

El ruido y la inteligibilidad de la palabra

Federico Miyara

Sistemas de comunicación

El lenguaje humano requiere el uso de un *sistema de comunicación* que permita un intercambio de información confiable y sin distorsiones entre individuos y grupos. Un sistema de comunicación está formado por elementos que interactúan entre sí: *emisor*, *mensaje*, *código*, *canal*, *contexto* y *receptor*. En el caso que nos ocupa el emisor es el hablante; el mensaje es la idea a transmitir; el código son las emisiones acústicas correspondientes a la lengua hablada; el canal es el medio por el que se transmite el código (el aire, una línea telefónica); el contexto es una serie de elementos subjetivos u objetivos que afectan al proceso de comunicación, por ejemplo la atención, el interés, las distorsiones y el ruido; y el receptor es el oyente.

Algunos conceptos lingüísticos

La *lengua* es un sistema de signos lingüísticos que los miembros de una comunidad memorizan y que les permite comunicarse. Tiene carácter *social*. El *habla* es el acto de seleccionar signos y organizarlos mediante reglas. Es esencialmente *individual*. Los signos lingüísticos son entes que reemplazan una idea para comunicarla. Poseen dos aspectos: el *significado* (idea a comunicar) y el *significante* (la expresión o imagen utilizada para comunicarla). En el lenguaje humano los significantes pueden ser gráficos (lenguaje escrito) o acústicos (lenguaje hablado). Los significantes son combinaciones de elementos de diversas jerarquías. El mínimo elemento libre es la *palabra*. En el caso gráfico, el significante está formado por *grafemas* (por ejemplo, letras). En el caso acústico, por *fonemas* (por ejemplo, el correspondiente a una consonante).

Fonemas, fonología y fonética

El *fonema* es la *unidad fónica ideal mínima* del lenguaje. Es *fónica* porque es producto de la *fonación* o emisión vocal. Es *ideal* porque es una abstracción que busca los elementos comunes a todas las pronunciaciões individuales que evocan igual interpretación por parte de los individuos de una comunidad. Es *mínima* por ser indivisible.

La *fonología* estudia los fonemas. Detecta regularidades e ignora aquellas pequeñas diferencias individuales que no motivan interpretaciones diferenciadas. Se propone acotar a un mínimo la cantidad de fonemas necesarios para la correcta representación del lenguaje hablado.

La *fonética*, en cambio, estudia los sonidos o *materializaciones* de los fonemas. Procede por la vía experimental y se interesa por los mecanismos físicos y fisiológicos. Realiza análisis acústico (características físicas del sonido emitido), articulatorio (mecanismos de producción) y perceptivo (rasgos relevantes para la percepción).

Aparato fonatorio

El *aparato fonatorio* está formado por el *tracto vocal* y el *sistema articulatorio*. Comienza en los *pulmones*, que obran como fuente de energía a través de un flujo de aire o una sobrepresión, según el caso. Los *bronquios* y la *tráquea* conducen el aire hasta la *glotis*, abertura entre las *cuerdas vocales* ubicadas en la *laringe*. Las cuerdas vocales son dos membranas susceptibles de ser aproximadas (estrangulando la glotis) o tensadas. Bajo una combinación adecuada de abertura y tensión, el flujo de aire las hace vibrar provocando un sonido *tonal*, es decir con una altura musical definida. La frecuencia (cantidad de vibraciones por segundo, o Hertz), así como la intensidad (amplitud de las vibraciones) pueden modificarse a voluntad.

Por encima de la glotis se encuentran la *faringe* y la *orofaringe* (garganta), que se bifurca en la *cavidad nasal* y en la *cavidad oral*. Cuando el flujo de aire continúa por estos tramos sin obstrucción alguna se emiten los *sonidos vocálicos*. Cuando algún elemento produce una *constricción* se emiten *sonidos consonánticos*. Los elementos capaces de obstruir el flujo constituyen el *sistema articulatorio*. El primero es la propia glotis, que al reducir parcialmente su sección causa turbulencias en el aire produciendo un sonido aspirado, como en la *h* de “hipido”. Más

arriba se encuentran, de adentro hacia fuera, la *lengua*, el *velo*, el *paladar*, el *alvéolo*, los *dientes* y los *labios*. La aproximación de elementos articulatorios en oposición (por ejemplo la lengua y el alvéolo) produce diferentes tipos de constricciones.

Características acústicas de la emisión vocal

Los sonidos emitidos pueden ser *sonoros* o *sordos*. Los *sonoros* corresponden a las vocales y a algunas consonantes (*n*, *m*, *b*, *g*, entre otras) y se caracterizan por una altura musical. Los *sordos* son de tipo *oclusivo* o *explosivo* (*p*, *t*, *k*), en los que se libera repentinamente una sobrepresión, o *fricativo* (*s*, *f*, *j*), en los que el aire fricciona al atravesar el espacio restringido entre dos elementos articulatorios. No producen sensación tonal.

Todos los sonidos pueden ser analizados *espectralmente*. Así como el *espectro luminoso* indica los colores puros contenidos en la luz, el *espectro sonoro* especifica los tonos puros que contiene un sonido o ruido. Cada tono puro corresponde a una única frecuencia. Ejemplos de tonos puros son el silbido o el sonido del diapasón. El espectro es importante porque la primera acción que realiza el oído al percibir un sonido es efectuar un *análisis de espectro* (por ello se afirma que la audición es un sentido analítico). La percepción está, entonces, fuertemente condicionada por el *contenido espectral*.

El espectro de los fonemas sonoros contiene una frecuencia fundamental y algunas frecuencias múltiplos, también denominadas *armónicos*. Así, por ejemplo, podemos tener un sonido que contiene 100 Hz, 200 Hz, 300 Hz, etc. Este sonido evoca una altura igual a la de un tono puro de 100 Hz; es decir, los armónicos se funden en el sonido fundamental, produciendo un timbre más lleno y distintivo pero sin cambiar su altura.

Los fonemas sordos, en cambio, contienen una gran cantidad de tonos puros superpuestos que se interfieren entre sí dando una sensación neutra, sin altura definida. En este sentido se emparentan con ruidos como el *ruido blanco*, que posee todos los tonos audibles en igual proporción (el nombre surge por analogía con la luz blanca, que contiene todos los colores en igual proporción). Un ejemplo de ruido blanco es el producido por un televisor cuando cesa la transmisión.

Otra característica importante para la inteligibilidad es la energía acústica. Así, las consonantes sordas tienen en general menos energía que las consonantes sonoras y las vocales. En contraste, confieren mayor cantidad de información, ya que si en un texto se pierden las vocales es relativamente simple reconstruirlas, lo cual no ocurre si se pierden las consonantes.

Ruido e inteligibilidad

El ruido afecta de tres maneras la percepción de la palabra hablada: por *alteración del espectro*, por *enmascaramiento* y por *confusión de patrones temporales*.

Cuando un ruido se superpone a un sonido útil, el espectro resultante difiere del original, y dado que la percepción se inicia con un análisis de espectro, resulta un *patrón espectral alterado* que dificulta su interpretación.

El fenómeno de *enmascaramiento* consiste en que si junto a un sonido se presenta otro de intensidad bastante mayor (por ejemplo 20 ó 30 dB mayor), el primero se vuelve completamente imperceptible. En condiciones normales esta limitación del oído es útil, pues permite liberar al cerebro de una gran cantidad de información irrelevante que de otra manera lo sobrecargaría (por ejemplo, el ruido de las patas de un insecto, o el de una conversación lejana). Pero cuando los sonidos enmascarados son los correspondientes a la palabra hablada, el resultado puede ser la pérdida de inteligibilidad. El enmascaramiento puede ser total o parcial. En el primer caso se enmascararía toda la emisión vocal, como sucede al intentar hablar en tono normal dentro de una fábrica ruidosa. En el segundo caso, se enmascaran los sonidos más débiles, o las sutiles diferencias que permiten distinguir una consonante de otra. Este enmascaramiento parcial también afecta a la inteligibilidad ya que los sonidos perdidos suelen ser portadores de la mayor parte de la información. Por ejemplo, la confusión de la “s” por una “j” en la palabra “casa” la transforma en “caja” cambiando completamente el sentido.

Por último, cuando un ruido intermitente como puede ser el de golpes o impactos incluso débiles se superpone a una emisión vocal, algunas consonantes de similar perfil temporal, como la “c” y la “t”, pueden confundirse.

Medida de la inteligibilidad

La inteligibilidad se mide a través del *índice de articulación*, que indica el porcentaje de aciertos en la comprensión de una cantidad de emisiones vocales. Hay tres tipos de índices: el *índice de articulación silábico*, en el que se hace escuchar al sujeto cierta cantidad de sílabas sueltas sin sentido, el *índice de articulación de palabras*, para el cual se utilizan palabras en general de dos sílabas, y el *índice de articulación de frases*, que utiliza frases completas. En todos los casos las emisiones son *fonéticamente balanceadas*, es decir, los fonemas aparecen en la misma proporción que en el habla normal.

Se observa que a partir de 35 a 40 dBA de ruido ambiente los índices de articulación empiezan a disminuir. También se observa que el índice silábico es menor que el de palabras y éste que el de frases. Es decir, en una condición dada, se entienden más las frases completas que las palabras o las sílabas sueltas. Esto se debe a que la variedad de sílabas sueltas es mucho mayor que la de palabras o frases. Virtualmente cualquier combinación de consonantes y vocales da una sílaba válida, pero no cualquier combinación de sílabas es una palabra válida. Por ejemplo, “caza” podría confundirse con “cafa”, pero como ésta no es una palabra válida, el sujeto se decide por “caza”. Análogamente, no toda combinación de palabras de una frase correcta, tanto en su sintaxis como en su sentido. Al decir “ese hombre caza conejos”, la palabra “caza” podría confundirse con “casa”, “caja”, “cafa”, “taza”, “tasa”, “tafa”, etc. Sin embargo, la única palabra válida y que da sentido a la frase es “caza”.

Ambientes críticos y grupos de riesgo

Existen varios ambientes en los que la pérdida de inteligibilidad por ruido es frecuente. En primer lugar están los ámbitos escolares, que en muchos casos son acústicamente deficientes tanto en lo relativo a acondicionamiento interior como a aislamiento del ruido externo. Hay dos grupos de riesgo en las escuelas: los niños pequeños, y los docentes. Una mala inteligibilidad puede ocasionar a los niños un aprendizaje incorrecto. Por ejemplo, en la frase “brama el toro” la palabra “brama” podría confundirse con “drama”, una palabra mucho más común. Habría no sólo un cambio en la palabra, sino una verbalización de un sustantivo. Los docentes, por otra parte, procurando evitar dicho inconveniente, fuerzan excesivamente la voz, causándose trastornos fonatorios.

En los ambientes laborales, sobre todo en la industria, suelen tener problemas de ruido que reducen la inteligibilidad. El resultado puede ser la mala interpretación de una orden o instrucción.

En el comercio, donde frecuentemente es necesario intercambiar información sobre productos o servicios, la pérdida de inteligibilidad puede conducir a información errónea, o a un esfuerzo excesivo por parte de vendedores y clientes para comunicarse. Curiosamente, en muchos casos esto se debe a la presencia de música funcional provista con la idea equivocada de proveer una estadía más confortable para el cliente.

Finalmente, en los lugares de esparcimiento se observan también serias dificultades para la comunicación. Los restaurantes y bares, en los que es frecuente no sólo la música funcional sino televisores, ruidos de vajilla, pedidos en voz alta de los mozos a los encargados de la cocina, se hace imposible a menudo tener una conversación normal. Los asistentes elevan la voz para intentar enmascarar al ruido, lo que no hace sino profundizar el problema, ya que el ruido ambiente aumenta. En las discotecas, locales de fiestas y similares el problema es todavía más grave, ya que los asistentes suelen ser jóvenes que se inician en la vida social o afectiva, lo que requeriría condiciones favorables para la comunicación, la reflexión grupal o en pareja. La asistencia a tales lugares se vuelve un acto meramente ritual, sin oportunidad para el intercambio. Se transforman en meros consumidores. Al perderse la comunicación se pierde la capacidad de observar, de criticar, de imaginar.