

la semana del SONIDO



ROSARIO 2015

Rosario, Argentina, 22 al 26 de junio de 2015

Acústica de bares y restaurantes

Vivian Pasch^a, Federico Miyara^a, Ernesto Accolti^a, Pablo Miechi^a

^a Grupo de Investigación sobre Ruido Urbano, Universidad Nacional de Rosario

E-mail: pasch@fceia.unr.edu.ar

1 Introducción

Entre los numerosos factores que determinan la evaluación que los clientes hacen sobre los bares y locales de comida (cocina, ambientación, servicio) las condiciones acústicas que ofrecen este tipo de espacios van adquiriendo cada vez más importancia en la valoración de los mismos.

Este aumento en la consideración sobre la acústica de los locales de encuentro social se debe a dos cuestiones principales. Por un lado, el problema se ha ido agravando en los últimos tiempos, y por otro, la sociedad en su conjunto ha incrementado tanto su preocupación por los efectos del ruido como sus demandas en el nivel de confort requerido. Sin embargo es de señalar que los propietarios, e incluso los profesionales responsables de proyectar este tipo de lugares, usualmente dejan de lado esta temática frente a otras demandas de diseño, probablemente por considerar que puede derivar en costos inabordables.

El diseño acústico de bares y restaurantes es un problema complejo entendiendo como tal a aquellas situaciones en las que hay diversos factores interdependientes (el nivel de ruido, la capacidad, la rentabilidad), varios actores intervinientes (el propietario, los organismos de control, los proyectistas) y que requieren el aporte de diversas disciplinas (la física, la arquitectura, la higiene y seguridad).

Si bien es una cuestión que ha sido estudiada desde principios del siglo XX (Lombard, 1911), lo que permite tener suficientemente documentación sobre sus causas y efectos, su consideración en nuestro medio no está difundida en forma adecuada. Asimismo, no existen reglamentaciones, normas y pautas aplicables al diseño y habilitación de los lugares de comida.

En este trabajo se describen los principales factores que definen las condiciones acústicas de bares y restaurantes, se detalla un modelo de evaluación de los mismos a modo de ejemplo y se presentan los resultados de la aplicación del mismo a cuatro espacios gastronómicos de la ciudad de Rosario, Argentina. Asimismo se mencionan algunas propuestas para el mejoramiento de la acústica de este tipo de locales en un

intento de derribar ideas tales como que su abordaje requiere grandes inversiones económicas o que pueden afectar estéticamente.

2 Acústica social

Al asistir a un bar, café o restaurante es usual experimentar situaciones en las que el nivel de ruido es tan elevado que se hace difícil mantener una conversación. Pero en algunos otros casos la sensación de incomodidad deriva, por el contrario, de la existencia de un ambiente demasiado silencioso en el que parece que nuestra conversación es escuchada por todos los presentes. Cabe entonces preguntarse: ¿cuáles son las condiciones acústicas apropiadas para este tipo de ambientes? O, ¿qué es lo que la generalidad de las personas espera y acepta como condiciones acústicas deseables en un bar, café o restaurante? La respuesta a estas preguntas no es única ya que, por ejemplo, existen muchos tipos de espacios gastronómicos (desde locales de comida rápida y bares temáticos a restaurantes que apuestan a largas sobremesas, o cavas para degustación) y el ambiente acústico debe adecuarse a cada uno. No obstante hay algunas consideraciones generales que se aplican a todos ellos.

La acústica social involucrada en bares y restaurantes incluye tres ejes fundamentales:

- El *control del ruido ambiental* o *de fondo*. Deriva de la interacción de todas las fuentes; no es inteligible; no comunica un mensaje directo
- La *privacidad* de la palabra. Busca que el mensaje se limite al grupo
- La *claridad*. Pretende que la conversación sea inteligible dentro del grupo pero sin requerir esfuerzo vocal

El alcance de estos tres objetivos queda fuertemente supeditado a aspectos relacionados directamente con el diseño del espacio en cuanto a forma, tamaño, revestimientos, mobiliario, etc. Algunas tendencias actuales, que se ejemplifican en la figura 1, están influyendo negativamente sobre las condiciones acústicas que se alcanzan.



Figura 1. Tendencias de diseño que afectan negativamente las condiciones acústicas. Cabe destacar que en este restaurante en particular se han aplicado medidas de control por lo que el ambiente sonoro que se alcanza es aceptable. La imagen es sólo ilustrativa.

Por esto es común encontrar que los locales presentan altos *tiempos de reverberación*¹ y altos niveles sonoros, lo que a su vez retroalimenta la situación debido al *efecto Lombard* (o efecto cocktail).

2.1 El efecto Lombard

El efecto Lombard es una respuesta involuntaria por la cual se eleva la voz en ambientes en que existe ruido de fondo, lo que agrava aún más el problema. Comienza a manifestarse para niveles de ruido ambiente superiores a 45 dBA y a partir de niveles del habla mayores a 55 dBA. Suponiendo un aumento lineal de los niveles de ruido ambiente por encima de 45 dBA, el nivel del habla puede estimarse como

$$L_{SA,1m} = 55 + c(L_{NA} - 45) \quad \text{dBA} \quad (1)$$

donde $L_{SA,1m}$ es el nivel del hablante a 1 m de distancia, c es la pendiente de Lombard y L_{NA} es el nivel del ruido ambiente. A partir de mediciones que incluyen situaciones con un rango amplio de cantidad de personas presentes, se ha encontrado que el valor de c que mejor se corresponde con los resultados es de 0,5 dB/dB (Rindel, 2010).

Por ejemplo, si el nivel del ruido ambiente es de 75 dBA, el nivel de la voz se elevará hasta 70 dBA; los estándares internacionales consideran que ese nivel de la voz medido a 1 m de la persona se corresponde con un esfuerzo vocal entre “elevado” y “fuerte” (ISO 9921:2003).

2.2 Modelo predictivo del ruido ambiente

Recientes investigaciones proponen un modelo sencillo para la predicción del ruido ambiente considerando hipótesis como la existencia de un campo sonoro difuso. (Rindel, 2010). El mismo puede expresarse como:

$$L_{NA} = 93 - 20 \log\left(\frac{A}{N_S}\right) = 93 - 20 \log\left(\frac{A g}{N}\right) \quad \text{dBA} \quad (2)$$

donde A es el área de absorción equivalente en m^2 y N_S es la cantidad de personas que hablan al mismo tiempo. Como normalmente sólo se conoce el número total de personas presentes N , es útil expresar N_S a partir de N y de la cantidad de personas por grupo, g .

Del análisis de este modelo surge la fuerte influencia que tiene el área de absorción equivalente sobre el nivel de ruido ambiente; en efecto, si A se duplica, L_{NA} se reduce 6 dB.

2.3 Relación señal-ruido

A partir de las expresiones anteriores puede calcularse la relación señal-ruido SNR , es decir, la diferencia entre el nivel del hablante $L_{SA,1m}$ y el nivel de ruido ambiente L_{NA} . Resulta:

$$SNR = -14 + 10 \log\left(\frac{A g}{N}\right) \quad \text{dBA} \quad (3)$$

¹ Perceptivamente, es el tiempo que tarda un sonido en volverse inaudible una vez suprimida la fuente. Conceptualmente, es el tiempo que demora un sonido en reducir el nivel de presión sonora 60 dB una vez suprimida la fuente.

Los estándares internacionales aceptados establecen una correspondencia entre la calidad de la comunicación y diferentes valores de la relación señal-ruido.

En las primeras columnas de la tabla 1 se muestran esos estándares. Cada valor de SNR se corresponde, combinando las expresiones (1), (2) y (3), con un nivel del habla y con un ruido ambiente; asimismo esas expresiones permiten determinar la absorción equivalente necesaria para conseguir cada valor de SNR . Todos estos resultados se muestran en la misma tabla 1.

Tabla 1. Calidad de la comunicación y sus correspondientes valores de SNR , $L_{SA,1m}$, L_{NA} , A y N . Se indican los límites entre calidades sucesivas.

Calidad de la comunicación	SNR dB	$L_{SA,1m}$ dBA	L_{NA} dBA	A/N m^2
Muy buena	9	56	47	50 - 65
Buena	3	62	59	12 - 16
Satisfactoria	0	65	65	6 - 8
Suficiente	-3	68	71	3 - 4
Insuficiente	-9	74	83	0,3 - 0,6
Muy mala				

De la tabla 1 puede notarse que para alcanzar una calidad de comunicación que esté en el límite entre “suficiente” e “insuficiente” se necesita un valor de SNR de -3 dB y que el L_{NA} sea inferior a 71 dBA. Además esto exige que el hablante eleve la voz hasta conseguir que $L_{SA,1m}$ supere los 68 dBA, lo que se considera un esfuerzo vocal entre “elevado” y “fuerte” (ISO 9921:2003). Más interesante desde el punto de vista del diseño de los espacios resulta la información de la última columna ya que indica una pauta muy clara: para alcanzar esta condición de una comunicación con calidad “apenas suficiente” la absorción equivalente necesaria A resulta de ente $3 m^2$ y $4 m^2$ por persona. Si se utiliza un material cuyo coeficiente de absorción para frecuencias medias sea de 0,70 se deberán instalar entre $3,6 m^2$ y $5,0 m^2$ del mismo.

2.4 Capacidad acústica de locales de comida

Haciendo un análisis inverso puede pensarse en determinar cuál es el número máximo de asistentes que puede admitirse en un local gastronómico, cuya absorción equivalente A esté ya fijada, a fin de alcanzar una calidad de comunicación “apenas suficiente”. A este número se lo define como *capacidad acústica* del local. Considerando como hipótesis adicionales que el número de personas por grupo g es de entre 3 y 4, que habla una persona por vez en cada grupo y que la absorción equivalente es de $0,5 m^2$ para cada persona, de la expresión (3), la capacidad acústica CA resulta

$$CA = \frac{V}{20 T_r} \quad (4)$$

donde V es el volumen del local en m^3 y T_r es el tiempo de reverberación del mismo en s. A partir de (4) puede fijarse como pauta de diseño que el volumen por persona requerido para alcanzar el límite de lo “apenas suficiente” en cuanto a calidad de comunicación queda determinado como

$$V_{\min / \text{pers}} = 20 T_r \quad m^3 \quad (5)$$

3 Relevamiento exploratorio realizado

El modelo predictivo descrito en el apartado anterior se aplicó a cuatro locales gastronómicos de la ciudad de Rosario, Argentina, a fin de analizar la aplicabilidad del mismo y a modo de relevamiento exploratorio para evaluar acústicamente este tipo de espacios.

Se trata de locales de diferente tipo: un pub, dos parrillas destinadas a públicos diferentes y un restaurant de alta gama. También cuentan con características arquitectónicas disímiles. En la tabla 2 se muestran parámetros tales como su superficie, volumen, cantidad de mesas y el número máximo de asistentes con el cual funcionan habitualmente, el tiempo de reverberación para frecuencias medias y la absorción equivalente cuando la ocupación es del 50 % del máximo. El tiempo de reverberación se obtuvo a partir de mediciones realizadas en cada local gastronómico. Se han ordenado a partir de la superficie y en forma creciente.

Tabla 2. Parámetros destacados de los locales estudiados y el nivel de ruido ambiente esperable según el modelo aplicado. Se ha considerado un porcentaje de ocupación del 50 %.

Local	S (m^2)	V (m^3)	Mesas	N	T_{mid} (s)	A (m^2)	L_{NA} (dBA)	$L_{SA,1m}$ (dBA)	SNR (dB)	CA	N/CA
R1H	213	930	42	170	1,0	181	75,4	70,2	-5,2	44	3,9
R2S	162	618	28	115	0,5	219	70,3	67,6	-2,7	60	1,9
R3A	150	407	30	120	0,7	123	75,9	70,4	-5,5	29	4,1
R4B	92	364	17	68	0,5	132	70,3	67,7	-2,6	36	1,9

En la misma tabla se muestra el nivel de ruido ambiente calculado de acuerdo a (2) y el nivel de la voz de los hablantes medido a 1 m de distancia, calculado de acuerdo a (1). Ambos parámetros suponen ponderación A en frecuencia. Se incluyen también la relación señal ruido según (3) y la capacidad acústica según (4).

A modo de ejemplo, se destaca que el local R3A, tiene la menor absorción equivalente A , mientras que el número máximo de asistentes N es uno de los más altos. Esto presupone las peores condiciones acústicas lo que queda verificado con la relación señal-ruido SNR más desfavorable. La última columna muestra que este local está funcionando con un número máximo de asistentes cuatro veces superior a su capacidad acústica CA .

El local R4B posee una absorción equivalente A muy similar al R3A aunque N es considerablemente menor (del orden del 60 %). Por esto en el R4B la relación SNR señal-ruido es cercana al límite de calidad de la comunicación “suficiente”. No obstante, este local también funciona superando su capacidad acústica lo que se verifica asimismo en los demás locales estudiados. En la comparación entre estos dos locales merece también destacarse el nivel de ruido ambiente que es casi 6 dB superior para el local R3A.

Otra observación importante es que en todos ellos el nivel de voz del hablante supera los 66 dBA, valor por encima del cual el esfuerzo vocal se considera “elevado”.

4 Conclusiones y recomendaciones

Del relevamiento exploratorio realizado surge que en los locales estudiados se excede largamente la capacidad acústica de los mismos por lo que la calidad de la comunicación es “insuficiente”. Esto se traduce en niveles sonoros de ruido de fondo elevados y en niveles del habla que requieren esfuerzo vocal.

Para que la calidad de la comunicación sea satisfactoria la capacidad real de los locales debería ser menor que el 50 % de la capacidad acústica.

Si bien, debido a que el número de casos estudiados es muy reducido, los resultados no tienen validez estadística puede estimarse que esta situación se extiende a muchos de los locales gastronómicos de la ciudad y la región.

Del modelo predictivo presentado surgen algunas recomendaciones generales de diseño. Entre ellas, puede enunciarse que con una absorción equivalente menor de 4 m² por persona los niveles de ruido de fondo esperables serán mayores a 71 dBA y la calidad de la comunicación será “insuficiente”. Para que la calidad de la comunicación sea “suficiente” el volumen mínimo por persona debería ser $V_{\min / pers} \approx 20 T_r$ (m³).

Asimismo, el límite de las condiciones “suficientes” corresponde a la capacidad acústica dada por la ecuación (4):

$$CA = \frac{V}{20 T_r}$$

Si bien este parámetro puede resultar muy restrictivo, especialmente en nuestro medio debido a que hasta el momento las reglamentaciones no consideran aspectos relacionados con la calidad acústica de los locales gastronómicos, puede resultar útil como indicativo: para aumentar la capacidad acústica se debe reducir el tiempo de reverberación sin disminuir el volumen, lo cual se logra aumentando la absorción equivalente.

Para esto existen en el mercado diversas soluciones en base a lanas minerales, espumas facetadas, placas perforadas de roca-yeso o de madera, etc. A partir de estos materiales son infinitas las posibilidades de diseño que pueden obtenerse. El resultado final será siempre más económico y eficiente si la variable acústica se tiene en cuenta desde las primeras etapas del proyecto.

Referencias

- ISO 9921:2003 Ergonomics – Assessment of speech communication
- Lombard, E. (1911). “Le signe de l'élévation de la voix” [The sign of the rise in the voice]. *Maladies Oreille, Larynx, Nez, Pharynx*, 27, 101–119.
- Rindel, J.H. (2010) “Verbal communication and noise in eating establishments”, *Applied Acoustics* 71, 1156-1161.
- Rindel J.H., (2012) “Acoustical capacity as a means of noise control in eating establishments”. *Proceedings of BNAM 2012*, Odense, Denmark.