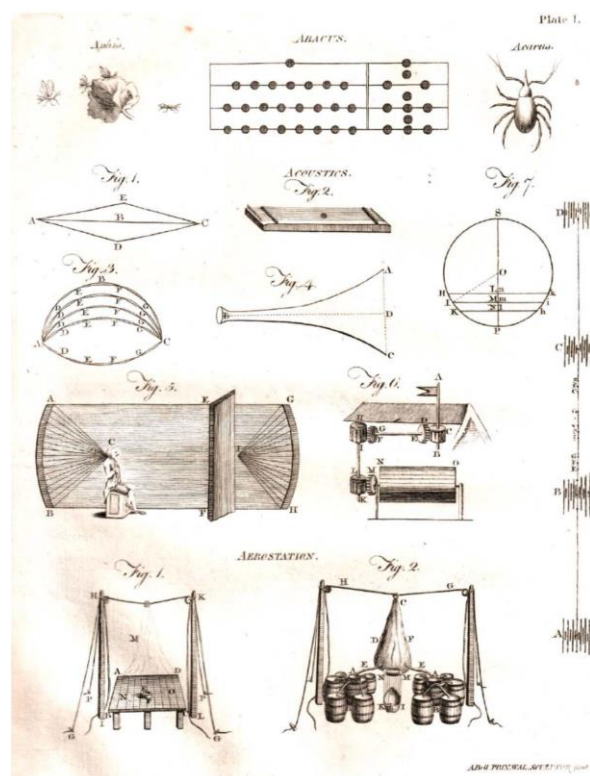


Figura 6. Grabados de apoyo al término Acústica en la 3ª edición de la *Encyclopædia Britannica*, elaborados por Andrew Bell [1]

Las imágenes fueron impresas sobre "Papel verjurado" (Laid paper) hecho a mano, el cual tiene una textura estriada, la cual es impuesta por el proceso de fabricación. En la producción (desde el siglo XII hasta el siglo XIX), el patrón de la textura es producido por el tamiz de alambre en el molde rectangular que se utiliza para producir hojas sueltas de papel. Un trabajador sumerge el molde en una tina que contiene pulpa de lino diluida, entonces lo levanta e inclina para extender la pasta uniformemente sobre el tamiz al tiempo que se golpetea el molde para que el agua drene entre los alambres, reteniendo las fibras juntas. En el proceso, el golpeteo de los cables en el tamiz queda impreso en la hoja de papel.

Bell, quien se inició como grabador de blasones, nombres, etc. en collares de perro, produjo casi la totalidad de los grabados en cobre para las ediciones 1ª a 4ª de la Británica: 160 para la 1ª, 340 para la 2ª, 542 para la 3ª y 531 para la 4ª. Como anécdota, para

la 1ª edición, Bell produjo tres páginas completas de grabados anatómicamente precisas de una pelvis femenina disecada y de fetos en el útero, para ilustrar el término “partería” (obstetricia); Estas Ilustraciones habrían sorprendido al Rey George III, quien ordenó que se arrancaran las páginas de cada copia.

Andrew Bell (1726-1809) era un escocés pintoresco (Figura 1). Su estatura era de apenas 1.37 m, tenía torcidas las piernas y una enorme nariz que a veces él aumentaba un poco con una versión en papel-maché, que se colocaba cada vez que alguien miraba fijamente su nariz. A pesar de su pequeña estatura, deliberadamente montó el caballo más alto disponible en Edimburgo, descendiendo por una escalera ante la aclamación de los espectadores.

Después de que murió Macfarquhar en 1793, Bell compró su Parte de la compañía a sus herederos y se convirtió en el único propietario de la británica hasta su muerte en 1809.

5. COMENTARIOS FINALES

No deja de ser interesante, al leer la entrada de acústica en la Enciclopedia Británica, observar las particularidades del inglés del siglo XVIII, la estilística de la divulgación científica, la búsqueda de utilidad en la ciencia, las contradicciones encontradas en la ciencia durante su evolución al estado del arte actual en la acústica.

A veces se olvida el largo camino recorrido por los científicos en la creación de conocimiento y el de las sociedades en sus deseos y necesidades sociales. Esta lectura nos ayuda a visualizar el esfuerzo de las generaciones anteriores y nos recuerda de nuestra responsabilidad humana de seguir adelante.

6. REFERENCIAS

- [1] *Encyclopædia Britannica*, 3a. Edición, pp 79-92, 1797. Archivos y colecciones de Fernando J. Elizondo Garza. Monterrey, México. Consultado 2019.
- [2] Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Enciclopedia_Brit%C3%A1nica. Consultado en septiembre de 2019.
- [3] Donald E. Stewart, Christopher Hardy Wise Kent, Michael Levy. *Encyclopædia Britannica*. <https://www.britannica.com/>. Consultado en septiembre de 2019.
- [4] National Galleries of Scotland. <https://www.nationalgalleries.org/art-and-artists/23722/andrew-bell-1726-1809-engraver>. Consultado en septiembre de 2019.
- [5] Alchetron. <https://alchetron.com/Colin-Macfarquhar>. Consultado en septiembre de 2019.
- [6] Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Enciclopedia_Brit%C3%A1nica#/media/Houghton_Typ_705.71.363_Encyclopaedia_Britannica_1771_-_title_page.jpg. Archivo: Houghton_Typ_705.71.363_Encyclopaedia_Britannica_1771_-_title_page.jpg. Consultado en agosto –septiembre de 2019.
- [7] Real Academia Española. Diccionario de la lengua española. Edición del Tricentenario. Actualización 2018. <https://dle.rae.es/?id=DgIqVCc>. Consultado en septiembre de 2019.

ANEXO:

EL TÉRMINO "ACÚSTICA" EN LA 3ª EDICIÓN DE LA *ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA* DE 1797 [1]

79

A C O U S T I C S

¹ *Diacoustics*. **I**NSTRACTS us in the nature of sound. It is divided by some writers into *Diacoustics*, which explains the properties of those sounds that come directly from the sonorous body to the ear; and *Catacoustics*, which treats of reflected sounds: but such distinction does not appear to be of any real utility.

CHAP. I. *Different Theories of Sound.*

³ *Of the vehicle of sound*. Most sounds, we all know, are conveyed to us on the bosom of the air. In whatever manner they either float upon it, or are propelled forward in it, certain it is, that, without the vehicle of this or some other fluid, we should have no sounds at all. Let the air be exhausted from a receiver, and a bell shall emit no sound when rung in the void; for, as the air continues to grow less dense, the sound dies away in proportion, so that at last its strongest vibrations are almost totally silent.

⁴ *Air not the only one.* Thus air is a vehicle for sound. However, we must not, with some philosophers, assert, that it is the only vehicle; that, if there were no air, we should have no sounds whatsoever: for it is found by trial, that sounds are conveyed through water almost with the same facility with which they move through air. A bell rung in water returns a tone as distinct as if rung in air. This was observed by Derham, who also remarked that the tone came a quarter deeper. Some naturalists assure us also, that fishes have a strong perception of sounds, even at the bottom of deep rivers (A). From hence, it would seem not to be very material in the propagation of sounds, whether the fluid which conveys them be elastic or otherwise. Water, which, of all substances that we know, has the least elasticity, yet serves to

carry them forward; and if we make allowance for the difference of its density, perhaps the sounds move in it with a proportional rapidity to what they are found to do in the elastic fluid of air.

One thing however is certain, that whether the fluid which conveys the note be elastic or non-elastic, whatever sound we hear is produced by a stroke, which the sounding body makes against the fluid, whether air or water. The fluid being struck upon, carries the impression forward to the ear, and there produces its sensation. Philosophers are so far agreed, that they all allow that sound is nothing more than the impression made by an elastic body upon the air or water (B), and this impression carried along by either fluid to the organ of hearing. But the manner in which this conveyance is made, is still disputed: Whether the sound is diffused into the air, in circle beyond circle, like the waves of water when we disturb the smoothness of its surface by dropping in a stone; or whether it travels along, like rays diffused from a centre, somewhat in the swift manner that electricity runs along a rod of iron; these are the questions which have divided the learned.

Newton was of the first opinion. He has explained the progression of sound by an undulatory, or rather a vermicular, motion in the parts of the air. If we have an exact idea of the crawling of some insects, we shall have a tolerable notion of the progression of sound upon this hypothesis. The insect, for instance, in its motion, first carries its contractions from the hinder part, in order to throw its fore-part to the proper distance, then it carries its contractions from the fore-part to the hinder to bring that forward. Something similar to this is

(A) Dr Hunter has proved this, and demonstrated the auricular organ in these animals. See FISH, and COMPARATIVE *Anatomy*.

(B) Though air and water are both vehicles of sound, yet neither of them seems to be so by itself, but only as it contains an exceedingly subtle fluid capable of penetrating the most solid bodies. Hence, by the medium of that fluid, sounds can be propagated through wood, or metals, even more readily than through the open air. By the same means, deaf people may be made sensible of sounds, if they hold a piece of metal in their mouth, one end of which is applied to the sounding body. As it is certain, therefore, that air cannot penetrate metals, we must acknowledge the medium of sound to be of a more subtle nature; and thus the electrical fluid will naturally occur as the proper one. But why then is sound no longer heard in an exhausted receiver, if the air is not the fluid by which it is conveyed, seeing the electrical matter cannot be excluded? The reply to this is obvious: The electrical fluid is so exceedingly subtle, and pervades solid bodies with so much ease, that any motion of a solid body in a quantity of electric matter by itself, can never excite a degree of agitation in it sufficient for producing a sound; but if the electrical fluid is entangled among the particles of air, water, wood, metal, &c. whatever affects their particles will also affect this fluid, and produce an audible noise. In the experiment of the air-pump, however, there may be an ambiguity, as the gradual exhausting of the air creates an increasing difference of pressure on the outside, and may occasion in the glass a difficulty of vibrating, so as to render it less fit to communicate to the air without the vibrations that strike it from within. From this cause the diminution of sound in an exhausted receiver may be supposed to proceed, as well as from the diminution of the air. But if any internal agitation of its parts should happen to the electrical fluid, exceeding loud noises might be propagated through it, as has been the case when large meteors have kindled at a great distance from the earth. It is also difficult to account for the exceeding great swiftness of sound, upon the supposition that it is propagated by means of air alone; for nothing is more certain, than that the strongest and most violent gale is, in its course, inert and sluggish, compared with the motion of sound.

Different Theories of Sound.

Plate I.
Fig. 1.

is the motion of the air when struck upon by a sounding body. To be a little more precise, suppose ABC, the string of an harpichord screwed to a proper pitch, and drawn out of the right line by the finger at B. We shall have occasion elsewhere to observe, that such a string would, if let go, vibrate to E; and from E to D, and back again; that it would continue thus to vibrate like a pendulum for ever, if not externally resisted, and, like a pendulum, all its little vibrations would be performed in equal times, the last and the first being equally long in performing; also, that, like a pendulum, its greatest swiftness would always be when it arrived at E, the middle part of its motion. Now then, if this string be supposed to fly from the finger at B, it is obvious, that whatever be its own motion, such also will be the motion of the parts of air that fly before it. Its motion, as is obvious, is first uniformly accelerated forward from B to E, then retarded as it goes from E to D, accelerated back again as it returns from D to E, and retarded from E to B. This motion being therefore sent in succession through a range of elastic air, it must happen, that the parts of one range of air must be sent forward with accelerated motion, and then with a retarded motion. This accelerated motion reaching the remotest end of the first range will be communicated to a second range, while the nearest parts of the first range being retarded in their motion, and falling back with the recession of the string, retire first with an accelerated, then with a retarded motion, and the remotest parts will soon follow. In the mean time, while the parts of the first range are thus falling back, the parts of the second range are going forward with an accelerated motion. Thus there will be an alternate condensation and relaxation of the air, during the time of one vibration; and as the air going forward strikes any opposing body with greater force than upon retiring, so each of these accelerated progressions have been called by Newton a *pulse* of sound.

Thus will the air be driven forward in the direction of the string. But now we must observe, that these pulses will move every way; for all motion impressed upon fluids in any direction whatsoever, operates all around in a sphere: so that sounds will be driven in all directions, backwards, forwards, upwards, downwards, and on every side. They will go on succeeding each other, one on the outside of the other, like circles in disturbed water; or rather, they will lie one without the other, in concentric shells, shell above shell, as we see in the coats of an onion.

All who have remarked the tone of a bell, while its sounds are decaying away, must have an idea of the pulses of sound, which, according to Newton, are formed by the air's alternate progression and recession. And it must be observed, that as each of these pulses is formed by a single vibration of the string, they must be equal to each other; for the vibrations of the string are known to be so.

Again, as to the velocity with which sounds travel, this Newton determines, by the most difficult calculation that can be imagined, to be in proportion to the thickness of the parts of the air, and the distance of these parts from each other. From hence he goes on to prove, that each little part moves backward and forward like a pendulum; and from thence he proceeds to demonstrate, that if the atmosphere were of the same

No. 2.

3

density every where as at the surface of the earth, in such a case, a pendulum, that reached from its highest surface down to the surface of the earth, would by its vibrations discover to us the proportion of the velocity with which sounds travel. The velocity with which each pulse would move, he shows, would be as much greater than the velocity of such a pendulum swinging with one complete vibration, as the circumference of a circle is greater than the diameter. From hence he calculates, that the motion of sound will be 979 feet in one second. But this not being consonant to experience, he takes in another consideration, which destroys entirely the rigour of his former demonstration, namely, vapours in the air; and then finds the motion of sound to be 1142 feet in one second, or near 13 miles in a minute: a proportion which experience had established nearly before.

Thus much will serve to give an obscure idea of a theory which has met with numbers of opposers. Even John Bernoulli, Newton's greatest disciple, modestly owns that he did not pretend to understand this part of the *Principia*. He attempted therefore to give a more perspicuous demonstration of his own, that might confirm and illustrate the Newtonian theory. The subject seemed to reject elucidation: his theory is obviously wrong, as D'Alembert has proved in his Theory of Fluids.

Various have been the objections that have been made to the Newtonian system of sounds. It is urged, that this theory can only agree with the motion of sound in an elastic fluid, whereas sounds are known to move forward through water that is not elastic. To explain their progress therefore through water, a second theory must be formed: so that two theories must be made to explain a similar effect; which is contrary to the simplicity of true philosophy, for it is contrary to the simplicity of nature. It is farther urged, that this slow vermicular motion but ill represents the velocity with which sounds travel, as we know by experience that it is almost 13 miles in a minute. In short, it is urged, that such undulations as have been described, when coming from several sonorous bodies at once, would cross, obstruct, and confound each other; so that, if they were conveyed to the ear by this means, we should hear nothing but a medley of discord and broken articulations. But this is equally with the rest contradictory to experience, since we hear the fullest concert, not only without confusion, but with the highest pleasure. These objections, whether well founded or not, have given rise to another theory: which we shall likewise lay before the reader; though it too appears liable to objections, which shall be afterwards mentioned.

Every sound may be considered as driven off from the sounding body in straight lines, and impressed upon the air in one direction only: but whatever impression is made upon a fluid in one direction, is diffused upon its surface into all directions; so that the sound first driven directly forward soon fills up a wide sphere, and is heard on every side. Thus, as it is impressed, it instantaneously travels forward with a very swift motion, resembling the velocity with which we know electricity flies from one end of a line to another.

Now, as to the pulses, or close shakes as the musicians express it, which a sounding body is known to make

Different Theories of Sound.

7

Preceding Theory opposed.

8

The objections.

9

Another Theory.

Ch. I.

Different
Theories of
Sound.

A C O U S T I C S.

81

Different
Theories of
Sounds.

make, each pulse (say the supporters of this theory) is itself a distinct and perfect sound, and the interval between every two pulses is profoundly silent. Continuity of sound from the same body is only a deception of the hearing; for as each distinct sound succeeds at very small intervals, the organ has no time to transmit its images with equal swiftness to the mind, and the interval is thus lost to sense: just as in seeing a flaming torch, if flared round in a circle, it appears as a ring of fire. In this manner a beaten drum, at some small distance, presents us with the idea of continuing sound. When children run with their sticks along a rail, a continuing sound is thus represented, though it need scarce be observed that the stroke against each rail is perfectly distinct and insulated.

According to this theory, therefore, the pulses are nothing more than distinct sounds repeated by the same body, the first stroke or vibration being ever the loudest, and travelling farther than those that follow; while each succeeding vibration gives a new sound, but with diminished force, till at last the pulses decay away totally, as the force decays that gives them existence.

All bodies whatsoever that are struck return more or less a sound: but some, wanting elasticity, give back no repetition of the sound; the noise is at once begotten and dies: while other bodies, however, there are, which being more elastic and capable of vibration, give back a sound, and repeat the same several times successively. These last are said to have a tone; the others are not allowed to have any.

This tone of the elastic string, or bell, is notwithstanding nothing more than a similar sound of what the former bodies produced, but with the difference of being many times repeated while their note is but single. So that, if we would give the former bodies a tone, it will be necessary to make them repeat their sound, by repeating our blows swiftly upon them. This will effectually give them a tone; and even an unmusical instrument has often had a fine effect by its tone in our concerts.

Let us now go on then to suppose, that by swift and equally continued strokes we give any non-elastic body its tone: it is very obvious, that no alterations will be made in this tone by the quickness of the strokes, though repeated ever so fast. These will only render the tone more equal and continuous, but make no alteration in the tone it gives. On the contrary, if we make an alteration in the force of each blow, a different tone will then undoubtedly be excited. The difference will be small, it must be confessed; for the tones of these inflexible bodies are capable but of small variation; however, there will certainly be a difference. The table on which we write, for instance, will return a different sound when struck with a club, from what it did when struck only with a switch. Thus non-elastic bodies return a difference of tone, not in proportion to the swiftness with which their sound is repeated, but in proportion to the greatness of the blow which produced it; for in two equal non-elastic bodies, that body produced the deepest tone which was struck by the greatest blow.

We now then come to a critical question, What is it that produces the difference of tone in two elastic sounding bells or strings? Or what makes one deep and the other shrill? This question has always been hitherto

VOL. I. Part I.

answered by saying, that the depth or height of the note proceeded from the slowness or swiftness of the times of the vibrations. The slowest vibrations, it has been said, are qualified for producing the deepest tones, while the swiftest vibrations produce the highest tones. In this case, an effect has been given for a cause. It is in fact the force with which the sounding string strikes the air when struck upon, that makes the true distinction in the tones of sounds. It is this force, with greater or less impressions, resembling the greater or less force of the blows upon a non-elastic body, which produces correspondent affections of sound. The greatest forces produce the deepest sounds: the high notes are the effect of small efforts. In the same manner a bell, wide at the mouth, gives a grave sound; but if it be very massy withal, that will render it still graver; but if massy, wide, and long or high, that will make the tone deepest of all.

Thus, then, will elastic bodies give the deepest sound, in proportion to the force with which they strike the air: but if we should attempt to increase their force by giving them a stronger blow, this will be in vain; they will still return the same tone; for such is their formation, that they are sonorous only because they are elastic, and the force of this elasticity is not increased by our strength, as the greatness of a pendulum's vibration will not be increased by falling from a greater height.

Thus far of the length of chords. Now as to the frequency with which they vibrate the deepest tones, it has been found, from the nature of elastic strings, that the longest strings have the widest vibrations, and consequently go backward and forward slowest; while, on the contrary, the shortest strings vibrate the quickest, or come and go in the shortest intervals. From hence those who have treated of sounds, have asserted, as was said before, that the tone of the string depended upon the length or the shortness of the vibrations. This, however, is not the case. One and the same string, when struck, must always, like the same pendulum, return precisely similar vibrations; but it is well known, that one and the same string, when struck upon, does not always return precisely the same tone: so that in this case the vibrations follow one rule, and the tone another. The vibrations must be invariably the same in the same string, which does not return the same tone invariably, as is well known to musicians in general. In the violin, for instance, they can easily alter the tone of the string an octave or eight notes higher, by a softer method of drawing the bow; and some are known thus to bring out the most charming airs imaginable. These peculiar tones are by the English fiddlers called *flute-notes*. The only reason, it has been alleged, that can be assigned for the same string thus returning different tones, must certainly be the different force of its strokes upon the air. In one case, it has double the tone of the other; because upon the soft touches of the bow, only half its elasticity is put into vibration.

This being understood (continue the authors of this theory), we shall be able clearly to account for many things relating to sounds that have hitherto been inexplicable. Thus, for instance, if it be asked, When two strings are stretched together of equal lengths, tensions, and thickness, how does it happen, that one of them being struck, and made to vibrate

L

throughout,

Different
Theories of
Sound.

throughout, the other shall vibrate throughout also? the answer is obvious: The force that the string struck receives is communicated to the air, and the air communicates the same to the similar string; which therefore receives all the force of the former; and the force being equal, the vibrations must be so too. Again, put the question, If one string be but half the length of the other, and be struck, how will the vibrations be? The answer is, The longest string will receive all the force of the string half as long as itself, and therefore it will vibrate in proportion, that is, through half its length. In the same manner, if the longest string were three times as long as the other, it would only vibrate in a third of its length; or if four times, in a fourth of its length. In short, whatever force the smaller string impresses upon the air, the air will impress a similar force upon the longer string, and partially excite its vibrations.

10
Eolian Lyre.
See Plate I.
fig. 2.

* Vide Kircheri
Murgia, lib.
ix.

From hence also we may account for the cause of those charming, melancholy gradations of sound in the Eolian lyre; an instrument (says Sir John Hawkins) lately obtruded upon the public as a new invention, though described above a century ago by Kircher*. This instrument is easily made, being nothing more than a long narrow box of thin deal, about 30 inches long, 5 inches broad, and $1\frac{1}{2}$ inches deep, with a circle in the middle of the upper side or belly about $1\frac{1}{2}$ inch diameter, pierced with small holes. On this side are seven, ten, or (according to Kircher) fifteen or more strings of very fine gut, stretched over bridges at each end, like the bridge of a fiddle, and screwed up or relaxed with screw-pins (a). The strings are all tuned to one and the same note; and the instrument is placed in some current of air, where the wind can brush over its strings with freedom. A window with the sash just raised to give the air admission, will answer this purpose exactly. Now when the entering air blows upon these strings with different degrees of force, there will be excited different tones of sound; sometimes the blast brings out all the tones in full concert; sometimes it sinks them to the softest murmurs; it feels for every tone, and by its gradations of strength solicits those gradations of sound which art has taken different methods to produce.

It remains, in the last place, to consider (by this theory) the loudness and lowness, or, as the musicians speak, the strength and softness of sound. In vibrating elastic strings, the loudness of the tone is in proportion to the deepness of the note; that is, in two strings, all things in other circumstances alike, the deepest tone will be loudest. In musical instruments upon a different principle, as in the violin, it is otherwise; the tones are made in such instruments, by a number of small vibrations crowded into one stroke. The refined bow, for instance, being drawn along a string, its roughnesses catch the string at very small intervals, and excite its vibrations. In this instrument, therefore, to excite loud tones, the bow must be drawn quick, and this will produce the greatest number of vibrations. But it must be observed, that the more quick the bow passes over the string, the less apt will

the roughness of its surface be to touch the string at every instant; to remedy this, therefore, the bow must be pressed the harder as it is drawn quicker, and thus its fullest sound will be brought from the instrument. If the swiftness of the vibrations in an instrument thus rubbed upon, exceed the force of the deeper sound in another, then the swift vibrations will be heard at a greater distance, and as much farther off as the swiftness in them exceeds the force in the other.

By the same theory (it is alleged) may all the phenomena of musical sounds be easily explained.—The fables of the ancients pretend, that music was first found out by the beating of different hammers upon the smith's anvil. Without pursuing the fable, let us endeavour to explain the nature of musical sounds by a similar method. Let us suppose an anvil, or several similar anvils, to be struck upon by several hammers of different weights or forces. The hammer, which is double that of another, upon striking the anvil will produce a sound double that of the other: this double sound musicians have agreed to call an Octave. The ear can judge of the difference or resemblance of these sounds with great ease, the numbers being as one and two, and therefore very readily compared. Suppose that an hammer, three times less than the first, strikes the anvil, the sound produced by this will be three times less than the first: so that the ear, in judging the similitude of these sounds, will find somewhat more difficulty; because it is not so easy to tell how often one is contained in three, as it is to tell how often it is contained in two. Again, suppose that an hammer four times less than the first strikes the anvil, the ear will find greater difficulty still in judging precisely the difference of the sounds; for the difference of the numbers four and one cannot so soon be determined with precision as three and one. If the hammer be five times less, the difficulty of judging will be still greater. If the hammer be six times less, the difficulty still increases, and so also of the seventh, inasmuch that the ear cannot always readily and at once determine the precise gradation. Now, of all comparisons, those which the mind makes most easily, and with least labour, are the most pleasing. There is a certain regularity in the human soul, by which it finds happiness in exact and striking, and easily-made comparisons. As the ear is but an instrument of the mind, it is therefore most pleased with the combination of any two sounds, the differences of which it can most readily distinguish. It is more pleased with the concord of two sounds which are to each other as one and two, than of two sounds which are as one and three, or one and four, or one and five, or one and six or seven. Upon this pleasure, which the mind takes in comparison, all harmony depends. The variety of sounds is infinite; but because the ear cannot compare two sounds so as readily to distinguish their discriminations when they exceed the proportion of one and seven, musicians have been content to confine all harmony within that compass, and allowed but seven notes in musical composition.

Let us now then suppose a stringed instrument fitted up

(a) The figure represents the instrument with ten chords; of which some direct only eight to be tuned unisons, and the two outermost octaves below them. But this seems not to be material.

Ch. I.

A C O U S T I C S.

83

Of Musical
Sounds.Of Musical
Sounds.

up in the order mentioned above. For instance: Let the first string be twice as long as the second; let the third string be three times shorter than the first; let the fourth be four times, the fifth string five times, and the sixth six times as short as the first. Such an instrument would probably give us a representation of the lyre as it came first from the hand of the inventor. This instrument will give us all the seven notes following each other, in the order in which any two of them will accord together most pleasingly; but yet it will be a very inconvenient and a very disagreeable instrument: inconvenient, for in a compass of seven strings only, the first must be seven times as long as the last; and disagreeable, because this first string will be seven times as loud also; so that when the tones are to be played in a different order, loud and soft sounds would be intermixed with most disgusting alternations. In order to improve the first instrument, therefore, succeeding musicians very judiciously threw in all the other strings between the two first, or, in other words, between the two Octaves, giving to each, however, the same proportion to what it would have had in the first natural instrument. This made the instrument more portable, and the sounds more even and pleasing. They therefore disposed the sounds between the Octave in their natural order, and gave each its own proportional dimensions. Of these sounds, where the proportion between any two of them is most obvious, the concord between them will be most pleasing. Thus Octaves, which are as two to one, have a most harmonious effect; the fourth and fifth also sound sweetly together, and they will be found, upon calculation, to bear the same proportion to each other that Octaves do. "Let it not be supposed (says Mr Saver), that the musical scale is merely an arbitrary combination of sounds; it is made up from the consonance and differences of the parts which compose it. Those who have often heard a fourth and fifth accord together, will be naturally led to discover their difference at once; and the mind unites itself to their beauties." Let us then cease to assign the coincidences of vibrations as the cause of harmony, since these coincidences in two strings vibrating at different intervals, must at best be but fortuitous; whereas concord is always pleasing. The true cause why concord is pleasing, must arise from our power, in such a case, of measuring more easily the differences of the tones. In proportion as the note can be measured with its fundamental tone by large and obvious distinctions, then the concord is most pleasing; on the contrary, when the ear measures the discriminations of two tones by very small parts, or cannot measure them at all, it loses the beauty of their resemblance: the whole is discord and pain (c).

But there is another property in the vibration of a musical string not yet taken notice of, and which is alleged to confirm the foregoing theory. If we strike the string of an harpsichord, or any other elastic sounding chord whatever, it returns a continuing sound. This till of late was considered as one simple uniform tone; but all

musicians now confess, that instead of one tone it actually returns four tones, and that constantly. The notes are, beside the fundamental tone, an octave above, a twelfth above, and a seventeenth. One of the bass-notes of an harpsichord has been dissected in this manner by Rameau, and the actual existence of these tones proved beyond a possibility of being controverted. In fact, the experiment is easily tried; for if we smartly strike one of the lower keys of an harpsichord, and then take the finger briskly away, a tolerable ear will be able to distinguish, that, after the fundamental tone has ceased, three other shriller tones will be distinctly heard; first the octave above, then the twelfth, and lastly the seventeenth: the octave above is in general almost mixed with the fundamental tone, so as not to be easily perceived, except by an ear long habituated to the minute discriminations of sounds. So that we may observe, that the smallest tone is heard last, and the deepest and largest one first: the two others in order.

In the whole theory of sounds, nothing has given greater room for speculation, conjecture, and disappointment, than this amazing property in elastic strings. The whole string is universally acknowledged to be in vibration in all its parts, yet this single vibration returns no less than four different sounds. They who account for the tones of strings by the number of their vibrations, are here at the greatest loss. Daniel Bernoulli supposes, that a vibrating string divides itself into a number of curves, each of which has a peculiar vibration; and though they all swing together in the common vibration, yet each vibrates within itself. This opinion, which was supported, as most geometrical speculations are, with the parade of demonstration, was only born soon after to die. Others have ascribed this to an elastic difference in the parts of the air, each of which, at different intervals, thus received different impressions from the string, in proportion to their elasticity. This is absurd. If we allow the difference of tone to proceed from the force, and not the frequency, of the vibrations, this difficulty will admit of an easy solution. These sounds, though they seem to exist together in the string, actually follow each other in succession: while the vibration has greatest force, the fundamental tone is brought forward: the force of the vibration decaying, the octave is produced, but almost only instantaneously; to this succeeds, with diminished force, the twelfth; and, lastly, the seventeenth is heard to vibrate with great distinctness, while the three other tones are always silent. These sounds, thus excited, are all of them the harmonic tones, whose differences from the fundamental tone are, as was said, strong, and distinct. On the other hand, the discordant tones cannot be heard. Their differences being but very small, they are overpowered, and in a manner drowned in the tones of superior difference: yet not always neither; for Daniel Bernoulli has been able, from the same stroke, to make the same string bring out its harmonic and its discordant tones also (d.) So that from hence we may justly infer, that every note whatsoever

L 2

is

(c) It is certain, that in proportion to the simplicity of relations in sound, the ear is pleased with its combinations; but this is not to be admitted as the cause why musicians have confined all harmony to an octave. Discriminated sounds, whose vibrations either never coincide, or at least very rarely, do not only cease to please, but violently grate, the ear. Harmony and discord, therefore, are neither discriminated by the judgment of hearers, nor the institution of musicians, but by their own essential and immutable nature.

(d) Vid. *Memoires de l'Academie de Berlin*, 1753, p. 153.

Of Musical Sounds. is only a succession of tones; and that those are most distinctly heard, whose differences are most easily perceivable.

¹¹ Objections to the preceding theory. To this theory, however, though it has a plausible appearance, there are strong and indeed insuperable objections. The very fundamental principle of it is false. No body whatever, whether elastic or non-elastic, yields a graver sound by being struck with a larger instrument, unless either the sounding body, or that part of it which emits the sound, is enlarged. In this case, the largest bodies always return the gravest sounds.

In speaking of elastic and non-elastic bodies in a musical sense, we are not to push the distinction so far as when we speak of them philosophically. A body is *musically* elastic, all of whose parts are thrown into vibrations so as to emit a sound when only part of their surface is struck. Of this kind are bells, musical strings, and all bodies whatever that are considerably hollow.—Musical non-elastics are such bodies as emit a sound only from that particular place which is struck: thus, a table, a plate of iron nailed on wood, a bell hung in the earth, are all of them non-elastics in a musical sense, though not philosophically so. When a solid body, such as a log of wood, is struck with a switch, only that part of it emits a sound which comes in contact with the switch; the note is acute and loud, but would be no less so though the adjacent parts of the log were removed. If, instead of the switch, a heavier or larger instrument is made use of, a larger portion of its surface then returns a sound, and the note is consequently more grave; but it would not be so, if the large instrument struck with a sharp edge, or a surface only equal to that of the small one.

In sounds of this kind, where there is only a single thwack, without any repetition, the immediate cause of the gravity or acuteness seems to be the quantity of air displaced by the sounding body; a large quantity of air displaced, produces a grave sound, and a smaller quantity a more acute one, the force wherewith the air is displaced signifying very little.—What we hear advanced is confirmed by some experiments made by Dr Priestley, concerning the *musical tone* of electrical discharges. The passage being curious, and not very long, we shall here transcribe it:

“As the course of my experiments has required a great variety of electrical explosions, I could not help observing a great variety in the musical tone made by the reports. This excited my curiosity to attempt to reduce this variation to some measure. Accordingly, by the help of a couple of spinets, and two persons who had good ears for music, I endeavoured to ascertain the tone of some electrical discharges; and observed, that every discharge made several strings, particularly those that were chords to one another, to vibrate: but one note was always predominant, and sounded after the rest. As every explosion was repeated several times, and three of us separately took the same note, there remained no doubt but that the tone we fixed upon was at least very near the true one. The result was as follows:

“A jar containing half a square foot of coated glass sounded F sharp, concert pitch. Another jar of a different form, but equal surface, sounded the same.

“A jar of three square feet sounded C below F

sharp. A battery consisting of sixty-four jars, each containing half a square foot, sounded F below the C.

“The same battery, in conjunction with another of thirty-one jars, sounded C sharp. So that a greater quantity of coated glass always gave a deeper note.

“Differences in the degree of a charge in the same jar made little or no difference in the tone of the explosion: if any, a higher charge gave rather a deeper note.”

These experiments show us how much the gravity or acuteness of sounds depend on the quantity of air put in agitation by the sounding body. We know that the noise of the electric explosion arises from the return of the air into the vacuum produced by the electric flash. The larger the vacuum, the deeper was the note: for the same reason, the discharge of a musket produces a more acute note than that of a cannon; and thunder is deeper than either.

Besides this, however, other circumstances concur to produce different degrees of gravity or acuteness in sounds. The sound of a table struck upon with a piece of wood, will not be the same with that produced from a plate of iron struck by the same piece of wood, even if the blows should be exactly equal, and the iron perfectly kept from vibrating.—Here the sounds are generally said to differ in their degrees of acuteness, according to the specific gravities or densities of the substances which emit them. Thus gold, which is the most dense of all metals, returns a much graver sound than silver; and metalline wires, which are more dense than thermis, return a proportionably greater sound.—But neither does this appear to be a general rule in which we can put confidence. Bell-metal is denser than copper, but it by no means appears to yield a graver sound; on the contrary, it seems very probable, that copper will give a graver sound than bell-metal, if both are struck upon in their non-elastic state; and we can by no means think that a bell of pure tin, the least dense of all the metals, will give a more acute sound than one of bell-metal, which is greatly more dense.—In some bodies hardness seems to have a considerable effect. Glass, which is considerably harder than any metal, gives a more acute sound; bell-metal is harder than gold, lead, or tin, and therefore sounds much more acutely; though how far this holds with regard to different substances, there are not a sufficient number of experiments for us to judge.

In bodies musically elastic, the whole substance vibrates with the slightest stroke, and therefore they always give the same note whether they are struck with a large or with a small instrument: so that striking a part of the surface of any body musically elastic is equivalent, in it, to striking the whole surface of a non-elastic one. If the whole surface of a table was struck with another table, the note produced would be neither more nor less acute whatever force was employed; because the whole surface would then yield a sound, and no force could increase the surface: the sound would indeed be louder in proportion to the force employed, but the gravity would remain the same. In like manner, when a bell, or musical string, is struck, the whole substance vibrates, and a greater stroke cannot increase the substance.—Hence we see the fallacy of what is said concerning the Pythagorean anvils. An anvil is a body musically elastic, and no difference in the tone

Ch. I.

A C O U S T I C S.

85

Of Musical
Sounds.

can be perceived whether it is struck with a large, or with a small hammer; because either of them are sufficient to make the whole substance vibrate, provided nothing but the anvil is struck upon: smiths, however, do not strike their anvils, but red-hot iron laid upon their anvils; and thus the vibrations of the anvil are stopped, so that it becomes a non-elastic body, and the differences of tone in the strokes of different hammers proceed only from the surface of the large hammers covering the whole surface of the iron, or at least a greater part of it than the small ones. If the small hammer is sufficient to cover the whole surface of the iron as well as the large one, the note produced will be the same, whether the large or the small hammer is used.

Lastly, The argument for the preceding theory, grounded on the production of what are called *flute-notes* on the violin, is built on a false foundation; for the bow being lightly drawn on an open string, produces no *flute-notes*, but only the harmonies of the note to which the string is tuned. The *flute-notes* are produced by a particular motion of the bow, quick and near the bridge, and by fingering very gently. By this management, the same sounds are produced, tho' at certain intervals only, as if the vibrations were transferred to the space between the end of the finger-board and the finger, instead of that between the finger and the bridge. Why this small part of the string should vibrate in such a case, and not that which is under the immediate action of the bow, we must own ourselves ignorant: nor dare we affirm that the vibrations really are transferred in this manner, only the same sounds are produced as if they were.

Though these objections seem sufficiently to overturn the foregoing theory, with regard to acute sounds being the effects of weak strokes, and grave ones of stronger impulses, we cannot admit that longer or shorter vibrations are the occasion of gravity or acuteness in sound. A musical sound, however lengthened, either by string or bell, is only a repetition of a single one, whose duration by itself is but for a moment, and is therefore termed *inappreciable*, like the smack of a whip, or the explosion of an electrical battery. The continuation of the sound is nothing more than a repetition of this instantaneous inappreciable noise after the manner of an echo, and it is only this echo that makes the sound agreeable. For this reason, music is much more agreeable when played in a large hall where the sound is reverberated, than in a small room where there is no such reverberation. For the same reason, the sound of a string is more agreeable when put on a hollow violin than when fastened to a plain board, &c.—In the sound of a bell, we cannot avoid observing this echo very distinctly. The sound appears to be made up of distinct pulses, or repetitions of the same note produced by the stroke of the hammer. It can by no means be allowed, that the note would be more acute though these pulses were to succeed one another more rapidly; the sound would indeed become more simple, but would still preserve the same tone.—In musical strings the reverberations are vastly more quick than in bells; and therefore their sound is more uniform or simple, and consequently more agreeable than that of bells. In musical glasses*, the vibrations must be inconceivably quicker than in any bell, or stringed instrument: and hence they are of all others

* See Harmonics.

the most simple and the most agreeable, though neither the most acute nor the loudest.—As far as we can judge, quickness of vibration contributes to the uniformity, or simplicity, but not to the acuteness, nor to the loudness, of a musical note.

It may here be objected, that each of the different pulses, of which we observe the sound of a bell to be composed, is of a very perceptible length, and far from being instantaneous; so that it is not fair to infer that the sound of a bell is only a repetition of a single instantaneous stroke, seeing it is evidently the repetition of a lengthened note.—To this it may be replied, that the inappreciable sound which is produced by striking a bell in a non-elastic state, is the very same which, being first propagated round the bell, forms one of these short pulses that is afterwards re-echoed as long as the vibrations of the metal continue, and it is impossible that the quickness of repetition of any sound can either increase or diminish its gravity.

CHAP. II. Of the propagation of Sound. Newton's Doctrine explained and vindicated.

Propagation
of
Sound.

THE WRITERS on sound have been betrayed into these difficulties and obscurities, by rejecting the 47th proposition, B. ii. of Newton, as inconclusive reasoning. Of this proposition, however, the ingenious Mr Young of Trinity college, Dublin, has lately given a clear, explanatory, and able defence. He candidly owns that the demonstration is obscurely stated, and takes the liberty of varying, in some degree, from the method of Newton.

13
Propaga-
tion of
sound.

"1. The parts of all sounding bodies, (he observes), vibrate according to the law of a cycloidal pendulum: for they may be considered as composed of an indefinite number of elastic fibres; but these fibres vibrate according to that law. *Vide Helsham, p. 270.*

"2. Sounding bodies propagate their motions on all sides in *directum*, by successive condensations and rarefactions, and successive goings forward and returnings backward of the particles. *Vide prop. 43. B. 2. Newton.*

"3. The pulses are those parts of the air which vibrate backwards and forwards; and which, by going forward, strike (*pulsant*) against obstacles. The latitude of a pulse is the rectilinear space through which the motion of the air is propagated during one vibration of the sounding body.

"4. All pulses move equally fast. This is proved by experiment; and it is found that they describe 1070 Paris feet, or 1142 London feet in a second, whether the sound be loud or low, grave or acute.

"5. Prob. To determine the latitude of a pulse. Divide the space which the pulse describes in a given time (4) by the number of vibrations performed in the same time by the sounding body, (*cor. 1. prop. 24. Smith's Harmonics*), the quotient is the latitude.

"M. Sauveur, by some experiments on organ-pipes, found that a body, which gives the gravest harmonic sound, vibrates 12 times and a half in a second, and that the shrillest sounding body vibrates 51.100 times in a second. At a medium, let us take the body which gives what Sauveur calls his *fixed sound*: it performs 100 vibrations in a second, and in the same time the pulses describe 1070 Parisian feet; therefore the space described by the pulses whilst the body vibrates once, that

Propaga-
tion of
Sound.

that is, the latitude or interval of the pulse, will be 10.7 feet.

"6. Prob. To find the proportion which the greatest space, through which the particles of the air vibrate, bears to the radius of a circle, whose perimeter is equal to the latitude of the pulse.

"During the first half of the progress of the elastic fibre, or sounding body, it is continually getting nearer to the next particle; and during the latter half of its progress, that particle is getting farther from the fibre, and these portions of time are equal (*Helfham*): therefore we may conclude, that at the end of the progress of the fibre, the first particle of air will be nearly as far distant from the fibre as when it began to move; and in the same manner we may infer, that all the particles vibrate through spaces nearly equal to that run over by the fibre.

"Now, M. Sauveur (*Acad. Science, an. 1700, p. 141*) has found by experiment, that the middle point of a chord which produces his *fixed sound*, and whose diameter is $\frac{1}{8}$ th of a line, runs over in its smallest sensible vibrations $\frac{1}{2}$ th of a line, and in its greatest vibrations 72 times that space; that is $72 \times \frac{1}{8}$ th of a line, or 4 lines, that is, $\frac{1}{4}$ d of an inch.

"The latitude of the pulses of this fixed sound is 10.7 feet (5); and since the circumference of a circle is to its radius as 710 is to 113, the greatest space described by the particles will be to the radius of a circle, whose periphery is equal to the latitude of the pulse as $\frac{1}{4}$ d of an inch is to 1.7029 feet, or 20.4348 inches, that is, as 1 to 61.3044.

"If the length of the string be increased or diminished in any proportion, *ceteris paribus*, the greatest space described by its middle point will vary in the same proportion. For the inflecting force is to the tending force as the distance of the string from the middle point of vibration to half the length of the string (*see Helfham and Martin*); and therefore the inflecting and tending forces being given, the string will vibrate through spaces proportional to its length; but the latitude of the pulse is inversely as the number of vibrations performed by the string in a given time, (5) that is, directly as the time of one vibration, or directly as the length of the string (*prop. 24. cor. 7. Smith's Harmonics*); therefore the greatest space through which the middle point of the string vibrates, will vary in the direct ratio of the latitude of the pulse, or of the radius of a circle whose circumference is equal to the latitude, that is, it will be to that radius as 1 to 61.3044.

"7. If the particles of the aerial pulses, during any part of their vibration, be successively agitated, according to the law of a cycloidal pendulum, the comparative elastic forces arising from their mutual action, by which they will afterwards be agitated, will be such as will cause the particles to continue that motion, according to the same law, to the end of their vibration.

"Let AB, BC, CD, &c. denote the equal distances of the successive pulses; ABC the direction of the motion of the pulses propagated from A towards B; E, F, G, three physical points of the quiescent medium, situated in the right line AC at equal distances from each other; Ee, Ff, Gg the very small equal spaces through which these particles vibrate; α, β, γ any intermediate places of these points.

Draw the right line PS equal to Ee, bisect it in O, and from the centre O with the radius OP describe the circle SIPh. Let the whole time of the vibration of a particle and its parts be denoted by the circumference of this circle and its proportional parts. And since the particles are supposed to be at first agitated according to the law of a cycloidal pendulum, if at any time PH, or PHSb, the perpendicular HL or hI, be let fall on PS, and if Ee be taken equal to PL or Ph, the particle E shall be found in α . Thus will the particle E perform its vibrations according to the law of a cycloidal pendulum. *Prop. 52. B. 1. Principia.*

"Let us suppose now, that the particles have been successively agitated, according to this law, for a certain time, by any cause whatsoever, and let us examine what will be the comparative elastic forces arising from their mutual action, by which they will afterwards continue to be agitated.

"In the circumference PHSb take the equal arches HI, IK in the same ratio to the whole circumference which the equal right lines EF, FG have to BC the whole interval of the pulses; and let fall the perpendiculars HL, IM, KN. Since the points E, F, G are successively agitated in the same manner, and perform their entire vibrations of progress and regress while the pulse is propagated from B to C, if PH be the time from the beginning of the motion of E, PI will be the time from the beginning of the motion of F, and PK the time from the beginning of the motion of G; and therefore Ee, Ff, Gg will be respectively equal to PL, PM, PN in the progress of the particles. Whence $\alpha\beta$ or EF + Ff - Ee, is equal to EF - LM. But $\alpha\beta$ is the expansion of EF in the place $\alpha\beta$, and therefore this expansion is to its mean expansion as EF - LM to EF. But LM is to IH as IM is to OP, and IH is to EF as the circumference PHSb is to BC; that is, as OP is to V, if V be the radius of a circle whose circumference is BC; therefore, *ex aequo*, LM is to EF as IM is to V; and therefore the expansion of EF in the place $\alpha\beta$ is to its mean expansion as V - IM is to V; and the elastic force existing between the physical points E and F is to the mean elastic force as

$\frac{1}{V - IM}$ is to $\frac{1}{V}$ (*Cotes Pneum. Lell. 9.*) By the same argument, the elastic force existing between the physical points F and G is to the mean elastic force as $\frac{1}{V - KN}$ is to $\frac{1}{V}$; and the difference between these forces is to the mean elastic force as

$\frac{IM - KN}{V^2 - V \cdot IM - V \cdot KN + IM \cdot KN}$ is to $\frac{1}{V}$; that is, as $\frac{IM - KN}{V^2}$ is to $\frac{1}{V}$; or as IM - KN is to V; if only (upon account of the very narrow limits of the vibration) we suppose IM and KN to be indefinitely less than V. Wherefore, since V is given, the difference of the forces is as IM - KN, or as HL - IM (because KH is bisected in I); that is, (because HL - IM is to IH as OM is to OI or OP, and IH and OP are given quantities) as OM; that is, if Ff be bisected in α as $\alpha\beta$.

"In the same manner it may be shown, that if PHSb be the time from the beginning of the motion of E, PHSi will be the time from the beginning of the motion of F, and PHSk the time from the beginning of the motion of G, and PHSl the time from the beginning of the motion of H, &c.

"In the same manner it may be shown, that if PHSb be the time from the beginning of the motion of E, PHSi will be the time from the beginning of the motion of F, and PHSk the time from the beginning of the motion of G, and PHSl the time from the beginning of the motion of H, &c.

Propaga-
tion of
Sound.

Plate I.
fig. 7.

Ch. II.

A C O U S T I C S.

87

Propaga-
tion of
Sound.

the motion of G; and that the expansion of EF in the place e is to its mean expansion as $EF+F_2-E_1$, or as $EF+im$ is to EF, or as $V+bl$ is to V in its regrefs; and its elastic force to the mean elastic force as $\frac{1}{V+bl}$ is to $\frac{1}{V}$; and that the difference of the elastic forces existing between E and F, and between F and G is to the mean elastic force as $kn-im$ is to V; that is, directly as Ω .

"But this difference of the elastic forces, existing between E and F, and between F and G, is the comparative elastic force by which the physical point e is agitated: and therefore the comparative accelerating force, by which every physical point in the medium will continue to be agitated both in progress and regrefs, will be directly as its distance from the middle point of its vibration; and consequently, will be such as will cause the particles to continue their motion, undisturbed, according to the law of a cycloidal pendulum. *Prop. 38. l. 1. Newton.*

"Newton rejects the quantity $\frac{1}{V} \times IM + KN + IM \times KN$, on supposition that IM and KN are indefinitely less than V. Now, although this may be a reasonable hypothesis, yet, that this quantity may be safely rejected, will, I think, appear in a more satisfactory manner from the following considerations derived from experiment: PS, in its greatest possible state, is to V as 1 is to 61.3044 (6); and therefore IM or KN, in its greatest possible state, (that is, when the vibrations of the body are as great as possible, and the particle in the middle point of its vibration) is to V as 1 is to 122.6. Hence $V^2 = 15030.76$, $V \times IM + KN = 45.2$ and $IM \times KN = 1$; therefore V^2 is to $V^2 - V \times IM + KN + IM \times KN$ as 15.03076 is to 14786.56; that is, as 61 is to 60 nearly.

"Hence it appears, that the greatest possible error in the accelerating force, in the middle point, is the $\frac{1}{61}$ part of the whole. In other points it is much less; and in the extreme points the error entirely vanishes.

"We should also observe, that the ordinary sounds we hear are not produced by the greatest possible vibrations of which the sounding body is capable; and that in general IM and KN are nearly evanescent with respect to V. And very probably the disagreeable sensations we feel in very loud sounds, arise not only from IM or KN bearing a sensible proportion to V, by which means the cycloidal law of the pulses may be in some measure disturbed, but also from the very law of the motion of the sounding body itself being disturbed. For, the proof of this law's being observed by an elastic fibre is founded on the hypothesis that the space, through which it vibrates, is indefinitely little with respect to the length of the string. See *Smith's Harmonics*, p. 237, *Helfham*, p. 270.

"8. If a particle of the medium be agitated, according to the law of a cycloidal pendulum, the comparative elastic force, acting on the adjacent particle, from the instant in which it begins to move, will be such as will cause it to continue its motion according to the same law.

"For let us suppose, that three particles of the medium had continued to move for times denoted by the arches PK, PI, PH, the comparative elastic force,

Propaga-
tion of
Sound.

acting on the second during the time of its motion, would have been denoted by HL—IM, that is, would have been directly as MO (7). And if this time be diminished till I becomes coincident with P, that is, if you take the particles in that state when the second is just beginning to move, and before the third particle has yet been set in motion; then the point M will fall on P, and MO become PO; that is, the comparative elastic force of the second particle, at the instant in which it begins to move, will be to the force with which it is agitated in any other moment of time, before the subsequent particle has yet been set in motion, directly as its distance from the middle point of vibration. Now this comparative elastic force, with which the second particle is agitated in the very moment in which it begins to move, arises from the preceding particle's approaching it according to the law of a pendulum; and therefore, if the preceding particle approaches it in this manner, the force by which it will be agitated, in the very moment it begins to move, will be exactly such as should take place in order to move it according to the law of a pendulum. It therefore sets out according to that law, and consequently the subsequent elastic forces, generated in every successive moment, will also continue to be of the just magnitude which should take place, in order to produce such a motion.

"9. The pulses of the air are propagated from sounding bodies, according to the law of a cycloidal pendulum. The point E of any elastic fibre *pro-Plate I.* producing a sound, may be considered as a particle of *fig. 7.* air vibrating according to the law of a pendulum (1). This point E will therefore move according to this law for a certain time, denoted by the arch IH, before the second particle begins to move; for sound is propagated in time through the successive particles of air (4). Now from that instant, the comparative elastic force which agitates F, is (8) directly as its distance from the middle point of vibration. F therefore sets out with a motion according to the law of a pendulum; and therefore the comparative elastic force by which it will be agitated until G begins to move, will continue that law (8). Consequently F will approach G in the same manner as E approached F, and the comparative elastic force of G, from the instant in which it begins to move, will be directly as its distance from the middle point of vibration; and so on in succession. Therefore all the particles of air in the pulses successively set out from their proper places according to the law of a pendulum, and therefore (7) will finish their entire vibrations according to the same law.

"*Cor. 1.* The number of pulses propagated is the same with the number of vibrations of the tremulous body, nor is it multiplied in their progress: because the little physical line *xy*, (*fig. 7.*) as soon as it returns to its proper place, will there quiesce; for its velocity, which is denoted by the sine IM, then vanishes, and its density becomes the same with that of the ambient medium. This line, therefore, will no longer move, unless it be again driven forwards by the impulse of the sounding body, or of the pulses propagated from it.

"*Cor. 2.* In the extreme points of the little space through which the particle vibrates, the expansion of the air is in its natural state; for the expansion of the physical line is to its natural expansion as $V+IM$ is to Ω .

Propaga-
tion of
Sound.

to V; but IM is then equal to nothing. In the middle point of the progress the condensation is greatest; for IM is then greatest, and consequently the expansion V-IM least. In the middle of the regrefs, the rarefaction is greatest; for im, and consequently V+im, is then greatest.

“10. To find the velocity of the pulses, the density and elastic force of the medium being given.

“This is the 49th prop. B. 2. Newton, in which he shows, that whilst a pendulum, whose length is equal to the height of the homogeneous atmosphere, vibrates once forwards and backwards, the pulses will describe a space equal to the periphery of a circle described with that altitude as its radius.

“Cor. 1. He thence shows, that the velocity of the pulses is equal to that which a heavy body would acquire in falling down half the altitude of that homogeneous atmosphere; and therefore, that all pulses move equally fast, whatever be the magnitude of PS, or the time of its being described; that is, whether the tone be loud or low, grave or acute. See *Hales de Sonis*, § 49.

“Cor. 2. And also, that the velocity of the pulses is in a ratio compounded of the direct subduplicate ratio of the elastic force of the medium, and the inverse subduplicate of its density. Hence sounds move somewhat faster in summer than in winter. See *Hales de Sonis*, p. 146.

“11. The strength of a tone is as the moment of the particles of air. The moment of these particles, (the medium being given) is as their velocity; and the velocity of these particles is as the velocity of the string which sets them in motion (9). The velocities of two different strings are equal when the spaces which they describe in their vibrations are to each other as the times of these vibrations: therefore, two different tones are of equal strength, when the spaces, through which the strings producing them vibrate, are directly as the times of their vibration.

ad Plate II. “12. Let the strength of the tones of the two strings AB, CD, which differ in tension only (fig. 1, 2.) be equal. Quere the ratio of the inflecting forces F and f. From the hypothesis of the equality of the strength of the tones, it follows (11), that the space GE must be to the space HF as $f^{\frac{1}{2}}$ to $F^{\frac{1}{2}}$, (*Smith's Harm. Prop.* 24. Cor. 4.) Now the forces inflecting AB, CD through the equal spaces GE, HP are to each other as the tending forces, that is, as F to f, (*Malcolm's Treatise on Music*, p. 52.) But the force inflecting CD through HP is to the force inflecting it through HF as HP or GE to HF, (*ib.* p. 47.) that is, by the hyp. as $f^{\frac{1}{2}}$ to $F^{\frac{1}{2}}$. Therefore, *ex æquo*, the forces inflecting AB and CD, when the tones are equally strong, are to each other as $F \times f^{\frac{1}{2}}$ to $f \times F^{\frac{1}{2}}$, or as $F^{\frac{1}{2}}$ to $f^{\frac{1}{2}}$. That is, the forces necessary to produce tones of equal strength in various strings which differ only in tension, are to each other in the subduplicate ratio of the tending forces, that is, inversely as the time of one vibration, or directly as the number of vibrations performed in a given time. Thus, if CD be the acute octave to AB, its tending force will be quadruple that of AB, (*Malcolm's Treatise on Music*, p. 53); and therefore to produce tones of equal strength in these strings, the force impelling CD must be double that impelling AB; and so in other cases.

Nº 3.

Propaga-
tion of
Sound.

ad Plate II.

“Suppose, now, that the strings AB, CD, (fig. 2, 3.) differ in length only. The force inflecting AB through GE is to the tending force, which is given, as GE to AG; and this tending force is to the force inflecting CD through the space HP equal to GE, as HD to HP. Therefore, *ex æquo*, the forces inflecting AB and CD through the equal spaces GE and HP, are to each other as HD to AG, or as CD to AB. But the force inflecting CD through HP is to the force inflecting it through HF, as HP or GE to HF, that is, because these spaces are as the times (11), as AB to CD. Therefore, *ex æquo*, the forces inflecting AB and CD, when the tones are equally strong, are to each other in a ratio of equality. Hence we should suppose, that in this case, an equal number of equal impulses would generate equally powerful tones in these strings. But we are to observe, that the longer the string, the greater, *ceteris paribus*, is the space through which a given force inflects it (*Malcolm*); and therefore whatever diminution is produced in the spaces through which the strings move in their successive vibrations, arising either from the want of perfect elasticity in the strings, or from the resistance of the air, this diminution will bear a greater proportion to the less space, through which the shorter string vibrates. And this is confirmed by experience; for we find that the duration of the tone and motion of the whole string exceeds that of any of its subordinate parts. Therefore, after a given interval of time, a greater quantity of motion will remain in the longer string; and consequently, after the successive equal impulses have been made, a greater degree of motion will still subsist in it. That is, a given number of equal impulses being made on various strings differing in length only, a stronger sound will be produced in that which is the longer.”

CHAP. III. Of the Velocity, &c. of Sound. Axioms.

EXPERIENCE has taught us, that sound travels at about the rate of 1142 feet in a second, or near 13 miles in a minute; nor do any obstacles hinder its progress, a contrary wind only a small matter diminishing its velocity.

The method of calculating its progress is easily made known. When a gun is discharged at a distance, we see the fire long before we hear the sound. If then we know the distance of the place, and know the time of the interval between our first seeing the fire and then hearing the report, this will show us exactly the time the sound has been travelling to us. For instance, if the gun is discharged a mile off, the moment the flash is seen, you take a watch and count the seconds till you hear the sound; the number of seconds is the time the sound has been travelling a mile.—Again, by the above axiom, we are enabled to find the distance between objects that would be otherwise immeasurable. For example, suppose you see the flash of a gun in the night at sea, and tell seven seconds before you hear the report, it follows therefore, that the distance is seven times 1142 feet, that is, 24 yards more than a mile and a half. In like manner, if you observe the number of seconds between the lightning and the report of the thunder, you know the distance of the cloud from whence it proceeds.

Derham has proved by experience, that all sounds travel at the same rate. The sound of a gun, same rate.

and

Reverberated Sounds.

and the striking of a hammer, are equally swift in their motions; the softest whisper flies as swiftly, as far as it goes, as the loudest thunder.

To these axioms we may add the following.

- 18 Smooth and clear sounds proceed from bodies that are homogeneous, and of an uniform figure; and harsh or obtuse sounds, from such as are of a mixed matter and irregular figure.
- 19 The velocity of sound is to that of a brisk wind as fifty to one.
- 20 The strength of sounds is greatest in cold and dense air, and least in that which is warm and rarefied.
- 21 Every point against which the pulses of sound strike, becomes a centre from which a new series of pulses are propagated in every direction.
- 22 Sound describes equal spaces in equal times.

CHAP. IV. Of Reverberated Sounds.

- 23 SOUND, like light, after it has been reflected from several places, may be collected in one point, as into a focus; and it will be there more audible than in any other part, even than at the place from whence it proceeded. On this principle it is that a whispering gallery is constructed.

24 The form of this gallery must be that of a concave hemisphere (E), as ABC; and if a low sound or whisper be uttered at A, the vibrations expanding themselves every way will impinge on the points DDD, &c. and from thence be reflected to EEE, and from thence to the points F and G, till at last they all meet in C, where, as we have said, the sound will be the most distinctly heard.

25 THE augmentation of sound by means of speaking-trumpets, is usually illustrated in the following manner: Let ABC be the tube, BD the axis, and B the mouth-piece for conveying the voice to the tube. Then it is evident, when a person speaks at B in the trumpet, the whole force of his voice is spent upon the air contained in the tube, which will be agitated through the whole length of the tube; and, by various reflections from the side of the tube to the axis, the air along the middle part of the tube will be greatly condensed, and its momentum proportionably increased, so that when it comes to agitate the air at the orifice of the tube AC, its force will be as much greater than what it would have been without the tube, as the surface of a sphere, whose radius is equal to the length of the tube, is greater than the surface of the segment of such a sphere whose base is the orifice of the tube. For a person speaking at B, without the tube, will have the force of his voice spent in exciting concentric superficies of air all around the point B; and when those superficies or pulses of air are diffused as far as D every way, it is plain the force of the voice will there be diffused through the whole superficies of a sphere whose radius is BD; but in the trumpet it will be so confined, that at its exit it will be diffused through so much of that spherical surface of air as corresponds to the orifice of the tube. But since the force is given, its intensity will be always inversely as the number of particles it has to move; and therefore

VOL. I. Part I.

in the tube it will be to that without, as the superficies of such a sphere to the area of the large end of the tube nearly.

But it is obvious, Mr Young observes, that the confinement of the voice can have little effect in increasing the strength of the sound, as this strength depends on the velocity with which the particles move. Were this reasoning conclusive, the voice should issue through the smallest possible orifice; cylindrical tubes would be preferable to any that increased in diameter; and the less the diameter, the greater would be the effect of the instrument; because the plate or mass of air to be moved, would, in that case, be less, and consequently the effect of the voice the greater; all which is contradicted by experience.

The cause of the increase of sound in these tubes must therefore be derived from some other principles; and amongst these we shall probably find, that what the ingenious Kircher has suggested in his *Phonurgia* is the most deserving of our attention. He tells us, that "the augmentation of the sound depends on its reflection from the tremulous sides of the tube; which reflections, conspiring in propagating the pulses in the same direction, must increase its intensity." Newton also seems to have considered this as the principal cause, in the scholium of prop. 50. B. 2. Princip. when he says, "we hence see why sounds are so much increased in stentorophonic tubes, for every reciprocal motion is, in each return, increased by the generating cause."

Farther, when we speak in the open air, the effect on the tympanum of a distant auditor is produced merely by a single pulse. But when we use a tube, all the pulses propagated from the mouth, except those in the direction of the axis, strike against the sides of the tube, and every point of impulse becoming a new centre, from whence the pulses are propagated in all directions, a pulse will arrive at the ear from each of those points; thus, by the use of a tube, a greater number of pulses are propagated to the ear, and consequently the sound increased. The confinement too of the voice may have some effect, though not such as is ascribed to it by some; for the condensed pulses produced by the naked voice, freely expand every way; but in tubes, the lateral expansion being diminished, the direct expansion will be increased, and consequently the velocity of the particles, and the intensity of the sound. The substance also of the tube has its effect; for it is found by experiment, that the more elastic the substance of the tube, and consequently the more susceptible it is of these tremulous motions, the stronger is the sound.

If the tube be laid on any non-elastic substance, it deadens the sound, because it prevents the vibratory motion of the parts. The sound is increased in speaking-trumpets, if the tube be suspended in the air; because the agitations are then carried on without interruption. These tubes should increase in diameter from the mouth-piece, because the parts, vibrating in directions perpendicular to the surface, will conspire in impelling forward the particles of air, and consequently, by increasing their velocity, will increase the intensity of the sound: and the surface also increasing, the number of points of impulse and of new propagations will increase

M

pro-

(E) A cylindric or elliptic arch will answer still better than one that is circular.

proportionally. The several causes, therefore, of the increase of sound in these tubes, Mr Young concludes to be, 1. The diminution of the lateral, and consequently the increase of the direct, expansion and velocity of the included air. 2. The increase of the number of pulses, by increasing the points of new propagation. 3. The reflections of the pulses from the tremulous sides of the tube, which impel the particles of air forward, and thus increase their velocity.

AN echo is a reflection of sound striking against some object, as an image is reflected in a glass: but it has been disputed what are the proper qualities in a body for thus reflecting sounds. It is in general known, that caverns, grottoes, mountains, and ruined buildings, return this image of sound. We have heard of a very extraordinary echo, at a ruined fortress near Louvain, in Flanders. If a person sung, he only heard his own voice, without any repetition: on the contrary, those who stood at some distance, heard the echo but not the voice; but then they heard it with surprising variations, sometimes louder, sometimes softer, now more near, then more distant. There is an account in the memoirs of the French academy, of a similar echo near Rouen.

As (by n° 21 and 22) every point against which the pulses of sound strike becomes the centre of a new series of pulses, and sound describes equal distances in equal times; therefore, when any sound is propagated from a centre, and its pulses strike against a variety of obstacles, if the sum of the right-lines drawn from that point to each of the obstacles, and from each obstacle to a second point, be equal, then will the later be a point in which an echo will be heard. "Thus let A be the point from which the sound is propagated in all directions, and let the pulses strike against the obstacles C, D, E, F, G, H, I, &c. each of these points becomes a new centre of pulses by the first principle, and therefore from each of them one series of pulses will pass through the point B. Now if the several sums of the right lines $AC+CB$, $AD+DB$, $AE+EB$, $AG+GB$, $AH+HB$, $AI+IB$, &c. be all equal to each other, it is obvious that the pulses propagated from A to these points, and again from these points to B, will all arrive at B at the same instant, according to the second principle; and therefore, if the hearer be in that point, his ear will at the same instant be struck by all these pulses. Now it appears from experiment (*see Musschenbroek, V. ii. p. 210*), that the ear of an exercised musician can only distinguish such sounds as follow one another at the rate of 9 or 10 in a second, or any slower rate: and therefore, for a distinct perception of the direct and reflected sound, there should intervene the interval of $\frac{1}{9}$ th of a second; but in this time sound describes $\frac{1142}{9}$ or 127 feet nearly. And therefore, unless the sum of the lines drawn from each of the obstacles to the points A and B exceeds the interval AB by 127 feet, no echo will be heard at B. Since the several sums of the lines drawn from the obstacles to the points A and B are of the same magnitude, it appears that the curve passing through all the points C, D, E, F, G, H, I, &c. will be an ellipse, (*prop. 14. B. 2. Ham. Con.*) Hence all the points of the obstacles which produce an echo, must lie in the surface of

the oblong spheroid, generated by the revolution of this ellipse round its major axis.

"As there may be several spheroids of different magnitudes, so there may be several different echoes of the same original sound. And as there may happen to be a greater number of reflecting points in the surface of an exterior spheroid than in that of an interior, a second or a third echo may be much more powerful than the first, provided that the superior number of reflecting points, that is, the superior number of reflected pulses propagated to the ear, be more than sufficient to compensate for the decay of sound which arises from its being propagated through a greater space. This is finely illustrated in the celebrated echoes at the lake of Killarney in Kerry, where the first return of the sound is much inferior in strength to those which immediately succeed it.

"From what has been laid down it appears, that for the most powerful echo, the sounding body should be in one focus of the ellipse which is the section of the echoing spheroid, and the hearer in the other. However, an echo may be heard in other situations, though not so favourably; as such a number of reflected pulses may arrive at the same time at the ear as may be sufficient to excite a distinct perception. Thus a person often hears the echo of his own voice; but for this purpose he should stand at least 63 or 64 feet from the reflecting obstacle, according to what has been said before. At the common rate of speaking, we pronounce not above three syllables and an half, that is, seven half syllables in a second; therefore, that the echo may return just as soon as three syllables are expressed, twice the distance of the speaker from the reflecting object must be equal to 1000 feet; for, as sound describes 1142 feet in a second, $\frac{5}{7}$ ths of that space, that is, 1000 feet nearly, will be described while six half or three whole syllables are pronounced: that is, the speaker must stand near 500 feet from the obstacle. And in general, the distance of the speaker from the echoing surface, for any number of syllables, must be equal to the seventh part of the product of 1142 feet multiplied by that number.

"In churches we never hear a distinct echo of the voice, but a confused sound when the speaker utters his words too rapidly; because the greatest difference of distance between the direct and reflected courses of such a number of pulses as would produce a distinct sound, is never in any church equal to 127 feet, the limit of echoes.

"But though the first reflected pulses may produce no echo, both on account of their being too few in number, and too rapid in their return to the ear; yet it is evident, that the reflecting surface may be so formed, as that the pulses which come to the ear after two reflections or more may, after having described 127 feet or more, arrive at the ear in sufficient numbers, and also so nearly at the same instant, as to produce an echo, though the distance of the reflecting surface from the ear be less than the limit of echoes. This is confirmed by a singular echo in a grotto on the banks of the little brook called the Dinan, about two miles from Castlecomer, in the county of Kilkenny. As you enter the cave, and continue speaking loud, no return of the voice is perceived; but on your arriving at

Ch. IV.

A C O U S T I C S.

91

Entertain- a certain point, which is not above 14 or 15 feet from the reflecting surface, a very distinct echo is heard. Now this echo cannot arise from the first course of pulses that are reflected to the ear, because the breadth of the cave is so small, that they would return too quickly to produce a distinct sensation from that of the original sound: it therefore is produced by those pulses, which, after having been reflected several times from one side of the grotto to the other, and having run over a greater space than 127 feet, arrive at the ear in considerable numbers, and not more distant from each other, in point of time, than the ninth part of a second."

This article shall be dismissed with a few inventions founded on some of the preceding principles, which may amuse a number of our readers.

Entertaining Experiments and Contrivances.

27 I. The Con- I. PLACE a concave mirror of about two feet diameter, as AB (c), in a perpendicular direction. The focus of this mirror may be at 15 or 18 inches distance from its surface. At the distance of about five or six feet let there be a partition, in which there is an opening EF, equal to the size of the mirror; against this opening must be placed a picture, painted in water-colours, on a thin cloth, that the sound may easily pass through it (H).

Behind the partition, at the distance of two or three feet, place another mirror GH, of the same size as the former, and let it be diametrically opposite to it.

At the point C let there be placed the figure of a man seated on a pedestal, and let his ear be placed exactly in the focus of the first mirror: his lower jaw must be made to open by a wire, and shut by a spring; and there may be another wire to move the eyes: these wires must pass through the figure, go under the floor, and come up behind the partition.

Let a person, properly instructed, be placed behind the partition near the mirror. You then propose to any one to speak softly to the statue, by putting his mouth to the ear of it, assuring him that it will answer instantly. You then give the signal to the person behind the partition, who, by placing his ear to the focus I, of the mirror GH, will hear distinctly what the other said; and, moving the jaw and eyes of the statue by the wires, will return an answer directly, which will in like manner be distinctly heard by the first speaker.

This experiment appears to be taken from the Century of Inventions of the Marquis of Worcester; whose designs, at the time they were published, were treated with ridicule and neglect as being impracticable, but are now known to be generally, if not universally practicable. The words of the Marquis are these: "How to make a brazen or stone head in the midst of a great field or garden, so artificial and natu-

ral, that though a man speak ever so softly, and even whisper into the ear thereof, it will presently open its mouth, and resolve the question in French, Latin, Welsh, Irish, or English, in good terms, uttering it out of its mouth, and then shut it until the next question be asked."—The two following, of a similar nature, appear to have been inventions of Kircher, by means of which (as he informs us*) he used to "utter feigned and ludicrous consultations, with a view to show the fallacy and imposture of ancient oracles."

II. LET there be two heads of plaster of Paris, placed on pedestals, on the opposite sides of a room. There must be a tin tube of an inch diameter, that must pass from the ear of one head, through the pedestal, under the floor, and go up to the mouth of the other. Observe, that the end of the tube which is next the ear of the one head, should be considerably larger than that end which comes to the mouth of the other. Let the whole be so disposed that there may not be the least suspicion of a communication.

Now, when a person speaks, quite low, into the ear of one bust, the sound is reverberated thro' the length of the tube, and will be distinctly heard by any one who shall place his ear to the mouth of the other. It is not necessary that the tube should come to the lips of the bust.—If there be two tubes, one going to the ear, and the other to the mouth, of each head, two persons may converse together, by applying their mouth and ear reciprocally to the mouth and ear of the busts; and at the same time other persons that stand in the middle of the chamber, between the heads, will not hear any part of their conversation.

III. PLACE a bust on a pedestal in the corner of a room, and let there be two tubes, as in the foregoing amusement, one of which must go from the mouth and the other from the ear of the bust, through the pedestal, and the floor, to an under apartment. There may be likewise wires that go from the under jaw and the eyes of the bust, by which they may be easily moved.

A person being placed in the under room, and at a signal given applying his ear to one of the tubes, will hear any question that is asked, and immediately reply; moving at the same time, by means of the wires, the mouth and the eyes of the bust, as if the reply came from it.

IV. IN a large case, such as is used for dials and spring-clocks, the front of which, or at least the lower part of it, must be of glass, covered on the inside with gauze, let there be placed a barrel-organ, which, when wound up, is prevented from playing, by a catch that takes a toothed wheel at the end of the barrel. To one end of this catch there must be joined a wire, at the end of which there is a flat circle of cork, of the same dimension with the inside of a glass tube, in which it is to rise and fall. This tube must communicate with a reservoir that goes across the front part of the bottom of the case, which is to be filled with spirits, such as is used in ther-

Entertain- ing Experi- ments, &c.

* Phonur- gis Nova, sect. vi. c. f.

28 The Com- municative Busts.

29 The Oracu- lar Head.

30 A Solar Se- nata.

M 2

ther-

(c) Both the mirrors here used may be of tin or gilt pasteboard, this experiment not requiring such as are very accurate.

(H) The more effectually to conceal the cause of this allusion, the mirror AB may be fixed in the wainscot, and a gauze or any other thin covering thrown over it, as that will not in the least prevent the sound from being reflected. An experiment of this kind may be performed in a field or garden, between two hedges, in one of which the mirror AB may be placed, and in the other an opening artfully contrived.

Entertain-
ing Experi-
ments, &c.

thermometers, but not coloured, that it may be the better concealed by the gauze.

This case being placed in the sun, the spirits will be rarefied by the heat; and rising in the tube, will lift up the catch or trigger, and set the organ in play: which it will continue to do as long as it is kept in the sun; for the spirits cannot run out of the tube, that part of the catch to which the circle is fixed being prevented from rising beyond a certain point by a check placed over it.

When the machine is placed against the side of a room on which the sun shines strong, it may constantly remain in the same place, if you inclose it in a second case, made of thick wood, and placed at a little distance from the other. When you want it to perform, it will be only necessary to throw open the door of the outer case, and expose it to the sun.

But if the machine be moveable, it will perform in all seasons by being placed before the fire; and in the winter it will more readily stop when removed into the cold.

A machine of this sort is said to have been invented by Cornelius Dreble, in the last century. What the construction of that was, we know not; it might very likely be more complex, but could scarce answer the intention more readily.

31
Automa-
tous Harp-
sichord.

V. UNDER the keys of a common harpsichord let there be fixed a barrel, something like that in a chamber organ, with stops or pins corresponding to the tunes you would have it play. These stops must be moveable, so that the tunes may be varied at pleasure. From each of the keys let there go a wire perpendicular down: the ends of these wires must be turned up for about one-fourth of an inch. Behind these wires let there be an iron bar, to prevent them from going too far back. Now, as the barrel turns round, its pins take the ends of the wires, which pull down the keys, and play the harpsichord. The barrel and wires are to be all inclosed in a case.

In the chimney of the same room where the harpsichord stands, or at least in one adjacent, there must be a smoke jack, from whence comes down a wire, or cord, that, passing behind the wainscot adjoining the chimney, goes under the floor, and up one of the legs

of the harpsichord, into the case, and round a small wheel fixed on the axis of that first mentioned. There should be pulleys at different distances, behind the wainscot and under the floor, to facilitate the motion of the chord.

This machinery may be applied to any other keyed instrument as well as to chimes, and to many other purposes where a regular continued motion is required.

An instrument of this sort may be considered as a perpetual motion, according to the vulgar acceptance of the term; for it will never cease going till the fire be extinguished, or some parts of the machinery be worn out.

VI. AT the top of a summer-house, or other building, let there be fixed a vane AB, on which is the pinion C, that takes the toothed wheel D, fixed on the axis EF, which at its other end carries the wheel G, that takes the pinion H. All these wheels and pinions are to be between the roof and the ceiling of the building. The pinion H is fixed to the perpendicular axis IK, which goes down very near the wall of the room, and may be covered after the same manner as are bell-wires. At the lower end of the axis IK there is a small pinion L, that takes the wheel M, fixed on the axis of the great wheel NO. In this wheel there must be placed a number of stops, corresponding to the tunes it is to play. These stops are to be moveable, that the tunes may be altered at pleasure. Against this wheel there must hang 12 small bells, answering to the notes of the gamut. Therefore, as the wheel turns round, the stops striking against the bells, play the several tunes. There should be a fly to the great wheel, to regulate its motion when the wind is strong. The wheel NO, and the bells, are to be inclosed in a case.

Entertain-
ing experi-
ments, &c.

32
A Ventofal
Symphony,
Plate I.
fig. 6.

There may be several sets of bells, one of which may answer to the tenor, another to the treble, and a third to the bass; or they may play different tunes, according to the size of the wheel. As the bells are small, if they are of silver, their tone will be the more pleasing.

Instead of bells, glasses may be here used, so disposed as to move freely at the stroke of the stops. This machinery may likewise be applied to a barrel-organ; and to many other uses.

A C Q

Acqs
||
Acqui.

ACQS, a town at the foot of the Pyrenean mountains, in the government of Foix in France. It takes its name from the hot waters in these parts. E. long. 1. 40. lat. 43. 0.

ACQUAPENDENTE, a pretty large town of Italy, in the territory of the church, and patrimony of St Peter, with a bishop's see. It is seated on a mountain, near the river Paglia, ten miles W. of Orvietto, and 57 N. by W. of Rome. E. long. 11. 53. Lat. 42. 43.

ACQUARIA, a small town of Italy, in Frigiana, a district of Modena, which is remarkable for its medicinal waters. It is 12 miles south of the city of Modena. E. long. 11. 17. Lat. 44. 24.

ACQUEST, or ACQUIST, in law, signifies goods got by purchase or donation. See CONQUEST.

ACQUI, a town of Italy, in the duchy of Mont-

A C Q

Acquisition
||
Acquit-
tance.

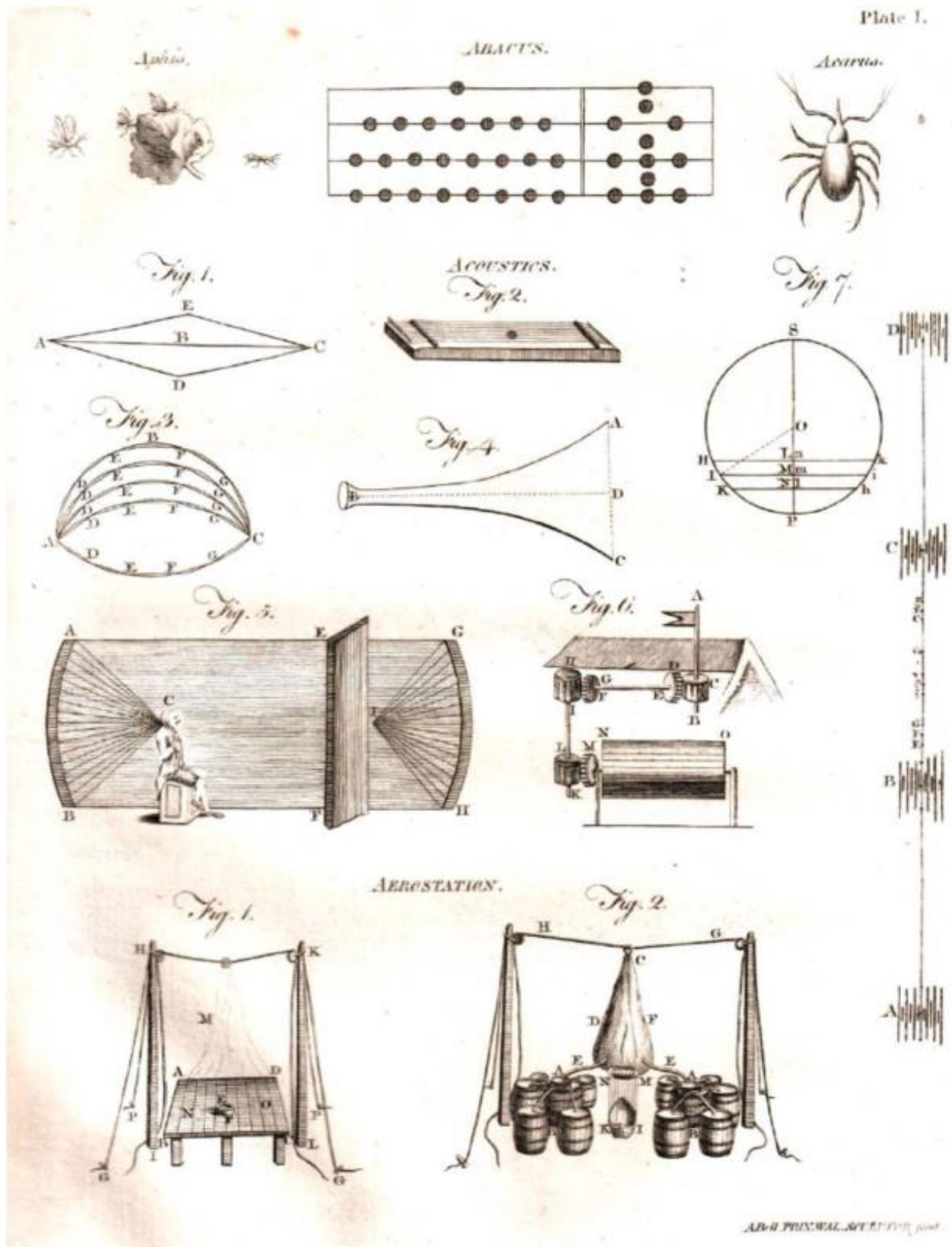
ferrat, with a bishop's see, and commodious baths. It was taken by the Spaniards in 1745, and retaken by the Piedmontese in 1746; but after this, it was taken again and dismantled by the French, who afterwards forsook it. It is seated on the river Bornio, 25 miles N. W. of Genoa, and 30 S. of Casal. E. long. 8. 30. Lat. 44. 40.

ACQUISITION, in general, denotes the obtaining or procuring something. Among lawyers, it is used for the right or title to an estate got by purchase or donation.

ACQUITTAL, a discharge, deliverance, or setting of a person free from the guilt or suspicion of an offence.

ACQUITTANCE, a release or discharge in writing for a sum of money, witnessing that the party has paid the said sum.—No man is obliged to pay a sum of money

Plate I.



Salud Auditiva en Músicos Académicos

Documento de difusión de resultados del Proyecto

COORDINADORES: Alice Elizabeth González¹ y Fernando Tomasina²

EQUIPO TÉCNICO: Bruno Balduini León²; Micaela Castro Tanco^{2,5}; Gabriela Collazo⁴; Pablo Cristiani Halty²; Lorena De Patti⁴; Malena López Parard¹; Beatriz Lozano Barra³; Micaela Luzardo^{1,6}; Silvia Palermo⁴; Lady Carolina Ramírez¹; Ulrich Schrader³

¹Facultad de Ingeniería, DIA-IMFIA; ²Facultad de Medicina, Cátedra de Salud Ocupacional; ³Escuela Universitaria de Música, Cátedra de Canto; ⁴Escuela Universitaria de Tecnología Médica, Licenciatura en Fonoaudiología.

⁵Sólo en el trabajo con cantantes; ⁶Sólo en el trabajo con músicos de orquesta.

Departamento de Ingeniería Ambiental, IMFIA, Facultad de Ingeniería, UdelaR, Montevideo, Uruguay.

Correo de contacto: elizabet@fing.edu.uy

Resumen

Este proyecto proponía la realización de un trabajo interdisciplinario orientado a la obtención de una Base de Datos Tipo "B" (notación de ISO 1999:2013, indica que es una base de datos reales obtenida a partir de mediciones de niveles audiométricos y no por cálculos teóricos) de músicos académicos laboralmente expuestos a elevados niveles sonoros. La población con que se trabajó fue un conjunto de músicos de la Orquesta Sinfónica del SODRE y un conjunto de estudiantes y docentes de la Escuela Universitaria de Música. El documento que se presenta hoy es el empleado para la difusión de los resultados del proyecto de referencia, a su finalización.

Palabras clave: salud auditiva, salud auditiva de músicos, base audiométrica

Hearing Health of Academic Musicians

Dissemination document of the Project results

Abstract

This project aimed to carry out an interdisciplinary research for obtaining a Type "B" Database (ISO 1999: 2013 notation) of academic musicians exposed to high sound levels at work. It means that it is a real database obtained from measurements of audiometric levels and not through theoretical calculations. The population we worked with was a group of musicians from the SODRE Symphony Orchestra and a group of students and teachers from the University School of Music. Today we share the document presented for the dissemination of the results of the reference project.

Keywords: hearing health, musicians hearing health, audiometric data base

Saúde auditiva em músicos acadêmicos

Documento de divulgação dos resultados do projeto

Resumo

O objetivo deste projeto foi realizar uma investigação interdisciplinar para a obtenção de uma Base de Dados Tipo "B" (notação ISO 1999: 2013) de músicos acadêmicos expostos a níveis sonoros elevados no trabalho. Isso significa que se trata de um banco de dados real obtido a partir de medidas de níveis audiométricos e não por meio de cálculos teóricos. A população com a qual trabalhamos foi um grupo de músicos da Orquestra Sinfônica SODRE e um grupo de alunos e professores da Escola de Música da Universidade. Hoje compartilhamos o documento apresentado para a divulgação dos resultados do projeto de referência, uma vez concluído.

Palavras chave: saúde auditiva, saúde auditiva de músicos, base de dados audiométricos

¹  orcid.org/0000-0002-2827-5052

1. INTRODUCCIÓN

Los artistas constituyen una comunidad a la que no siempre se dedica la misma atención que a otros colectivos de trabajadores desde el punto de vista de la salud ocupacional. Por ejemplo, en nuestro país están explícitamente excluidos de la cobertura estatal de salud que corresponde genéricamente a los trabajadores. En el caso de los músicos profesionales, además, subyace en el imaginario colectivo la idea de que no deberían sufrir pérdida auditiva a causa de su profesión, ya que “disfrutan lo que hacen”. Sin embargo, en los últimos años estos temas han cobrado mayor protagonismo, acompañando reivindicaciones impulsadas por los propios colectivos de artistas a veces y, en otros casos, por mejores interpretaciones de exigencias preexistentes.

En este contexto, un grupo de docentes de la Universidad de la República (Uruguay) provenientes de tres áreas diferentes (salud, artística y científico-tecnológica) decidió proponer un proyecto interdisciplinario para analizar cuantitativamente la salud auditiva de dos grupos de músicos académicos: cantantes líricos y músicos de orquesta.

La propuesta estaba orientada a la realización de un trabajo interdisciplinario tendiente a obtener una Base de Datos Tipo “B” (notación de ISO 1999:2013; se trata de una base de datos reales obtenida a partir de mediciones de umbral de audición (Rivas Lacarte et al., 1999), y no por meros cálculos teóricos) de músicos académicos expuestos a elevados niveles sonoros en su desempeño profesional. La población objetivo estaba integrada por un conjunto de músicos de orquesta y un conjunto de estudiantes y docentes de la Escuela Universitaria de Música.

El proyecto fue financiado en la convocatoria 2018 a Semilleros de Iniciativas Interdisciplinarias del Espacio Interdisciplinario de la UdelaR, para ser ejecutado entre marzo y diciembre de 2019. Este documento de difusión sintetiza los resultados de las actividades realizadas.

2. OBJETIVOS

Los objetivos de la propuesta se transcriben a continuación, tal como fueron formulados en ella. Se

anticipa que todos ellos han sido alcanzados satisfactoriamente.

2.1 Objetivo General

“Generar una experiencia interdisciplinaria entre las Facultades de Medicina, Ingeniería y Artes que apunte a mejorar el conocimiento nacional acerca de la exposición ocupacional a elevados niveles sonoros en músicos.”

2.2 Objetivos Específicos

1. “Conocer el estado de salud auditiva de una muestra de músicos de orquestas nacionales.
2. Conocer el estado de salud auditiva de una muestra de docentes y estudiantes de la Escuela Universitaria de Música.
3. Generar una base de datos nacional de estado de salud auditiva de músicos de orquesta de acuerdo con lo que prevé el Standard ISO 1999:1990.”

3. INTEGRANTES DEL SEMILLERO

Al inicio del proyecto, gracias a las gestiones del equipo de la Cátedra de Salud Ocupacional, fue posible integrar al proyecto a la Licenciatura en Fonoaudiología, lo que a su vez permitió ajustar las asignaciones de tareas y el cronograma de trabajo. Finalmente, el equipo humano que participó en el proyecto estuvo integrado según se detalla a continuación.

- * **Facultad de Medicina – Cátedra de Salud Ocupacional:** Prof. Dr. Fernando Tomasina; Dr. Bruno Balduino León; Dr. Pablo Cristiani Halty; Dra. Micaela Castro Tanco (en el trabajo con cantantes).
- * **Facultad de Ingeniería – IMFIA, Departamento de Ingeniería Ambiental:** Prof. Dra. Ing. Alice Elizabeth González; Mag. Ing. Lady Carolina Ramírez; Bach. Malena López Parard; Bach. Micaela Luzardo Rivero (en el trabajo con músicos de orquesta).
- * **Facultad de Artes – Escuela Universitaria de Música, Cátedra de Canto:** Lic. Beatriz Lozano Barra; Lic. Ulrich Schrader.
- * **Escuela Universitaria de Tecnología Médica – Licenciatura en Fonoaudiología:** Prof. Lic. Silvia Palermo; Lic. Gabriela Collazo; Lic. Lorena De Patti.

En el trabajo experimental participaron también estudiantes de Fonoaudiología que están cursando Práctica Profesional, a cuyos docentes previamente se alertó sobre ciertas especificaciones, no usuales mas necesarias, que debían tenerse en cuenta en el trabajo (IMFIA-IMM, 1998).

4. CARACTERIZACIÓN DE LAS POBLACIONES ESTUDIADAS

En esta sección se presentan las características de cada una de las dos poblaciones y luego las de la población resultante al considerar la totalidad de los casos conjuntamente.

4.1 Cantantes

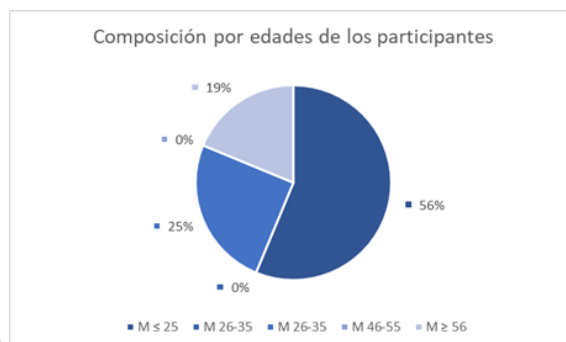
En el relevamiento se obtuvieron 45 fichas de docentes y estudiantes de Canto y Dirección Coral, así como coreutas del Coro de la Escuela Universitaria de Música. De ellas, 29 corresponden a mujeres (entre ellas se cuentan 6 contraltos, 7 mezzosopranos y 15 sopranos, además de una ficha sin datos) y 16 a hombres (entre quienes mencionaron su registro vocal se cuentan 1 bajo, 8 barítonos, 1 tenor y 1 contratenor).

En los gráficos de la Figura 4.1 y Figura 4.2 se muestra la composición de la población estudiada, primero por género y luego por edad y género.



Figura 4.1. Composición de la población por género

Se puede observar que los participantes son en su mayoría mujeres, en una relación de 2 a 1 con los hombres. Los rangos etarios abarcados en ambos géneros son amplios, con predominio de población de no más de 25 años, aunque en el caso de los hombres no hay participantes en las franjas de 26 a 35 años ni de 46 a 55 años



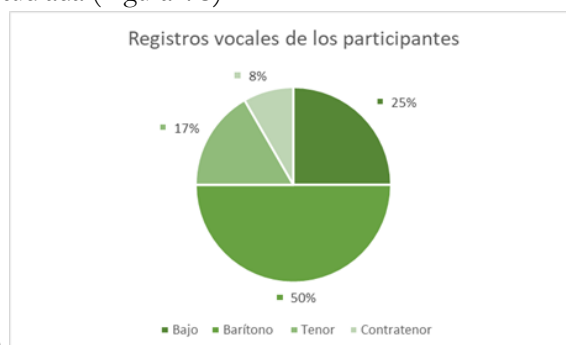
a)



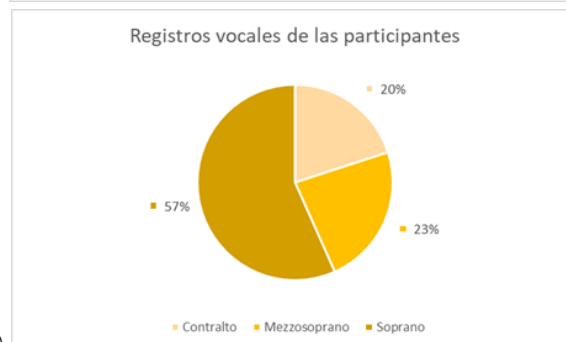
b)

Figura 4.2. Composición de la población participante de cantantes, según género y edad: a) hombres; b) mujeres

Cuando se clasifica a los participantes según su registro vocal, se aprecia una amplia mayoría de sopranos, que supera el 35 % del total de la población. Si se considera la suma de registros agudos en voces femeninas (sopranos y mezzosopranos), se supera la mitad de la población estudiada (Figura 4.3).



a)



b)

Figura 4.3. Composición de la población participante de cantantes, según registro vocal: a) hombres; b) mujeres.

4.2 Músicos de Orquesta

Se obtuvieron 41 fichas de músicos de la Orquesta Sinfónica del SODRE. A diferencia de la población de cantantes, esta vez la mayor parte de los participantes son hombres, en relación de 2 a 1 con las mujeres. En total participaron 25 instrumentistas de cuerdas, 13 de vientos y 3 percusionistas.

En los gráficos de la Figura 4.4 a Figura 4.7 se muestra la composición de esta población, primero por género, luego por edad y género y también según el instrumento que ejecutan los individuos estudiados.



Figura 4.4. Composición de la población de músicos de orquesta según género

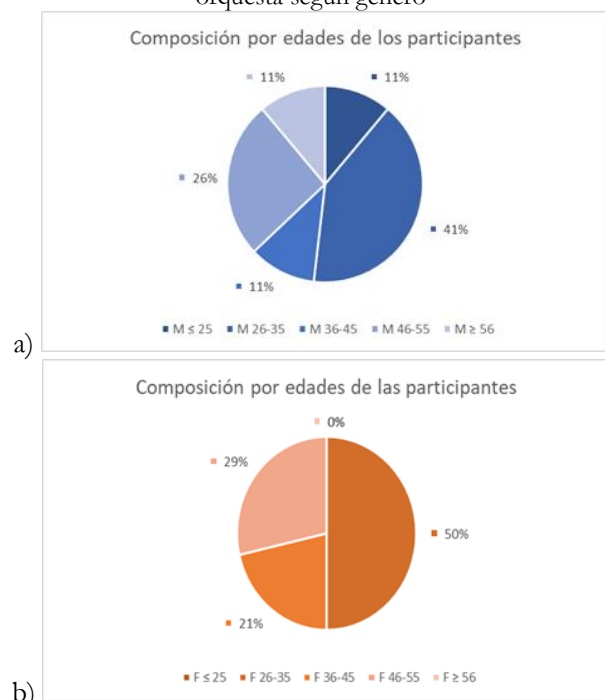


Figura 4.5. Composición de la población participante de músicos de orquesta, según género y edad: a) hombres; b) mujeres

En cuanto a la zona de la orquesta en que se desempeñan los músicos participantes del estudio, cabe mostrar los gráficos de la Figura 4.6 (por instrumento) y Figura 4.7 (por sector de la orquesta).

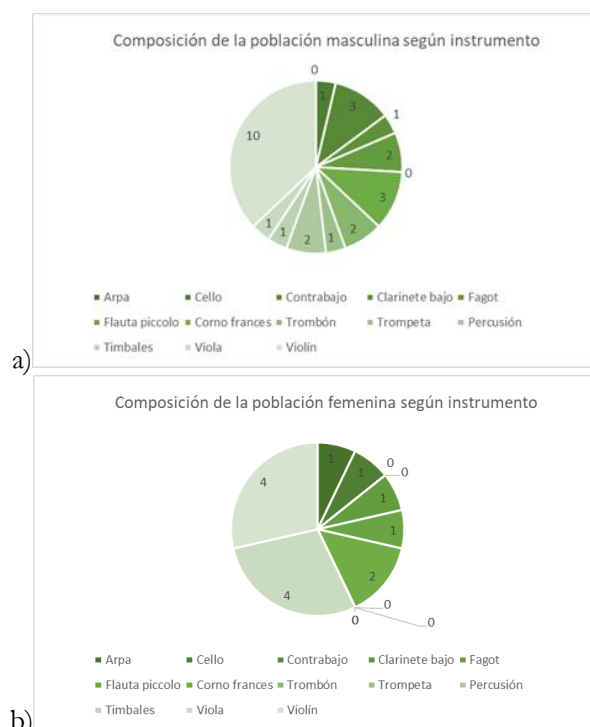


Figura 4.6. Composición de la población participante de músicos de orquesta, según instrumento: a) hombres; b) mujeres

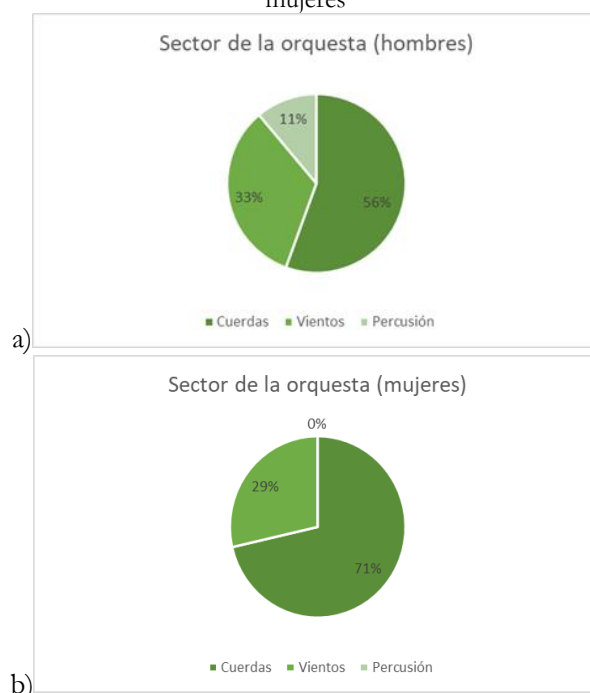


Figura 4.7. Composición de la población participante de músicos de orquesta, según sector: a) hombres; b) mujeres

5. RESULTADOS

5.1 Peor oído

En la población de cantantes que se estudió a través de audiometrías de tonos puros por vía aérea (Rivas Lacarte et al., 1999) no hay una tendencia definida

hacia mejor conservación en un oído que en otro. Como se aprecia en la Figura 5.1, las mujeres tienden a presentar pérdidas similares en ambos oídos; cuando esto no ocurre, es mayor la cantidad de mujeres con peor desempeño en su oído derecho. En tanto, en los hombres la cantidad de individuos con mejor desempeño en el oído derecho es muy similar a la de los que lo presentan en el oído izquierdo.

En los músicos de orquesta el comportamiento es levemente diferente (Figura 5.2): en ambos géneros se ve una tendencia a tener mayor pérdida en el oído izquierdo. Esto se cotejó con el instrumento que tocan las personas que participaron en el estudio, y se vio que está relacionado con él (Figura 5.3): los violinistas acusan mayor pérdida en el oído izquierdo –lo que es esperable por la posición de ejecución del instrumento–, al igual que quienes ejecutan instrumentos de viento del sector metales o bronce; los percusionistas muestran igual tendencia, pero sólo se estudiaron 3 casos por lo que no es posible tomar este resultado siquiera como una tendencia.

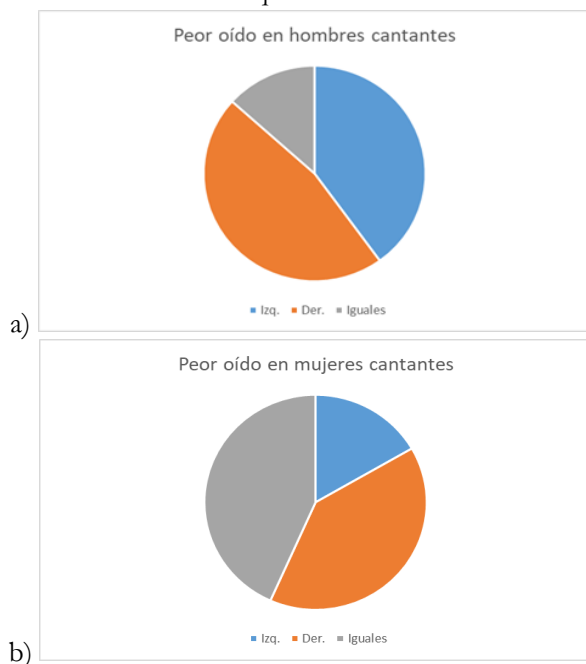


Figura 5.1. Peor oído según género en cantantes: a) hombres; b) mujeres

Es interesante notar que cuando se consideran en forma conjunta los resultados de cantantes y músicos de orquesta, no aparece una tendencia definida hacia una mayor pérdida en uno u otro oído (Figura 5.4).

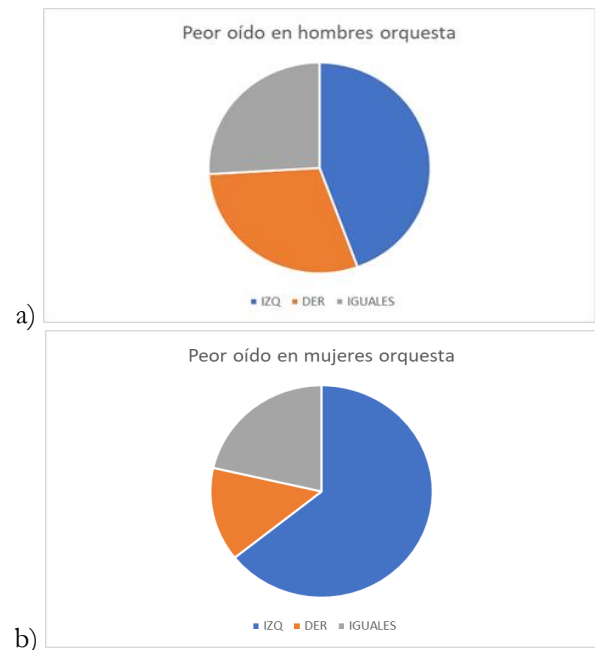


Figura 5.2. Peor oído según género en músicos de orquesta: a) hombres; b) mujeres

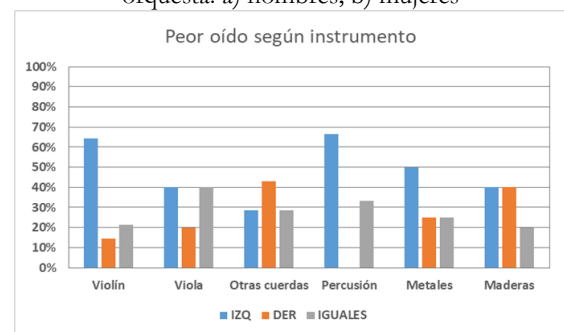


Figura 5.3. Peor oído según instrumento en músicos de orquesta

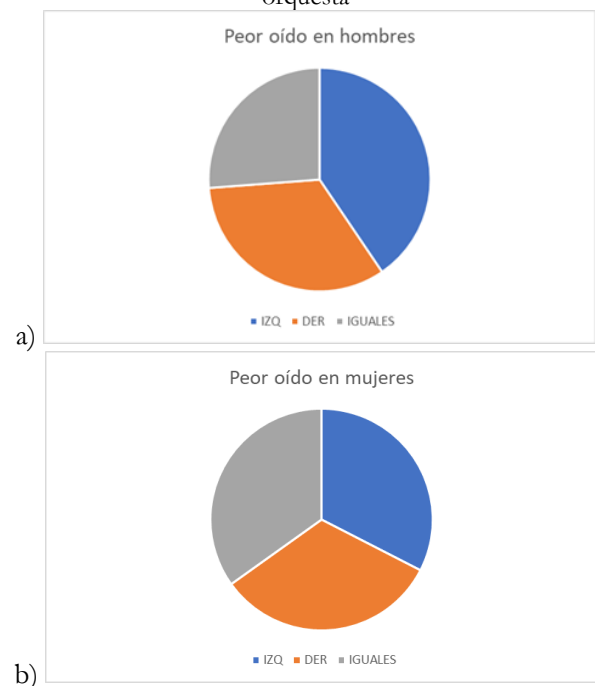


Figura 5.4. Peor oído según género, todos los participantes: a) hombres; b) mujeres

5.2 Presencia de Acúfenos

Entre quienes declaran presentar acúfenos (39 personas), es mayor la cantidad de hombres (23) que de mujeres (16). Los hombres con acúfenos son prácticamente la mitad de la población estudiada; se trata mayoritariamente de acúfenos bilaterales (Figura 5.5 y Figura 5.6).

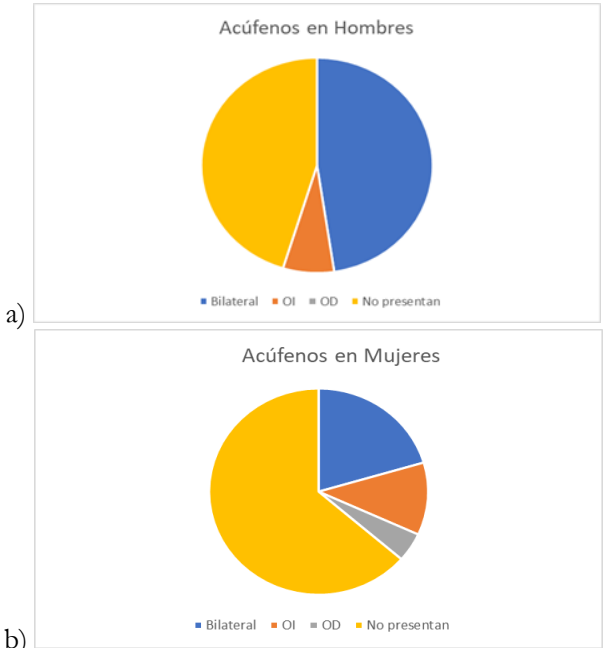


Figura 5.5. Presencia de acúfenos según género, para exposición semanal de más de 20 horas: a) hombres; b) mujeres

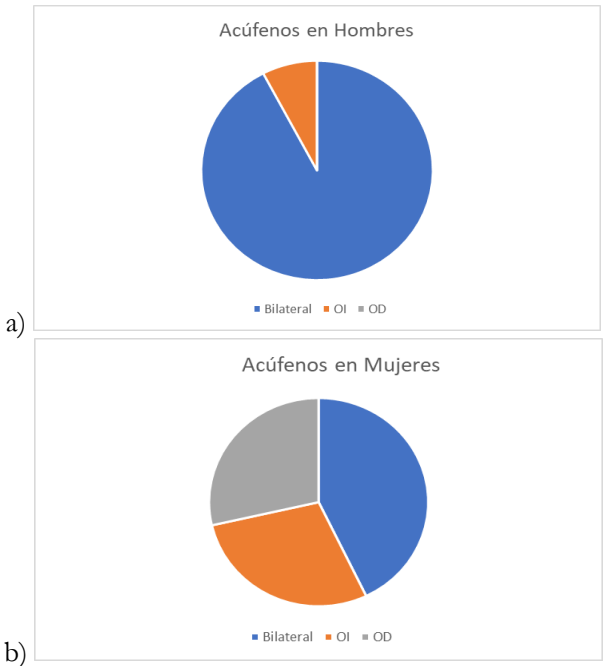


Figura 5.6. Lateralidad de los acúfenos según género: a) hombres; b) mujeres

Sin embargo, las mujeres que presentan acúfenos son algo más de la tercera parte de las participantes. Aunque predominan los acúfenos bilaterales, la tendencia no es tan marcada como en los hombres: en este caso sólo son algo más del 50 % de las mujeres afectadas. Pese a que la cantidad de participantes que presentan acúfenos en ambos ámbitos es del orden del 50 %, en los músicos de orquesta las personas afectadas son mayoritariamente hombres, en tanto entre los cantantes la cantidad de afectados es similar en ambos géneros (Figura 5.7).

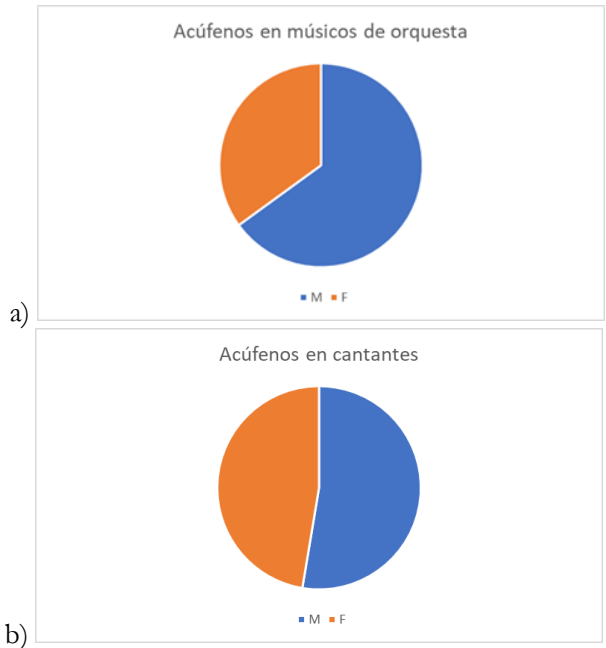
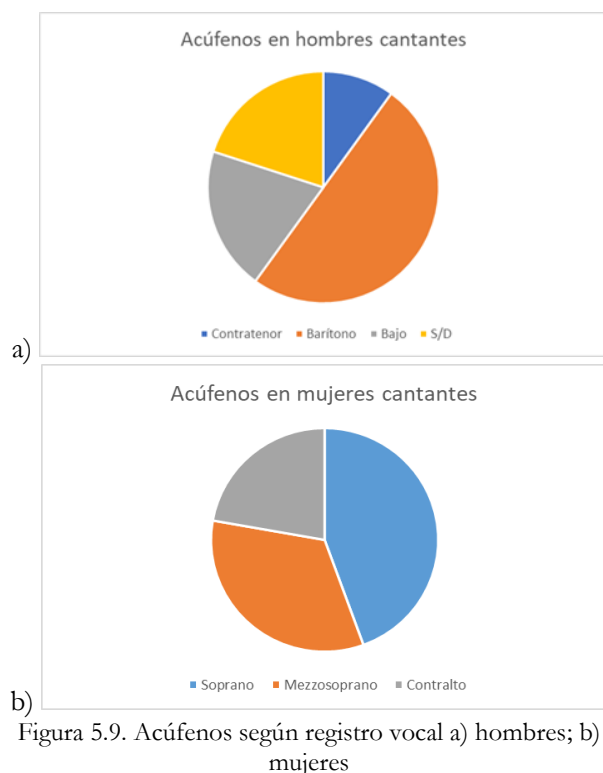
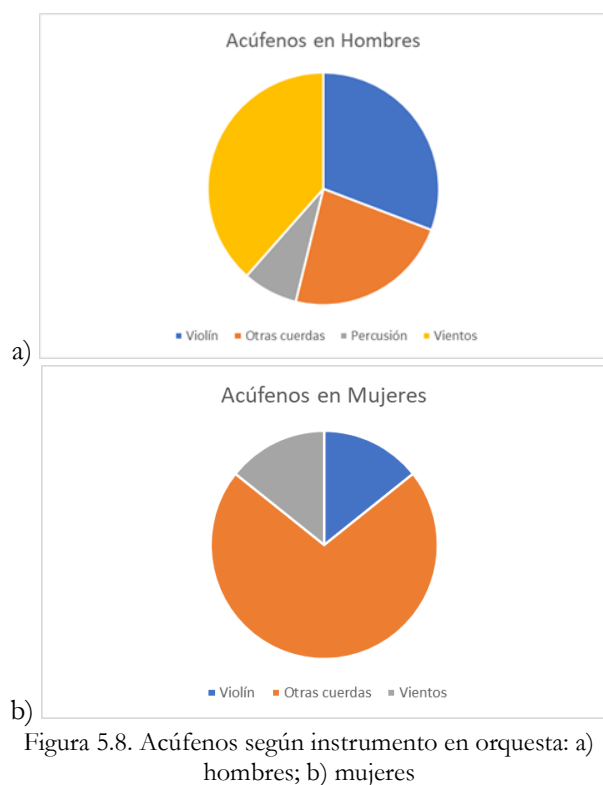


Figura 5.7. Acúfenos según género: a) músicos de orquesta; b) cantantes

En cuanto al instrumento que tocan en la orquesta, los hombres con acúfenos son mayoritariamente ejecutantes de instrumentos de viento seguidos por los violinistas, en tanto las mujeres con acúfenos son ejecutantes de instrumentos de cuerda distintos del violín (Figura 5.8). Entre los cantantes, quienes presentan acúfenos corresponden principalmente a los registros más agudos de las voces femeninas, y a barítonos entre las voces masculinas (Figura 5.9).

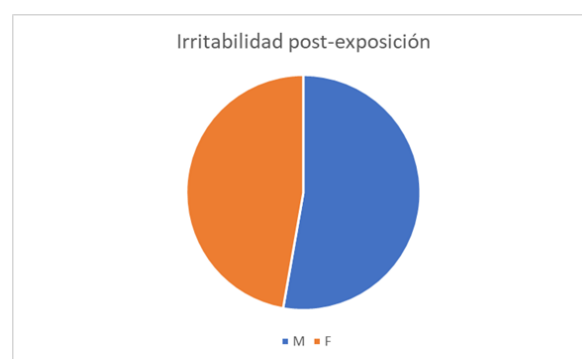


Sólo 28 personas recordaban haberse realizado alguna vez una audiometría y entre ellas, 11 declararon haberseles detectado algún tipo de anomalía auditiva. De ellos, sólo 3 son cantantes y 2 de ellos habían padecido paperas en su niñez. Entre los 8 músicos de la orquesta con estudio auditivo

previo con anomalía, algunos datos adicionales recabados en la anamnesis indican que 6 son bebedores sociales, 6 presentan acúfenos, 2 son fumadores y 2 padecieron enfermedades que podrían haberles dejado secuelas auditivas.

5.3 Irritabilidad post-exposición

Se consultó a la población de trabajo si se sienten más irritables después de la exposición a elevados niveles sonoros en la práctica musical. El 39 % de los hombres y el 45 % de las mujeres participantes en el estudio respondieron afirmativamente, lo que hace que ambos conjuntos tengan similar cantidad de integrantes (Figura 5.10).



Si bien entre los hombres la distribución según instrumento es relativamente homogénea, entre las mujeres quienes presentan esta condición son principalmente cantantes o ejecutantes de instrumentos de cuerda diferente del violín (Figura 5.11).

En lo que tiene que ver con la edad de los involucrados, la proporción de mujeres que se siente irritable luego de la exposición es creciente con la edad, lo que es esperable de acuerdo con la bibliografía (Barcala et al., 2013; Heinonen-Guzejev et al., 2012).

Sin embargo, entre los hombres no se percibe una reducción demasiado notoria de la irritabilidad a medida que avanza la edad de los músicos, como sería esperable (Figura 5.12) (Barcala et al., 2013; Heinonen-Guzejev et al., 2012)

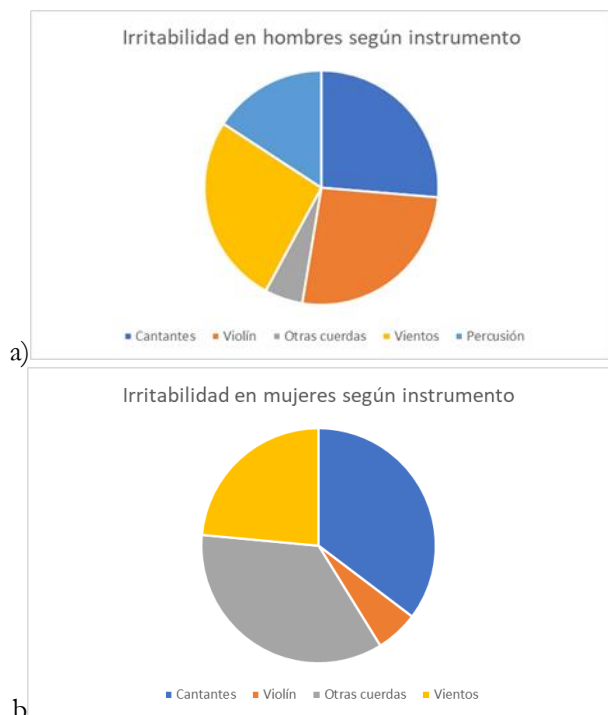


Figura 5.11. Irritabilidad post-exposición según instrumento a) hombres; b) mujeres

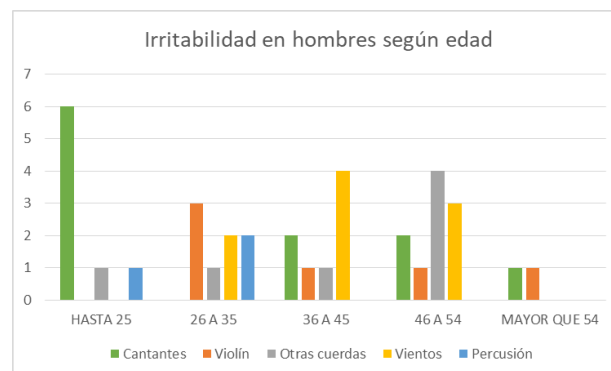


Figura 5.13. Irritabilidad post-exposición en hombres, según edad

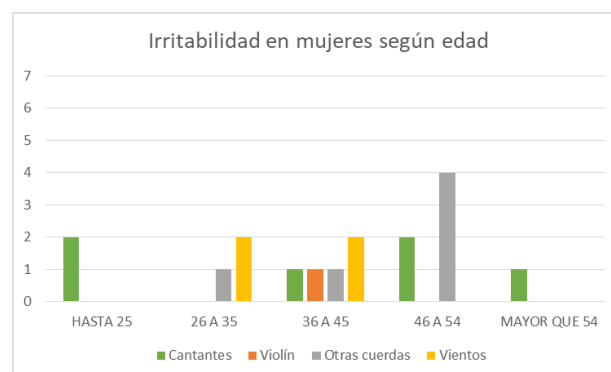


Figura 5.14. Irritabilidad post-exposición en mujeres, según edad

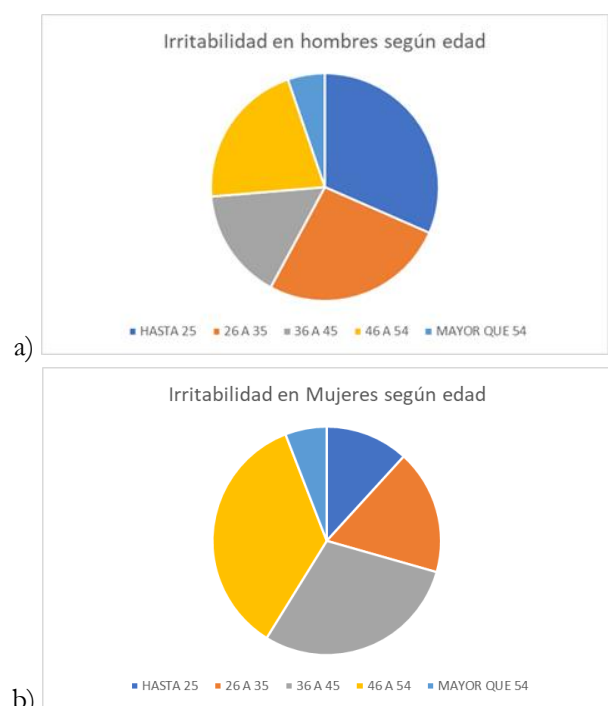


Figura 5.12. Irritabilidad post-exposición según edad a) hombres; b) mujeres

En la Figura 5.13 y Figura 5.14 se desglosan los casos que declaran presentar irritabilidad post-exposición según género, edad e instrumento.

5.4. Ocurrencia de escotoma en 4000 Hz o 6000 Hz

De acuerdo con la forma de los audiogramas por vía aérea, se constató que hay 21 casos en que se presenta una pérdida en la frecuencia de 4000 Hz mayor que en sus laterales, o en la frecuencia de 6000 Hz mayor que en sus laterales, dando lugar al patrón de escotoma en altas frecuencias que es característico de la pérdida auditiva ocupacional (Uña Gorospe et al., 2000). Se trata de 8 cantantes y 13 músicos de la orquesta. Sin embargo, cuando se analiza si la pérdida es o no superior a 25 dB –es decir, si hay o no pérdida auditiva-, se observa que sólo 2 músicos de la orquesta y 1 cantante presentan escotoma con pérdida auditiva.

6. OBTENCIÓN DE UNA BASE B DE MÚSICOS ACADÉMICOS URUGUAYOS

Aplicando una metodología desarrollada especialmente para este trabajo, de modo de obtener la mayor cantidad de información a partir de los datos disponibles, se obtuvieron tres bases de datos: una para cada subpoblación en estudio y otra

considerando conjuntamente todas las fichas audiométricas obtenidas en el desarrollo de este trabajo (total: 86). La metodología se basa en el concepto de Pérdida Auditiva Media (PAM) desarrollado por Lafon y Duclos (1985) y recogiendo otros estudios nacionales (González y Perona, 1996; González et al., 2003), lo combina con el de peligrosidad acústica (González, 2012).

En cuanto a los resultados de las audiometrías, en los gráficos de la Figura 6.1 y siguientes se presentan los resultados según porcentaje de la población de cada género, conjuntamente con las curvas de referencia correspondientes a las Bases A y B (población estadounidense) de la Norma ISO 1999:2013.

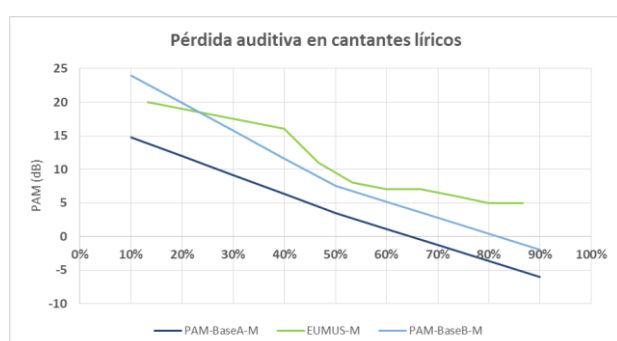


Figura 6.1. Pérdida auditiva media (PAM) en cantantes (hombres)

Sólo se han graficado los resultados de la población bajo estudio incluidos en la franja de 10 % a 90 %, para acompañar el intervalo en que están definidas las bases A y B en la Norma ISO (2013).

Sólo a modo informativo, y con el riesgo de explicitar algo que pueda ser obvio para el lector, se ejemplifica cómo se leen las curvas de los gráficos de la figura mencionadas.

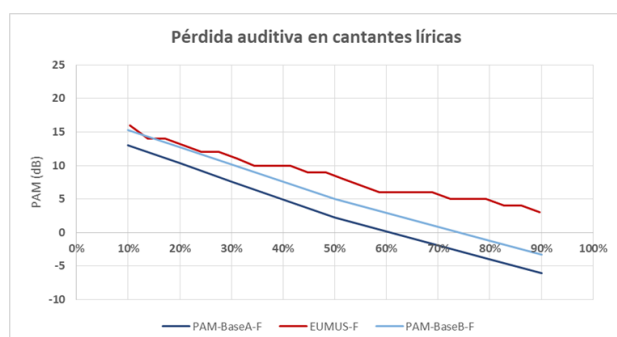


Figura 6.2. Pérdida auditiva media (PAM) en cantantes (mujeres)

Por ejemplo, en la Figura 6.2, la curva correspondiente a la Base B de referencia se lee: el

80 % de la población masculina de referencia presenta por lo menos una pérdida de 0 dB en tanto el 60 % de la misma población presenta una pérdida auditiva de por lo menos 5 dB. Para el 20 % que presenta mayor pérdida en la misma población, éste debería ser mayor o igual a 20 dB.

6.1. Base Tipo “B” de cantantes académicos

En la población de cantantes, en las fracciones que experimentan la menor pérdida se verifica que la pérdida mínima registrada supera en por más de 5 dB a la constatada en las Bases A y B. Sin embargo, en el caso de quienes experimentan el mayor deterioro, la situación no es idéntica en ambos géneros: algo más del 20 % de la población masculina que experimenta la mayor pérdida auditiva no pierde más que la población de la Base B de referencia; en el caso de las mujeres, la pérdida del 25 % con mayor incremento del umbral auditivo es muy próxima pero superior a la de la Base B.

6.2. Base Tipo “B” de músicos de orquesta

En el caso de los músicos de orquesta, si bien el comportamiento de los hombres es similar al de los cantantes de ese género (Figura 6.3) no puede decirse lo mismo de las mujeres: las mujeres que integran la orquesta tienden a presentar una pérdida no mayor que la de la Base B a partir del 40 % que experimenta la mayor pérdida. A su vez, las mujeres que experimentan la menor pérdida tienen, sin embargo, una pérdida que es cerca de 10 dB superior a la esperable en la Base B (Figura 6.4).

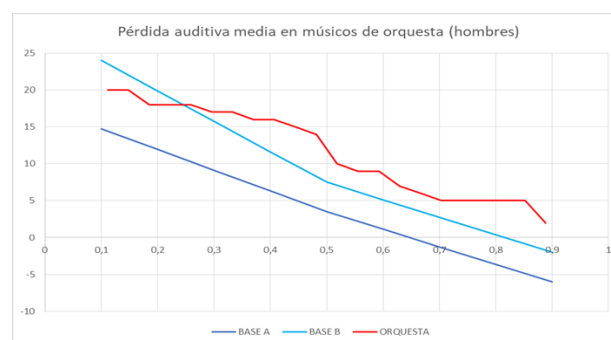


Figura 6.3. Pérdida auditiva media (PAM) en músicos de orquesta (hombres)

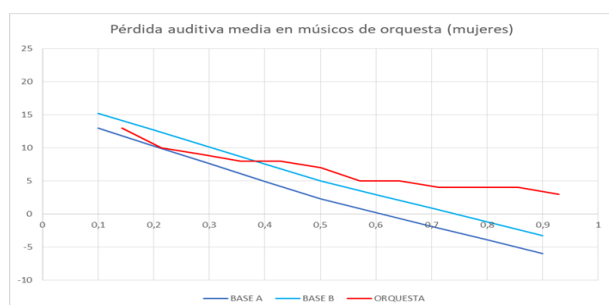


Figura 6.4. Pérdida auditiva media (PAM) en músicos de orquesta (mujeres)

6.3. Base Tipo “B” de músicos académicos uruguayos

En esta sección se presentan los gráficos de pérdida auditiva media resultantes a partir de los datos de todos los músicos participantes en este estudio, y los valores de las bases “B” correspondientes. Se muestran primero los resultados por género, y por último los que resultan de considerar en forma conjunta todas las fichas audiométricas recabadas.

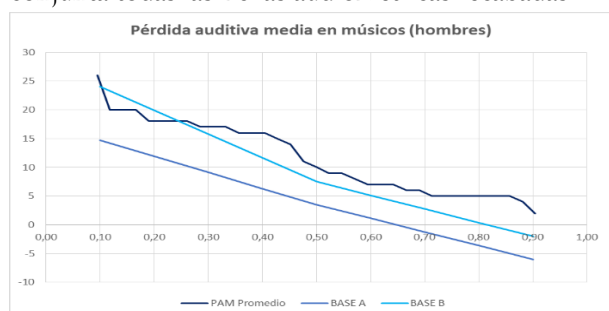


Figura 6.5. Pérdida auditiva media (PAM) en músicos (hombres)

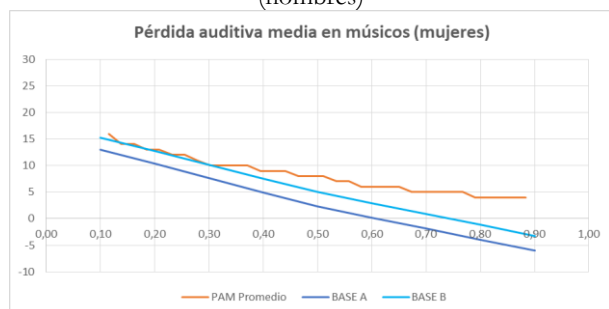


Figura 6.6. Pérdida auditiva media (PAM) en músicos (mujeres)

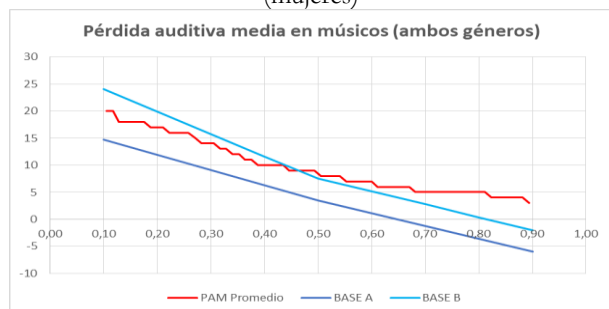


Figura 6.7. Pérdida auditiva media (PAM) en músicos (todos los datos)

6.4. Principales debilidades de los resultados obtenidos

Las principales debilidades de este trabajo posiblemente radiquen en el escaso número de fichas audiométricas que constituyen la base de datos, y en el haber adoptado como base de referencia o de comparación la que se presenta en la Norma ISO 1999:2013 como representativa de una población estadounidense.

En la actualidad no se dispone de una curva de pérdida auditiva por socioacusia para población uruguaya actual, de 35 años y de ambos sexos con un error de no más de 1 dB, por lo que hasta que se cuente con la misma no será posible realizar una comparación con un patrón más ajustado a la realidad nacional actual.

7. SÍNTESIS FINAL

Aunque estos resultados no son concluyentes, las tendencias que acusan son lo suficientemente marcadas como para invitar a profundizar en esta temática. Los resultados de esta comparación anticipan que el tema amerita un estudio más profundo, al evidenciar una tendencia clara (más marcada aún en mujeres que en hombres) a sufrir mayor pérdida auditiva que una población de referencia elegida entre las Bases B que presenta la Norma ISO 1999:2013. Se procurará a futuro aumentar el número de datos considerados para incrementar la confiabilidad de los resultados.

Si bien el número de participantes en el trabajo experimental a que se refiere este reporte es pequeño, se ha detectado una tendencia que hace pensar en una mayor pérdida auditiva en el caso de los músicos en relación a la pérdida de la población de referencia. Se espera continuar profundizando en esta línea de trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido financiado como Semillero Interdisciplinario en la convocatoria 2018 del Espacio Interdisciplinario de la Universidad de la República.

Los integrantes de este Semillero agradecen al EI-UdelaR y a todos quienes participaron en el trabajo experimental, tanto a los artistas como a quienes

colaboraron en la realización de audiometrías y entrevistas, así como en su logística.

REFERENCIAS

- Barcala, M.V.; Gianoli, P.; Montero, J.; Ríos, A.; Teixeira, M. (2013) *Molestia por ruido de tránsito*. Taller de Extensión en Ingeniería Ambiental, Universidad de la República, 97 pp., 2013.
- González, Alice Elizabeth. Determinación de la Peligrosidad Acústica en ambientes de trabajo. *Memorias de la 18ª Semana de la Salud Ocupacional*. Medellín, Colombia: ACHO; 2012.
- González, A.E.; Perona, D.H. (1996) Importancia del concepto epidemiológico en la valoración de la pérdida auditiva. 2º Congreso Uruguayo de Medicina del Trabajo. 1996.
- González, Alice Elizabeth; Perona, Domingo Hugo; Pérez Rocamora, Esteban; Gavirondo Cardozo, Martín. De cómo diferentes criterios de pérdida auditiva avalados por la Norma ISO 1999-90 conducen a valoraciones diferentes de una misma población. *Segundo Congreso Argentino de Acústica del Nuevo Milenio*, Buenos Aires, Argentina, 2003.
- Heinonen-Guzejev M, Koskenvuo M, Mussalo-Rauhamaa H, Vuorinen HS, Heikkilä K, Kaprio J. Noise sensitivity and multiple chemical sensitivity scales: Properties in a population based epidemiological study. *Noise Health [serial online]* 2012; 14:215-23. Recuperado de: <http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2012/14/60/215/102956>
- IMFIA - IMM. *Contaminación sonora en ambiente urbano (caso Montevideo)*. Informe Final del Proyecto de Iniciación a la Investigación CONICYT - Clemente Estable. Montevideo, marzo de 1998.
- International Standard Organization. *ISO 1999:2013 Acoustics – Estimation of noise-induced hearing loss*. Tercera edición. Suiza: ISO; 2013.
- Lafon, Jean Claude; Duclos, Jean Claude. La surdit  professionnelle. En: *Encycl. Med. Chir. (Paris – France) Otorhinolaryngologie*, 1985.
- Rivas Lacarte, M.P.; González Compta, X.; Gil Hermoso, M.; Rispau Falg s, A.; Moreno Molina, S. Audiometría: definición, tipos y utilidad diagnóstica y clínica. *JANO EMC Volumen 56 Número 1310 p.59*. Setiembre, 1999.
- Uña Gorospe, Miguel  ngel; García Martínez de Ibarreta, Estíbaliz; Beteg n Hernando, Amparo (2000). *Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica: Ruido*. Comisión de Salud Pública, Grupo de Trabajo de Salud Laboral de la Comisión de Salud Pública Del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud; Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud. Ministerio de Sanidad y Consumo. Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones. ISBN: 84-7670-578-6