

# LA PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS DEL CENTRO CULTURAL LA MONJA RESPECTO A SU ACÚSTICA Y CONFORT AMBIENTAL.

Julia Mundo<sup>1</sup>, Jorge Sosa<sup>2</sup>, Ma. Cristina Valerdi<sup>3</sup>

*FACULTAD DE ARQUITECTURA DE LA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA*

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado  
Ciudad Universitaria, Boulevard Valsequillo s/n  
Puebla, Pue., México. 72570

[juliamundo@yahoo.com](mailto:juliamundo@yahoo.com) [chepus46@hotmail.com](mailto:chepus46@hotmail.com) [crvalerd@gmail.com](mailto:crvalerd@gmail.com)

## Resumen

El centro cultural “La Monja” construido en 1969 es un hito del campus universitario en Puebla, México. Cubierto por cuatro cascarones de concreto unidos por un domo central, edificio con modificaciones respecto del uso inicial.

Este trabajo presenta una problemática de uso post-ocupacional cuestionando sobre la percepción de los usuarios de “La Monja” respecto a la acústica y el ambiente interior del edificio, y su influencia en el estado de ánimo y sus actividades, se trabaja en relación al confort y la satisfacción con el ambiente interior y su acústica. Investigación cualitativa y transversal, apoyada en 526 encuestas aplicando cuestionarios de 50 preguntas, uno para estudiantes y otro para académicos y administrativos

Existe una diferencia clara entre la percepción de los estudiantes y de los trabajadores respecto a la importancia de la acústica para el confort de los usuarios. La mayoría reconocen una influencia positiva de los cascarones de concreto en la acústica de la planta alta del edificio.

**Palabras-clave:** percepción, acústica, confort, estructura, estado de ánimo.

## Abstract

“La Monja” was built in 1969; it is considered to be a representative building of the Architecture Faculty located in the university campus in Puebla, México. The building is covered by four concrete shells joined together by a central dome. It has suffered several modifications due to a change on its original use.

This paper presents the results of a post-occupational evaluation study aimed at knowing the users’ perception regarding the acoustics and interior environment of the building, and its influence on people’s mood and performance. The methodology consisted in designing and distributing, among students, teaching staff and admin staff, 526 questionnaires. Results show the influence of the shape and material of the concrete shells roof on the acoustics performance

---

<sup>1</sup> Profesora Investigadora de la FA-BUAP, Arquitecta por la UDLA-Puebla, con Maestría en Tecnologías y Sistemas de Energía Renovable por la Universidad de Nottingham (UoN), Inglaterra; Doctora en Arquitectura por la UoN. Miembro del Padrón de Investigadores Institucional. Integrante del Cuerpo Académico de Diseño y Tecnología. Participante en eventos nacionales e internacionales y diversas publicaciones referidas al campo de la arquitectura, la sustentabilidad y el confort ambiental en edificios.

<sup>2</sup> Profesor Investigador de la FA-BUAP, con Especialidad en Construcción por la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Maestría en Docencia Universitaria por la Universidad Iberoamericana-Puebla. Coordinador del área de Tecnología de la Maestría en Diseño Arquitectónico. Perfil PROMEP, Miembro del Padrón de Investigadores Institucional. Integrante del Cuerpo Académico de Diseño y Tecnología. Participante en eventos nacionales e internacionales y diversas publicaciones referidas al campo del urbanismo, de la arquitectura, del patrimonio y de la educación

<sup>3</sup> Profesora Investigadora de la FA-BUAP, Diplomada en Desarrollo Sustentable por la Universidad Iberoamericana, con Maestría en Docencia Universitaria por la UIA-Puebla y Candidata a Doctor en Arquitectura con especialidad en Conservación y Restauración de Sitios y Monumentos por la UABJO, Coordinadora General de Investigación de la FA-BUAP. Perfil PROMEP, Miembro del Padrón de Investigadores Institucional. Líder del Cuerpo Académico de Diseño y Tecnología. Evaluadora y Miembro del Comité Técnico del Consejo Mexicano de Acreditación de la Enseñanza de la Arquitectura (COMAEA). Participante en eventos nacionales e internacionales y diversas publicaciones referidas al campo del urbanismo, de la arquitectura, del patrimonio y de la educación.

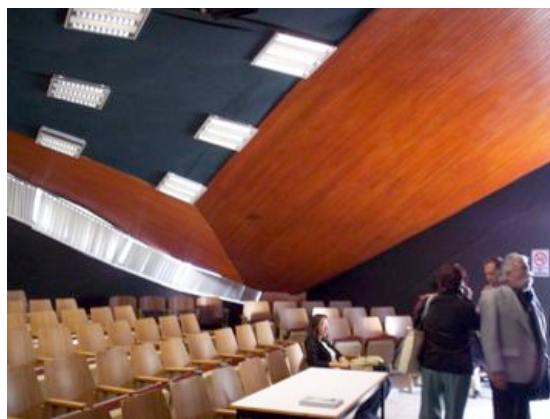
of the building. Finally, there is a clear difference between students and staff perception of the importance of acoustics for the users comfort.

**Keywords:** perception, acoustics, comfort, structure, users mood.

## 1. Introducción

El Centro Cultural “La Monja” forma parte de las instalaciones de la facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Es un edificio que marca una etapa dentro de las construcciones universitarias, pues fue construido en el año de 1969, toda vez que en ese entonces las instalaciones que estaban agrupadas en el Centro Histórico de la Ciudad son trasladadas al campus localizado en una de las colonias que marcaba el crecimiento de la mancha urbana. El edificio está cubierto por cuatro estructuras tipo cascarón de concreto unidas por un domo central. Las cuatro fachadas del edificio son de cristal.

A través del tiempo La Monja se ha convertido en un hito del campus de Ciudad Universitaria debido principalmente a su atractiva apariencia, misma que le da el nombre de **La Monja**. El edificio ha tenido un uso original en parte de sus espacios dedicados a la exhibición de proyectos y aulas para seminarios; y otro que ha ido cambiando de acuerdo a las necesidades que se han ido generando principalmente debido al crecimiento de la matrícula estudiantil. Actualmente La Monja cuenta con cuatro auditorios en la planta alta y con oficinas, sala de cómputo, cafetería, sala de maestros, dos salones de usos múltiples y un tercero utilizado como bodega.



**Figura 1** (izq.) Entrada principal del Centro Cultural La Monja.  
**Figura 2** (derecha) Interior de auditorio planta alta (Fotos: J. Mundo, Mayo 2008).

A la vez ha sido un ejemplo de aciertos y de errores en cuanto a la satisfacción que da a los usuarios: docentes, alumnos y personas ajenas al ámbito académico, esto da origen a presentar este artículo que de acuerdo al tema muestra parte de una problemática relacionada con su uso post-ocupacional, desprendiendo el cuestionamiento que guiará este trabajo: **la percepción de los usuarios de “La Monja” respecto a la acústica y ambiente interior del edificio y su influencia en el estado de ánimo y sus actividades**. Sustentando que el edificio debe ser confortable para que los usuarios lleven a cabo sus actividades sin problemas, ya que su plena satisfacción con el ambiente interior del edificio se reflejará en su estado de ánimo y disposición para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Este trabajo se estructura iniciando con una introducción a la problemática, presentando los objetivos y la hipótesis que guía el trabajo, la metodología, los resultados y por último algunas conclusiones que nos llevan a determinar la influencia de las estructuras de concreto, su forma y material, en la buena acústica del edificio percibida por sus usuarios.

## 1.1 Construcción teórica

### 1.1.1 Sonido

El sonido se define como una onda que agita las moléculas hasta que tocan nuestro tímpano y alcanzan el alma (Timeo<sup>4</sup>, Platón (2003));<sup>5</sup> el eco o la reverberación en una sala vacía producen un pequeño aliento que dura sólo segundos. Tiene un poder centrípeto y es un elemento efímero, fugitivo, que se desvanece apenas se produce.

Desde las comunidades primitivas el sonido juega un papel fundamental en la vida de los grupos, en la definición del espacio y de las actividades. La experiencia acústica ha ido creando, influyendo y moldeando las relaciones habituales con el medio, pudiendo ser esta relación interactiva e incluso terapéutica, pero igualmente alienante u opresiva física y mentalmente como ocurre en las situaciones de intenso ruido.

Pitágoras fue uno de los primeros estudiosos del sonido, estudió la relación entre la longitud de un cuerpo vibrante y la altura del sonido, realizando así el primer experimento sonoro deducido numéricamente en la historia de la ciencia: un cuerpo al desplazarse con una cierta velocidad produce un sonido, igualmente desarrolló el concepto de armonía de las esferas<sup>6</sup>, inspirando esto a numerosos autores tanto en la arquitectura como en la música, por lo tanto sonido y espacio están relacionados.

### 1.1.2 Relación entre el sonido y la acústica acerca de los diferentes edificios.

La acústica enseña cómo el sonido se produce en un punto del espacio y se expande en el mismo interaccionando de maneras diferentes dependiendo de las formas, volúmenes, materiales que encuentran en el espacio. Simultáneamente, el espacio percibido depende del sonido, ya que de forma inmediata informa acerca de sus características físicas (si es grande o pequeño, de techos altos o bajos, si está abierto o cerrado, de los materiales, absorbentes o reflectantes); pero así también aportan contenidos informativos (usos sociales, culturales, ecología) y emocionales (agrado, emoción, rechazo, aburrimiento) contribuyendo de manera importante, junto con otras informaciones (visuales, climáticas, olfativas) a la percepción de un lugar.

Históricamente el teatro griego fue un espacio de eficacia acústica, ya que el sonido puede percibirse nítidamente en puntos muy alejados del escenario, debido a su diseño arquitectónico que contemplaba diversos elementos, entre estos la colocación de la "orquesta", tarima circular de carácter reflectante situada entre el escenario y las gradas.

Así entonces la acústica se ha centrado en algunos campos sectoriales poco conectados entre sí (el problema del ruido, la acústica de salas, entre otros) no tomando en cuenta aspectos fundamentales tales como las formas de percibir e interpretar el sonido por parte del hombre, por ello la acústica de salas subordinó su saber hacer con la óptica geométrica<sup>7</sup>, lo cual dio lugar a las "salas megáfonos".

---

4 Diálogo escrito por Platón en torno al año 360 a. C. Precede al Critias o La Atlántida, y es considerado como el más influyente en toda la filosofía y ciencia posteriores. Su contenido profundiza esencialmente en tres problemas: 1. el cosmológico, sobre el origen del universo, 2. el físico, sobre la estructura de la materia, 3. y el escatológico, sobre la naturaleza humana. <http://es.wikipedia.org/wiki/Timeo>

<sup>5</sup>Timeo (Locri, Grecia; siglo V a. C.) fue un filósofo griego. Aunque no se tienen muchos datos sobre su vida, sin duda debió de ser importante en su tiempo, ya que Platón le dedicó uno de sus diálogos. Se piensa que realizó una serie de escritos sobre el alma humana y natural. *Diálogos. Obra completa en 9 volúmenes. Volumen VI: Filebo. Timeo. Critias, Madrid:* Editorial Gredos. ISBN 978-84-249-1475-2.)

<sup>6</sup>“La doctrina pitagórica de la *Armonía de las Esferas* es la quintaesencia de la belleza en la explicación pitagórica del Cosmos divino armonizado de forma fascinante por la concordancia de las proporciones aritméticas y musicales, que extrapoladas al universo entero determinarían que los cuerpos celestes debían emitir en sus movimientos unos tonos musicales armoniosos cuya combinación producía una maravillosa melodía permanente: «*La Música de las Esferas*». (...) Pitágoras racionalizaría el sistema y la daría un valor místico y científico. Según relata Jámblico (*Vida Pitagórica* XV.65, pp.52–53). <http://divulgamat.ehu.es/weborriak/historia/MateOspetsuak/Pitagoras10.asp>. accedido el 15 de julio, 2008.

<sup>7</sup> Este campo de la óptica, se ocupa de la aplicación de las leyes de reflexión y de refracción de la luz al diseño de lentes y otros componentes de instrumentos ópticos.

A semejanza de la luz, el sonido se refleja y su ángulo de incidencia es igual a su ángulo de reflexión, así una superficie curva da una reflexión particular. Una superficie parabólica refleja un sonido que es producido en su foco según líneas paralelas. Otras formas curvas igualmente reflejan los sonidos, por ejemplo la forma cilíndrica los refleja indefinidamente cuando se arremolinan a lo largo de la pared; en una elipse, cuando el sonido se refleja en uno de los focos, concentra las ondas reflejadas hacia el otro foco.

### ***1.1.3 Los arquitectos en relación con la acústica***

En el siglo XIX los arquitectos comienzan a jugar un importante papel en las edificaciones teatrales en las cuales se trataba de llenar los sentidos del espectador fundamentalmente con sonidos e imágenes teniendo entonces a la ópera como medio. Una figura central en la arquitectura de teatros en ésta época fue Richard Wagner, quien junto con el arquitecto Otto Bruckwald entre 1871 y 1876 inician el diseño de salas en Alemania<sup>8</sup> [1].

Así se crean nuevas salas de conciertos que siguen los modelos en forma de caja, estructura considerada como la referencia ideal para los valores acústicos de las salas de conciertos.

Un método para el estudio del comportamiento del sonido en una sala aparte es el modelo gráfico<sup>9</sup> que representa el modo en que el sonido se transmite, mediante el uso de rayos direccionales que, de manera análoga a los rayos de luz, se reflejan en las superficies que encuentran en su trayectoria.

Por lo tanto es necesario un tratamiento acústico de los edificios para evitar el ruido molesto, ya que ello puede impedir que sus usuarios desempeñen sus actividades cotidianas, trátense de trabajo o de estudio.

Así entonces la elevada intensidad y una frecuencia discordante pueden contribuir a que los sonidos resulten desagradables convirtiéndose en ruidos, los cuales pueden ser producidos en los locales contiguos, siendo transmitidos a través de las paredes, vestíbulos y pasillos a todo el edificio, por ello convendría un tratamiento acústico para reducir los ruidos desagradables.

*Las aulas escolares*, las salas de conferencia, los teatros y las salas de conciertos son locales que exigen un acondicionamiento acústico especial.

### ***1.1.4 Problemas que presenta la acústica***

- Estudio de la forma para evitar ecos y asegurar la mejor distribución del sonido.
- Estimulación de la cantidad necesaria de materiales antisonoros (acústicos), para extinguir el sonido en el tiempo óptimo y de las condicionantes del espacio para determinar los lugares donde se ha de colocar el material indicado para obtener mejores efectos.

En cuanto al aislamiento del sonido:

- Examen relativo al valor como aislante sonoro de los muros, puertas y ventanas, y estudio de los sistemas de ventilación para lograr una base para la reducción de la transmisión de los sonidos de un espacio a otro.
- **El confort**

---

<sup>8</sup> Para el diseño de la Opera de Dresde Wagner colabora con el arquitecto W. Semper (1871 7 1878) en el teatro de Bayreuth. Entre éstas podemos señalar la Musikvereinsaal de Viena construida por Theophil von Hansen en 1867-69, la Neues Gewandhaus de Leipzig construida por Martin Gropius y Heinrich Schmieden en 1884-87 y destruida en los bombardeos de la Segunda Guerra Mundial, la Concertgebouw de Amsterdam construida por A. L. van Gend en 1887-88. Los aforos de estas salas van desde los 1560 puestos de Leipzig hasta los 2206 de Amsterdam

<sup>9</sup> Método usado por primera vez para explicar los principios del sonido en el S. XVII por el jesuita alemán Athanasius Kircher, quien publica en 1650 el tratado de acústica *Musurgia Universalis*. (<http://www.acustica.htm>, accesado el 14 de marzo 2008)

Al confort<sup>10</sup> se le define en términos generales como “un estado ideal del hombre que supone una situación de bienestar, salud y comodidad en la cual no existe en el ambiente ninguna distracción o molestia que perturbe física o mentalmente a los usuarios” [2].

### 1.1.5 ¿Qué es el confort acústico?

El confort acústico es combatir el ruido controlando las molestias consiguientes. Existen dos criterios fundamentales: la absorción y el aislamiento. El confort acústico depende de su combinación.

1- La absorción acústica permite disminuir el ruido emitido en un mismo local. La absorción da un confort acústico in-situ reduciendo la reflexión del ruido.

2- El aislamiento acústico permite controlar la transmisión de ruido entre dos locales [3].

De acuerdo a esto el *nivel de confort acústico* es el nivel de ruido a partir del cual el sonido provocado por las actividades humanas resulta pernicioso para el descanso, la comunicación y la salud de las personas.

Los estudios de confort acústico tienen por objeto evaluar los niveles de exposición a ruido en relación con las actividades desarrolladas en un edificio atendiendo a criterios de confort. Por ejemplo, según el Departamento de Educación y Ciencia del Reino Unido recomienda como límite máximo de sonido de fondo en un salón de clases 30 decibelios (dB) para que la voz del profesor pueda ser escuchada por los alumnos. Y según una propuesta de clasificación del confort acústico hecha por Rodríguez [4], para actividades educativas (conferencias, docencia, lectura) el sonido ambiente debería encontrarse entre 30 y 45 dBA, con una calidad acústica moderado e inteligible y un tiempo de reverberación recomendado de corto a medio (aulas escolares: 0.5-0.9 segundos; auditorios escolares: 1.3-1.9 segundos).

La normativa acerca de la regulación de las condiciones acústicas relativas a espacios educativos plantean exigencias muy generales, lo cual resulta insuficiente, pues las normas quedan sólo en recomendaciones, no se enfatiza en los requisitos acústicos mínimos para el logro de una adecuada comunicación dentro de estos espacios.

Sin embargo, es necesario precisar parámetros acústicos para garantizar la eficiencia de las condiciones acústicas las cuales deben contemplar la inteligibilidad de la palabra y la relativa a la actividad grupal.

Los parámetros físicos según Pérez Castillo<sup>11</sup> son:

- “El nivel sonoro de los bloques de palabras: es el nivel de presión sonora expresado en dB
- El tiempo de reverberación: definido como el tiempo que tarda en decaer una señal estacionaria 60 decibelios una vez cesada la fuente
- El RASTI (Rapid Speech Index) que es un índice rápido de transmisión de la palabra que se basa en un sistema de modulación limitada a dos bandas de octava, a 500 y 2000 hercios
- La claridad acústica: definida como la relación de la energía sonora que nos llega entre los primeros 50 milisegundos y la total
- El tiempo de decaimiento primario (E.D.T.) que es el tiempo que tarda un pulso en decaer diez decibelios
- El tiempo de elevación: definido como el tiempo que tarda en llegar el cincuenta por ciento de la energía sonora generada por un pulso
- El nivel de ruido: es el nivel de presión sonora del ruido de fondo y se expresa en dB”

---

<sup>10</sup> Confort ha sido sinónimo de confortar, consolar, o reforzar, de la voz latina confortare.

<sup>11</sup> Las mediciones físico- acústicas se llevan a cabo por medio de un analizador fourier. Paloma Pérez Castillo (2004), Las condiciones acústicas en las aulas de música, Revista de Psicodidáctica, No 017, Universidad del País Vasco. España. ISSN 1136-1034. <http://redalyc.uaemex.mx>. [http://abc.gov.ar/lainstitucion/RevistaComponents/Revista/Archivos/anales/numero08/ArchivosParaDescargar/17\\_sajuan.pdf](http://abc.gov.ar/lainstitucion/RevistaComponents/Revista/Archivos/anales/numero08/ArchivosParaDescargar/17_sajuan.pdf). Accesado el 14 de julio 2008.

La exactitud de la transmisión de la información acústica dentro de las aulas como espacios educativos es factor importante para el desarrollo académico de los alumnos. No obstante, suelen ser lugares ruidosos motivado por diferentes variables acústicas, ya que suelen tener niveles altos en el tiempo de reverberación, elevado ruido de fondo, la relación entre el nivel de la voz del profesor y el nivel de ruido de fondo y la distancia entre el profesor y el alumno.

Así las variables acústicas más importantes a tener en cuenta son de acuerdo a R. Mora<sup>12</sup>:

- **Tiempo de Reverberación:**

Tiempo necesario para que el nivel de intensidad acústica disminuya 60 decibelios por debajo del valor inicial del sonido. Depende directamente del número de participantes y de la cantidad de sonido que pueden absorber las diferentes superficies. Por esto es importante la elección de materiales adecuados para absorber el sonido. La American Speech- Language- Hearing Association (ASHA) recomienda que el tiempo de reverberación esté entre 0,4- 0,6 mseg.

- **Ruido de fondo:**

Todos aquellos estímulos auditivos no deseados que pueden interferir en el mensaje que está dando el profesor (conferencista). Puede provenir de: fuentes externas al espacio educativo ( p. ej. Tráfico), internas ( originada en otras de las instalaciones, ej, cafetería) y el causado en el mismo espacio (personas hablando, movimiento de sillas...). La ASHA recomienda valores no superiores a 35 dB A.

- **Relación entre el nivel de la voz del profesor y el ruido de fondo:**

Se conoce como “relación señal- ruido”, es la relación entre la intensidad de la señal y la intensidad del ruido de fondo. Por lo general, cuanto más favorable sea la relación mejor será la capacidad de percibir el habla.

- **Distancia profesor- alumno:**

Es la distancia que debe existir entre el alumno y el profesor (conferencista), debiendo ser la conveniente para que el sonido le llegue al asistente con las mínimas interferencias posibles (“distancia crítica”).

## 2. Objetivos de la investigación

El presente trabajo es resultado de una investigación cuyos objetivos incluyen:

- Conocer la percepción de los usuarios respecto al ambiente interior de un edificio educativo, el cual además de ser un hito para la Facultad de Arquitectura es también un edificio con una estructura y formas particulares.
- Identificar los elementos que más influyen en el ambiente interior de un edificio según sus usuarios.
- Evaluar el comportamiento y utilidad del edificio, así como su calidad arquitectónica desde el punto de vista de sus usuarios.
- Distinguir si el ambiente interior de un edificio educativo con una cubierta tipo cascarón de concreto, influye de alguna manera en las actividades y en el estado de ánimo de las personas que ocupan el edificio.

## 3. Metodología

Esta investigación es de tipo cualitativa y transversal. Se diseñaron dos cuestionarios muy similares, uno para estudiantes y otro para trabajadores académicos (profesores) y administrativos [5,6,7,8]. Cada cuestionario cuenta con 50 preguntas divididas en tres secciones:

---

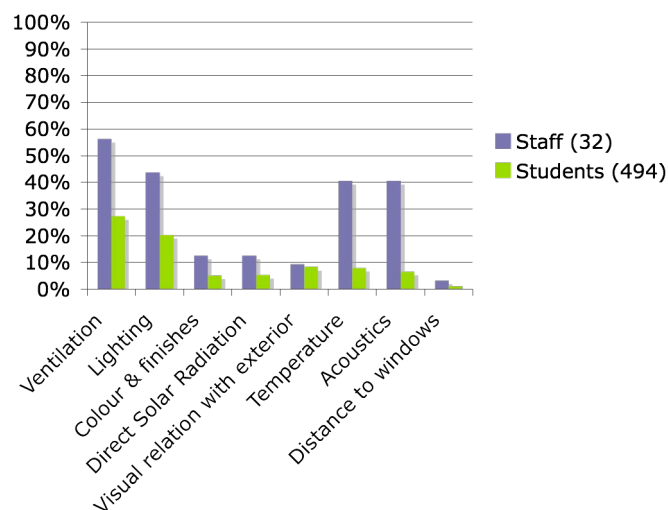
<sup>12</sup> Audio.com. El portal de la audiología. Grupo de discusión sobre audiología.. Mora Espino, Rosa. (2008). **La acústica en las aulas escolares**. <http://www.auditio.com/docs/reportajes/index>. Más información: Mora Espino, R., Zenker Castro, F., Rodríguez Jiménez,M.C., Mesa Suárez, J.L., Coello Marrero, A. (2006). Los sistemas de frecuencia modulada en alumnos con implante coclear. [en-línea]. Auditio: Revista electrónica de audiología. 1 Diciembre 2006, vol. 3(2), pp. 32-36. (Última visita 8 de agosto 2008).

1. **Información general:** carrera universitaria, edad, experiencias previas como estudiantes en algún otro curso, antigüedad, grado máximo de estudios, género y frecuencia y duración de sus visitas a La Monja.
2. **Percepción ambiental:** elementos principales a tomar en consideración al diseñar un edificio educativo, preferencia de edificio: con ventanas o cerrado, percepción ambiental del edificio respecto a temperatura, iluminación, ventilación y acústica, influencia del ambiente en el estado de ánimo de los encuestados, influencia de las estructuras de concreto en el ambiente interior y la respuesta de los usuarios al discomfort ambiental.
3. **Funcionalidad y estética:** accesos, señalización, mobiliario, equipo, estética de los cascarones de concreto, el edificio como un hito y ventajas y desventajas al utilizar una estructura de concreto en un edificio educativo.

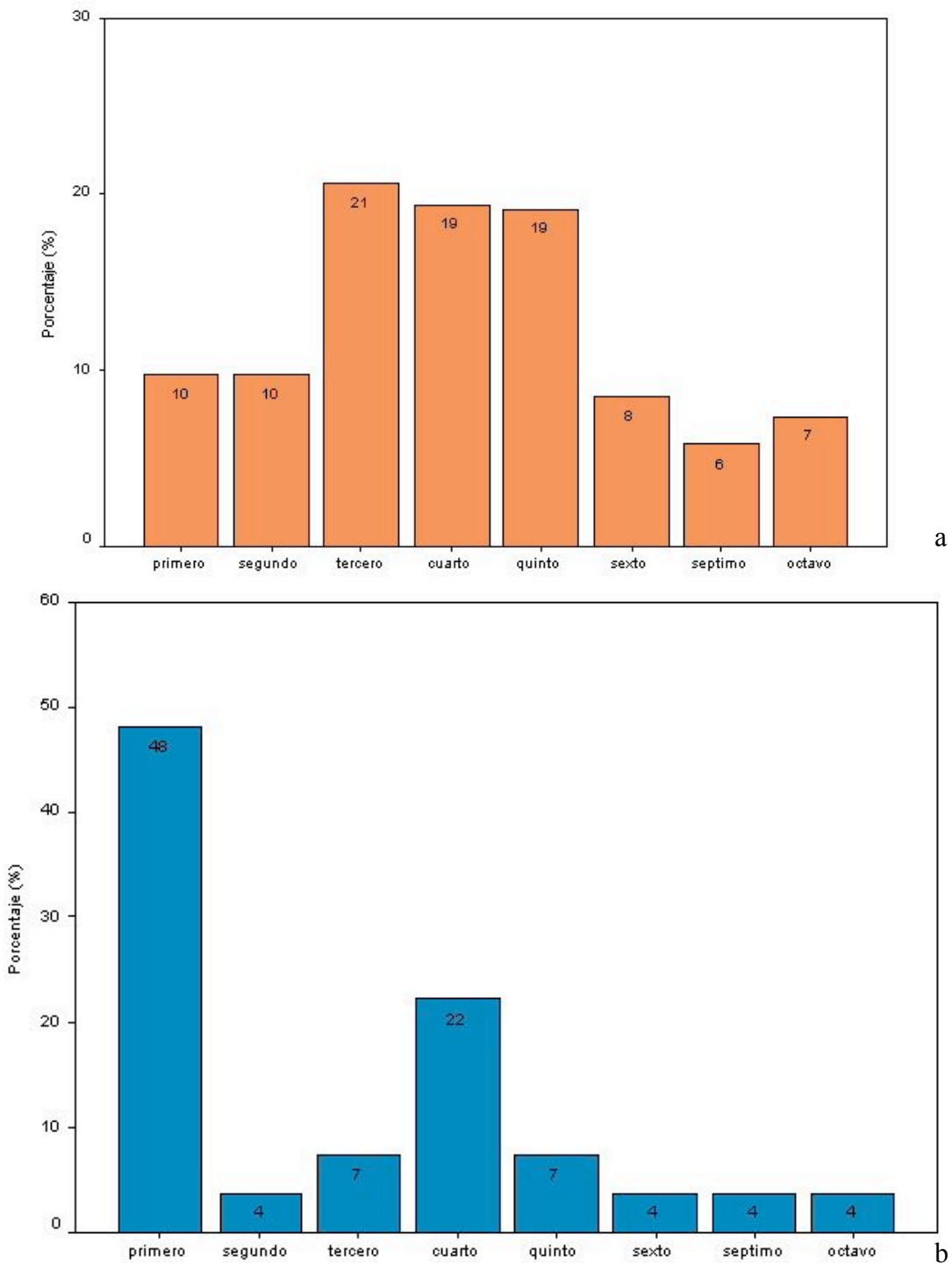
Este artículo incluye resultados principalmente de las secciones de percepción ambiental y funcionalidad y estética del cuestionario, ya que se destacan las opiniones relacionadas con la acústica del edificio. El cuestionario fue distribuido durante Abril de 2008 ya que es una de las temporadas de mayor uso del edificio. Los resultados han sido analizados utilizando el software de estadística SPSS. Los estudiantes contestaron 494 cuestionarios lo cual representa el 17% del total de estudiantes de la Facultad de Arquitectura; y 32 cuestionarios fueron contestados por trabajadores académicos y administrativos, representando también el 17% del total de empleados. De este último grupo, el 44% ha trabajado en la facultad durante más de 25 años, lo que significa que la mayoría de los trabajadores encuestados han vivido los cambios que La Monja ha sufrido durante su vida útil.

## 4. Resultados

Todos los encuestados reportaron haber estado en La Monja, es decir, haber utilizado el edificio en algún momento de su vida universitaria. El 66% de los trabajadores encuestados son varones mientras el número de estudiantes mujeres es casi igual al de hombres, 49 y 51% respectivamente. Se les pidió seleccionar en orden de importancia los elementos que según su punto de vista son más importantes para determinar el ambiente interior de un edificio educativo. Las opciones incluían: ventilación, iluminación, temperatura, acústica, radiación solar, distancia a ventanas y color de acabados. Las respuestas obtenidas muestran una diferencia considerable entre los profesores y los estudiantes, los primeros escogieron claramente como los elementos ambientales más importantes la ventilación, la iluminación, la temperatura y en cuarto lugar la acústica. Por otro lado, los estudiantes fueron menos claros al elegir, aunque ventilación e iluminación fueron también los dos primeros elementos escogidos (figura 3). La diferencia puede deberse a la mayor experiencia del personal, tanto profesional como humana ya que la diferencia de edades es considerable: la mayoría del personal académico y administrativo tiene más de 50 años, y la mayoría de los estudiantes tienen menos de 23 años.



**Figura 3** Factores ambientales más importantes (fuente: Mundo et al, 2008).



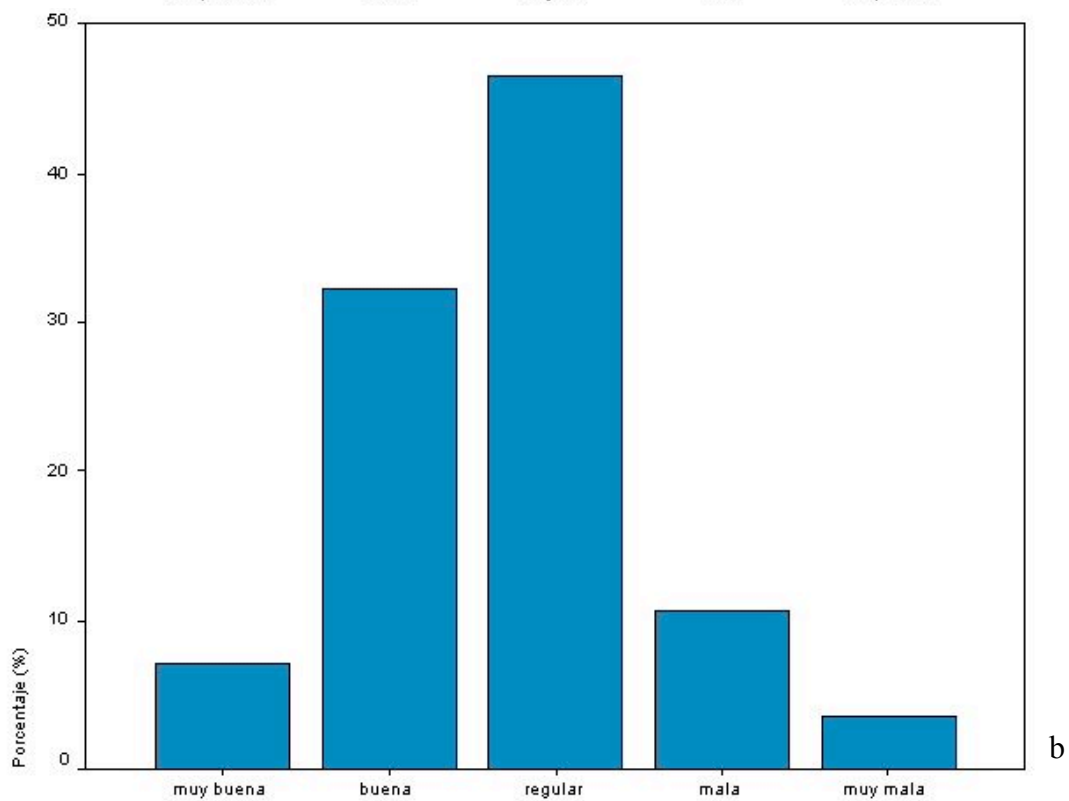
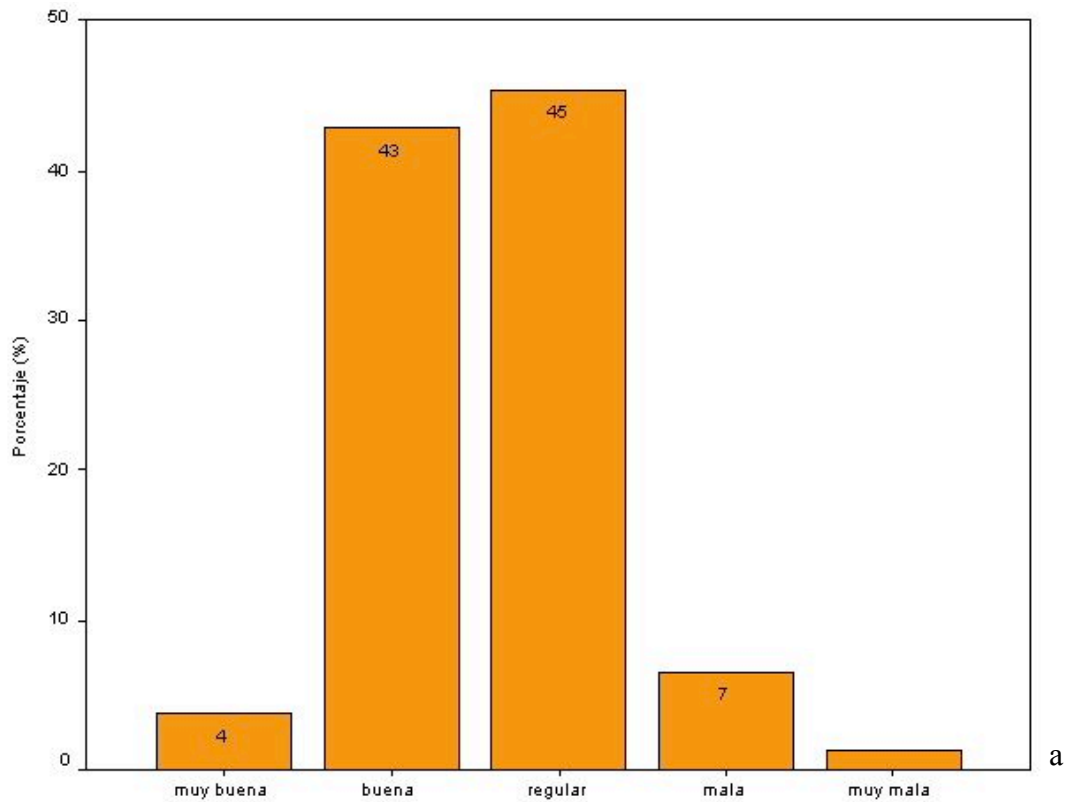
**Figura 4a.** Posición de la acústica en orden de importancia como un factor ambiental a tomar en cuenta al diseñar según los estudiantes. **Figura 4b** Posición de la acústica según los trabajadores universitarios.

La mayoría de los estudiantes ubican a la acústica entre el tercer y quinto lugar de importancia como un elemento ambiental; 48% de los trabajadores (profesores en su mayoría) ubican a la acústica en primer lugar.

Las respuestas a la pregunta sobre la satisfacción de los usuarios respecto a la acústica de La Monja, 45% de los estudiantes respondieron regular pero 43% dijeron que es buena. La mayoría de los trabajadores también respondieron regular (46%), buena (32%) y un porcentaje más alto

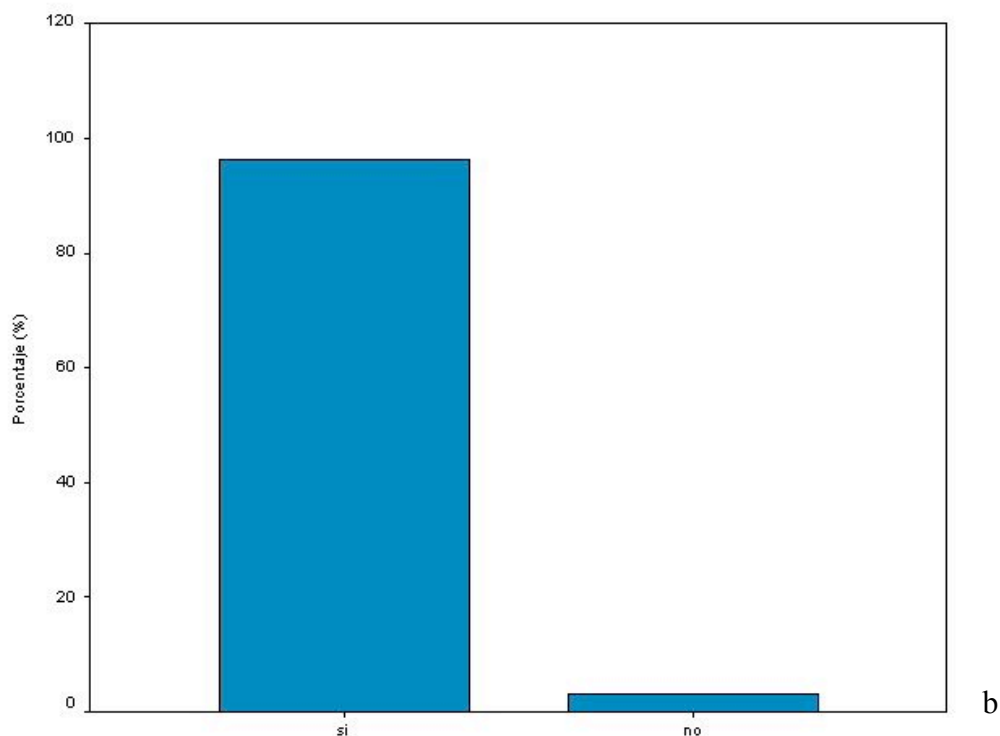
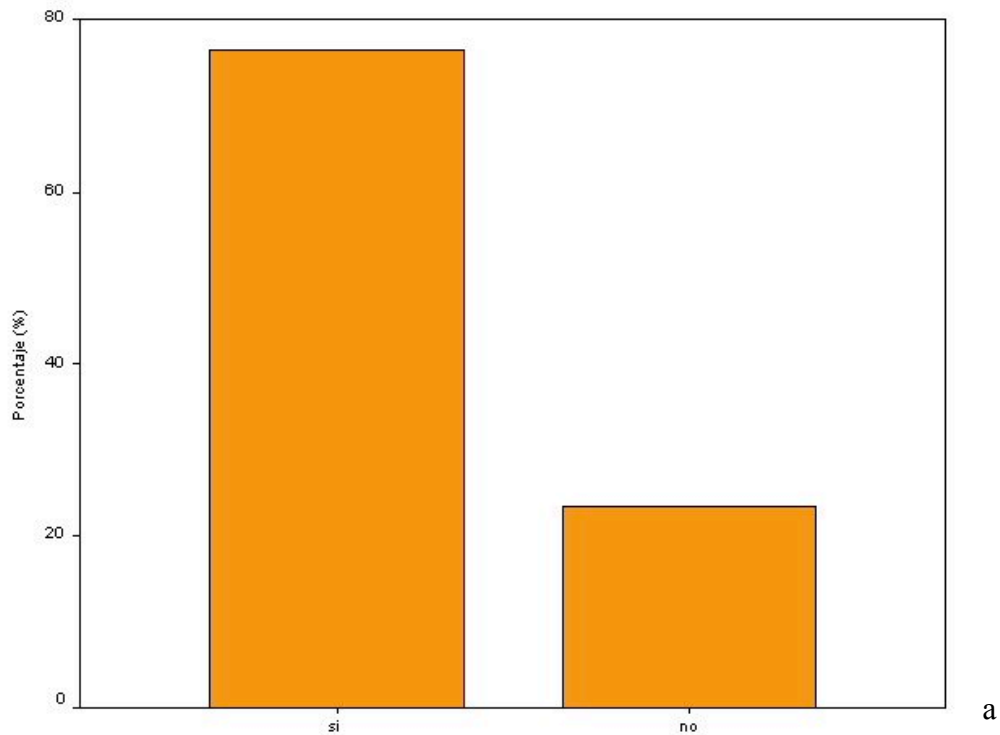


que los estudiantes seleccionaron muy buena (7%). Sin embargo, cerca de un 11% creen que la acústica de La Monja es mala.



**Figura 5a** Opinión de los estudiantes respecto a la acústica de La Monja.  
**Figura 5b** Opinión de los trabajadores respecto a la acústica del edificio.

Respecto a la estructura se les preguntó a los encuestados si consideran que las cubiertas del edificio tipo cascarón de concreto tienen alguna influencia en el ambiente interior del mismo, especialmente de las salas audiovisuales a las cuales cubren directamente. Las respuestas tanto de estudiantes como de trabajadores coincidieron al señalar que las cubiertas de concreto si tienen influencia en el ambiente interior (figuras 6a y 6b). Especialmente mencionaron que la forma de las cubiertas (paraboloides hiperbólicos) influye positivamente en la acústica de las salas. Sin embargo, un número mayor, alrededor del 20% de estudiantes encuestados dijeron que las cubiertas no influyen; sus respuestas parecen reflejar su falta de experiencia como diseñadores y tal vez una falta de interés por el diseño y sistemas constructivos empleados en los edificios que utilizan a diario.

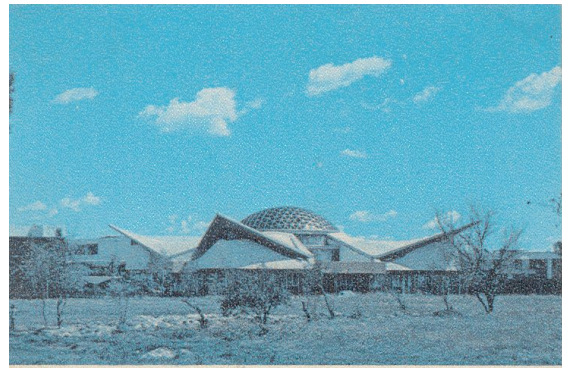


**Figura 6a** Influencia de las cubiertas de concreto en el ambiente interior de La Monja, según estudiantes. **Figura 6b** Influencia de las cubiertas de concreto en el ambiente interior de La Monja, según trabajadores.

Finalmente, se incluyen en la siguiente tabla (tabla 1) algunas citas textuales hechas por las personas encuestadas, las cuales reflejan su satisfacción respecto a la acústica de La Monja y a su innovadora, y todavía particular, solución arquitectónica. Los comentarios describen las ventajas y desventajas de la utilización de cascarones de concreto para cubrir un edificio educativo.

**Tabla 1.** Ventajas y desventajas que presentan los cascarones de concreto al utilizarlos en edificios educativos.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
La acústica es buena.	El ruido se transmite al otro lado del cascarón.
La cubierta interviene en la buena acústica por su forma y la inclinación de los paraboloides.	Cuando se realizan varias actividades al mismo tiempo en la planta baja, el ruido interrumpe unos a otros.
No hay ruidos que distraigan.	Los cascarones de concreto conservan el calor.
Se pueden cubrir grandes claros con un mínimo de elementos estructurales. Además ayudan a la acústica del edificio.	Cuando llueve el ruido es molesto.
<b>Ayudan a la acústica del edificio<sup>13</sup>.</b>	
Evita ruidos exteriores.	



**Figura 7** (izq.) Interior de una sala de usos múltiples, planta baja de La Monja (foto: J. Mundo, 2008). **Figura 8** (derecha) Vista exterior de La Monja en 1969 (foto: J. Ayala, 1969).

## 5. Conclusiones

Esta investigación ha permitido reconocer la belleza formal y utilidad de un edificio que ha servido a la Facultad de Arquitectura durante casi cuarenta años. A través de las respuestas dadas por los usuarios de La Monja, en general, están de acuerdo en que el edificio es un hito de la facultad. La mayoría de los encuestados reconocen su valor arquitectónico pero también han mencionado los problemas ambientales que sufre el edificio.

<sup>13</sup> Esta idea ha sido la más referida por los encuestados respecto a las ventajas que presenta utilizar una estructura tipo cascarón de concreto para cubrir un edificio educativo.

Especialmente los usuarios piensan que el ambiente térmico en La Monja es muy malo, ya que hace mucho calor durante primavera y verano provocando malestares físicos, como dolor de cabeza, y estados de ánimo como somnolencia y aburrimiento. También la falta de iluminación natural en la planta baja y los excesivos niveles de luz y radiación solar en la planta alta provocan disconfort, ya que al salir de las salas audiovisuales donde prácticamente trabajan sin luz, la gente sufre un fuerte deslumbramiento por la luz que entra a través del domo y de las ventanas del vestíbulo en planta alta.

Por otro lado, las personas encuestadas han mencionado la contribución de los cascarones de concreto a la buena acústica de las salas audiovisuales localizadas exactamente debajo de los cascarones. Esa buena acústica se produce, según los encuestados, gracias principalmente a la forma de los paraboloides hiperbólicos, los cuales permiten que el sonido reverbere hasta llegar al fondo de las salas permitiendo a los 120 usuarios (capacidad de cada una de las salas) escuchar lo que se dice al frente.

Resultaría interesante que investigaciones futuras estudiaran el comportamiento ambiental de edificios que cuentan con estructuras y soluciones innovadoras, ya que cuando estamos diseñando con el objetivo principal de obtener un edificio formalmente espectacular, podemos correr el riesgo de dejar de lado el confort de sus usuarios y de su consumo energético. Aspectos que actualmente no deberían olvidarse dada la escasez de recursos naturales y la gran contaminación ambiental de nuestro planeta, la cual, es principalmente originada por la construcción y operación de edificios.

## 6. Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT-México). Es parte del trabajo realizado por el Cuerpo Académico de Diseño y Tecnología de la FA-BUAP. Nuestro agradecimiento por su valiosa colaboración a los estudiantes de servicio social, del programa Jóvenes investigadores y la Ciencia en tus manos auspiciado por la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la BUAP.

## 7. Bibliografía

- [1] <http://www.acustica.htm> (última visita: 14 de Marzo 2008).
- [2] **Simancas, K.** “Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo”. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, España, 2003. Disponible en: [www.tesisenxarxa.net/TESIS\\_UPC/AVAILABLE/TDX-0216104-100306//01PARTE1.pdf](http://www.tesisenxarxa.net/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0216104-100306//01PARTE1.pdf) (última visita: 18 Agosto 2008).
- [3] <http://www.rockfon.es>
- [4] **Rodríguez, F.** “Hacia una clasificación del Confort Acústico en Arquitectura”, Memoria del VI Congreso Mexicano de Acústica, Oaxaca, México, 1999. Referido en Rodríguez Viqueira, et al. *Introducción a la arquitectura bioclimática*. México: Limusa, UAM, 2001, p. 199.
- [5] **Gillham, B.** Developing a questionnaire. Londres: Continuum, 2000.
- [6] **Hygge, S. and Lofberg, H. A.** “User evaluation of visual comfort in some buildings of the Daylight Europe Project”. Memorias de la conferencia Right Light, 4<sup>th</sup> European Conference on Energy Efficient Lighting, Copenhagen, Vol. 2, 1997, pp. 69-74.
- [7] **Mundo-Hernández, J.** “Fabric membranes as daylighting control systems in buildings”. Tesis doctoral, The University of Nottingham, 2006.
- [8] **Oppenheim, A. N.** Questionnaire design and attitude measurement. Reino Unido: Open University & Heinemann, 1966.