

## CONSIDERACIONES ACERCA DE LA DEFINICION Y RANGO DE PERTINENCIA DE LA CIENCIA ACUSTICA

Tradicionalmente se define a la Acústica como la rama de la Física que se ocupa de la producción, propagación, recepción y tratamiento del sonido (ruido). Se admite que es una materia multidisciplinaria pero siempre desarrollada a partir de un tronco netamente físico. Tanto llega a primar este criterio que se ha hecho extender el rango de esta disciplina al estudio de "toda radiación mecánica en cualquier medio material".<sup>1</sup>

Esta manera física de encarar la Acústica está profundamente arraigada en nosotros, pues no sólo así nos lo han enseñado desde nuestros primeros estudios sino que el "sentido común" apoya esta línea de pensamiento.

A nuestro entender esa orientación puede acarrear serios errores de interpretación al estudiante no prevenido que, sin saberlo, correrá el riesgo de transformarse en un futuro profesional desinformado incapaz de generar nuevos horizontes en el conocimiento científico trayendo como consecuencia el cierre de probables nuevas realizaciones en el campo de la tecnología. Es por esto que consideramos imprescindible hacer algunas reformulaciones conceptuales que permitan abordar esta problemática con el suficiente poder de discriminación aprovechando así al máximo la información que se ofrezca en la bibliografía especializada y para que en lo posible las nuevas ideas e investigaciones encuentren caminos limpios de prejuicios.

Comenzaremos reflexionando sobre el objeto formal de la Acústica: el sonido. Cuando se habla de "sonido" siempre se confunde el estímulo (externo) con la sensación (interna), ya que el sonido es una sensación y como tal no existe fuera del individuo percipiente. Este ejemplo quizás aclare mejor esta situación: si nos pinchamos con una aguja de coser sentimos dolor. Pero no se nos ocurre llamarle "dolor" a la aguja pues estaríamos confundiendo el efecto con la causa. Tampoco pensamos que la aguja "contiene" dolor que al pinchar "penetra" dentro nuestro. Sin embargo cuando se hace referencia al sonido sucede exactamente eso. Así decimos "onda sonora", "la producción del sonido", "el sonido viaja a tal velocidad", "el sonido viene de allí o de allá", etc., como si éste fuera algo material y localizable visualmente, equivalente a la aguja del ejemplo que hemos puesto.

Pensamos que este estado de pensamiento se debe principalmente a dos causas: una al llamado mecanismo psicofisiológico de localización de la fuente externa y otra que el fenómeno externo que estimula los receptores del individuo es "invisible".

La primer causa mencionada es la que nos hace proyectar hacia afuera la sensación sonora (interna) para así poder detectar "de dónde proviene el sonido". Esto tiene su origen en la audición biauricular, la asimetría de la forma de la cabeza y de pequeños movimientos de la misma que el sujeto realiza inconscientemente<sup>2</sup>. Las señales nerviosas provenientes de los dos oídos son comparadas a nivel precortical y cortical en cuanto a la intensidad, espectro y forma dinámica (en especial los ataques) del estímulo externo que por ahora llamaremos "onda sonora".

Este mecanismo ha sido muy útil desde el punto de vista de la conservación de la especie al permitir localizar tanto un peligro próximo como un posible beneficio aún fuera del alcance de la visión pero que para la comprensión del fenómeno sonoro hace caer en la trampa de "sentir afuera" lo que en realidad se produce "adentro".

La segunda causa son las llamadas "ondas acústicas", "ondas sonoras", o vulgar y equivocadamente "sonido". Este agente externo, que prefiero catalogar como "perturbaciones fonógenas"<sup>3</sup>, son una serie de pequeñísimas condensaciones y rarefacciones del aire que se propagan a través del mismo originadas, generalmente, por las vibraciones de un objeto. Estas perturbaciones, que provocan infinitamente pequeños movimientos en las moléculas, por supuesto no pueden ser vistas y prácticamente son detectadas sólo por el oído<sup>4</sup>.

De estas dos causas principales (sumada a la terquedad humana) emana la imposibilidad de aceptar, a través del "sentido común", que los sonidos no existan sino "dentro" del ser humano, aclaremos, estadísticamente sano y que en el exterior, el medio ambiente, sólo se encuentran perturbaciones fonógenas, es decir vibraciones de un medio elástico.

Tenemos una prueba anátomo-fisiológica de que el fenómeno externo es vibración mecánica y no sonido, pues el órgano auditivo es un subsistema biológico adaptado para captar y transmitir vibraciones, en especial del aire: membrana timpánica, juego de huesecillos, el mismo órgano de Corti que reacciona piezoelectricamente a la tracción mecánica.

Si el fenómeno externo no fuera vibratorio la estructura anatómica del oído, si la hubiera, sería completamente diferente. Para comprender esto basta pensar en el diseño del ojo, totalmente distinto al del oído, sensible a determinados fenómenos electromagnéticos, que llamamos luz, de naturaleza física diferente a las perturbaciones fonógenas<sup>5</sup>.

Pero definamos más claramente lo que hasta el momento hemos denominado "sensación sonora". El movimiento vibratorio de la perturbación fonógena es transformada<sup>6</sup> por ciertos elementos del sistema auditivo (órgano de Corti) en impulsos electroquímicos, llamados impulsos nerviosos, que se propagan a través del nervio auditivo hacia el sistema

nervioso central en donde son decodificados a través de un proceso todavía no conocido. A esta decodificación la llamamos "oír" y al producto de esa decodificación, "sonido" el cual, ya lo dijimos, es interpretada por el individuo como "provenientes del exterior".

Por esto podemos decir que "sonido" es el PRODUCTO DE LA DECODIFICACION POR PARTE DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL DE LOS IMPULSOS NERVIOSOS PROVENIENTES DEL NERVIIO AUDITIVO QUE EL INDIVIDUO, ESTADISTICAMENTE SANO, INTERPRETA COMO PROVENIENTE DEL EXTERIOR y, aclaramos, no como algo que existe por sí mismo.

Si bien a través de esta definición se muestra claramente la naturaleza interna (sensible) del sonido, sigue siendo incompleta ya que los sistemas (subsistemas) biológicos que procesan los estímulos no se limitan a captarlos y traducirlos mecánicamente, sino que reaccionan activamente tendiéndolos a organizar de una manera particular que no depende exclusivamente de las propiedades físicas de esos estímulos sino de las capacidades operativas propias de esos sistemas (subsistemas). Estas capacidades (tendencias), que están enunciadas en las leyes gúestálticas, hacen que tienden a formarse conjuntos perceptuales con valor unitario provenientes de haces de estímulos no necesariamente estructurados en sí. Bajo este aspecto los sonidos deben considerarse además como formaciones gúestálticas, pues de esa manera el sujeto así lo hace.

Pero el concepto de sonido queda incompleto si no se toma en cuenta otro factor: el condicionamiento de la percepción por la experiencia. Nos referimos tanto a la experiencia individual como a la social (cultura). Estas no sólo hacen estructurar la información decodificada de una manera particular (arbitraria) sino que también la corrigen y filtran haciendo pertinentes ciertos elementos sobre otros según patrones convencionales incorporados a través de la historia de la sociedad y del individuo que la conforma. A través de los códigos y sistemas semióticos el sonido ya no sólo debe considerarse como una unidad fisio-gúestáltica<sup>7</sup> sino también como una unidad cultural<sup>8</sup>.

Por lo tanto podemos definir a "sonido" como LA PERCEPCION CULTURALIZADA PRODUCTO DE LA DECODIFICACION DE LOS IMPULSOS NERVIOSOS QUE LLEGAN AL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL A TRAVES DEL NERVIIO AUDITIVO QUE EL INDIVIDUO, ESTADISTICAMENTE SANO, INTERPRETA COMO PROCEDENTE DEL EXTERIOR.

Pero por más que haya quedado demostrada la naturaleza subjetiva de "sonido" sigue siendo inevitable para cualquier persona normal pensar que los sonidos se hallan "afuera" de ella. Todo el lenguaje humano, al menos en lo que respecta al fenómeno auditivo, está fundado en esa creencia, la cual hasta nos hace llegar a admitir que existan "sonidos que no se oyen".

Aunque, como hemos visto, es una equivocación pensar así, ya que el sonido no se percibe sino que es la percepción misma, no se puede ignorar

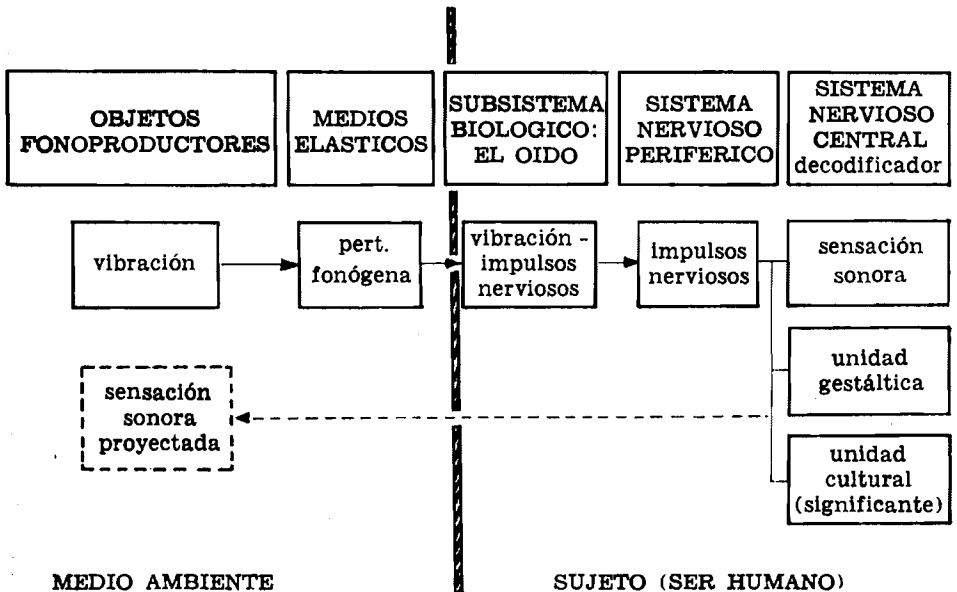
esta situación pues es una realidad perceptual operativa y eficaz con que los seres humanos (por lo menos) toman nota de la realidad exterior. Además bajo esta "ilusión" se integran internamente los fenómenos fisis-perceptuales que provienen de la registración de los acontecimientos del medio ambiente. Por lo tanto el sonido, bajo este punto de vista, puede considerarse como un hipotético objeto material. Y como éste evoluciona (cambia) en el tiempo podemos hablar de hipotético objeto material en movimiento<sup>9</sup>.

En resumen tenemos que lo que se llama "sonido" engloba dos realidades diferentes:

1) el fenómeno físico: las perturbaciones fonógenas

2) el fenómeno fisis-psíquico<sup>10</sup>: el sonido

y que esquemáticamente lo podemos mostrar gráficamente de la siguiente manera:



Ahora nos toca redefinir a la Acústica, ya que bajo la luz de lo que hemos mostrado la definición "oficial" y su consecuente rango de pertinencia se tornan incongruentes. La redefinición que proponemos es hipotética puesto que no pretendemos que se modifiquen, debido a este humilde y falible trabajo, las estructuras montadas sobre los conceptos que se vienen proponiendo desde hace varios siglos, pero pensamos que a medida que los caminos se definan correctamente poco a poco los cambios vendrán.

Ante todo debemos aclarar que no se trata de excluir lo físico en favor de lo psíquico (fisis-psíquico) sino de coordinar ambos aspectos que constituyen la totalidad de la problemática Acústica. Debe tenerse presente que sin el ser humano el sonido no existiría, sólo habría pertur-

baciones (vibraciones) y sin éstas los seres vivos (humanos en especial) no hubieran desarrollado el sistema que llamamos oído y no existiría el sonido. Por lo tanto la Acústica debería ser la ciencia que estudie los movimientos vibratorios fonógenos, su propagación, control, etc. y los sonidos, tanto como percepción culturalizada producto de la decodificación de los impulsos nerviosos que provienen del nervio auditivo como hipotéticos objetos materiales en movimiento.

Si bien queda establecido claramente el límite inferior del rango de pertinencia de la Acústica, los movimientos oscilatorios fonógenos, no sucede lo mismo con el superior, ya que hay fenómenos altamente complejos como la música y el habla, en donde los sonidos (perturbaciones fonógenas) juegan un papel importantísimo, pero que evidentemente no son del dominio exclusivo de la disciplina que nos ocupa. No corresponde en este trabajo definir las, pero explicarlas solamente como meros hechos sonoros o atmosféricos sería decir muy poco de esas manifestaciones. Es porque en estos casos los sonidos (perturbaciones fonógenas) funcionan como soportes de estructura cuyas combinatorias responden a códigos y sistemas semióticos bajo los cuales están organizados. Por lo tanto podemos decir que el límite superior son los sonidos en cuanto significantes (señales) según el modelo saussuriano.

Al ocuparse de los aspectos físicos y perceptuales de los significantes, la Acústica estaría funcionando como ciencia auxiliar tal como las llamadas Acústica Musical, Acústica fonética, etc., y que nosotros preferimos denominar "Acústicas aplicadas a..." la música, fonética, etc., todas ellas, dejando de lado el problema estético, entroncadas con la Semiótica.

## EPILOGO

Lo expresado en este trabajo parece llevar a la conclusión de que el "mundo sonoro" (el psíquico), se "divide" en distintos planos (gestálticos, cultural, fisiológico) o aspectos. Debemos aclarar que esta no es una división ontológica del objeto sino una división operativa derivada del rango de pertinencia de las disciplinas que lo estudian. Pero por eso mismo debería discriminarse, en aras de una eficaz estructuración del pensamiento, lo que es de pertinencia de la acústica de lo que es de otras disciplinas que también se ocupen del "mundo sonoro". Obviamente un estudio serio y profundo requiere una integración de disciplinas pero integración no significa mezcla, confusión o lo que es peor, sustitución.

Esperamos que este pequeño trabajo haya cumplido su cometido principal de indicar que la Acústica no es solamente una rama de la Física pues, como hemos visto, "sonido" incluye factores fisio-psico-culturales que ésta, tal como la conocemos actualmente no tiene nada que decir. Buenos Aires, octubre de 1986.

JUAN ANGEL SOZIO

## NOTAS

<sup>1</sup> Según la "Acoustical Soc. of America" (P.A.C.S.-43), citado en una comunicación del Prof. Em. Ing. Guillermo Luis Fuchs al "Seminario Sonido y Salud", organizado por la Sociedad Argentina de Pediatría en Buenos Aires el 7-6-1985, en el cual el autor de este artículo participó como panelista.

<sup>2</sup> Para mayor ampliación ver Franssen, *op. cit.* en Bibliografía.

<sup>3</sup> Perturbaciones, porque son deformaciones de un medio elástico, y fonógenas, porque genera sonido, es decir que están dentro del rango de frecuencia e intensidad que afectan el sistema auditivo humano (normal). Ver Sozio, *op. cit.* en Bibliografía.

<sup>4</sup> Esto no es estrictamente así, ya que las vibraciones (es decir los movimientos de los cuerpos elásticos) se propagan por el cuerpo humano y son detectados por los sensores propioceptores. Cabe citar las interesantes experiencias de la bailarina y coreógrafa argentina María Fux con discapacitados auditivos.

<sup>5</sup> Ver la interacción entre el medio ambiente y los seres biológicos en Lorenz, *op. cit.* en Bibliografía.

<sup>6</sup> Por transducción piezoeléctrica.

<sup>7</sup> Adopto esta palabra "centáurica" como un intento por apartar los criterios dualistas que invaden el lenguaje. Para mayor amplitud ver Bunge, *op. cit.* en Bibliografía.

<sup>8</sup> Para mayor ampliación del "concepto unidad cultural", ver Eco, *op. cit.* en Bibliografía.

<sup>9</sup> Se trata del concepto de "objeto sonoro" de Pierre Schaeffer, aunque en él su intención es compositiva y no acústica.

<sup>10</sup> Me atengo a lo mismo que la nota 7.

## BIBLIOGRAFIA

- BUNGE, Mario. — *El problema mente cerebro* (Un enfoque psicobiológico). Madrid, Tecnos, 1985.
- ECO, Umberto. — *Opera aperta*. Milán, Bompiani, 1962. Trad. española: Roser Berdagué, Barcelona, Planeta, 1985.
- ECO, U. — *La struttura assente*. Milán, Bompiani, 1968. Trad. española: Francisco Serra Cantarel, Barcelona, Lumen, 1978.
- FRANSEN, N. V. — *Estereofonía*. Holanda, Philips, 1963. Trad. española: José M<sup>a</sup> Fernández Arin, Madrid, Paraninfo, 1963.
- GUILLAUME, Paul. — *La Psychologie de la forme*. París, Flammarion. Trad. española: Angélica Beret, Bs. As., Psique, 1976.
- LORENZ, Konrad. — *Die ruckseite des spiegels*. Munich, Piper, 1973. Trad. española: Manuel Vázquez, Barcelona, Plaza Janes, 1980.
- SAUSSURE, Ferdinand de. — *Cours de linguistique générale*. París, Payot, 1916. Trad. española: Mauro Armíño, Barcelona, Planeta, 1985.
- SCHAEFFER, Pierre. — *Traité des objets musicaux*. París, Ed. du Seuil, 1966.
- SOZIO, Juan Angel. — *Los fonoproductores*. Contribución al estudio de la organología musical. En Revista del Instituto de Investigación Musicológica "Carlos Vega", N<sup>o</sup> 4. Bs. As., UCA, Fac. de Artes y Ciencias Musicales, 1981.