

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE INTELIGIBILIDAD EN UN CENTRO DE ENSEÑANZA

PACS: 43.71.Gv

Cepeda Riaño, J.; García Ortiz, E.; Melcón Otero, B.
Área de Física Aplicada. Universidad de León
E. I. Industrial e Informática
Campus Universitario de Vegazana
24071 León
España
Tel./Fax: 34 987 291 777
E-mail: dfqjcr@unileon.es

ABSTRACT

The following information refers to a complete study of intelligibility carried out by the Acoustic Laboratory of the University of León in a High School, in León (Spain).

Thirty-three classrooms in a school were studied in two different phases of work. In the first study the RASTI Index was used, while in the second phase an analysis was made of the response of the pupils to a test carried out using lists of two-syllable words in which the emission levels were progressively changed in order to observe the variation in intelligibility. In addition, a sonometer study was realised, by which the situation in the school as to existing "background noise" could also be tested.

RESUMEN

El informe que se presenta se refiere a un completo estudio de inteligibilidad realizado por el Laboratorio de Acústica de la Universidad de León en un Instituto de Educación Secundaria de León (España).

Se estudiaron 33 aulas en las dos fases de nuestro trabajo. En principio se utilizó el índice RASTI, mientras que en la segunda fase se realizó un análisis de la respuesta de los alumnos ante una prueba realizada mediante listas de palabras bisílabas en las que se fue modificando progresivamente el nivel de emisión con el fin de observar las variaciones de inteligibilidad que se producían. Como complemento importante se realizó un estudio de sonometría, mediante el cual se pudieron comprobar las condiciones del Centro en cuanto a "ruido de fondo" existente.

1 – INTRODUCCIÓN

Siempre que un profesor realiza su función docente para un grupo de alumnos de cualquier nivel, se esfuerza en alcanzar los objetivos naturales del aprendizaje, haciendo uso de gran número de herramientas, si bien no todas tienen la misma importancia. La palabra hablada es, por naturaleza, esencial en este proceso, y por tanto es conveniente tener la garantía de que el mensaje que ésta conlleva se transmite de la forma más nítida posible entre los sujetos de la

comunicación. Para ello no es suficiente con la emisión clara del mensaje, al verse éste modificado antes de su recepción por las características acústicas tanto de la sala como del entorno en que se desarrolla el proceso. En este sentido la presencia de elevados niveles de ruido de fondo o la escasa adaptación acústica de la sala pueden provocar unas deficientes condiciones de inteligibilidad que dificulten la finalidad educativa básica que se persigue en este tipo de instalaciones.

Son abundantes las referencias que relacionan la falta de inteligibilidad de un determinado ambiente con la aparición en los sujetos expuestos de síntomas de fatiga, irritabilidad, agitación y pérdida de atención, hechos todos que distorsionan el proceso educativo normal pudiendo incidir gravemente no sólo en la pérdida de eficacia sino en el fracaso de la función docente en su conjunto [1].

Es por ello de gran interés dar a conocer las características de inteligibilidad acústica de los centros educativos con el fin de posibilitar la adecuación de los mismos a los usos para los que fueron creados.

2 - MATERIAL Y MÉTODOS

El I.E.S. “Juan del Enzina” es un centro educativo situado en la zona centro de la ciudad de León (España) en el que realizan sus estudios de enseñanza secundaria alumnos de edades entre 14 y 18 años.

El Instituto se encuentra junto a una calle que posee un tráfico intenso a las horas en que se desarrolla la actividad escolar, sin embargo la distribución de espacios en el edificio es tal que las clases se encuentran orientadas hacia el patio interior, mientras que son los pasillos y zonas de uso común las que limitan con la vía tráfico. El edificio consta de cuatro plantas con distinta distribución, de las cuales la planta baja es utilizada para laboratorios, bibliotecas u otros usos y en las tres plantas restantes se encuentran las aulas, seminarios y otros servicios. Los espacios de uso docente en el edificio son: 30 aulas, 4 laboratorios, 5 Seminarios, Gimnasio y Biblioteca. El estudio aquí reflejado se ha centrado en las aulas y laboratorios por tratarse de los espacios docentes más representativos y por el interés mostrado por los profesores del centro en cuanto a la mejora de las condiciones acústicas.

Las características constructivas de las aulas y laboratorios son similares, se trata de espacios de volumen variable con superficie rectangular, limitados entre sí por paredes de ladrillo doble y respecto al patio mediante dos grandes ventanas acristaladas de vidrio sencillo. Los revestimientos interiores son de enfoscado de yeso pintado en los paramentos verticales y techo. El suelo es de baldosa de terrazo liso. Las aulas están decoradas con una pizarra grande, perchas, un armario, y las mesas y sillas propias del profesor y los alumnos.

Sonometría

A fin de determinar la contribución del ruido de fondo en las condiciones de inteligibilidad propias del Instituto, se acometió previamente un estudio de sonometría para obtener los parámetros representativos Leq , L_{10} y L_{90} medidos con ponderación A. Las medidas se realizaron dentro del horario lectivo del centro que abarca desde las 8:30 hasta las 14:30 y desde las 16:30 hasta las 22:30. Se tomaron medidas de ruido para cada tramo de una hora dentro del horario lectivo, consistentes en la realización de tres medidas para cada aula promediadas a lo largo de un minuto. Las medidas se hicieron con las puertas y ventanas cerradas y sin alumnos en el aula. Se utilizó el sonómetro modular B&K 2231+ BZ7115, estacionado en medio del aula mediante un trípode a una altura de 1,2 metros de altura.

Se hizo una selección de 6 aulas, biblioteca y laboratorio de Química, buscando la mejor representatividad del resto de los espacios docentes de cada planta.

Método objetivo

Para determinar el grado de inteligibilidad de la palabra hablada se utilizó el método RASTI (Rapid Speech Transmisión Index), basado en la medida de la reducción de la modulación de la señal de prueba entre las posiciones del orador y del oyente [2]. Este método cuantifica con rapidez la calidad de inteligibilidad de un local mediante una escala de valores que varía entre 0 y 1. Las medidas se realizaron con los equipos B&K 4225 y 4419.

Los efectos del ruido de fondo y los tiempos de reverberación son tomados automáticamente en cuenta y no es necesario que se apliquen correcciones a los resultados. Esta prueba se realizó en todos los espacios docentes y en ausencia de alumnos, aunque dentro del horario lectivo del centro. El emisor se situó sobre trípode a 1,5 m de altura y en la parte delantera del aula donde normalmente se coloca el profesor. El receptor se situó estacionado en varias posiciones a lo largo de la superficie del aula, a 1,2 m del suelo que es la altura aproximada de una persona sentada.

Método subjetivo

Se basa en cuantificar la inteligibilidad mediante la valoración de la recepción por los alumnos de una lista de palabras debidamente seleccionadas y emitidas en condiciones establecidas. Se utilizaron 12 listas de 25 palabras bisílabas modificadas (logotomos) propuestas por Tato que contienen fonemas muy frecuentes en el idioma español. Se grabaron las palabras con intervalos de 3 segundos en un CD con dos locutores distintos. La emisión se realizó mediante equipo reproductor monocanal Philips AZ2405. Las pruebas se realizaron con alumnos voluntarios no entrenados previamente y suficientemente motivados. En cada aula colaboraron entre 20 y 30 alumnos, que fueron los que habitualmente la ocupaban; estos disponían de plantillas apropiadas para anotar las listas de palabras que oían. No se tuvo en cuenta la ortografía a la hora de corregir las plantillas, pero en cada posición se eliminaron los registros con inteligibilidad menor que la inteligibilidad media menos dos veces la desviación típica [3].

La emisión de las listas se hizo con cinco diferentes niveles:

<u>Serie</u>	<u>L_{Aeq} (dBA)</u>
1 ^a	42,9
2 ^a	45,3
3 ^a	51,2
4 ^a	57,4
5 ^a	61,2

3 - ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los niveles de ruido de fondo promediados para toda la jornada lectiva de mañana y tarde y medidos en 8 aulas son los que se reflejan en la tabla 1.

Se aprecia que los valores de L_{Aeq} no superan en ningún caso los 37 dBA y que los niveles de la jornada de tarde son más altos que los de la mañana.

Tabla 1: Niveles de ruido de fondo en periodos de mañana y tarde

AULAS	L_{Aeq} Jornada de mañana	L_{Aeq} Jornada de tarde
Lab. Química (B-3)	33,0	33,7
Biblioteca (B-6)	30,1	28,7
Aula 1-1	33,1	36,5
Aula 1-5	32,1	34,0
Aula 2-4	32,5	36,0
Aula 2-7	33,8	34,9
Aula 3-5	31,5	35,0
Aula 3-8	33,6	35,5
PROMEDIO	32,5	34,3

Hay que destacar que las medidas RASTI se realizaron en ausencia de alumnos, por tanto no se tuvo en cuenta la absorción que estos aportarían ni el incremento en el ruido de fondo que conllevaría la ocupación del aula [4].

De acuerdo con las características de las aulas se hizo una clasificación considerando los índices RASTI de la forma siguiente:

<i>Clasificación</i>	<i>RASTI</i>
M. P. (Muy Pobre)	0 → 0,30
P (Pobre)	0,31 → 0,45
D (Débil)	0,46 → 0,60
B (Buena)	0,61 → 0,75
E (Excelente)	0,76 → 1,00

Se midieron con este método 33 aulas obteniéndose en 24 de ellas un índice Pobre, y en 9 Débil. Todos los valores se encuentran entre 0,38 para el aula 1-6 y 0,58 para las aulas B-1 y B-2. Los tiempos de reverberación a 2 kHz varían entre 2,67 y 0,96 segundos.

La Fig. 2 muestra los resultados obtenidos en una de las aulas estudiadas. Se observa el valor RASTI pobre, similar en todas las posiciones y con elevados tiempos de reverberación.

Método Subjetivo

Se realizó la prueba en 27 aulas con actividad docente y la colaboración de los alumnos debidamente informados y aleccionados. Los valores medios del índice de inteligibilidad subjetiva obtenidos varían con las aulas series de emisión, siendo los que se presentan en la tabla 2. Los índices mantienen un amplio rango de variación desde valores muy deficientes de 0,67 hasta valores de 0,93 que podrían considerarse adecuados. Hay que destacar que no se observa una buena correlación entre los índices Rasti obtenidos y sus correspondientes índices subjetivos para las mismas aulas (Fig. 1); ello se debe al incremento del ruido de fondo como consecuencia de la presencia de los alumnos en sus respectivas aulas.

Tabla 2: Índices subjetivos medios de las aulas para los cinco niveles de emisión

<i>Aula</i>	<i>B-5</i>	<i>1-1</i>	<i>1-2</i>	<i>1-3</i>	<i>1-4</i>	<i>1-5</i>	<i>1-6</i>	<i>1-7</i>	<i>2-2</i>	<i>2-3</i>	<i>2-4</i>	<i>2-5</i>	<i>2-6</i>	<i>2-7</i>
Índice Medio	0,72	0,74	0,79	0,79	0,79	0,80	0,82	0,74	0,86	0,82	0,67	0,78	0,74	0,82

<i>Aula</i>	<i>2-8</i>	<i>2-10</i>	<i>2-11</i>	<i>2-12</i>	<i>3-1</i>	<i>3-2</i>	<i>3-3</i>	<i>3-4</i>	<i>3-5</i>	<i>3-6</i>	<i>3-7</i>	<i>3-8</i>	<i>3-9</i>
Índice Medio	0,78	0,81	0,93	0,72	0,79	0,74	0,81	0,71	0,76	0,84	0,71	0,77	0,77

En la Fig. 3 se observan los resultados de la medida subjetiva en el aula 2-6. Se comprueba el incremento progresivo de la inteligibilidad al subir el nivel de emisión hasta 57 dBA y la ligera caída con el nivel siguiente de 61 dBA.

4 – CONCLUSIONES

Todas las aulas estudiadas poseen una inteligibilidad objetiva Pobre (P) o Débil (D) que las hace poco eficaces desde el punto de vista docente. Los índices RASTI se encuentran por debajo de 0,6 (0,44 es su valor medio), afectados por los elevados tiempos de reverberación para estos usos y volúmenes (valor medio 2.02 segundos en 2kHz).

En cuanto a las pruebas de inteligibilidad subjetiva, como cabía esperar aumenta su índice al hacerlo el nivel de presión sonora de la emisión hasta alcanzar valores cercanos al 90 %.

Observemos que a partir de 57 dBA se produce un efecto de saturación que provoca en muchos casos una nueva caída en los índices de inteligibilidad. Esto indica que el nivel óptimo de emisión del locutor para conseguir la máxima inteligibilidad en las condiciones actuales se encuentra entre 51 y 57 dBA.

Los niveles de ruido ambiental apenas tienen influencia en la baja inteligibilidad estando los L_{Aeq} para el periodo diurno por debajo de 34 dBA y para el vespertino por debajo de 37 dBA. Ello se debe a la acertada distribución interior de los pasillos que actúan a modo de barrera entre las aulas y las vías de tráfico.

Se observa también que los índices de inteligibilidad objetiva no se corresponden perfectamente con los de inteligibilidad subjetiva. Ello se explica si se considera el incremento del ruido de fondo que se produce en presencia de alumnos.

REFERENCIAS

- (1) **K. D. Kryter**, The effects of noise on man, Academic Press, 1985
- (2) **T. Houtgast & H. J. M. Steeneken**, RASTI: A Tool For Evaluating Auditoria, Brüel & Kjaer Technical Review, 1985.
- (3) **A. Vela, M. Arana and A. García**, Revisión de pruebas subjetivas de inteligibilidad mediante emisión de logotomos, In Tecniacústica'95, Coruña, pp 59, 1995.
- (4) **V. Gómez et al**, Influencia del grado de ocupación de una sala en el índice RASTI que se obtiene en sus plazas, In Tecniacústica'95, Coruña, pp 47, 1995.

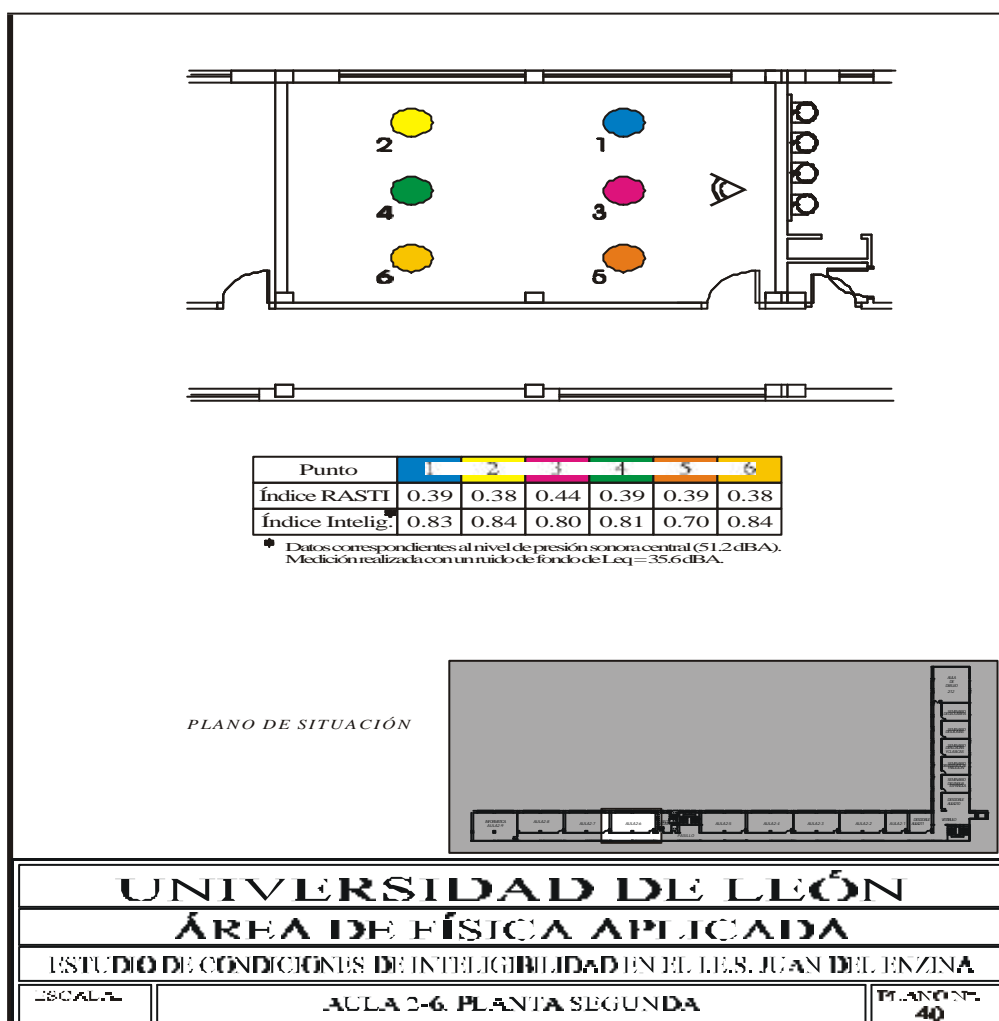


Fig. 1

		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6
ÍNDICE RASTI		0,39	0,38	0,44	0,39	0,39	0,38
TIEMPO DE REVERBERACIÓN (s)	500 Hz	2,79	2,71	2,10	2,65	2,83	2,90
	2 KHz	2,14	2,43	1,86	2,30	2,20	2,67

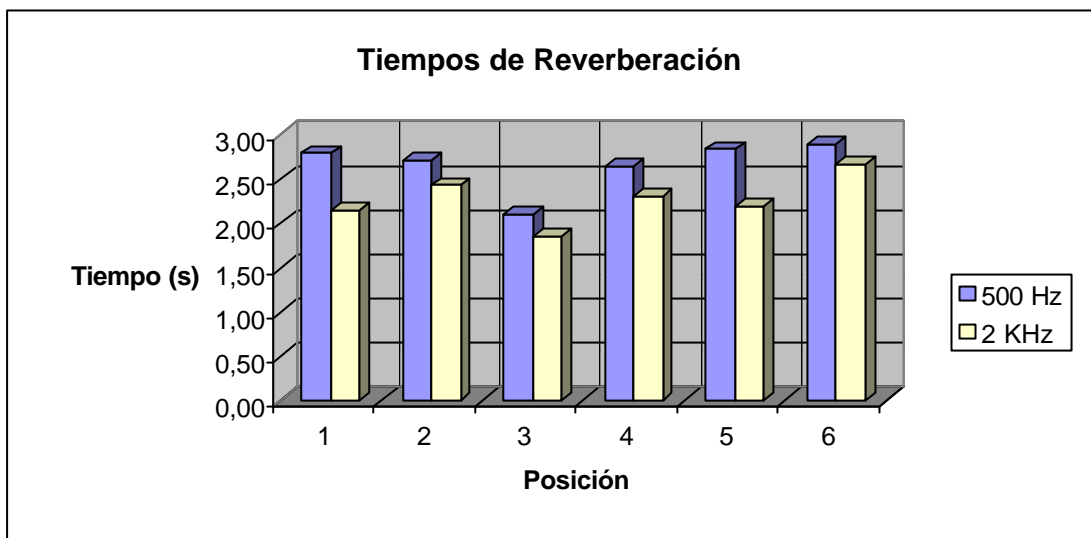


Fig. 2: Valores RASTI y TR obtenidos en el aula 2-6

POSICIÓN	1	2	3	4	5
L_{eq} (dBA)	42,9	45,3	51,2	57,4	61,2
<u>Media de Aciertos</u>	10,43	16,08	20,10	23,42	22,96

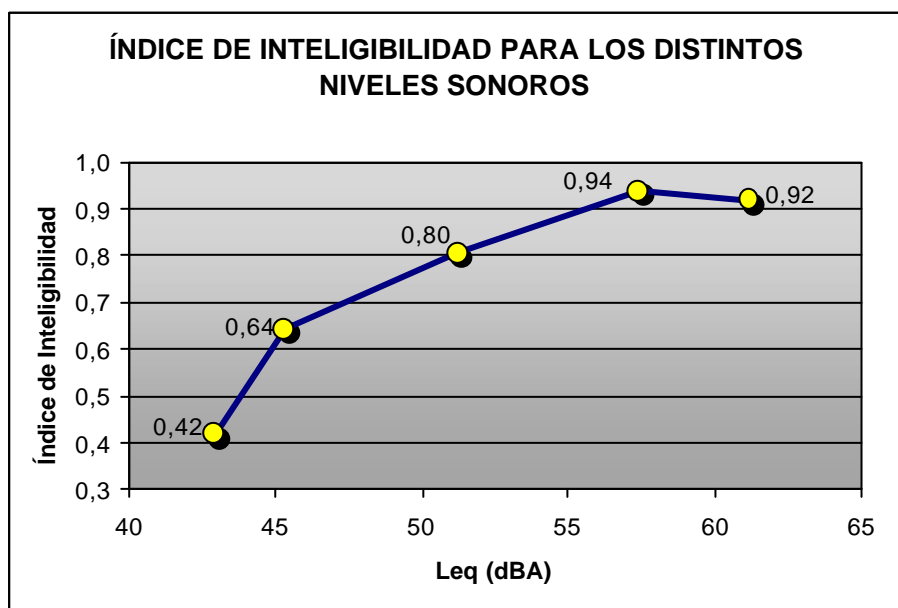


Fig. 3: Inteligibilidad obtenida por el método subjetivo del aula 2-6