

Ruido y contenido semántico

Federico Miyara

1. Introducción

El estudio científico de los efectos no fisiológicos del ruido se ha concentrado principalmente en la relación entre el nivel de presión sonora (o una de sus variantes) y alguna valoración cuantitativa del efecto. Los indicadores más frecuentemente utilizados para ello han sido el grado o magnitud del efecto (por ejemplo, el porcentaje de palabras reconocidas correctamente) o la proporción de individuos en los que aparece el efecto (por ejemplo, el porcentaje de personas altamente molestas).

Dentro de los efectos no fisiológicos que merecen especial atención podemos consignar: molestia, incomodidad, intranquilidad, ansiedad, miedo, sobresalto, alarma, enmascaramiento, pérdida o disminución de la inteligibilidad de la palabra hablada, perturbación de la memorización a corto plazo, pérdida del alerta, perturbación del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Una característica de muchos tipos de ruido es la de poseer *contenido semántico*, es decir, contenido significativo. Sus efectos sobre el ser humano no se restringen, así, a los que se derivan de mecanismos puramente físicos o biológicos, como el fenómeno psicoacústico de enmascaramiento o la secreción de determinadas hormonas (adrenalina y noradrenalina), sino que desencadenan procesos cognitivos que interfieren o compiten con otros procesos simultáneos.

La capacidad de reaccionar cognitivamente ante estímulos con contenido semántico está ligada al estado de alerta. El alerta es una necesidad desde el punto de vista zoológico para conseguir el sustento o para enfrentar el peligro, según se trate de un predador o una presa. Dicho estado implica la disposición para recibir y procesar información del entorno, información que muchas veces se manifiesta en forma de estímulos sensoriales. La vista, el oído y el olfato son los sentidos que permiten recibir información a distancia. De ellos el oído es el único que a la vez permite una percepción rápida, a distancias considerables y sin mediar contacto visual (es decir, aun en presencia de obstáculos), con buena localización direccional y espacial. De allí que la evolución haya favorecido un gran desarrollo de la percepción auditiva, que en el hombre llega al nivel de posibilitar el surgimiento del lenguaje, un sofisticado medio de comunicación simbólico.

El estado de alerta podría compararse con lo que en informática se denomina el sistema de *interrupciones*. Una interrupción es una señal que se presenta en forma aleatoria (es decir, en un instante imprevisible) y que desencadena un proceso diferente al que se estaba llevando a cabo. Según la situación, dicho proceso nuevo puede tener diversos niveles de prioridad, administrados en general por el sistema operativo. Una vez atendida la interrupción y ejecutado el proceso, el control vuelve al proceso que se estaba desarrollando previamente. Un ejemplo de ello es el oprimir una tecla en una computadora.

Este modelo sencillo ilustra la naturaleza de los fenómenos iniciales que tienen lugar en la mente humana ante una señal apropiada. La actividad que hasta ese momento acaparaba la atención es interrumpida y el interés se dirige ahora a la nueva señal, que deberá ser procesada a fin de determinar si es o no pertinente, si requiere o no una atención más prolongada, si desencadena otra serie de acciones o no. Dicho procesamiento puede requerir mayor o menor aporte de recursos mentales.

Existe una diferencia, sin embargo, con el ejemplo informático. La interrupción de un proceso mental que involucra entre otras cosas asociaciones, intuiciones, analogías, inducciones, etc., no implica sólo una suspensión de una secuencia lineal de actos susceptible de ser retomada en cualquier momento sino, a menudo, de una compleja red que se construye en forma no unívoca, con intervención de elementos fortuitos e, inclusive, de perceptos subliminales. El regreso al punto de interrupción puede ser imposible. La red debe ser reconstruida a partir de algunos de los elementos originales, pero con intervención de elementos nuevos. Aun alcanzar un estado comparable o equivalente al original puede requerir un tiempo que se prolonga bastante más allá de la finalización del estímulo interruptor.

El objetivo de este trabajo es explorar y poner de manifiesto algunos mecanismos involucrados y algunas posibles estrategias de análisis para el estudio y la investigación sobre el contenido semántico del ruido y sus efectos.

2. Fundamentos conceptuales

La palabra “ruido” admite dos definiciones según que se lo vea desde un punto de vista físico-objetivo o perceptivo-subjetivo. La primera definición se refiere al hecho de poseer un espectro de frecuencias continuo, es decir que todas las frecuencias audibles están presentes en él, en contraposición con los sonidos tonales o pseudotonales que poseen solamente un conjunto discreto de frecuencias constitutivas.

La segunda definición expresa simplemente que es “sonido no deseado”. Esto requiere una interpretación para evitar caer en una sutil ambigüedad. No necesariamente el hecho de ser “no deseado” implica que se lo rechace o que automáticamente produzca efectos negativos. “No deseado” sólo implica que no se lo busca especialmente, que no hay intención de escucharlo por sí mismo. En otras palabras, puede ser no deseado y al mismo tiempo aceptárselo si se presenta espontáneamente. Pero, desde luego, la definición incluye también aquellos sonidos que por sus características (nivel, intermitencia, contenido semántico, etc.) provoquen rechazo o causen efectos adversos.

Se considera que un sistema de comunicación posee un *emisor* que emite un *mensaje*, materializado en una *señal*, un canal de transmisión, y un *receptor* que recibe la señal recuperando el mensaje (Fuentes, 1988). En muchos casos, como en el de la radiofonía o la televisión, el receptor no es único y puede, inclusive, ser indeterminado. En tales casos existe una intención de comunicar y un camino directo entre el emisor y cada receptor. En otros casos, como el de la música grabada, no hay un camino directo en sentido estricto, pero sí en sentido virtual, haciendo abstracción del retardo que media entre la producción del mensaje y su recepción.

Sin embargo, puede haber señales susceptibles de ser recibidas por un receptor que, sin haber sido emitidas con intención de comunicar, posean contenido semántico. Se denomina *indicio* a este tipo de señal. El ruido urbano es un ejemplo de ello: el ruido del tránsito, el de las maquinarias, el de la construcción, etc. Inclusive los denominados *signos naturales* (Marty et al., 1995), como el trueno, se encuadrarían dentro de esta

categoría. Los indicios suelen ser menos abstractos que otros tipos de signos, ya que no son arbitrarios sino el resultado de algún fenómeno físico.

Es posible y conveniente extrapolar algunas cualidades y caracteres de las señales a los indicios. Así, por ejemplo, muchos indicios poseen *carácter apelativo*, en el sentido de que atraen al receptor a prestarles atención. Esto no es en realidad una cualidad del indicio sino del receptor, su experiencia previa, su historia personal, etc.

Pero ¿qué es *contenido semántico*? Recurriendo al concepto de *triángulo semiótico* introducido por Ogden y Richards y modificado por Stern y Ullmann (Fuentes, 1988), formado por la terna *referente - significado - significante* (donde el referente es el objeto real, el significado su idea mental y el significante su imagen externa, en este caso acústica), el contenido semántico es la existencia de información inteligible para el receptor, capaz de evocar la *representación* de un referente. En otras palabras, puede haber contenido semántico aun en un fenómeno sin intención comunicativa, en la medida en que sea capaz de provocar una representación como imagen mental (de cualquier tipo) en un receptor. Este proceso de construcción de la imagen mental se conoce como *semiosis* (Marty et al., 1995).

A nuestros fines poco importa si la representación es correcta, ya que no existió realmente intención comunicativa. Tampoco interesa si existió un emisor consciente de que emitía un mensaje o, para el caso, si se trató o no de un mensaje. Lo que interesa es el efecto distractivo que produce el proceso de semiosis de un fenómeno con cualidades de mensaje.

3. Contenido semántico

El contenido semántico puede ser directo, indirecto o evocado. Es *directo* cuando aparece explícitamente un significante, es decir, por ejemplo, una palabra o conjunto de palabras pronunciadas con suficiente nivel y relación señal/ruido como para ser inteligibles. En este caso, presumiblemente existió intención comunicativa en el emisor, aun cuando el destinatario del mensaje fuera un sujeto diferente de aquel que lo recibe como ruido, es decir, como sonido no deseado. Este tipo de situaciones se da frecuentemente en ámbitos públicos tales como oficinas, bares, restaurantes, aulas de clases e, inclusive, en bibliotecas. Probablemente sea éste uno de los casos que más atención ha recibido por parte de los investigadores, sobre todo por el inglés Dylan Jones y sus colaboradores, bajo la designación genérica de *sonido irrelevante* o *habla irrelevante*. Otra situación típica se da en la exposición a música. Si bien el contenido semántico de la música no tiene el mismo alcance que en la palabra hablada, la existencia de estructuras rítmicas, melódicas y armónicas conocidas por el receptor acarrearán contenido significativo para éste.

El contenido semántico es *indirecto* cuando no aparece un significante explícito o aparece parcial o fragmentariamente. Puede darse esta situación cuando el mensaje se ve afectado por otro ruido (por ejemplo el efecto “fiesta”), por enmascaramiento o por distorsión lineal (por ejemplo la escucha a través de un tabique) o no lineal (por ejemplo, la escucha mediante un sistema de amplificación defectuoso). También cuando se reconoce que se trata de habla en el propio idioma, aun cuando no se reconozcan las palabras, o cuando se escucha una lengua extranjera desconocida o incomprensible.

El contenido semántico es *evocado* cuando, sin existir un estímulo normalmente asociado a un mensaje, se presentan ciertas condiciones de similitud que podrían desencadenar procesos mentales característicos de la decodificación de un mensaje. Puede haber similitud espectral (es decir, contenido de frecuencias semejante al de algún tipo

de mensaje), similitud de los patrones temporales (por ejemplo, una evolución en el tiempo similar a la de la palabra hablada), o similitud de situaciones (una señal que sustituye a otra que normalmente está asociada a determinada situación).

La categoría de contenido semántico evocado es la más difícil de precisar y de estudiar, tanto en su caracterización fenomenológica como en la determinación precisa de sus mecanismos, algunos de los cuales pueden tener una fuerte base psicológica.

4. Experimentos sobre habla irrelevante

Los primeros experimentos sobre los efectos de la presencia de habla irrelevante sobre tareas o procesos cognitivos fueron realizados por Colle y Welsh (1976) (véase también Jones y Smith, 1992). En los mismos se examinó la disruptión de la memoria del orden serial. Se les mostraban a los sujetos 8 consonantes (por ejemplo F, K, L, M, Q, etc.), de a una por vez. Luego de 10 s se les pedía escribir las consonantes en el mismo orden en que las habían visto. A algunos sujetos se les pasaba una grabación en un idioma extranjero (alemán) con intensidad moderada y el resto trabajaba en silencio. Los sujetos expuestos al habla irrelevante cometían más errores que los que trabajaron en silencio. Se realizaron pruebas a dos niveles sustancialmente diferentes (48 dBA y 76 dBA), no obteniéndose diferencia significativa. En algunos casos se requería al sujeto realizar una resta durante el intervalo, obteniéndose el resultado notable de una disminución del efecto disruptivo del habla irrelevante. También se obtuvieron diferencias de performance en función de la similitud fonológica (Jones y Macken, 1995) de las consonantes (por ejemplo, la rima entre sus nombres: “efe”, “ese”, “ene”, en contraposición con “ka”, “te”, “qu”). Las listas de consonantes diferentes eran más afectadas que las listas similares.

Según Jones y Morris (Jones; Smith, 1992), el habla irrelevante interfiere con tareas que involucran la memorización y transformación de patrones visuales, particularmente en el caso de material escrito. Al parecer el material escrito sufre una transformación mental de grafema a fonema en el que queda codificado según su representación fónica más que en su aspecto visual o, inclusive, su significado. Las características físicas como la dirección de procedencia o la intensidad no tienen efecto significativo en este experimento, así como tampoco las características semánticas del habla ya que se trataba de una lengua extranjera.

Jones (1990) realizó experimentos asignando a los sujetos la tarea de corrección de un texto con errores. El texto a corregir se mostraba en un monitor de computadora y había que detectar dos tipos de errores: *contextuales*, por ejemplo el tiempo de verbo o la concordancia de número, y *no contextuales*, por ejemplo los errores ortográficos. La detección de errores contextuales requería la comprensión del texto. Los errores no contextuales no requerían comprensión y podían detectarse en palabras aisladas.

La corrección de texto en sí involucra dos procesos: 1) Análisis de significado, que es la tendencia natural frente a un texto narrativo extenso, y 2) Detección de errores ortográficos, proceso menos automático. Son dos actividades incompatibles que requieren ser realizadas separadamente.

Para favorecer uno u otro proceso los investigadores permitían al sujeto visualizar cinco líneas de texto o sólo una. Desde el punto de vista cognitivo, implica dos diferentes sobrecargas de la memoria inmediata. Normalmente, ante un texto más largo se presta más atención al significado y se pasan por alto más errores no contextuales (ortografía).

El habla irrelevante reducía la performance en la detección de errores no contextuales (ortografía) y afectaba más la tarea cuando se veían cinco líneas que cuando se veía una única línea.

Posteriores estudios verificaron que la comprensión se veía afectada también por el contenido significativo del sonido irrelevante. Oswald, Tremblay y Jones (2000) plantearon un experimento basado en la comprensión de frases y extracción de las ideas básicas combinado con la memoria inmediata. Se partía de ideas completas formadas por cuatro ideas simples. Por ejemplo: “Las hormigas en la cocina comían jalea dulce que estaba en la mesa”. Las ideas simples involucradas son:

Las hormigas estaban en la cocina
Las hormigas comían jalea
La jalea era dulce
La jalea estaba en la mesa

Estas ideas podían a su vez recombinarse de a 2, 3 y 4. Un ejemplo de combinación de 3 ideas simples es: “Las hormigas en la cocina comían jalea dulce”.

El diseño experimental partía de 4 ideas completas (cada una formada por 4 ideas simples). Por cada idea completa se generaban 6 frases combinando ideas simples: dos individuales, dos dobles y dos triples. Por ejemplo para el ejemplo de idea completa anterior:

La jalea era dulce
Las hormigas estaban en la cocina
Las hormigas en la cocina comían jalea
Las hormigas comían jalea dulce
Las hormigas comían jalea dulce en la mesa
Las hormigas en la cocina comían jalea en la mesa

Había, así, un repertorio de 24 frases combinadas (6 para cada una de las 4 ideas completas).

El experimento se dividía en dos fases: de *adquisición* y de *reconocimiento*. Durante la fase de adquisición cada frase del repertorio era presentada por escrito en una tarjeta durante 10 s. Luego de mostrar cada tarjeta se mostraban una tarjeta que contenía 4 colores elegidos al azar de entre 7 colores (negro, marrón, verde, naranja, púrpura, rojo y amarillo). El sujeto debía nombrar en voz alta los cuatro colores. El objetivo era obligar a mantener la frase en la memoria. La fase de adquisición se completaba con tarjetas que contenían una pregunta elíptica. Por ejemplo: ¿Quién? ¿Qué hizo? ¿Dónde? La pregunta debía ser respondida por escrito y el sujeto no tenía límite de tiempo para ello

La fase de reconocimiento constaba de 35 frases: 4 ya vistas, 24 nuevas, y 7 anómalas. Las nuevas eran las 4 ideas completas (que no habían sido presentadas anteriormente), 4 triples, 8 dobles y 8 individuales. Las frases *anómalas* eran frases de 4 ideas simples de dos tipos: A y B. Las A combinaban las ideas simples modificando los significados, por ejemplo: “Las hormigas en la mesa comían jalea dulce que estaba en la cocina”. Las B combinaban ideas simples provenientes de diferentes ideas completas. Se mostraba al sujeto cada una de las 35 frases y éste tenía que juzgar si la había visto antes, valorando además la seguridad en la respuesta en una escala de 1 a 5.

Los experimentos se hicieron en tres condiciones diferentes durante la adquisición: 1) En *silencio* (grupo de control), 2) Con habla irrelevante *inteligible* y 3) Con

habla irrelevante *ininteligible*. El habla inteligible era una grabación de las noticias de la mañana y el habla ininteligible era la misma grabación reproducida retrógradamente. En ambos casos el nivel era de entre 60 dBA y 70 dBA

Se obtuvo que tanto el habla inteligible como el habla ininteligible perturbaban la fase de adquisición. El tipo de errores predominante dependía de la inteligibilidad o no del habla irrelevante. Los errores se dividieron en cuatro clases: 1) Pregunta malinterpretada, 2) Adivinación en lugar comprensión, 3) Igual sentido pero palabras cambiadas y 4) Incapacidad para dar una respuesta. Los sujetos sometidos a habla inteligible cometieron más errores de pregunta malinterpretada. En cambio no hubo efecto estadísticamente significativo para la etapa de reconocimiento.

Los anteriores ejemplos muestran resultados poco concluyentes en relación con estas tareas sencillas y altamente tipificadas. Es probable que en tareas más complejas se pudieran detectar efectos más notorios. Inclusive deberían tenerse en cuenta en la evaluación de los sujetos los resultados de tests de sensibilidad al ruido como el de Weinstein (1980), ya que en efecto se notan diferencias importantes en la perturbación que el ruido produce en diferentes individuos, sobre todo en tareas intelectuales.

5. Hacia una medida del potencial distractor del ruido

Aún cuando un determinado ruido no conlleve significado, el tener ciertos rasgos comparables a los de sonidos con contenido semántico (por ejemplo la palabra hablada) podría activar mecanismos cognitivos o intelectuales tendientes a intentar decodificar o interpretar esos sonidos (en busca de un presunto mensaje o significado), lo cual desviaría la atención de la actividad intelectual que se estaba realizando. Esto provocaría una disminución del rendimiento en los procesos intelectuales específicos de esa actividad.

El oído recibe información en dos dominios: *spectral* y *temporal*. La información espectral se organiza básicamente en una serie de *bandas críticas* (Zwicker y Fastl, 1999) determinando *una envolvente espectral* y mediante una extracción de patrón periódico cuando éste está presente, conduciendo a la sensación de tonalidad o evocación de *altura*. La información temporal está contenida no en la forma de onda *microscópica* (demasiado rápida para intervenir en procesos corticales) sino en las envolventes energéticas, particularmente las que en una descomposición espectral se encuentran en el rango de 0,1 Hz a 20 Hz. Envolventes más lentas que 0,1 Hz generalmente son difíciles de detectar sin un esfuerzo particular de atención, y envolventes más rápidas que 20 Hz ya pueden provocar otras sensaciones diferentes, como la de sonido muy grave.

Partiendo de este modelo podemos postular que las envolventes espectrales y energéticas podrían ser los rasgos cuya similitud entre el ruido a estudiar y un estímulo con contenido semántico desencadena mecanismos cognitivos de semiosis. A partir de la cuantificación de dichas envolventes es verosímil la posibilidad de construir una especie de “índice de distracción” que caracterice el potencial distractor de un ruido.

Algo similar se ha hecho en los métodos tipo STI (speech transmission index, índice de transmisión de la palabra) para evaluación de la inteligibilidad de la palabra en ambientes ruidosos y/o reverberantes, particularmente el RASTI (rapid speech transmission index). En estos métodos se analiza la reducción de la amplitud de la envolvente en cada banda como indicador de pérdida de inteligibilidad, atendiendo al hecho de que buena parte de la información se encuentra en esa envolvente. (Si el ruido o la reverberación tienden a uniformar las variaciones de amplitud, la inteligibilidad se reduce.)

La idea sería, entonces, obtener para cada banda la *envolvente energética*, y obtener a su vez el espectro de esa envolvente. Si el espectro de la envolvente se parece (según algún criterio a determinar) al espectro de la envolvente de la misma banda de una señal con contenido semántico de alguna categoría específica (por ejemplo la palabra hablada, la música, el ruido de una máquina, etc.), entonces el cerebro se “sintonizaría” intentando “decodificar” el ruido percibido como si fuera de esa categoría.

Para poner un ejemplo, supongamos que tomamos una banda de octava centrada en 125 Hz, la cual contiene el primer armónico de las vocales y de algunas consonantes (las tonales) de las voces masculinas típicas. La *envolvente energética* podría definirse como el cuadrado de la presión sonora instantánea pasado por un filtro pasabajos con constante de tiempo de $\tau = 10$ ms. Este filtro tiene una frecuencia de corte de $1/(2\pi\tau) = 15,9$ Hz.

El cuadrado de la fundamental de la voz tiene el doble de su frecuencia, es decir, alrededor de 250 Hz, por lo cual este filtro no lo deja pasar, permitiendo en cambio pasar la evolución lenta de la amplitud o envolvente (considerada aquí como la envolvente de la energía). Esa envolvente sería representativa, por ejemplo, de la entonación de la voz (considerado como un rasgo suprasegmental), y tendría variaciones muy lentas, a nivel de frase o “unidad oratoria”. Si tomamos frases promedio de 4 s de duración, esa variación tendría una frecuencia de alrededor de $1/(4 \text{ s}) = 0,25$ Hz. Esta frecuencia es la fundamental de la forma de onda correspondiente a la envolvente, pero además hay armónicos de 0,50 Hz, 0,75 Hz, 1 Hz, 1,25 Hz, ..., 15 Hz, 15,25 Hz, 15,5 Hz, 15,75 Hz. De allí en más la acción filtrante del filtro con constante de tiempo 10 ms comienza a atenuar rápidamente los siguientes armónicos (el oído también, por lo que no tendrán importancia).

Probablemente la evolución lenta de las envolventes energéticas implique que su forma de onda sea más importante que su espectro. En otras palabras, al no haber un sistema mecánico como la cóclea (o de otra naturaleza) para descomponer espectralmente estas envolventes, la corteza cerebral se ocuparía de la forma de su evolución temporal más que de su espectro. Sin embargo, el contenido espectral caracteriza ciertos rasgos de la evolución temporal. Por ejemplo, una envolvente de corta duración como en las consonantes oclusivas, tiene contenido de “alta” frecuencia (siempre teniendo en cuenta que “alta” en este caso es en términos relativos al rango de 0,1 Hz a 20 Hz).

5. Ruido y teoría de la información

En la teoría de la información se define el contenido de información a través del concepto de *entropía*. Dado un esquema finito¹ $\{(A_i, p_i), i = 1, \dots, n\}$, donde A_i son los estados diferentes que puede tomar un sistema y p_i es la probabilidad de cada uno de ellos, la entropía es

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \log p_i$$

La entropía mide cuán incierto es el próximo estado de la señal. Así, si la señal variara determinísticamente, la entropía sería nula, ya que uno de los estados tendría

¹ Un esquema finito es un conjunto de pares formados por un estado y la probabilidad de ocurrencia del mismo)

probabilidad 1 y el resto 0.² En cambio, una señal totalmente aleatoria en la que todos los estados son equiprobables ($p_i = 1/n$) tiene máxima entropía. En otras palabras, cuando se tiene la certeza de que el próximo estado va ser A_k , cuando en efecto se produce se obtuvo poca información. En cambio, cuando todos los estados son igualmente probables, se obtiene máxima información.

Ahora bien, es sabido que un ruido blanco o rosa de moderada intensidad es menos molesto o distractivo que otras señales inclusive de menor nivel. Esto parecería entrar en contradicción con la afirmación anterior, dado que se trata de señales completamente aleatorias y, por lo tanto, de máxima entropía. Sin embargo, el análisis de la entropía debe realizarse sobre aquellos rasgos o características de la señal susceptibles de ser discernidos por el aparato auditivo. Tal como se mencionó anteriormente, en el dominio espectral es perceptible la envolvente espectral de las bandas críticas. Ésta, en un ruido estacionario como el ruido blanco, se mantiene constante a lo largo del tiempo, por lo que es perfectamente determinística: no posee incertidumbre y por lo tanto su aporte a la entropía es nulo.

En el dominio temporal, sólo serían perceptibles las envolventes energéticas contenidas entre 0,1 Hz y 20 Hz. Éstas son también constantes, por lo tanto no aportan información alguna y tampoco contribuyen a la entropía. Por lo tanto, la entropía de un ruido blanco, en cuanto a los aspectos discernibles a la audición, es nula.

En este punto podemos postular que el poder distractivo de una señal con elevada entropía es mayor.³ Así, un repiquetear irregular distrae mucho más que el pulso regular de un reloj. Esto puede proporcionar una base para un estudio objetivo del problema del contenido semántico del ruido basándose en la detección de ciertos rasgos objetivos asimilables a los que se encuentran presentes en señales de reconocido contenido semántico como la palabra hablada y la música.

² Aunque $\log x \rightarrow -\infty$ para $x \rightarrow 0$, $x \log x \rightarrow 0$ pues el crecimiento de $\log x$ es más lento que el decrecimiento de x .

³ Es interesante notar que el razonamiento anterior es aplicable también a un tono puro, ya que su envolvente espectral abarca una sola banda crítica con amplitud constante y su envolvente temporal también es constante. Entonces un tono puro tiene entropía nula y no confiere información. Sin embargo, es molesto. Esto no se contradice con la discusión previa, ya que si bien estamos focalizando nuestra atención sobre el ruido con contenido semántico, de ninguna manera afirmamos que otros ruidos *sin* contenido semántico no resulten molestos o distractivos. En el caso particular del tono puro podría haber dos mecanismos: el hecho de que su espectro es muy diferente al de los sonidos habituales de la naturaleza o el medio antrópico, y el hecho de que concentra toda su energía en un área muy pequeña de la membrana basilar. Sería comparable a la puntura de una aguja sobre la piel.

Referencias

- Colle, H.A.; Welsh, A. "Acoustic masking in primary memory". *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour* 15. pp 17-32 (1976)
- Fuentes, J. L., "Gramática moderna de la lengua española". Bibliográfica Internacional. Madrid, España, 1988
- Jones, D.M. "The fate of the Unattended Stimulus: Irrelevant Speech and Cognition". *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 9 pp. S23-S38 (1995)
- Jones, Dylan M.; Macken, William J. "Phonological Similarity in the Irrelevant Speech Effect: Within- or Between-Stream Similarity?". *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*. 1995, Vol. 21 No. 1, pp. 103-115.
- Jones, D.M.; Miles, C.; Page, J. "Disruption of proofreading by irrelevant speech: effects of attention, arousal or memory?" *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 4, pp. 89-108 (1990)
- Jones, D. M.; Smith, A. P. (editors). "Handbook of Human Performance, vol. 1". Academic Press. London, 1992
- Khinchin, A. I. "Mathematical Foundations of Information Theory". Dover Publications. New York, USA, 1957.
- Marty, Claude; Marty, Robert. "La semiótica. 99 respuestas". Edicial. Buenos Aires, Argentina, 1995.
- Moch, Annie: "Los efectos nocivos del ruido". Editorial Planeta. Barcelona, España, 1986.
- Oswald, Catherine; Tremblay, Sébastien; Jones, Dylan M. "Disruption of comprehension by the meaning of irrelevant sound". *Memory*, 2000, 8 (5), pp. 345-350
- Shannon, C.E.; Weaver, W. "The Mathematical Theory of Communication". Urbana: University of Illinois Press, 1949.
- Weinstein, N.D. "Individual differences in critical tendencies and noise annoyance". *Journal of Sound and Vibration* 68, 241-248 (1980).
- Zwicker, E.; Fastl, H.: "Psychoacoustics. Facts and Models". Springer. Berlin Heidelberg, 1999.