

## DESCRIPCIÓN DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN LAS CONDICIONES ACÚSTICAS EN AULAS DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA DE LA ULEAM

### DESCRIPTION OF THE CAUSES THAT AFFECT THE ACOUSTIC CONDITIONS IN CLASSROOMS OF THE FACULTY OF ARCHITECTURE OF THE ULEAM

García-Saltos Yandry Alexander<sup>1\*</sup>; Sengés-Medranda Jean Pierre<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Arquitectura. Manta – Ecuador.

\***Correo:** e1312095084@live.uleam.edu.ec

#### RESUMEN

Las aulas de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) fueron el objeto de estudio en esta investigación, donde se analizaron las condiciones acústicas en que se encuentran actualmente; en general, las aulas poseen un entorno acústico deficiente que genera fatiga y cansancio en los involucrados del proceso enseñanza-aprendizaje, estas condiciones en las que se encuentra son generadas por la errónea elección de materiales como acabados dentro de las aulas además de factores como la geometría de la misma. A través de la observación directa y la experimentación se pudo determinar los tiempos de reverberación que se presentaban en cada una de las aulas estudiadas, además de cuestionar a los involucrados por medio de entrevistas para conocer la percepción que se tiene de primera mano. La experimentación arrojó que la geometría regular que se tiene en las aulas no es la más indicada puesto que las ondas sonoras tienden a rebotar en las paredes de superficies duras interviniendo en la comunicación, es decir, aumenta los tiempos de reverberación, esto también se da por la superficie de los materiales con los que cuenta el interior, disminuyendo así la calidad acústica de las aulas. Se analizaron referentes que investigaron métodos de mejoramiento para los espacios, tratando los materiales de acabados y otros analizando la forma óptima para transmitir el mensaje del emisor.

**Palabras clave:** tiempos de reverberación, análisis, materialidad, geometría, aulas de clases.

#### ABSTRACT

The classrooms of the Faculty of Architecture of the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) were the object of study in this research, where the acoustic conditions in which they are currently found were analyzed; In general, classrooms have a poor acoustic environment that generates fatigue and tiredness in those involved in the teaching-learning process, these conditions in which it is found are generated by the wrong choice of materials as finishes within the classrooms in addition to factors such as geometry of it. Through direct observation and experimentation, it was possible to determine the reverberation times that occurred in each of the classrooms studied, in addition to questioning those involved through interviews to know the perception that is had first hand. The experimentation showed that the regular geometry found in classrooms is not the most suitable since sound waves tend to bounce off the walls of hard surfaces, intervening in communication, that is, it increases reverberation times, this also occurs by the surface of the materials that the interior has, thus reducing the acoustic quality of the classrooms. References that investigated improvement methods for the spaces were analyzed, treating the finished materials and others, analyzing the optimal way to transmit the message of the issuer.

**Keywords:** reverberation times, analysis, materiality, geometry, classrooms.

## 1. INTRODUCCIÓN

La contaminación auditiva que se presenta en las ciudades se ve en aumento por la cantidad inconmensurable de automóviles que circulan en las calles; a pesar de que la movilidad y demás ruidos pueden ser necesarios en la vida diaria, también dejan ciertos estragos en actividades específicas, como bien es el caso de los centros educativos, los mismos que deben propiciar espacios confortables donde se impulse el aprendizaje.

La presente investigación va dirigida a realizar el análisis de las condiciones acústicas de las aulas de clases de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), un edificio con características típicas de las edificaciones de tipología educativa que cuenta con circulaciones verticales y horizontales de alto tráfico peatonal, aulas con geometría regular, materiales rígidos en paredes, además de carpinterías y acabados convencionales

En general, los salones de clases de la facultad poseen un ambiente acústico inapropiado, desarrollando fatigas y malestares en docentes y estudiantes, quienes en su mayoría se encuentran acostumbrados a la acústica de estos espacios “el acondicionamiento acústico se basa en el modo como se propaga el sonido en un recinto cerrado, y cómo es percibido por el receptor” (Duplat, 2020); sin notar los posibles estragos que puede causar la exposición a espacios con estas cualidades.

El hecho de no considerar el confort acústico en los diseños de tipología educativa es lo que genera inconvenientes a futuro en los estudiantes, quienes se adaptan a realizar sus actividades cotidianas en ambientes con problemas de acústica. “no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero puede tener efecto acumulativo en el hombre.” (Amable Ál et al. 2017) La implementación de materiales duros y poco porosos hacen que las ondas sonoras se propaguen por el medio que las envuelve generando un aumento en el tiempo de reverberación, elevándolo por encima de la media aceptable en un aula de clases.

El objetivo principal de la investigación es diagnosticar el estado actual de las condiciones acústicas que presentan las aulas de la Facultad de Arquitectura de la ULEAM, lo que se conseguirá por medio de la medición y análisis de las

condiciones en las que se encuentran las aulas, calcular tiempos de reverberación, analizar el nivel de afectación que inciden en las condiciones de aprendizaje y establecer los factores que influyen en los parámetros de discomfort acústico.

A lo que se plantea como hipótesis que las características acústicas arquitectónicas y constructivas inadecuadas en las aulas de clase del edificio de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí (ULEAM) son causantes del discomfort que incide negativamente en los procesos de enseñanza-aprendizaje, generando malestares en los involucrados de la investigación.

Con el estudio y análisis de las condiciones acústicas en las que se encuentran las aulas de la facultad de Arquitectura, se pretende alcanzar una solución a la problemática planteada a través de la experimentación y obtención de datos medibles que precisen el confort de los ambientes, y así, establecer un marco referencial que sirva de guía para posteriores investigaciones y proyectos que se basen en la optimización y desarrollo del confort acústico de los espacios.

La metodología empleada en la investigación fue el método deductivo e inductivo, directo, de abstracción y la experimentación; expresada en técnicas como la encuesta y entrevista a los involucrados en la problemática, además de la investigación bibliográfica pertinente para aportar veracidad a lo escrito. Además de la experimentación y observación directa con instrumentos de medición acústica para determinar tiempos de reverberación y duración de las ondas sonoras en el espacio.

El correcto uso de los materiales que se utilicen en los centros educativos influye en gran medida en sus condiciones acústicas. “Sin la correcta zonificación de espacios y la selección de materiales, se disminuye el confort acústico.” (Montoya & San Juan, 2018), además, la geometría de los espacios incide de varias formas, llegando a tener efectos positivos o negativos en los procesos de aprendizaje de los involucrados.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Diseño metodológico

Considerando el tipo de investigación generada, los métodos implementados son variados, en los mismos que interviene el método inductivo, deductivo, directo, estadístico, el método de abstracción y el método lógico deductivo.

El método deductivo e inductivo se utilizaron en la parte de la recopilación de la información bibliográfica, donde el primero mencionado se implementa en la elección del material bibliográfico indicado que aporte a la elaboración de la investigación y con el método inductivo se permite diseminar entre la información recopilada en el campo de estudio.

El método directo y estadístico se utilizó para ordenar la información que se recopiló por medio de las encuestas realizadas a los involucrados en la investigación, mostrando así de forma más específica los datos obtenidos.

Por último, el método de abstracción y el método lógico deductivo se emplearon para plasmar una propuesta que sirva de alternativa para la resolución de la problemática planteada, para así cumplir con las necesidades de esta.

### 2.2. Participantes de la investigación

Considerando que el tipo de investigación que se desarrolló la población que se va a trabajar son el total de las aulas que existen en la Facultad de Arquitectura de la ULEAM, es decir un total de 15 objetos de estudio.

Se procede a calcular la muestra con la fórmula 
$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{E^2(n-1) + 1e2(N-1) + Z^2 * P * Q}$$
 a lo que se consiguió un total de 14,4726 a lo que redondeado se determina evaluar a 14 aulas de la facultad.

### 2.3. Área de estudio

Para el desarrollo de este estudio se tomó las aulas de clases de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, en la ciudad de Manta, provincia de Manabí.

## **2.4. Técnicas empleadas**

La investigación se enfocó en la comprobación de acústica en espacios de tipología educativa por lo que la mejor forma de verificarlo es con la observación directa y experimentación práctica que, apoyándose de fichas e instrumentos de medición acústica se pudieron establecer las bases para el estudio.

Además, quienes permanecen en estos espacios son estudiantes y docentes de la facultad, a quienes se les realizaron encuestas para conocer de mejor forma su apreciación como involucrados.

La investigación bibliográfica como complemento para apoyar las ideas del estudio, acudiendo a distintas fuentes verificadas, aportando con gráficos estadísticos o tablas para una mejor comprensión del tema tratado. A más de acoger cierta información de libros o revistas fortaleciendo así la investigación.

## **2.5. Análisis estadístico**

La recopilación de los datos se realizó de dos maneras principalmente: la información obtenida en las encuestas que se presentaron a los estudiantes y docentes, posteriormente ordenándolas y brindando datos entendibles.

Sumándole los datos que se obtuvieron por medio de la experimentación, acudiendo a los espacios que la muestra indica y testeando con instrumentos de medición que posteriormente fueron graficados para un mejor entendimiento.

## **3. RESULTADOS**

La geometría con la que cuentan las aulas es incorrecta puesto que poseen sus ángulos interiores con terminaciones de  $90^\circ$  haciendo que el sonido no se propague correctamente. La utilización de materiales duros en la mayoría de sus muros, además de la colocación de materiales con poca porosidad en suelos y techos interiores o una errónea ubicación de estos; la implementación de mobiliarios convencionales con texturas inadecuadas. En el proceso de aprendizaje dentro del aula, la calidad acústica es deficiente, llevando a que alumnos y docentes desarrollen problemas en el desenvolvimiento de sus actividades diarias, “es importante la cantidad de información percibida por los

usuarios, y que si esta información contiene errores perjudica la cognición y por ende en el aprendizaje” (Ponce, 2019). No existe confort en los espacios de aprendizaje, a causa del ruido proveniente del exterior o interior del aula, generando malestar en los participantes de la clase impartida.

#### **4. DISCUSIÓN**

Los institutos de educación superior son edificaciones donde se alienta la formación profesional de individuos con las capacidades y recursos para poder desarrollar el conocimiento que les brinden; por tales razones, es imperante que estos espacios estén equipados con el confort acústico adecuado para un aprendizaje de calidad.

Las aulas de la facultad de Arquitectura cuentan con una forma geométrica regular con paredes paralelas que hacen imposible la correcta transmisión de las ondas sonoras; el sonido que un emisor, en este caso el docente, difunde hacia el espacio de la clase no se aprecia con claridad dado que las ondas sonoras chocan en las paredes y “al producirse este efecto dentro de ambas paredes, va revotando varias veces que a su vez va perdiendo fuerza mientras sigue rebotando”. (Lozada, 2019)

La forma más acertada para que el sonido se propague en un espacio cerrado es evitando la geometría no euclidiana en paredes, preferiblemente incluir en el diseño muros con ángulos obtusos o agudos, optimizando y mejorando la calidad del sonido que se propaga dentro del aula de clases. “Muchas veces la causa principal reside en la falta de conocimiento del problema por parte de los profesionales involucrados en la enseñanza o en el diseño de aulas” (San Martín et al. 2017)

En temas de materialidad constructiva, las aulas de clase de la facultad de arquitectura siguen un sistema constructivo convencional (hormigón armado y acero), estos materiales son utilizados en la envolvente interior y exterior, “los materiales muy rígidos y con porosidad nula, dan lugar a una mínima absorción del sonido” (Guzmán, 2019) ,viéndose reducida la calidad acústica existente en el espacio puesto que el concreto es un material duro, lo que genera mayores incidencias en la calidad del sonido que contiene el aula,

Los materiales constructivos en la arquitectura acústica se presentan con gran variedad dependiendo la tipología en que serán empleados. La característica que más conviene en un diseño educativo son los materiales acústicos porosos pues con ellos el ruido de fondo que contienen los salones de clases se ve disminuido en grandes cantidades “el mecanismo de absorción del sonido es propio de todos los materiales porosos” (Guzmán, 2019), así como el tiempo de reverberación existente en el espacio.

El ruido, ya sea proveniente del exterior del aula o del interior de esta, genera ciertos malestares en los involucrados en la enseñanza (estudiantes y docentes) que, por los inconvenientes ya mencionados se ven en la necesidad de aumentar el tono de voz más allá de lo normal para hacer llegar correctamente el mensaje, generando desgaste físico y mental tanto en ellos como en los alumnos.

Las condiciones acústicas en aulas de clase, deben ser de la más alta calidad, para garantizar adecuadamente el aprendizaje en las mismas; siendo lo contrario en la mayoría de los salones en la facultad de Arquitectura donde la geometría con la que fueron diseñadas no permite una apreciación correcta del sonido interpretado, además de otros factores como la materialidad con la que se construyen tales espacios educativos, ignorando la superficie de la que se componen, obviando un análisis previo de las superficies más idóneas para la educación.

#### **4.1. Propuesta de acondicionamiento acústico de la Sala R8-SAL603 de la Universidad Andrés Bello.**

En la ciudad de Chile, donde se realizó este estudio, más concretamente, en la Universidad Andrés Bello en la sala R8-SAL603 la contaminación auditiva va en aumento y produce molestias en distintos ambientes laborales, incidiendo negativamente en el ambiente educativo.

El variado número de materiales de construcción que se pueden emplear presenta la solución para estos espacios; siendo este el objetivo de esta investigación, evaluar de forma técnica y tecnológica las herramientas que pueden presentarse en estos casos, diagnosticando el confort acústico en que

se encuentra el caso de estudio y establecer 3 soluciones para contrarrestar esta problemática.

Después de realizadas las mediciones con los instrumentos necesarios en el área de estudio, fue determinado que el mismo cuenta con insuficiencia de calidad acústica; dado que el espacio ya está edificado se decidió que las superficies del salón deben ser tratadas con materiales que mejoren sus condiciones acústicas, dado que las superficies actuales no son las pertinentes para ubicarse en espacios donde se realizan estas actividades.

Por medio de la experimentación generada en el área, se detectó que los tiempos de reverberación dentro del aula exceden la media requerida para un aula de clases, evitando que los participantes puedan interactuar de forma correcta, creando así inconvenientes varios en la comunicación efectiva.

Por lo que después de realizar las investigaciones, se optaron formar tres soluciones que acondicionen el espacio tratando la materialidad del mismo. Optando por materiales con superficies porosas o también denominados materiales absorbentes, los cuales actúan de mejor manera dentro de los edificios educativos, estos materiales “cumplen la función de acondicionar los recintos ya que absorbe, reteniendo las ondas sonoras que se producen, no dejando entrar a otros ambientes el ruido provocado.” (Ardila, 2018)

Presentando así alternativas que cubran el techo, paredes y puertas puesto que son los espacios en donde mayormente las ondas sonoras interactúan o fluctúan, recubriendo estas zonas con materiales acústicos absorbentes, “se puede demostrar que es posible disminuir el tiempo de reverberación logrando incluso un tiempo inferior a lo recomendado” (Ardila, 2018) comprobando con los instrumentos de medición y concluir que los espacios pueden ser aptos para la educación.

#### **4.2. Estrategias para el acondicionamiento acústico interior**

La investigación que se presenta a continuación pretende establecer las condiciones acústicas de ciertos espacios para realizar estrategias que acondicionen correctamente cualquier tipo de espacio enfocándose en optimizar

la materialidad de los locales, en los que intervienen alternativas varias según el tipo de espacio al que se intenta mejorar.

Por ende, se debe conocer cuáles son los factores que intervienen en el confort acústico de los espacios, por medio de la investigación bibliográfica, se logra entender que los materiales acústicos modifican la superficie de un lugar para aumentar su calidad acústica, donde se puede encontrar materiales absorbentes, reflejantes, refractantes o difusores y cada uno de ellos con cualidades distintivas para mejorar distintas tipologías.

Para este estudio se toma como área de intervención un número de aulas de la Universidad de Azuay, recurriendo a las entrevistas a los estudiantes para conocer la percepción de cada espacio; además de contar con la experimentación, sometiendo a las aulas de Universidad a 60db para observar las variables que determinen las condiciones acústicas de cada salón; y, una vez conocidas las mismas, poder distinguir los materiales con los que se encuentran las aulas, y saber cómo modificarlas posteriormente.

Se procedió a colocar dentro de la totalidad de las aulas distintos materiales acústicos, los cuales fueron investigados previamente, y conocer el comportamiento de los mismos dentro del espacio, clasificándolos en materiales absorbentes, materiales reflejantes y materiales aislantes, y estos a su vez observados cuando se encuentran con mobiliario y sin mobiliarios.

Concluyendo que las respuestas varían según la superficie del material colocado en las aulas, apoyando la idea de que dependiendo de la tipología estudiada es que se deben colocar los materiales acústicos; se observa que los materiales absorbentes de superficie porosa son los que mejor intervienen en espacios de tipología educativa por la manera en que disminuye los tiempos de reverberación. Además, se observa que el mobiliario incide en los resultados, mejorando en la absorción de las ondas sonoras, disminuyendo así los tiempos de reverberación, dependiendo de la superficie de este.

### **4.3. La forma, la acústica y el revestimiento de materiales en el Auditorio León De Greiff**

La arquitectura acústica se ve reflejada con mayor impacto en tipologías culturales donde se desarrollan actividades de exposiciones musicales y de oratoria, en que se espera que la calidad del sonido sea de alto nivel; dadas las dimensiones con las que cuentan estos edificios, es necesario que tengan excelentes condiciones acústicas que permitan la propagación de las ondas sonoras en todo el espacio.

El caso de estudio que se presenta es un auditorio ubicado en la ciudad de Bogotá, Colombia que se presta para actividades musicales donde se analizarán las condiciones en las que se encuentra, determinadas por la forma del auditorio y la materialidad con la que cuenta como recubrimiento interior.

Por medio de la observación directa dentro del espacio, documentando los datos sobre la forma del espacio y materiales de recubrimiento; aplicando un programa que permite distinguir los rayos de interacción sonora, para conocer con certeza el desplazamiento de las ondas sonoras por el espacio del auditorio, analizando la polaridad del comportamiento cuando se encuentra con el recubrimiento actual y cuando no lo posee.

El espacio del auditorio está conformado por el escenario que es la zona de emisión del sonido además de la orquesta y otros tres niveles que van ascendiendo, además de que, en la parte de la cubierta, se encuentra un escalonamiento que inicialmente asciende y al llegar al final, desciende formando una curva. “Para un auditorio y una sala polivalente que contenga un gran volumen, se recomienda la geometría trapezoidal en planta y corte”. (Montoya L. , 2018)

A su vez, la distribución en planta se soluciona con la forma de un trapecio simétrico, con ciertos quiebres en las paredes laterales que van dando la dirección en la ubicación de los asientos, así hasta llegar a la parte posterior de la planta, cuando las paredes perimetrales generan un zigzag que no permite la uniformidad de la línea recta, lo que suele incidir en el movimiento de las ondas sonoras.

Analizando el comportamiento de los rayos sonoros, se puede observar que viajan hacia las paredes y se desvían según la forma del muro, permitiendo que el sonido llegue a todos los espacios de la sala; todas las ondas incluso llegan hasta la parte posterior del auditorio creando la difusión de las ondas “Las ondas sonoras se transmiten uniformemente, pero cuando encuentran otro medio que se interpone, rebotan, reflejan, dispersan o se absorben.” (García, 2016)

La materialidad con la que cuenta el auditorio es de dos tipos, la que conforma la base de la construcción de concreto armado y que, a su vez, también conforma los acabados del piso de concreto pulido, y en el caso de las paredes, es un conjunto de listones de madera intercalados entre sí, estos materiales son reflejantes y permiten el tránsito adecuado de las ondas sonoras por todo el espacio del auditorio.

Finalmente, se concluye que conseguir la unificación entre el sonido la forma y los materiales, permite a la edificación mantener altas condiciones acústicas, sin importar la tipología por la que se diseñó “la aplicación de la acústica en la arquitectura traduce el significado de las proyecciones” (Montoya L. , 2018); un claro entendimiento entre estos factores facilita a los involucrados desarrollar comunicación efectiva.

## **5. CONCLUSIONES**

Gracias a la experimentación se pudo determinar que las aulas de la Facultad de Arquitectura no cumplen con los estándares recomendados en tiempos de reverberación. Basándose en la investigación bibliográfica se pudo conocer qué tipo de material se encuentra en la envolvente interior de las aulas de la Facultad de Arquitectura, y así elegir la mejor alternativa en sus posteriores cambios. A través de la experimentación, con los instrumentos de medición utilizados, se observó que los niveles sonoros de las aulas se ven afectados por la reflexión de las ondas sonoras en las superficies, de paredes, techos y pisos. Dado el tiempo de reverberación obtenidos en las aulas de la Facultad de Arquitectura y por medio de las entrevistas realizadas, se concluye que los estudiantes tienden a sufrir ciertos inconvenientes para el total entendimiento de las clases. La

geometría que estructuran las aulas, los materiales con los que fueron contruidos y el deficiente cuidado en el diseño de estos espacios ha generado todos los inconvenientes por los que se generaron las problemáticas.

## REFERENCIAS

- Amable Ál, M. M. (2017). Contaminación ambiental por ruido. Medigraphic.com. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmedele/me-2017/me173x.pdf>
- Ardila, A. (2018). Propuesta de acondicionamiento acústico de la Sala R8-SAL603 de la Universidad Andrés Bello. Santiago de Chile. [http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/7102/a123197\\_Ardila\\_A\\_Propuesta\\_de\\_acondicionamiento\\_acustico\\_de\\_2018\\_tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/7102/a123197_Ardila_A_Propuesta_de_acondicionamiento_acustico_de_2018_tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Duplat, D. (2020). La acústica en la arquitectura interior. En R. Villazón Godoy, & D. Rodríguez Vargas, *Sistemas de habitabilidad: principios técnicos del proyecto de arquitectura* (pág. 245). EDICIONES UNIANDES-UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=fyLtDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA245&dq=acondicionamiento+acustico+de+aulas+de+clases&ots=LuftShmzz6&sig=0v\\_GD0jLnEQXnS81h4SIX8C9QJ0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=fyLtDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA245&dq=acondicionamiento+acustico+de+aulas+de+clases&ots=LuftShmzz6&sig=0v_GD0jLnEQXnS81h4SIX8C9QJ0#v=onepage&q&f=false)
- García, M. (2016). Influencia del aislamiento y acondicionamiento acústico en la configuración espacial de un centro educativo de nivel primario en el distrito de Trujillo, La Libertad. Trujillo. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/9793>
- Guzmán, S. (2019). Estrategias para el acondicionamiento acústico interior. Cuenca. <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9082/1/14726.pdf>
- Lozada, A. (2019). Estrategias de acondicionamiento acústico pasivo aplicados en el diseño geométrico de la cobertura del nuevo Arena Indoor de Trujillo 2019. Trujillo, Perú. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22108>
- Montoya, L. (2018). La forma, la acústica y el revestimiento de materiales en el Auditorio León De Greiff. Bogotá. <https://core.ac.uk/download/pdf/226158065.pdf>

- Montoya, O., & San Juan, G. (2018). Calidad ambiental de las aulas de colegios en el trópico: evaluación subjetiva y objetiva del confort térmico, visual y sonoro. ASADES, 1-5.  
<http://portalderevistas.unsa.edu.ar/ojs/index.php/averma/article/view/1187>
- Ponce, J. (2019). Implicancias del tratamiento acústico en el proceso de enseñanza-aprendizaje de una universidad de Lima Metropolitana. Lima.  
[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14517/PONCE\\_RODR%c3%8dGUEZ\\_GRADOS\\_IMPLICANCIAS\\_DEL\\_TRATAMIENTO\\_ACUSTICO\\_EN\\_EL\\_PROCESO\\_DE\\_ENSE%c3%91ANZA\\_APRENDIZAJE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14517/PONCE_RODR%c3%8dGUEZ_GRADOS_IMPLICANCIAS_DEL_TRATAMIENTO_ACUSTICO_EN_EL_PROCESO_DE_ENSE%c3%91ANZA_APRENDIZAJE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- San Martín, R., Valencia, A., Ezcurra, A., & Arana, M. (2017). Evaluación de las prestaciones acústicas en entornos de aprendizaje: un caso práctico. TecniAcústica, 8. [http://mail.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/AAM-5\\_011\\_01.pdf](http://mail.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/AAM-5_011_01.pdf)