

Inteligibilidad de la palabra en aulas escolares

C. Delgado, P. Perera, J. S. Santiago
Instituto de Acústica del CSIC, Madrid
Ayuntamiento de Madrid

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es el resultado de una colaboración entre el Instituto de Acústica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Concejalía de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Madrid, acuerdo firmado el 30 de Julio de 1989.

La decisión de llevarlo a cabo se tomó después de visitar distintas escuelas y detectar "a oído" que las palabras emitidas por los profesores en el curso de su labor docente se recibían de manera deficiente, debido a la conjunción de diferentes causas.

El hecho no ha de extrañar, si se observa que la normativa y legislación sobre construcciones escolares no hace referencia a las condiciones acústicas que deben tener no sólo las aulas, sino cualquier otro tipo de recinto escolar.

Por otra parte, los arquitectos no acaban de aceptar que debe formar parte de su equipo, de forma ineludible, un consultor acústico, pues la palabra es el vehículo primordial de formación, información y comunicación, y debe emitirse y recibirse en las mejores condiciones posibles.

Los conocimientos actuales permiten obtener estas condiciones cuando se construye un edificio para un destino determinado, siendo más difícil y más caro actuar a posteriori sobre edificios ya construidos.

Si la acústica de los recintos escolares es deficiente, y da lugar a una

mala inteligibilidad de la palabra, tanto alumnos como profesores deberán realizar un esfuerzo suplementario al propio de su tarea, originándose en los primeros faltas de atención, y en los segundos cansancio e irritabilidad, hechos que distorsionarán el proceso normal de la enseñanza.

El trabajo que se presenta consta de dos partes: una, que llamaremos subjetiva, y una segunda que vamos a llamar acústica.

El esquema general es el siguiente:

Parte subjetiva

- Selección de colegios y alumnos.
- Exploración ORL.
- Examen audiométrico.
- Pruebas de inteligibilidad de la palabra.
- Estudio de la inteligibilidad por el procedimiento RASTI (objetivo).
- Encuesta a los padres de alumnos
- Encuesta a los profesores.
- Conclusiones obtenidas.

El trabajo de campo se llevó a cabo en el curso escolar 1989-1990

Parte Acústica

- Medida del aislamiento acústico de las aulas.
- Medida del tiempo de reverberación.

SELECCIÓN DE COLEGIOS Y ALUMNOS

En el planteamiento del estudio, se pensó que los distintos criterios, medios y materiales de construcción exis-

tentes en diferentes épocas, podrían dar lugar a diferentes condiciones acústicas, y por tanto de inteligibilidad, de las aulas seleccionadas. Por ello se eligieron cuatro colegios correspondientes a décadas bien diferenciadas: años treinta (Colegio Isabel la Católica), años cincuenta (Colegio María Guerrero), años sesenta/setenta (Colegio Pintor Rosales) y años ochenta (Colegio Príncipe Felipe).

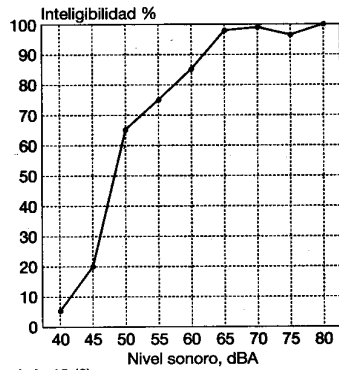
En relación a los alumnos, se decidió trabajar con los de los cursos sexto, séptimo y octavo de Educación General Básica, que corresponden, salvo excepciones, a las edades de once, doce y trece años, respectivamente. Se consideró que con estas edades, los alumnos podrían prestar una buena colaboración en las pruebas, tanto audiométricas como de inteligibilidad, en las que han de escribir las palabras que oyen o creen oír al emitir el test en el aula.

EXPLORACIÓN ORL

Como soporte para la valoración de las audiometrías y los ensayos de inteligibilidad, los alumnos han sido sometidos a un examen clínico otorrinolaringológico, por un médico especialista ORL, mediante prueba otoscópica.

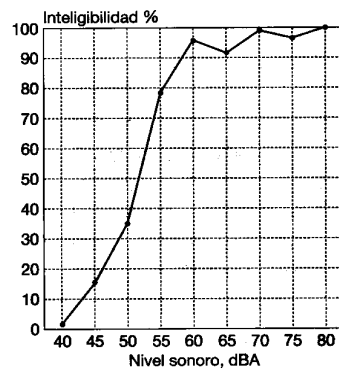
Los resultados de esta exploración, en una evaluación previa, no evidencian afecciones que puedan considerarse importantes, lo cual es lógico, dado que una lesión grave habría sido detectada a edades más tempranas.

Inteligibilidad de la Palabra
Colegio Pintor Rosales



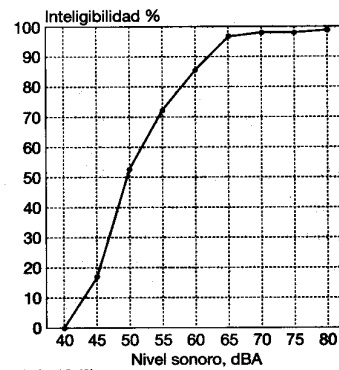
Aula 18 (6)

Umbral de inteligibilidad: 48 dBA



Aula 24 (7)

Umbral de inteligibilidad: 51 dBA

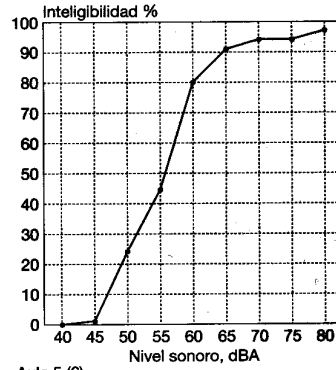


Aula 19 (8)

Umbral de inteligibilidad: 49 dBA

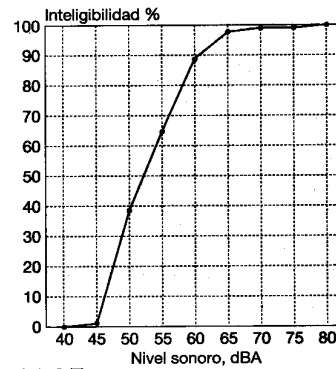
Figura 1

Inteligibilidad de la Palabra
Colegio Isabel la Católica



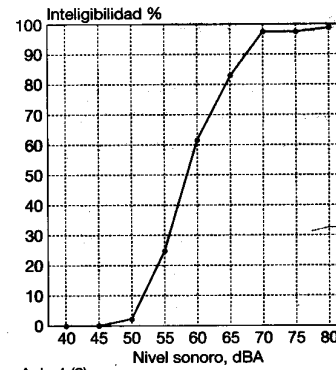
Aula 5 (6)

Umbral de inteligibilidad: 56 dBA



Aula 2 (7)

Umbral de inteligibilidad: 52 dBA

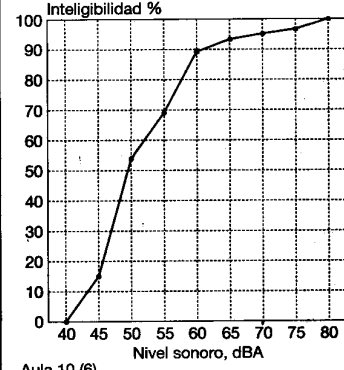


Aula 4 (8)

Umbral de inteligibilidad: 58 dBA

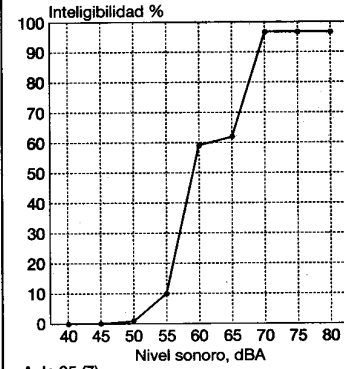
Figura 2

Inteligibilidad de la Palabra
Colegio Príncipe Felipe



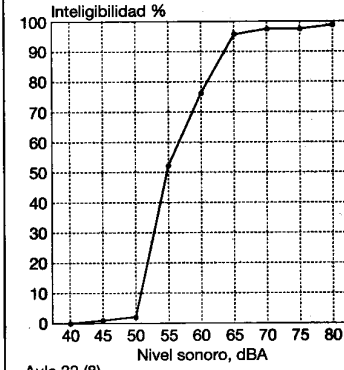
Aula 10 (6)

Umbral de inteligibilidad: 49 dBA



Aula 25 (7)

Umbral de inteligibilidad: 59 dBA



Aula 32 (8)

Umbral de inteligibilidad: 54 dBA

Figura 3

Las anomalías encontradas son de carácter leve y coyuntural, predominando las siguientes:

- Presencia de tapones de cerumen: 7,5% de alumnos.
- Problemas de ventilación nasal: 1%.
- Otitis media: 0,7%.
- Adenoiditis: 0,7%.

- Curva audiométrica irregular sin patología: 1,7%.

**EXAMEN
AUDIOMÉTRICO**

Se ha realizado una audiometría tonal individual por vía aérea a todos los alumnos. Las frecuencias de prueba

han sido: 125, 250, 500, 750, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 y 8.000 Hz, según la norma UNE 20-641-81.

Para la realización de estas audiometrías se emplearon audiómetros portátiles Maico incorporados en cabinas audiométricas General Radio tipo Sound Shelter 1938, instaladas en el Laboratorio Móvil Audiométrico

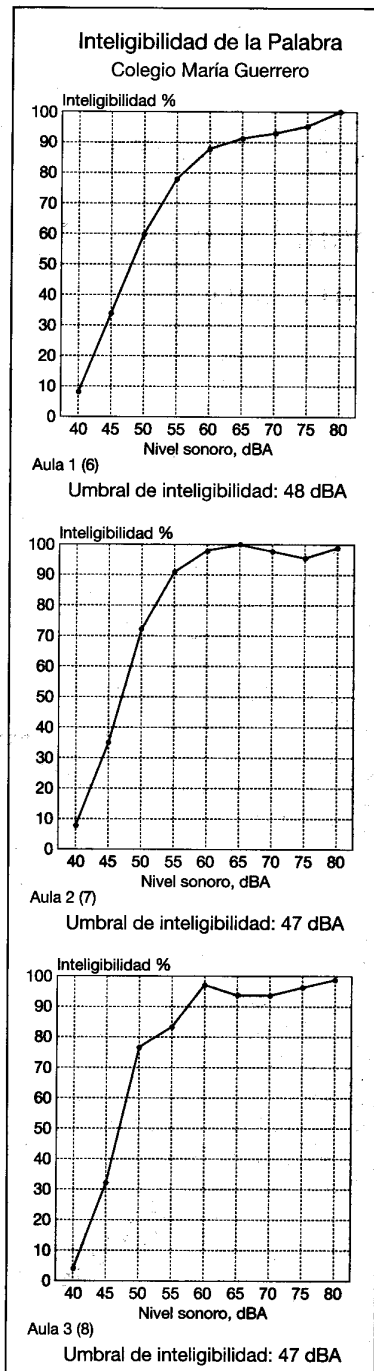


Figura 4

del Instituto de Acústica. El conjunto proporciona el aislamiento acústico frente a ruidos exteriores adecuado a las pruebas.

En las pruebas audiométricas se ha constatado la cooperación de los alumnos, con escasas excepciones, que quedan de manifiesto en algunos resultados anómalos que no concuer-

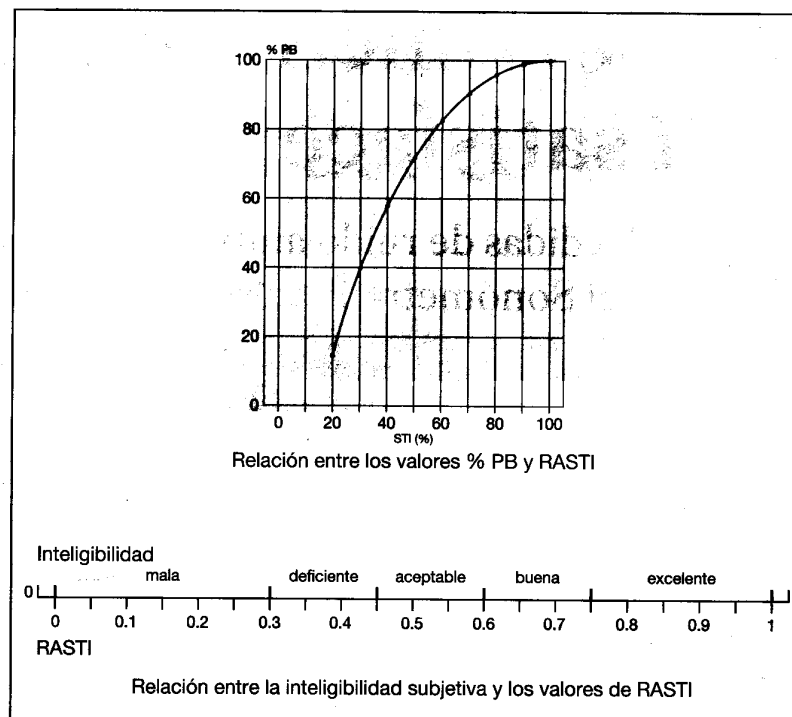


Figura 5 y 6

dan con las deficiencias halladas en la exploración clínica. Las causas de estas excepciones se pueden atribuir a cansancio, nerviosismo, o distracción del oyente.

PRUEBAS DE INTELIGIBILIDAD DE LA PALABRA

Como material fonético se ha utilizado un Test de Inteligibilidad consistente en cien palabras bisílabas equilibradas fonéticamente, de acuerdo con la distribución de fonemas existentes en el idioma español; las cien palabras están agrupadas en diez grupos de diez palabras. El Test ha sido grabado previamente en cinta magnética. La emisión de cada grupo de palabras se ha realizado a niveles decrecientes, en saltos de cinco decibelios, a partir de un nivel inicial, para el primer grupo, de 80 dBA a un metro de distancia del altavoz; este nivel equivale a un nivel de emisión de la palabra considerado "muy fuerte".

El altavoz utilizado para emitir el Test se situó en la posición teórica más frecuente ocupada por el pro-

fesor con respecto al encerado, y a 1,2 m. de altura sobre el suelo.

Los alumnos fueron instruidos sobre la realización de la prueba, que consiste en escribir sobre una plantilla las palabras del Test que han oído o creen haber oído; la cinta del Test está grabada con intervalos del orden de tres segundos entre palabra y palabra, lapso suficiente para poder escribirlas. Las pruebas se han llevado a cabo en condiciones habituales de funcionamiento de las clases, pero siempre con las ventanas y puertas de las aulas cerradas.

En las figuras 1, 2, 3 y 4 se presentan las curvas de inteligibilidad obtenidas.

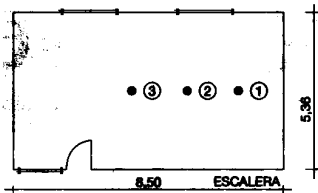
Para niveles de emisión de 80 dBA (voz muy fuerte) se alcanzan porcentajes de inteligibilidad media iguales o superiores a 95%.

Para niveles de emisión de 70 dBA (voz fuerte), el valor obtenido es inferior al valor recomendado del 95%, en un 25% de los casos.

Para niveles de emisión de 60 dBA (voz normal), en el 75% de los casos no se alcanza el valor de 95%.

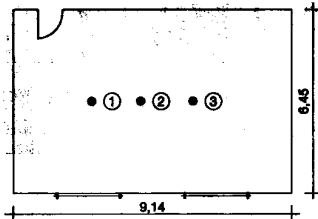
Los bajos valores de inteligibilidad correspondientes a un nivel de emisión de 50 dBA (voz baja), confirman

VALORES DEL RASTI EN EL COLEGIO MARIA GUERRERO



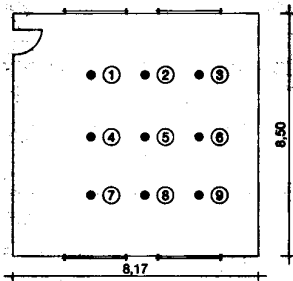
Aula 1 (6º)	
Punto	RASTI
1	0,60
2	0,56
3	0,64

Calificación: aceptable/buena



Aula 2 (7º)	
Punto	RASTI
1	0,55
2	0,50
3	0,49

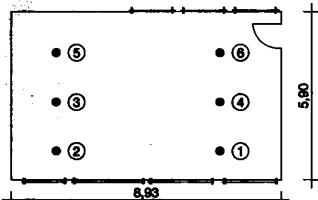
Calificación: aceptable



Aula 3 (8º)	
Punto	RASTI
1	0,45
2	0,47
3	0,45
4	0,50
5	0,44
6	0,48
7	0,50
8	0,50
9	0,48

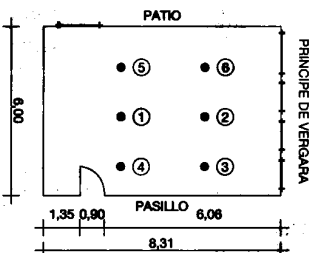
Calificación: aceptable

VALORES DEL RASTI EN EL COLEGIO PINTOR ROSALES



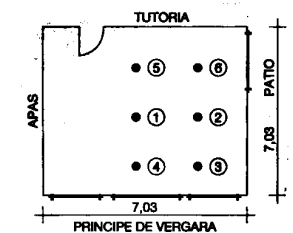
Aula 18 (6º)	
Punto	RASTI
1	0,62
2	0,46
3	0,45
4	0,45
5	0,56
6	0,46
7	0,49

Calificación: aceptable



Aula 24 (7º)	
Punto	RASTI
1	0,52
2	0,46
3	0,50
4	0,50
5	0,48
6	0,49

Calificación: aceptable



Aula 19 (8º)	
Punto	RASTI
1	0,51
2	0,52
3	0,54
4	0,49
5	0,50
6	0,50

Calificación: aceptable

la poca adecuación acústica de las aulas al propósito docente.

ESTUDIO DE LA INTELIGIBILIDAD POR EL PROCEDIMIENTO RASTI (OBJETIVO)

Como complemento de las medidas subjetivas de inteligibilidad, se han llevado a cabo medidas objetivas de ésta mediante el procedimiento RASTI.

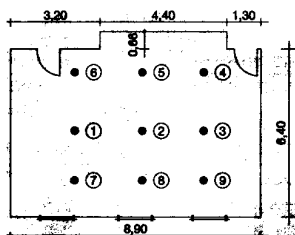
Dependiendo del tamaño de las aulas se han realizado medidas en varios puntos significativos de las mismas, emitiendo las señales de prueba desde la posición teórica del profesor.

Nota: Descripción del Procedimiento RASTI

Con el fin de evitar la laboriosidad que supone la realización de ensayos de inteligibilidad -selección de un test adecuado a la prueba, condiciones de emisión de dicho test, selección de un auditorio típico, de locutores adecuado, etc., se han desarrollado en distintos laboratorios, diferentes métodos objetivos para su determinación, pero todos ellos son bastante prolijos y consumen mucho tiempo. Por esta causa se emplea actualmente un método rápido de evaluación de la inteligibilidad de la palabra. RASTI, siglas que corresponden a Rapid Speech Transmission Index, que está en proceso de normalización por los comités internacionales (Draft-IEC Publication 268: Sound system equipment-Part 16.- "Report on the RASTI method for the objective rating of speech intelligibility in auditoria").

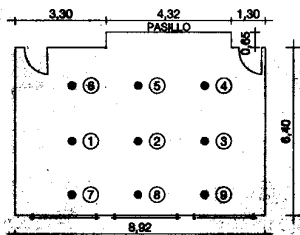
El método se base en la utilización de un emisor y un receptor especiales. El emisor (Voz artificial) envía una señal de prueba que contiene información acerca del margen de frecuencias correspondiente a la palabra y a las fluctuaciones de intensidad de la misma, de forma que simula un locutor. El receptor se coloca en la posición del oyente, y mide como se ha modificado la señal de ensayo. El cambio de la señal (la reducción de la modulación) en la posición del oyente se cuantifica a través de la función de transferencia de modulación para nueve frecuencias de modulación diferentes. La reducción de la modula-

VALORES DEL RASTI EN EL COLEGIO PRINCIPE FELIPE



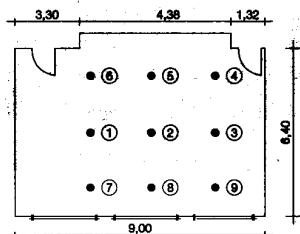
Aula 10 (6º)	
Punto	RASTI
1	0,47
2	0,41
3	0,47
4	0,47
5	0,45
6	0,46
7	0,44
8	0,46
9	0,46

Calificación: aceptable



Aula 25 (7º)	
Punto	RASTI
1	0,47
2	0,44
3	0,45
4	0,42
5	0,44
6	0,42
7	0,44
8	0,50
9	0,43

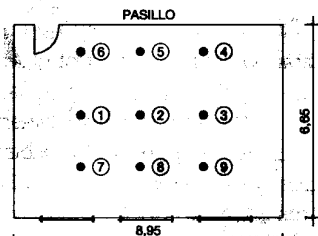
Calificación: deficientes/aceptable



Aula 32 (8º)	
Punto	RASTI
1	0,44
2	0,45
3	0,47
4	0,45
5	0,46
6	0,46
7	0,44
8	0,49
9	0,46

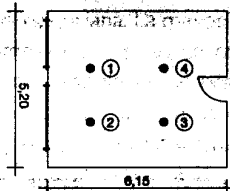
Calificación: aceptable

VALORES DEL RASTI EN EL COLEGIO ISABEL LA CATOLICA



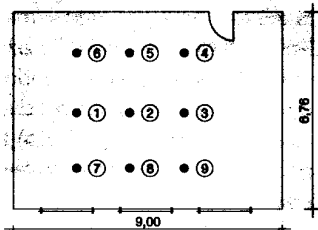
Aula 5 (6º)	
Punto	RASTI
1	0,52
2	0,44
3	0,44
4	0,42
5	0,42
6	0,44
7	0,47
8	0,43
9	0,43

Calificación: deficiente



Aula 2 (7º)	
Punto	RASTI
1	0,55
2	0,53
3	0,52
4	0,53

Calificación: aceptable



Aula 4 (8º)	
Punto	RASTI
1	0,51
2	0,45
3	0,41
4	0,44
5	0,41
6	0,40
7	0,37
8	0,40
9	0,44

Calificación: deficiente

ción se interpreta en función de la relación señal-ruido aparente, independientemente de la causa de la reducción, que puede ser la reverberación del local, ecos o ruido de fondo.

El valor final del RASTI se basa en estos nueve índices de modulación, y varía entre 0 (inteligibilidad nula) y 1 (inteligibilidad total). En las figuras 5 y 6 se presenta la interpretación cualitativa de los valores de RASTI.

A continuación se presentan los valores obtenidos con este procedimiento en las aulas de los colegios estudiados. Los resultados confirman lo obtenido en las pruebas subjetivas: la mayoría de las aulas entran en la valoración de "aceptable" o "deficiente/aceptable". Consideramos que para una actividad docente, la calificación de las aulas desde el punto de vista de la inteligibilidad debería ser de "buena" o "excelente".

Según la bibliografía consultada, este problema preocupa actualmente en todos los padres de nuestro entorno, y es objeto de estudio a todos los niveles por partes de los responsables de la educación.

CUESTIONARIO PRESENTADO A LOS PADRES DE LOS ALUMNOS

Se ha obtenido un alto porcentaje de respuestas a un cuestionario presentado a los padres de los alumnos, sobre antecedentes familiares, enfermedades, lesiones o ingestión de medicamentos que pudiesen afectar a la audición, escucha de música con auriculares y controles audiométricos previos realizados.

CUESTIONARIO PRESENTADO A LOS PROFESORES

A los profesores se les pasó un cuestionario, muy favorablemente acogido, que puso de manifiesto: realización de un esfuerzo vocal excesivo durante las clases; fatiga e irritabilidad al cabo de la jornada; lesiones frecuentes en la laringe que llegan hasta ser causa de baja laboral. También se desprende de las respuestas una desfavorable im-

presión subjetiva de las condiciones acústicas de las aulas.

CONCLUSIONES OBTENIDAS

Analizados los resultados obtenidos, la conclusión fundamental es la necesidad de considerar el tratamiento acústico una necesidad prioritaria,

tanto en las aulas, como en el resto de los recintos escolares, en provecho de cuantos participan en el proceso de la enseñanza: alumnos, profesores y resto de personal. Si se tiene además en cuenta la asistencia a determinadas aulas de alumnos con problemas de audición, debido a la tendencia actual sobre integración escolar, la necesidad señalada se hace más patente.

Sorprende, ante la diversidad de las épocas de construcción de los colegios estudiados, observar diferencias en cuanto a la concepción y distribución de espacios, y, sin embargo, a pesar de disponer de técnicas y materiales adecuados, no apreciar mejoras en la acústica de los centros, lo que confirma la poca importancia que se concede a este aspecto de la edificación.

Bibliografía

- Josserand, p., Gamba, P., Ocelli, M. Réduire le bruit en milieu scolaire. C.N.D.P., C.R.D.P., Toulouse, 1988.
- Houtgast, T. The effect of ambient noise in speech intelligibility in classroom. Applied Acoustics, Vol. 14, 1981.
- Houtgast, T., Steeneken, H.J.M. A review of the MFT concept in room acoustics and its use for estimating speech intelligibility in auditoria. J.A.S.A., Vol. 77, 1985.
- Delgado, C. Test CIF standard pour essais d'Intelligibilité en espagnol. Proceedings del VI International Commission on Acoustics Congress, Tokio, 1968.