

# la semana del SONIDO



ROSARIO 2015

Rosario, Argentina, 22 al 26 de junio de 2015

## Calidad acústica de discotecas

Federico Miyara  
Laboratorio de Acústica y Electroacústica  
Universidad Nacional de Rosario  
E-mail: [fmiyara@fceia.unr.edu.ar](mailto:fmiyara@fceia.unr.edu.ar)

### 1 Introducción

En la actualidad, la discoteca es el sitio de esparcimiento socialmente obligado de la juventud. En general no se considera que una diversión es completa si no incluye la asistencia a una discoteca. Lamentablemente, se trata de una actividad poco saludable desde varios puntos de vista, incluyendo entre sus riesgos la alteración de los ciclos del sueño, las alteraciones gastrointestinales, la ingesta en exceso de bebidas alcohólicas, la exposición al consumo de estupefacientes, la disminución o pérdida del control cabal de los propios actos y el daño auditivo, incluyendo este último patologías como acúfenos o tinnitus, hiperacusia, algiacusia, trauma acústico e hipoacusia (Biassoni et al., 2005; Serra et al., 2005; Biassoni et al., 2007; Biassoni et al., 2008). Los efectos auditivos citados se originan en el excesivo nivel sonoro, frecuentemente superior a 110 dBA, que es habitual en dichos locales, y se profundizan al inducir comportamientos adictivos al ruido que llevan a continuar la exposición, ya fuera del ámbito de la discoteca, a través de auriculares, autoestéreos o equipos hogareños de gran potencia (Miyara, 2000).

Si bien existen razones de mercado que inducen al sector empresario a imponer niveles sonoros excesivos dentro de las discotecas y otros lugares bailables (Miyara, 1997, 1999), el propósito de este trabajo es analizar variantes en el diseño acústico arquitectónico que posibiliten alcanzar metas de calidad acústica compatibles con un menor riesgo auditivo. De hecho, en las actuales circunstancias la juventud enfrenta un dilema de hierro, ya que dentro de la discoteca se ve obligada a someterse a los niveles agresivos que ésta impone y fuera de ella está expuesta al riesgo de ataques o asaltos. La tercera alternativa, no acudir a tales ámbitos, es considerada socialmente objetable. Vemos que el joven es prácticamente un rehén acústico de los empresarios de la noche y de las convenciones sociales, violentando su derecho a la salud (Miyara, 2007). En lo que sigue comenzaremos analizando el problema desde el punto de vista del riesgo auditivo inducido por ruido para, a partir de allí, establecer objetivos deseables y luego proponer soluciones.

## 2 Cuantificación del riesgo auditivo de asistentes y trabajadores

El riesgo auditivo inducido por ruido se define como el porcentaje de personas que, ante determinadas condiciones de exposición a ruido, adquirirán un determinado grado de hipoacusia por encima de las que la adquirirán sin estar expuestos. Entre estos últimos se encuentran los individuos más lábiles o susceptibles, que experimentarán lo que se conoce como *presbiacusia* (hipoacusia debido al envejecimiento auditivo) o también *socioacusia* (hipoacusia por exposición a sonidos habituales en la sociedad, excluyendo exposiciones laborales o a niveles muy intensos).

Las condiciones de exposición relevantes son el nivel promedio de ruido, el tiempo diario o semanal de exposición y la duración total en años de exposición. Se han propuesto diversos criterios de riesgo a lo largo de los años (véase, por ejemplo, Kryter, 1970). Uno de los más aceptados en la actualidad es el establecido por la Norma ISO 1999. Esta norma tiene varias ediciones, y si bien la versión actualmente vigente presenta un elaborado criterio estadístico (Miyara, 1999a), la primera edición de 1975 será suficiente para nuestros propósitos. El criterio se resume en la tabla 1, donde el nivel equivalente está referido a un tiempo semanal de exposición de 48 h de tipo laboral. Se debe tener en cuenta que cada vez que el tiempo de exposición semanal se reduce a la mitad, el riesgo es equivalente al correspondiente a un nivel 3 dB menor.

**Tabla 1.** Riesgo porcentual en función del nivel sonoro y de los años de exposición.

Nivel Sonoro Continuo Equivalente [dBA]	Años de exposición								
	5	10	15	20	25	30	35	40	45
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	1	3	5	6	7	8	9	10	7
90	4	10	14	16	16	18	20	21	15
95	7	17	24	28	29	31	32	29	33
100	12	29	37	42	43	44	44	41	35
105	18	42	53	58	60	62	61	54	41
110	26	55	71	78	78	77	72	62	45
115	36	71	83	87	84	81	75	64	47

Como un ejemplo relevante de aplicación el criterio, supongamos un joven que asiste a discotecas una vez por semana durante 3 h y que el nivel equivalente durante ese tiempo es de 110 dBA. El nivel equivalente extendido a 48 h será

$$L_{Aeq} = 110 - 10 \log \frac{3 \text{ h}}{48 \text{ h}} = 110 - 12 = 98 \text{ dBA}$$

Equivale a una exposición laboral a 98 dBA. Ingresando en la tabla 1 e interpolando entre 95 dBA y 100 dBA, resulta que para sólo 5 años de este régimen de exposición un 10 % de los expuestos tendrán hipoacusia. Suponiendo que la asistencia asidua a discotecas comienza típicamente a los 17 años, resulta que uno de cada 10 jóvenes será hipoacúsico a los 22 años. Este cálculo se hizo bajo el supuesto de que el resto del tiempo hay relativo descanso auditivo. Si existieran otras exposiciones a ruido o música fuerte fuera de la discoteca, el riesgo se vería incrementado.

Los efectos mencionados no son sólo hipotéticos, sino que se han corroborado en diversos estudios epidemiológicos (Biassoni et al., 2005).

Si el mismo régimen de exposición se mantuviera hasta los 27 años, es decir, durante 10 años, encontraríamos que uno de cada 4 de estos jóvenes padecerá hipoacusia.

Cabe aquí aclarar que, en general, el concepto de hipoacusia tiene más que ver con una convención legal que con una inobjetable verdad médica, y es así que varía de un país a otro. El criterio elegido por la ISO 1999 de 1975 es un aumento del umbral auditivo promedio de 25 dB. Se eligió ese criterio por ser un valor a partir del cual empieza a haber algunas dificultades en la comprensión de la palabra hablada.

También es de interés tener en cuenta el grupo de personas que trabajan en la discoteca, tales como bármanes, cajeros, disc-jockeys, personal de seguridad. En este caso el riesgo es mayor ya que aumenta la cantidad de días semanales y de horas diarias, sin que, en general usen la debida protección auditiva requerida por la ley de higiene y seguridad en el trabajo. Suponiendo 4 h diarias<sup>1</sup>, 3 veces por semana, el mismo tipo de cálculo arroja:

$$L_{Aeq} = 110 - 10 \log \frac{12 \text{ h}}{48 \text{ h}} = 110 - 6 = 104 \text{ dBA}$$

Con este nivel resulta que tras 5 años de este régimen laboral, un 17 % del personal, es decir, uno de cada 6, padecerá hipoacusia. Muy probablemente no se hacen los estudios audiométricos con la frecuencia que debería, con lo que la hipoacusia se descubre cuando ya se ha tornado irreversible.

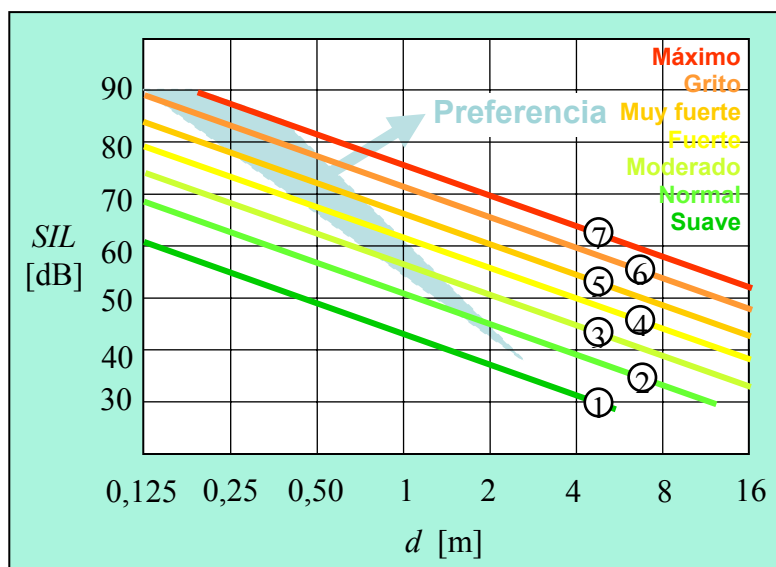
### 3 Inteligibilidad de la palabra

Otro problema asociado al elevado nivel sonoro dentro de la discoteca es la pérdida de inteligibilidad de la palabra debido al enmascaramiento. También aquí existen diversos criterios, según la calidad de la comunicación deseada. Uno de ellos ampliamente citado, se muestra en la figura 1. Utiliza el denominado *nivel de interferencia a la palabra (speech interference level), SIL*, es decir el promedio entre los niveles de ruido en las bandas de octava de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz y 4000 Hz. Indica la distancia entre dos personas a la cual la comunicación es posible dado un valor de *SIL* para distintos grados de esfuerzo vocal y muestra los rangos generalmente preferidos o de mayor comodidad. Para un *SIL* por encima de 90 dB, lo cual equivale a un nivel ponderado de entre 95 dBA y 100 dBA dependiendo del resto del contenido espectral, es imposible la comunicación oral a ninguna distancia razonable. La única forma es gritar directamente a poca distancia del oído, agrediéndolo aún más. Esto repercute además sobre las cuerdas vocales, que sufren un estrés considerable.

Este problema es importante, dado que impide precisamente una de las razones para compartir dos o más personas un momento juntos, que es la posibilidad de conversar, comunicar ideas, hechos, emociones o sentimientos. Es un paradójico caso de sociabilización en un contexto de aislamiento virtualmente completo, donde la única alternativa posible es el movimiento constante, ocasionando un desgaste físico que al poco tiempo requiere la recuperación energética y la rehidratación a través del consumo alimentos y bebidas. Es la única dialéctica posible en tales circunstancias.

---

<sup>1</sup> Probablemente la jornada laboral dure más, pero dado que al principio y al final los niveles pueden ser menores que los 110 dBA supuestos, ello se compensa suponiendo 4 h a 110 dBA



**Figura 1.** Criterio de interferencia a la palabra hablada para comunicación oral. Se indica el máximo nivel de interferencia a la palabra *SIL* aceptable en función de la distancia para diversos grados de esfuerzo vocal: 1) Suave, 2) Normal, 3) Moderadamente fuerte, 4) Fuerte, 5) Muy fuerte, 6) Gritando, 7) Máxima emisión vocal. El área sombreada indica el rango de distancias preferidas según el *SIL*

#### 4 Calidad del sonido

Hasta ahora consideramos sólo la salud auditiva y la inteligibilidad de la palabra hablada, pero también es importante la calidad del sonido. Por un lado, un buen sonido no debe estar distorsionado, y debería conservar la espacialización estereofónica original. La distorsión se produce tanto en los altavoces como en el propio oído de los oyentes, sobre todo por encima de 90 dBA. La emisión del sonido en estéreo está ausente en la mayoría de las discotecas, lo que lleva a reemplazar calidad por cantidad. Cuando el oído distorsiona fuertemente, la calidad del sistema de reproducción es irrelevante, ya que será el oído quien imponga sus propias limitaciones, enmascarando los defectos del sistema de reproducción.

#### 5 Análisis del problema

Una característica propia de la discoteca es que conjuga múltiples usos en un único espacio. Por un lado, la pista de baile, donde los usos y costumbres “dictan” niveles sonoros elevados. Son típicos valores mayores de 100 dBA, pero lo razonable sería no superar los 90 dBA. Por otro lado, el área de descanso y consumición, donde el cliente intenta conversar. Para ello se requiere un nivel de ruido ambiente compatible con una aceptable inteligibilidad sin forzar la voz en exceso. Este criterio implica niveles de ruido inferiores a 80 dBA.

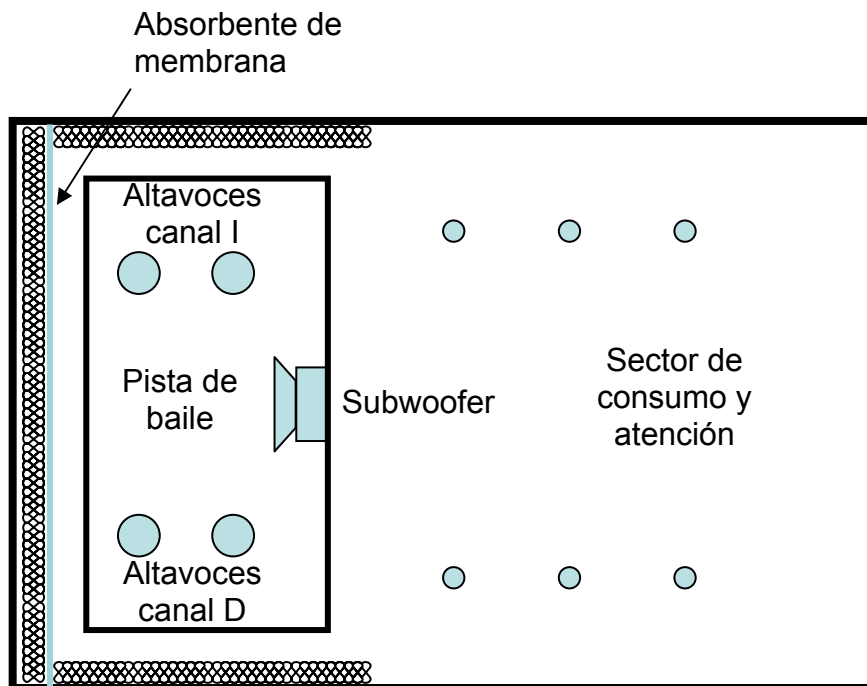
Por último, las áreas donde desempeñan sus tareas los trabajadores. En este caso rige la Ley de Higiene y Seguridad, que establece un nivel equivalente máximo de 85 dBA. Al ser el tiempo de exposición 4 veces menor que en otros trabajos podría admitirse hasta 6 dB más, es decir, 91 dBA, con protección auditiva. Según el criterio antes planteado (ISO1999:1975), esto implica en realidad que a largo plazo (30 años) habrá un 8 % de hipoacúsicos, salvo que se realizaran pruebas audiométricas periódicas

que permitieran detectar tempranamente las personas con oídos lábiles y transferirlos a tareas en ambientes menos ruidosos.<sup>2</sup> Además, dado que se trata de un trabajo en el cual se utiliza la comunicación oral, es muy raro que el personal utilice protección auditiva. Por estas razones los niveles deberían ser los mismos o menores que los de los clientes.

## 6 Soluciones

La respuesta a esta problemática es una zonificación acústica y una mejora sustancial en la calidad del sonido. ¿En qué consiste y cómo se logra la zonificación acústica? Consiste en diferenciar las características cualitativas y cuantitativas del sonido en las diversas áreas del predio según el uso al que están destinadas. Así, la pista de baile, donde tradicionalmente el nivel buscado es elevado, se irradiará con mayor potencia, en tanto en el resto se distribuirá una potencia mucho menor mediante múltiples parlantes.

A modo de ejemplo pueden considerarse dos diseños posibles. En el primero, ilustrado en la figura 2, en la pista de baile se utilizan altavoces direccionales suspendidos del techo o de una estructura tubular ad hoc y orientados hacia abajo. Esto se combina con materiales absorbentes en todas las superficies cercanas. El cielorraso debería ser también tratado con materiales absorbentes y de no mucha altura.



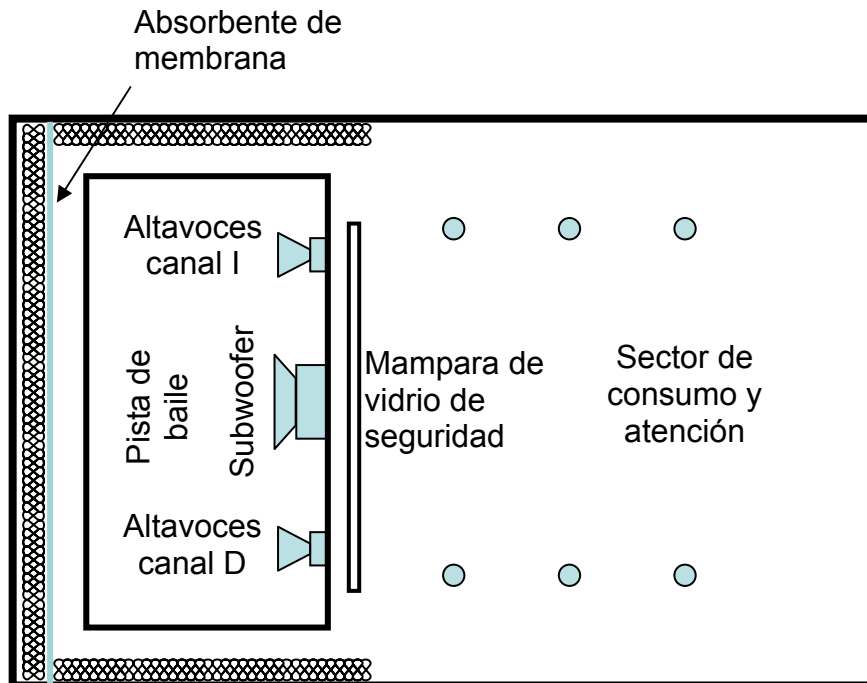
**Figura 2.** Diseño de discoteca mediante altavoces direccionales en la pista de baile y materiales absorbentes en las zonas aledañas.

En el segundo ejemplo, de mejor rendimiento, se emplea una mampara de vidrio laminado de seguridad de gran espesor (12 mm) formando una barrera acústica que atenúa el ruido que la atraviesa y reduce el área de las zonas laterales destinadas a acceso y circulación de personas entre la pista y el resto del recinto. Se trata de una barrera acústica pero no visual, con lo cual se logra una apropiada integración de los

<sup>2</sup> Es fácil concluir, además, que dado que en una discoteca convencional no hay áreas más silenciosas, el pertenecer al grupo de los más susceptibles implicaría la pérdida del empleo.

espacios. El sonido direccional de alta frecuencia es absorbido por el material absorbente y escapa en menor medida por los ingresos a la pista. El sonido de baja frecuencia es absorbido por resonadores de membrana reduciendo la energía que escapa por los accesos a la pista. La relativa proximidad de los altavoces a la pista reduce la necesidad de potencia acústica al priorizar el campo sonoro directo por sobre el reverberante. La alta reflectividad del vidrio permite reorientar la potencia acústica irradiada hacia la pista, con lo que logra reforzar el nivel sonoro con menor potencia total. Al reducir el sonido reflejado en la pared opuesta y reducir el área efectiva de comunicación con el resto del predio, la zona de consumo está expuesta a niveles considerablemente menores. La misma se complementa a través de la irradiación por pequeños altavoces creando un sonido de gran calidad pero menor potencia. Se pueden lograr pérdidas por inserción del orden de 20 dB.

A través de un adecuado diseño arquitectónico se pueden lograr variantes de estas ideas que permitan su adaptación a otros tipos de espacios o a otras distribuciones de las zonas acústicas.



**Figura 3.** Diseño de discoteca mediante separación acústica de espacios con una mampara de vidrio de seguridad y materiales absorbentes en las zonas aledañas.

Esta solución puede combinarse con una reducción de 15 dB a 20 dB en el nivel del sonido en la pista, con lo que se logran niveles bastante aceptables para una buena inteligibilidad en el resto del recinto. Esta reducción es viable incluso desde el punto de vista de conservar la sensación de impacto sonoro que se busca para la actividad bailable, ya que al permitir la circulación y permanencia en zonas de menor nivel sonoro, el fenómeno de la fatiga auditiva tiende a disminuir con el relativo descanso

auditivo.<sup>3</sup> Esto lleva a que cada vez que los asistentes vuelven a la pista de baile vuelvan a experimentar ese impacto considerado estimulante para la danza

## 7 Conclusiones

Mejorando la calidad sonora y redistribuyendo la potencia acústica acorde a los usos de cada sector se puede reducir la carga acústica sobre el oído, así como un menor estrés vocal, brindando una alternativa que no requiera que los clientes abandonen el lugar para lograr descanso auditivo. También mejora la calidad de escucha y la inteligibilidad de la palabra fuera de la pista de baile, devolviendo a la discoteca el carácter de ámbito de interacción e integración social.

Esto a su vez reducirá la contaminación sonora hacia el vecindario por emanación de sonido a través de medianeras y fachadas, y tenderá a controlar el fenómeno de la acumulación de personas frente al local que salen a descansar auditivamente.

También se reduce la potencia acústica total requerida promoviendo un mayor aprovechamiento energético, a la vez que es posible intercambiar la inversión en equipos de mayor potencia por equipos de mayor calidad sonora.

## Referencias

- Biassoni, E. C.; Serra, M.R.; Richter, U.; Joekes, S.; Yacci, M.R.; Carignani, J.A.; Abraham, S.; Minoldo, G.; Franco, G. (2005) "*Recreational noise exposure and hearing effects in adolescents. Part II: development of hearing disorders*" International Journal of Audiology, Vol. 44, N° 2, pág. 74-8.
- Biassoni, E. C.; Serra, M. R.; Pavlik, M.; Curet, C.; Hinalaf, M.; Pérez Villalobo, J.; Minoldo, G.; Abraham, S.; Moreno, J.; Joekes, S.; Yacci, M.R. (2007) "*Hábitos recreativos en la adolescencia y deterioro auditivo prematuro. Un abordaje interdisciplinario*". Avances en Investigación en Ciencias del Comportamiento en Argentina. Ed. Universidad del Aconcagua, 2007, p. 401-432. Tomo I.
- Biassoni, E. C.; Serra, M.R.; Pérez Villalobo, J.; Joekes, S.; Yacci, M.R. (2008) "*Hábitos recreativos de los adolescentes y sus consecuencias en la salud auditiva*". Revista Interamericana de Psicología, Vol. 42(2). Pág. 248-257.
- ISO 1999:1990 Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment
- Kryter, Karl D. (1970). "The effect of noise on man". Academic Press. New York, 1970
- Miyara, Federico (1997) "Ceremonia de iniciación al ruido". Diario "La Capital". Rosario, 23/06/97
- Miyara, Federico (1999) "Acoustic Violence: A New Name for an Old Social Pain". Hearing Rehabilitation Quarterly. Vol 24, N° 1. Abril de 1999. pp 18-21, 29
- Miyara, Federico (1999a) "Estimación del riesgo auditivo mediante la Norma Internacional ISO 1999" Jornadas de Medio Ambiente y Salud - Rosario, 11 al 13 de noviembre de 1999
- Miyara, Federico (2000) "El vicio del reproductor de audio". Revista Tecnopolitan, Año 1 N° 8, Septiembre-Octubre 2000, Buenos Aires. pp. 98-99.
- Miyara, Federico (2007) "Ruido, juventud y derechos humanos". I Congreso Argentino-Latinoamericano de Derechos humanos "Una Mirada desde la Universidad". Rosario, 2007
- Serra, M.R.; Biassoni, E. C.; Richter, U.; Minoldo, G.; Franco, G.; Abraham, S.; Carignani, J.A.; Joekes, S.; Yacci, M.R. (2005) "*Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents. Part I: an interdisciplinary long-term study*". International Journal of Audiology, Vol. 44, N° 2, pág. 65-73.

---

<sup>3</sup> La fatiga auditiva es un fenómeno psicoacústico por el cual luego de un tiempo de estar expuesto a niveles sonoros muy altos, la sensación de sonoridad parece disminuir. Este fenómeno explica el hecho de que en general los niveles sonoros medios van aumentando progresivamente conforme avanza la noche.