

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE EDUCACIÓN**



**Implicancias del tratamiento acústico en el proceso de enseñanza-  
aprendizaje de una universidad de Lima Metropolitana**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO  
DE BACHILLER EN EDUCACIÓN**

**AUTOR:**

José Carlos Ponce Rodríguez Grados

**ASESORA:**

Carol Rivero Panaqué

**Junio, 2019**

## RESUMEN

El presente documento es una propuesta de investigación, la cual consiste en que la emisión clara del mensaje en términos de fonación y potencia, no es suficiente para que el mensaje se transmita de la manera más clara y sin errores a los sujetos receptores de la comunicación en el aula de clase. Estas características acústicas del aula, como del entorno en que se desarrolla el proceso, no hacen efectiva su correcta transmisión y por esta razón, el principal interés de la propuesta es demostrar la importancia de una adecuada implementación en el tratamiento acústico en las aulas de clase y en general, en cualquier ambiente dedicado a los procesos de enseñanza-aprendizaje.



# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	4
JUSTIFICACIÓN.....	5
MARCO CONCEPTUAL: EL SONIDO Y SUS EFECTOS EN EL AULA.....	7
2.1. Acústica: El sonido y sus propiedades. Conceptos básicos .....	7
2.2. Inteligibilidad de la palabra .....	9
2.3. Ruido de fondo .....	11
2.4. Propagación del sonido en el interior de un recinto .....	12
2.5. Características del mensaje oral.....	13
2.6. Efectos de la contaminación sonora en los estudiantes.....	16
METODOLOGÍA .....	19
3.1. Población y selección de la muestra:.....	19
3.2. Técnicas e instrumentos.....	19
3.3. Plan de trabajo .....	20
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	21

## INTRODUCCIÓN

La educación es la base fundamental para el desarrollo de la sociedad. Se podría definir como el proceso de alcanzar el máximo potencial que una persona puede llegar a ser, gracias a la interacción con la sociedad y el desarrollo personal.

Al educarse uno asimila y aprende conocimientos, pero al mismo tiempo implica una fusión de su cultura y las diferentes sociedades del mundo, donde las nuevas generaciones aprenden del pasado y lo contrastan con el presente, para así, desarrollar nuevos modos de actuar que sirvan para construir un mejor futuro, mejorando la calidad de vida de la humanidad.

En el aula de clase, el docente se vale de un gran número de herramientas para alcanzar los objetivos de enseñanza aprendizaje, una de ellas, es la palabra hablada la cual es esencial en este proceso y por tanto es de suma importancia que el mensaje que esta conlleva se transmita sin errores y de la manera más clara posible a los sujetos receptores de la comunicación.

Para este propósito no es suficiente la emisión clara del mensaje en términos de fonación y potencia, ya que antes de su recepción, este se ve modificado tanto por las características acústicas del aula, como del entorno en que se desarrolla el proceso, interna y externamente.

Las propiedades acústicas de un aula de clase, son factores determinantes y pueden marcar una diferencia importante en la calidad de educación que se les imparte a los estudiantes. Por lo tanto, las malas condiciones acústicas, como por ejemplo un elevado tiempo de reverberación, un excesivo ruido de fondo, así como una mala distribución del sonido, pueden derivar en trastornos psicoacústicos como el enmascaramiento, la pérdida de la inteligibilidad, estrés, irritabilidad entre muchos otros, afectando los procesos de aprendizaje.

Por estas razones es de vital importancia la implementación de un adecuado tratamiento acústico en las aulas de clase y en general a cualquier ambiente dedicado a la enseñanza. Es así que en este documento se trabajará la fundamentación, el marco conceptual, así como la metodología y el plan de trabajo para analizar las implicancias del tratamiento acústico en proceso de enseñanza – aprendizaje.

## JUSTIFICACIÓN

El avance y mejora de la civilización trae consigo nuevos problemas que debemos tener en consideración:

Durante las últimas décadas, la humanidad ha experimentado que el aumento considerable en la producción, en el consumo de objetos y productos, en particular de residuos, constituyen una grave amenaza al equilibrio ecológico del ambiente. El ruido es alguno de esos residuos que, por suerte desaparece en el mismo momento en que se suprime su emisión. Este carácter lo distingue de otros desechos, como son los productos químicos o los residuos radioactivos, que pueden subsistir durante años, o tal vez siglos, luego que su producción ha cesado (Nicola y Ruani, 2000 citado en Baca y Seminario, 2012, p. 6).

Se sabe que los altos niveles de presión sonora provocan una alteración de la segregación de hormonas por parte de nuestras glándulas hipofisarias. Además, estimula la segregación de adrenalina provocando una gran activación y alerta en nuestro organismo, lo que a su vez aumenta el metabolismo, activa el sistema simpático y aumenta nuestros niveles de ansiedad o estrés percibidos, y con altos niveles de ansiedad, es de esperarse que nuestro estado de ánimo también se altere. Son efectos claros del ruido, la irritabilidad, la impaciencia, dificultades de concentración o atención, y tener cierto nerviosismo. La exposición a altos niveles de presión sonora también puede desencadenar alteraciones emocionales como incontinencia afectiva, labilidad emocional entre otros, además de fomentar la ira y la agresividad en las personas (Bistrup, Hygge, Keiding, Passchier y Vermeer, 2001).

Con respecto a este tema, actualmente existen estudios como el publicado en la revista del Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología de la Habana, Cuba, donde se muestra el impacto negativo en los procesos de enseñanza-aprendizaje y desarrollo cognitivo en los estudiantes cuando se están expuestos a altos valores de ruido o contaminación sonora, además del desgaste físico y psicológico de los docentes (González y Fernández, 2014).

Por esta razón, es de suma importancia la implementación de un ambiente de aprendizaje adecuado, donde la comunicación y el dialogo docente-estudiante sea óptimo y donde la capacidad de concentración no se vea afectada por exposición a alto ruido, para así asegurarnos mejores estándares en la educación.

Las propiedades acústicas de un salón de clases son factores determinantes y pueden marcar una diferencia importante en la calidad de la educación que se le imparte a los alumnos. Factores como el tiempo de reverberación (RT60), la inteligibilidad en la oratoria, el aislamiento entre aulas y de ruido externo, deben ser tomados en cuenta en los diseños

existentes y futuros en la construcción de aulas, no solo en universidades sino también en cualquier institución educativa peruana.

Todo lo dicho anteriormente nos lleva a plantear la siguiente pregunta:

*¿Cuáles son las implicancias del tratamiento acústico en el proceso enseñanza aprendizaje de una universidad privada de Lima metropolitana?*

Este trabajo de investigación pretende crear conciencia sobre el ruido y sus efectos negativos sobre el aprendizaje, al igual de la implementación de tratamiento acústico como una opción pedagógica fundamental en las aulas.

**Objetivo general:**

- Analizar las implicancias del tratamiento acústico en el proceso de enseñanza-aprendizaje en aulas de una universidad privada de Lima metropolitana.

**Objetivos específicos:**

- Identificar la percepción de los estudiantes y de los profesores sobre la calidad acústica del aula y la comunicación que se da en el proceso de enseñanza aprendizaje de una universidad privada de Lima.
- Describir los factores acústicos del aula que afectan el proceso de enseñanza aprendizaje de una universidad privada de Lima.

## **MARCO CONCEPTUAL: EL SONIDO Y SUS EFECTOS EN EL AULA**

Cuando nos orientamos al mundo del sonido, existen muchos factores que influyen en la comunicación en un aula de clase, desde físicos acústicos hasta biológicos. En este marco conceptual explicaremos cada uno de ellos con el fin lograr un mejor entendimiento de lo que significa la transmisión del sonido en un aula de clase y los factores acústicos que influyen sobre ella.

### **2.1. Acústica: El sonido y sus propiedades. Conceptos básicos**

La acústica es una rama de la física que estudia el sonido y sus diversos aspectos, dentro de su amplia gama de estudios cuenta con muchas sub disciplinas como la acústica física, la acústica musical, la acústica arquitectónica, la psicoacústica entre otras. A efectos prácticos, la acústica estudia la producción, transmisión, almacenamiento, percepción o reproducción del sonido (Miraya, 1999).

Ahora bien, la acústica arquitectónica es la rama de la física que estudia los fenómenos vinculados con una adecuada y fiel propagación del sonido en un recinto (esto incluye también el aislamiento acústico), ya sea un aula de clases, como una sala de conciertos o estudio de grabación, ya que cada una de ellas debe reunir las cualidades acústicas óptimas para su aplicación específica. Las cualidades acústicas de un recinto las entendemos como una serie de propiedades relacionadas con la propagación del sonido como pueden ser la reverberación, la existencia o no de reflexiones o ecos, el ruido de fondo etc. (Miraya, 1999).

El sonido lo podemos entender entonces, como el medio por el cual tenemos contacto con lo que nos rodea. Este medio es complejo de entender, ya que su intangibilidad lo hace difícil de analizar sin tener los instrumentos necesarios. El cuerpo humano posee solo un instrumento de percepción sonora, pero este no abarca todo el rango de sonidos que existen en el entorno (Lucic, 2009).

Según la física, el sonido humanamente audible son ondas sonoras que se producen cuando las oscilaciones de la presión del aire son convertidas en ondas mecánicas en el oído humano y percibidas como impulsos eléctricos por el cerebro (Lucic, 2009).

No obstante, en términos cualitativos, el sonido es percibido por el receptor en cuatro cualidades básicas, que son: la altura, la duración, la intensidad y el timbre. Cada una de

estas tiene una correspondencia en aspectos físicos y por otra parte en cómo es interpretado por el receptor (Lucic, 2009).

A la hora de evaluar la acústica de un aula destinada a la enseñanza, hay varios parámetros principales que determinarán su calidad como el tiempo de reverberación, reflexión, la inteligibilidad de la palabra y también el ruido de fondo. No olvidemos que si hay pérdida de información entre el docente y el alumno debido a una mala transmisión acústica del sonido en el aula afectará al proceso de enseñanza-aprendizaje.

A continuación, analizaremos cada uno de estos parámetros que contribuyen a la propagación física del sonido, ya que, sin un adecuado tratamiento acústico, no habría una adecuada comunicación.

- **Reflexión, reverberación y tiempo de reverberación**

Se denomina reverberación al sonido que persiste en el interior de la sala después de apagada la fuente emisora. Esta reverberación está formada por el conjunto de reflexiones que se fusionan unas a otras, y que se extinguen con mayor o menor rapidez dependiendo de la absorción y volumen de la sala (Sommerhoff, 2003 citado en Torres, 2008). Es decir, “la reverberación que acompaña a cada impulso de una señal irregular (palabra o música) puede ser útil siempre que la duración sea la debida, escuchándose la palabra más clara y la música más animada, debido al encadenamiento entre los sucesivos tonos musicales. Si la reverberación es muy grande, la palabra es menos inteligible, y en la música se produce un solapamiento entre las notas musicales, por lo que la audición se empeora, al tener menos calidad” (Recuero, 1993 citado en Torres, 2008, p. 10).

Si la persistencia del sonido decae en forma lenta, la sala se denomina sala viva, si el decaimiento es muy rápido, la sala se denomina sala muerta o seca. Ahora bien, el tiempo de reverberación (**TR**) es el tiempo que tarda un sonido en “dejar de ser perceptible” para el oyente desde que acaba el sonido directo hasta el fin del sonido de sus reflexiones. Es decir, si un aula tiene un tiempo de reverberación alto, cuando se esté produciendo un sonido y la fuente que lo genera se interrumpe, nosotros lo oiremos atenuarse durante un tiempo alto. Si por el contrario el aula tiene un tiempo de reverberación bajo, el sonido se atenuará rápidamente una vez finalice esta fuente (Escuela Universitaria La Salle, 2004).



Por lo tanto, el tiempo de reverberación depende fundamentalmente de dos parámetros: el volumen de la sala y la absorción acústica de los materiales que la forman:

$$TR= 0.16 \cdot \text{Volumen} / (\text{Absorción} - \text{Área absorbente})$$

Salas con mayor volumen tendrán un TR más elevado, mientras que una mayor absorción reducirá el TR.

El tiempo de reverberación puede variar dependiendo de sus diversos usos, sin embargo, en un estudio realizado en el Departamento de Tecnologías Audiovisuales Sección de Acústica de la Escuela Universitaria La Salle, determinaron que los valores recomendados para las aulas de enseñanza deben estar comprendidos entre 0.4 y 0.6 segundos (Escuela Universitaria La Salle, 2004). Sin embargo, debemos estar conscientes que existen criterios específicos para la correcta transmisión del lenguaje hablado cuando nos referimos a reflexión, reverberación y tiempo de reverberación orientado a aulas de enseñanza. A continuación, conoceremos las características sónicas referentes a la inteligibilidad de la palabra.

## 2.2. Inteligibilidad de la palabra

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 (Miraya, 2004).

En términos generales, el tiempo de reverberación de un recinto y el ruido de fondo existente en su interior son los principales criterios para determinar la calidad acústica del mismo, incluso en función de su uso (música o voz hablada). Sin embargo, para salas destinadas a la palabra, el criterio más importante para determinar si ésta posee o no buena acústica y que a su vez depende de los parámetros anteriores es la inteligibilidad de la palabra (Gonzales, 2010).

Como se ha dicho, al emitir un mensaje oral, la duración de las vocales y su correspondiente nivel de presión sonora es mayor que el de las consonantes. Además, el contenido frecuencial de las vocales es más rico en frecuencias bajas, mientras que el de las consonantes presenta un mayor contenido de frecuencias altas. En una sala de tiempo de reverberación alta, el

decaimiento energético de una vocal emitida es apreciablemente más lento que su propio decaimiento en campo libre. Este hecho, junto con una mayor duración y nivel, en relación a la consonante, provoca un solapamiento temporal entre ambas (Carrión, 1998).

Por otro lado, con elevados niveles de ruido de fondo al interior de la sala se produce un enmascaramiento parcial que afecta a los sonidos más débiles, en este caso se ve afectada la información que se encuentra contenida en las consonantes que son las que presentan el mayor aporte a la inteligibilidad de la palabra. Por ejemplo, la confusión de la “s” con una “j” en la palabra “casa” la transforma en la palabra “caja” cambiando completamente el sentido de una oración (Torres, 2008).

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. Uno de los más utilizados es el método RASTI; que proporcionándonos un número comprendido entre 0 y 1, nos indicará la inteligibilidad del aula.

**Cuadro: Índice de inteligibilidad**

<b>Inteligibilidad</b>	<b>Índice RASTI</b>
Muy Pobre	0 a 0.3
Pobre	0.3 a 0.45
Aceptable	0.45 a 0.60
Buena	0.60 a 0.75
Excelente	0.75 a 1

Fuente: Escuela Universitaria La Salle, 2004.

El nivel de inteligibilidad de la palabra es otro pilar en el proceso de comunicación alumno docente en un aula de clases y por supuesto un punto que influye de manera directa en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Por medio de la inteligibilidad de la palabra se puede cuantificar, en términos porcentuales, la cantidad del mensaje oral que es correctamente recibido por el receptor.

### 2.3. Ruido de fondo

Cuando se habla de ruido, a menudo se piensa en una sensación sonora molesta o en caso extremo incluso dolorosa. Desde el punto de vista físico, cuando un sonido tiene en una justa proporción de los componentes cualitativos: intensidad, timbre, duración y tono, pueden generarse sonidos muy agradables o por el contrario, cuando esta proporción no está en armonía pueden ser muy molestos cuando son captados por el receptor, en este último caso, el sonido pasa a convertirse en ruido. El ruido es comúnmente definido como sonidos no deseados (Lucic, 2009). Esa definición refleja la dimensión subjetiva de una definición de ruido, pero no toma en cuenta el hecho que un sonido deseado puede provocar efectos adversos.

Si este hecho es tomado en cuenta, otra definición podría ser: "El ruido es un sonido con cualquier efecto negativo en la salud y bienestar humano, ya sea biológico, social, psicológico, en comportamiento y en rendimiento (Bistrup et al, 2001 citado en Lucic, 2009).

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 es superpuesto a un sonido útil, el sonido resultante difiere del original, dificultándose así su interpretación (Miraya, 2004).

El enmascaramiento consiste en que si junto a un sonido se presenta otro de intensidad bastante mayor (por ejemplo 20 o 30 dB mayor), el primero se vuelve completamente imperceptible. En condiciones normales esto permite liberar al cerebro de una gran cantidad de información irrelevante, como el de una conversación lejana. Sin embargo, cuando los sonidos enmascarados son los de la palabra hablada, el resultado puede ser la pérdida de inteligibilidad y así el enmascaramiento puede ser total o parcial. En el primero, se enmascararía toda la emisión vocal, como sucede al intentar hablar en tono normal dentro de una fábrica ruidosa. En el segundo, se enmascaran los sonidos más débiles o los que permiten distinguir una consonante de otra (Miraya, 2004).

Actualmente, 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 al acondicionamiento interior como al aislamiento del ruido externo. Hay dos grupos de riesgo en las escuelas: los niños pequeños,

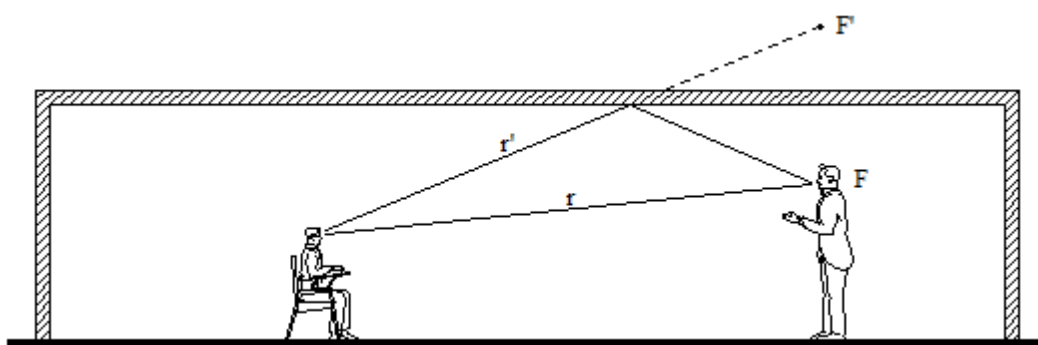
y los docentes. Una mala inteligibilidad puede ocasionar a los niños un aprendizaje incorrecto, mientras que los docentes, procurando evitar dicho inconveniente, fuerzan excesivamente la voz, causándose trastornos fonatorios. Otros ambientes son los laborales, sobre todo en la industria, suelen tener problemas de ruido que reducen la inteligibilidad; así como los comercios y los lugares de esparcimiento.

## 2.4. Propagación del sonido en el interior de un recinto

La energía radiada por una fuente sonora en un recinto cerrado llega a un oyente ubicado en un punto cualquiera del mismo de dos formas diferentes: una parte de la energía llega de forma directa (sonido directo), es decir, como si la fuente y el receptor estuviesen en campo libre, mientras que la otra parte lo hace de forma indirecta (sonido reflejado), al ir asociada a las sucesivas reflexiones que sufre la onda sonora cuando incide sobre las diferentes superficies del local (Carrión, 1998).

En un punto cualquiera de la sala, como se ve en la Figura 1, la energía correspondiente al sonido directo depende exclusivamente de la distancia a la fuente sonora, mientras que la energía asociada a cada reflexión depende del camino recorrido por el rayo sonoro, así como del grado de absorción acústica de los materiales utilizados como revestimientos de las superficies implicadas (Carrión, 1998).

**Figura 1.-** Sonido directo ( $r$ ) y sonido indirecto ( $r'$ )



Fuente: González (2008).

Como el sonido directo difiere del sonido reflejado en su trayectoria, tiempo e intensidad con la que llega al receptor, cuando el sonido reflejado llega con un retardo ( $\Delta t$ ) menor a 30 milisegundos, el oído percibe, ambos sonidos como uno solo. En este caso el sonido reflejado refuerza al sonido directo por lo que se llama “reflexión útil” (Sommerhoff, 1989). Por otro lado,

si el retardo es superior a 30 milisegundos, dependiendo del nivel con el que llegue el sonido reflejado, estas reflexiones se clasifican en molestas (el sonido reflejado se mantiene con un nivel que perturba la audición del sonido directo) y no molestas (el sonido reflejado llega con un nivel que no perturba la audición del sonido directo).

De esta manera, entender la propagación del sonido en un recinto es parte vital para darnos cuenta de la importancia del tratamiento acústico, ya que, sin él, la comunicación entre docente y alumno se podría ver afectada por una mala transmisión del sonido.

## **2.5. Características del mensaje oral**

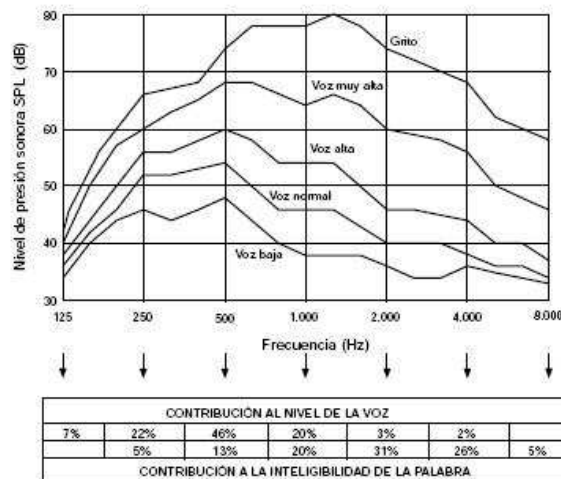
Cuando una persona emite un mensaje, emplea un tiempo mayor en la emisión de las vocales que en la de las consonantes. La duración en promedio de una vocal es del orden de 90 ms, reduciéndose a 20 ms en el caso de las consonantes.

El hecho de que la duración de las vocales sea más elevada hace que el nivel de presión sonora asociada a las mismas sea, en promedio, 12 dB mayor que el correspondiente a las consonantes (Acero y Bustos, 2011). Además, su contenido espectral es más rico en bajas frecuencias, mientras que las consonantes presentan una contribución mayor de altas frecuencias (Carrión, 1998).

Por otro lado, el grado de inteligibilidad de la palabra está estrechamente relacionado con la correcta percepción de las frecuencias altas. En consecuencia, son las consonantes las que determinan la comprensión del mensaje oral. En cambio, la información contenida en las vocales es redundante (Carrión, 1998).

En la Figura 2, se muestra la contribución frecuencial en bandas de octava, al nivel de la voz y a la inteligibilidad de la palabra.

**Figura 2.-** Contribución frecuencial al nivel de la voz y a la inteligibilidad de la palabra.



Fuente: Acero y Bustos (2011).

Según se puede observar, la máxima contribución al nivel de la voz se sitúa en la zona de las frecuencias medias y bajas, destacando la banda de los 500 Hz con un 46%, esta zona corresponde al contenido espectral de las vocales. En cambio, la máxima contribución a la inteligibilidad de la palabra está situada a frecuencias más elevadas donde el contenido espectral corresponde al de las consonantes, alrededor de los 2000 Hz. (Acero y Bustos, 2011).

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 contienen un sonido o ruido (Miraya, 2004)

Por ello, conocer los aspectos frecuenciales orientados a la fonética de la voz humana es una parte importante en el desarrollo de este trabajo de investigación, ya que en el aula de clases muchas veces no estamos conscientes que no entendemos bien lo que se nos está comunicando, y para el desarrollo de un adecuado diseño acústico de un aula, la medición de factores como las características del mensaje oral es de vital importancia.

Veamos ahora, las características principales del mensaje oral:

- **Directividad de la voz humana**

En general, cualquier fuente sonora emite más potencia acústica en unas direcciones

que en otras y, por lo tanto, presenta una cierta directividad. Dicha directividad depende de la frecuencia y aumenta con la misma.

La manera de expresar la directividad de una fuente sonora en un punto cualquiera del espacio es mediante el denominado factor de directividad Q. El factor Q depende de la relación entre el nivel de presión sonora producido por dicha fuente en la dirección considerada y el nivel que se obtendría si la fuente fuese omnidireccional. Cuanto mayor sea el nivel de presión sonora en una dirección determinada, mayor será el Q en dicha dirección (Carrión, 1998).

La voz humana presenta también unas características de directividad que vienen determinadas por el sistema de fonación y la forma de la cabeza, siendo la dirección frontal la de mayor directividad. Si bien la directividad aumenta con la frecuencia, a efectos prácticos, se considera que el factor de directividad de la voz humana en la dirección frontal es Q es igual a 2 (Carrión, 1998).

- **Potencia acústica de la voz**

La potencia acústica es un parámetro intrínseco de la fuente sonora. Es la cantidad de energía radiada por unidad de tiempo y se expresa en Vatios.

La potencia acústica promedio emitida por un hablante en una situación de conversación es alrededor de 10 microwatts, este promedio se realiza en un intervalo de tiempo largo, de dos a cuatro segundos. Cuando una persona habla con un nivel de presión tan elevado como sea posible sin forzar las cuerdas vocales, esta potencia acústica promedio se eleva hasta cerca de 200 microwatts y si se eleva a nivel de grito, la potencia se alza por sobre los 1000 microwatts. En otro sentido, la potencia acústica asociada a un nivel de susurro es cerca de 0.001 microwatts (Kinsler, 1962 citado en González, 2010)

La presión sonora generada por la voz humana a 1 metro en una posición frontal al hablante es de 60 dB a un nivel de conversación normal. Éste puede llegar a 70 dB en la misma posición cuando el hablante eleva la voz tan alto como es posible sin forzar las cuerdas vocales. De forma extrema el nivel de presión sonora generado por un grito puede elevarse hasta los 80 dB a un metro en la posición frontal (González, 2010).

Al momento de realizar un diseño acústico arquitectónico, la potencia acústica de la voz es un factor importante, ya que dependiendo del uso que se requiera como por ejemplo un aula de clase, el aislamiento necesario frente a ruidos externos debe ser alto, puesto que si el docente tiene que levantar mucho la voz para sobrepasar el ruido de fondo podría causar desde problemas en la comunicación docente-alumno hasta de salud como los nódulos en las cuerdas vocales, entre otros.

## 2.6. Efectos de la contaminación sonora en los estudiantes

Nuestras vidas cotidianas están plagadas de sonidos, el mundo es sonoro. Por ello, teniendo en cuenta que el entorno sonoro es importante en la cantidad de información percibida por los usuarios, y que si esta información contiene errores perjudica la cognición y por ende en el aprendizaje, se puede conectar el problema del ruido con el aprendizaje en los estudiantes.

En un estudio realizado por el Instituto de Salud Pública de Dinamarca, los investigadores Bistrup, Hygge, Keiding, Passchier y Vermeer en el año 2001, hacen referencia a distintos problemas en niños en edad pre escolar y escolar causado por la contaminación sonora:

- **Deterioro auditivo:** Efectos en los umbrales auditivos en los niños. Esto los lleva a escuchar físicamente menos los sonidos. Puede ser provocado principalmente ruidos externos como el tráfico o cualquier contaminación externa. Se determinó que el umbral mínimo donde comienza el deterioro auditivo empieza por debajo de los 70 dB(A).
- **Efectos sobre el sueño:** Niños bajo condiciones de experimento mostraron variaciones (medidos por medio de un electroencefalograma) durante el periodo REM del sueño cuando eran expuestos a ruidos de 95 dB por sobre el umbral de deterioro auditivo.
- **Efectos somáticos relacionados con el estrés:** Se ha comprobado que el ruido de tráfico (dentro y fuera de una sala de clases) produce aumentos en la presión sanguínea (sistólica y diastólica).
- **Efectos cognitivos:** Cerca de 20 estudios dan como resultado la correlación entre la exposición al ruido en los niños con efectos negativos en la adquisición de habilidades para la lectura.



- **Memoria:** Resultados de estudios muestran que existen efectos en la retención de la memoria a corto y largo plazo de información (de tipo visual para el caso del experimento) cuando los niños son expuestos, durante 15 minutos en una sala de clases, a simulaciones de ruido de aviones a 66 y 55 dB(A).
- **Atención:** Estudios concluyen que niños expuestos a niveles agudos de ruido, les producen efectos negativos en la codificación visual de objetos, en el tiempo que pueden pasar concentrados en alguna tarea, en ejercicios de discriminación auditiva y otros.
- **Motivación:** Resultados de estudios de laboratorio y de campo han descubierto que los niños expuestos a niveles de ruido crónico se vuelven menos motivados cuando son puestos en situaciones que son persistentes o contingentes. También se ha descubierto que la exposición al ruido aumenta los niveles de frustración cuando se realiza una tarea.

Otras publicaciones sugieren que el ruido puede interferir de forma importante con la percepción, habla y en la adquisición del lenguaje. Lo que puede representar algunos efectos nocivos en la lectura y en otros procesos de mayor complejidad como la memoria a largo plazo para el entendimiento de la semántica. Para niños sin daños auditivos congénitos los niveles de ruido del tráfico de carretera fueron contundentemente correlacionados con la capacidad de discriminar el habla. También se han correlacionado los niveles de ruido con la capacidad de los niños en desarrollar una capacidad cognitiva que les permite “apagar” el ruido ambiente. Aunque este sistema de apagar ruido, no solo podría funcionar para disminuir la percepción de sonidos molestos sino también disminuir la capacidad de escuchar los que son material informativo importante.

Como situación Internacional, una investigación realizada en 2002 por el Doctor Alain Muzet, del Centro de Estudios Bioclimáticos en Francia, demuestra que los niños cuyos colegios lindan con zonas ruidosas (industrias, aeropuertos o carreteras con mucho tránsito) tardan más en aprender a leer, presentan mayor agresividad, fatiga, son más susceptibles a peleas y riñas frecuentes, tienen mayor tendencia al aislamiento, y cierta dificultad de relación con los demás (Lucic, 2009).

En Chile, el “Manual de Salud Escolar” del Ministerio de Salud en su capítulo IV. “Problemas

Auditivos” señala que: “La audición es el sentido que permite el desarrollo del lenguaje, por tanto, influye en el aprendizaje y en el desarrollo general del escolar” (Citado en Lucic, 2009.p13.) Y el tenor del manual se basa en dar a conocer los aspectos en la disminución y pérdida de la capacidad auditiva física de los escolares.

Todos los elementos expuestos nos ayudan a comprender muchos de los factores acústicos que intervienen en el proceso de transmisión de la lengua hablada y de los factores no solo de comunicación, sino también biológicos, que pueden afectarnos en caso el diseño acústico arquitectónico no esté implementado correctamente en un aula de clase.

Nos gustaría terminar este marco teórico citando a Federico Miraya, en su exposición en el 2004 acerca de la importancia de la inteligibilidad de la palabra en los procesos de comunicación:

Un sistema de comunicación está formado por elementos que interactúan entre sí: emisor, mensaje, código, canal, contexto y receptor. 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. (Miraya, 2004).

## METODOLOGÍA

El estudio de la investigación se enmarca dentro de un enfoque cuantitativo, ya que se encargará de recolectar, analizar y vincular datos de encuestas necesarios para la comprensión e interpretación de este trabajo (Hernández, Fernández y Batista, 2003; Vasilachis, 2006). Además, el diseño de la investigación es transversal descriptivo, no experimental (Kerlinger, 2002) ya que las diferentes variables presentadas en el estudio serán observadas en su entorno natural y a través de encuestas determinaremos la calidad del tratamiento acústico del aula y la percepción de los estudiantes y profesorado en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

### 3.1. Población y selección de la muestra:

La población se centrará en alumnos de pregrado y profesores de la Facultad de artes escénicas de la especialidad de música de una universidad privada de Lima Metropolitana, la cual está compuesta por 340 estudiantes y 50 profesores.

La muestra del estudio de tipo no probabilística e intencional (Hernández, Fernández y Batista, 2003) estará conformada por 32 estudiantes que cursen asignaturas de tecnologías de audio, así como 2 profesores que enseñen estos cursos. A los alumnos y profesores se les proporcionará una encuesta de manera personal.

Entre los criterios de selección para formar parte de la muestra podemos mencionar los siguientes:

- Para los profesores: Que enseñen por lo menos un curso de tecnologías de audio.
- Para los alumnos: Que cursen por lo menos un curso de tecnologías de audio.

### 3.2. Técnicas e instrumentos

La técnica de evaluación será una encuesta y como instrumento se impartirá un cuestionario con preguntas relacionadas con la efectividad de la comunicación y percepción de la calidad acústica del aula. Para este instrumento se realizará una validación de contenido con tres especialistas en el tema y luego se hará el procesamiento de los datos con programas especializados en análisis de datos como el SPSS o Excel.

### 3.3. Plan de trabajo

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1. Búsqueda bibliográfica	X	X	X	X	X										
2. Elegir antecedentes		X	X		X										
3. Redacción del marco teórico			X	X	X										
4. Selección del instrumento					X										
5. Elaboración de guion de cuestionario						X	X								
6. Validación de instrumento						X	X								
7. Aplicación de instrumento para recoger información								X							
8. Organización de datos								X	X				X		
9. Análisis e interpretación de resultados									X	X	X	X	X		
10. Elaboración de conclusiones y recomendaciones													X		
11. Redacción del informe final de la investigación														X	X

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, M. (2009). El entorno sonoro. Un ensayo sobre el estudio del sonido medioambiental. Recuperado de [http://www.ccapitalia.net/reso/articulos/entorno\\_sonoro/entorno\\_sonoro](http://www.ccapitalia.net/reso/articulos/entorno_sonoro/entorno_sonoro).
- Acero, L y Bustos, C. (2011). *Diseño Acústico de las aulas de la clase de la nueva construcción del colegio distrital "I.E.D. República de Costa Rica."* (Tesis para optar el grado de Ingeniero de Sonido, Universidad San Buena Ventura). Recuperado de <http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/66020.pdf>
- Baca, W. y Seminario, S. (2012). *Evaluación de impacto sonoro en la Pontificia Universidad Católica del Perú.* (Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil). Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1327>
- Bistrup, M., Hygge, S., Keiding, L., Passchier-Vermeer, W. (2001). *Health effects of noise on children and perception of the risk of noise.* National Institute of Public Health, Dinamarca. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.549.560&rep=rep1&type=pdf>
- Boschi, C. (2008). *Método para medir el tiempo de reverberación en recintos.* Laboratorio de Acústica y Sonido "Mario Guillermo Camín". Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza. Recuperado de [http://www1.frm.utn.edu.ar/laboratoriodeacustica/Metodo\\_experimental\\_para\\_medir\\_el\\_TR60.pdf](http://www1.frm.utn.edu.ar/laboratoriodeacustica/Metodo_experimental_para_medir_el_TR60.pdf)
- Carrión, A.(1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos.* Barcelona: Ediciones UPC. Recuperado de <https://arqlemus.files.wordpress.com/2014/04/disec3b1o-acc3bastico-de-espacios-arquitectc3b3nicos.pdf>
- Departamento de Tecnologías Audiovisuales. Sección de Acústica de la Escuela Universitaria La Salle. (2004). *Estudio para mejorar la insonorización de las aulas.* Barcelona. España. Recuperado de [https://www.prevenio.cat/download.php?file=estudi-insonoritzacio\\_es.pdf](https://www.prevenio.cat/download.php?file=estudi-insonoritzacio_es.pdf)
- González, C. (2010). *Acondicionamiento acústico, salas de clases, colegio Emprender Osorno.* (Tesis de para optar el grado de Licenciado en Acústica, Universidad Austral de Chile). Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfci643a/doc/bmfci643a.pdf>
- Gonzalez, Y. y Fernandez, Y. (2014). *Efectos de la contaminación sónica sobre la salud de estudiantes y docentes, en centros escolares.* Informe Final. La Habana: Instituto Nacional de Higiene Epidemiología y Microbiología. (INHEM). Recuperado de [http://www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol52\\_3\\_14/hig12314.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol52_3_14/hig12314.htm)
- Hernandez, R., Fernandez-Collado, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación* (Vol. 1). México: Editorial: Mcgraw-hill. Recuperado de [https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/1033525612-mtis\\_sampieri\\_unidad\\_1-1.pdf](https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/1033525612-mtis_sampieri_unidad_1-1.pdf)

- Kerlinger, F. (2002). *Investigación del comportamiento*. México: McGraw Hill.
- Kryter, K. (1950). *The Journal of speech and hearing disorders. The effects of noise on man*. Estados Unidos: Recuperado de <http://www.thecre.com/sefReports/wp-content/uploads/2012/12/Kryter-K.D.-1985.-The-effects-of-noise-on-man.pdf>
- Lucic Y. (2009). *El ruido como problema en el aprendizaje*, Oliva Santiago de Chile, Memoria para optar al título de diseñador industrial. Recuperado de [http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2009/aq-lucic\\_y/pdfAmont/aq-lucic\\_y.pdf](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2009/aq-lucic_y/pdfAmont/aq-lucic_y.pdf)
- Miyara, F. (2000). *Acústica y sistemas de sonido*. Argentina: Editorial: UNR.
- Miraya, F. (2004). *El ruido y la inteligibilidad de la palabra*. Conferencia organizada por Asolofal. Rosario. Recuperado de <http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/inteligibilidad.pdf>
- Recuero, M. (1993). *Acústica arquitectónica*. España: Editorial: S.A Ediciones Paraninfo.
- Schiffman, H (2001). *Inteligibilidad de la palabra. La Percepción Sensorial*. Editorial. Limusa Wiley.
- Torres R. (2008). *Estudio de la calidad acústica de salas de clases en colegios de Valdivia, utilizando STI*. (Tesis de para optar el grado de Licenciado en Acústica, Universidad Austral de Chile). Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfci6931e/doc/bmfci6931e.pdf>
- Vasilachis I. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona-España. Editorial Gedisa. Recuperado de <http://jbposgrado.org/icuali/investigacion%20cualitativa.pdf>