

Regeneración saludable del hábitat construido.

Julia Judith Mundo-Hernández

Gloria Carola Santiago Azpiazu

José Eduardo Carranza Luna

Alicia Zamora Torres

proceso de enseñanza-aprendizaje depende en gran medida del estado de ánimo de profesores y alumnos (Baker, L. y Bernstein, H., 2012).

El impacto positivo que resulta de la buena formación de los arquitectos, se centra en que los egresados pueden contribuir a diseñar y construir mejores edificios y ciudades más sostenibles y saludables. Esta investigación pretende contestar la siguiente pregunta: ¿Cómo la infraestructura física de las escuelas de arquitectura contribuye a formar profesionales cuyo trabajo ofrezca o propicie un impacto positivo en el ámbito social, ambiental, económico y de bienestar humano?

Antecedentes

En los últimos años, ha aumentado la preocupación por el impacto ambiental negativo de los edificios; y en consiguiente, por cómo los ingenieros y arquitectos están siendo educados en términos de sostenibilidad (Dewulf, K., et al, 2009). Hanning et al (2012) han destacado la necesidad de una educación universitaria flexible que incluya el enfoque del desarrollo sostenible (DS), ya que la demanda del mercado laboral de profesionales con habilidades y conocimientos en DS está constantemente aumentando y evolucionando. En este proyecto se parte de la premisa de que el ambiente construido, en este caso la universidad, influye en la formación de los estudiantes. Ese ambiente, además,

Resumen

Las personas pasamos aproximadamente el 90% del tiempo en espacios construidos. El ambiente físico interior y exterior del hábitat construido influye en la salud y el bienestar de las personas. A la calidad del hábitat construido se han asociado diversos tipos de enfermedades y molestias en los usuarios, con efectos negativos en su calidad de vida. Resulta importante investigar las condiciones ambientales (niveles de luz, temperatura, ruido y humedad), de accesibilidad y confort ergonómico de los espacios construidos. En este estudio se presenta el análisis post-ocupación a través de una metodología propuesta llamada Nurturing Environments Assessment Method (NEAM) (Método de evaluación de ambientes que favorecen el desarrollo personal), de un edificio educativo de la Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FABUAP), México. El enfoque principal del NEAM es evaluar el bienestar de los usuarios de un edificio. Incluye: el análisis de la ocupación del edificio, la percepción de los usuarios sobre su estado de ánimo y el ambiente interior del edificio, y un diagnóstico físico-ambiental del mismo. 152 estudiantes y 39 profesores respondieron que la ventilación, la acústica y la iluminación son aspectos que deben mejorarse; la mayoría experimentan emociones positivas en el edificio.

Palabras clave: hábitat saludable, bienestar, POE, NEAM, edificios educativos.

Introducción

Esta investigación tiene su origen en la influencia que tiene el hábitat construido en la salud, la productividad y el bienestar de las personas (Heerwagen, J., 2000; Iddon, C., 2015; Rey y Ceña, 2006; Braubach, M., Jacobs, D. y Ormandy, D., 2011). Los espacios educativos son muy importantes para el desempeño académico, social y cultural de las comunidades educativas: profesores, alumnos y trabajadores administrativos. Una escuela que propicie no solamente el aprendizaje, sino también la colaboración entre personas, el sentido de respeto por el ambiente, el cuidado de la salud y el ahorro de recursos, sería ser un ejemplo de institución responsable y sostenible.

En este estudio se evaluó un edificio (ARQ12) de la Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FABUAP) en México, con el objetivo de conocer si la calidad del ambiente interior cumple con los requerimientos mínimos de confort de los espacios educativos. Se analizará la percepción de alumnos y profesores sobre el ambiente interior y funcionalidad del edificio seleccionado como caso de estudio. Así como su estado de ánimo al momento de contestar la encuesta, para determinar la influencia del edificio en el proceso de aprendizaje y estado de ánimo de los estudiantes. Este tema resulta importante ya que el ambiente construido tiene una gran influencia en el estado de ánimo de las personas, y en este caso, resulta significativo ya que el

debe ser congruente con el contenido y enfoque del programa, y con el perfil de egreso de los alumnos. Este último aspecto no será abordado en este artículo.

Uno de los objetivos de este trabajo es identificar y analizar los factores que contribuyen a lograr un hábitat educativo saludable, para presentar recomendaciones de regeneración para el caso de estudio. La posible aplicación de esas recomendaciones de regeneración arquitectónica saludable, más adelante, contribuirá a proponer lineamientos para una regeneración de toda la FABUAP, para así lograr una renovación sostenible y saludable de la facultad. Ello contribuiría a mejorar el ambiente educativo y social de la comunidad universitaria, generando un impacto positivo en su confort y salud; reduciendo además los costos de operación de los edificios al disminuir el consumo de agua, de electricidad y de emisiones de CO₂.

De acuerdo con Baker y Bernstein (2012) los siguientes aspectos de los edificios educativos tienen una influencia en el aprendizaje de los alumnos:

- » La nula o baja exposición a luz natural provoca una disminución en la producción de melanina ocasionando una alteración del ciclo circadiano. Esto genera un estado de distracción en los estudiantes.
- » La oportunidad de controlar el ambiente interior del aula a través de la apertura de ventanas o de persianas por el usuario, ha sido reportado por profesores como un elemento que ofrece confort.
- » Cuando los cambios de aire en un aula ocurren en una tasa inferior a lo recomendable (15 pie³/minuto por alumno), se asocia con una disminución del 5 o 10% en la eficiencia de los alumnos al presen-

tar exámenes. Asimismo se incrementa en un 15% la presencia de síntomas relacionados con el Síndrome del Edificio Enfermo.

El síndrome del edificio enfermo (SEE) surgió a partir de la identificación de problemas de salud relacionados con un alto porcentaje de personas insatisfechas (PPI > 20%) con el ambiente interior de un edificio. Las personas muestran síntomas sanitarios como la irritación de las mucosas, dolor de cabeza, irritación de la piel, asma o fatiga. Esos síntomas tienden a desaparecer al abandonar el edificio (Rey, F. y Ceña, R., 2006). El origen del problema generalmente es la degradación del aire interior al no renovarse frecuentemente, de acuerdo al uso y ocupación del espacio. Esto ocasiona que se acumulen tóxicos emanados principalmente de fuentes como: materiales de construcción sintéticos, selladores, pinturas y aislantes, productos de limpieza, humo de tabaco, fotocopiadoras y agentes biológicos.

Es así, que este proyecto toma como idea central la relación existente entre ambiente, salud y bienestar. De acuerdo con Fazio (2012) el ambiente es el medio físico que posibilita la vida y la vida misma. El término ambiente debe entenderse de una manera integral, como un todo que comprende el ambiente físico, los seres vivos y las relaciones sociales que se producen en comunidad, las cuales deben ser consideradas en un sentido amplio que incluye relaciones económicas, culturales, sociales y políticas.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011) reconoce que un ambiente saludable contribuye a prevenir enfermedades y accidentes, y a la formación de comunidades sostenibles. Una persona saludable utiliza poco el sistema público de salud, vive más años

productivos y tiene mayores posibilidades de gozar una vida feliz y saludable, formando a su vez familias y comunidades saludables. Una buena calidad del hábitat construido puede tener efectos positivos en sus habitantes, como: felicidad, entusiasmo, salud y bienestar (Rubio, 2008).

En esta propuesta se considera a la participación de la comunidad universitaria y la interdisciplina como herramientas básicas de "hacer" comunidad y "hacer" ciudad, agrupando sus potencialidades desde dos enfoques: desde la apropiación (lo físico) y desde la valoración (lo social) (Hernández, 2008: 105). De acuerdo con Hernández (2008), el tema de la apropiación se vincula directamente con el ambiente físico construido y con la cuestión ambiental, considerando las relaciones que construyen las comunidades con su entorno habitable. Para la elaboración de una propuesta y realización de un proyecto se deben tomar en cuenta dos aspectos: el manejo urbanístico-arquitectónico, y el manejo medioambiental.

Por otro lado, al considerar la valoración se explora el grado de arraigo e identidad que las intervenciones generan, así como la cohesión comunitaria y la sostenibilidad social. En este punto se observarían tres aspectos importantes: la organización comunitaria, la formación de capacidad de conocimiento o de gestión, y el arraigo (Hernández, 2008). Según Turner (1976:237, citado en Hernández, 2008:111): Cuando los moradores controlan las decisiones capitales y son libres de hacer sus contribuciones al diseño, la construcción y la administración de su entorno físico, tanto este proceso como el medioambiente creado estimulan el bienestar individual y social. Cuando las personas no tienen control ni responsabilidad en las decisiones Claves

del proceso, el ambiente construido por el contrario puede convertirse en una barrera para la realización personal.

La participación de la comunidad universitaria, en este caso, se emplea como una herramienta para crear mejores entornos urbanos y arquitectónicos, que respondan a las necesidades y expectativas de la gente. Es así que la participación es un medio y no un objetivo. En este proyecto de investigación han participado alumnos de la FABUAP analizando la problemática y ofreciendo soluciones de diseño para mejorar el ambiente interior del edificio estudiado. Una regeneración arquitectónica saludable y sostenible del hábitat educativo de la Facultad de Arquitectura de la BUAP, contribuirá a mejorar la salud y el bienestar de la población estudiantil y del profesorado, así como a aumentar el nivel de interés por aprender sobre DS y diseño arquitectónico sostenible.

Metodología

Los estudios de Evaluación Post-Ocupación (EPO) en edificios son un método efectivo para evaluar el diseño, la ocupación y la operación de espacios construidos. El objetivo principal de un EPO es mejorar el funcionamiento de un edificio para contribuir a lograr el confort de los usuarios, reducir el impacto ambiental del edificio y mantener bajos gastos de operación (Baker y Steemers, 2002; Oseland y Swanke Hayden Connell Architects, 2007; BRE, 2008; Hygge y Lofberg, 1997; Leaman, 2003; Preiser, 2005; Preiser y Nasar, 2008).

Para este proyecto se desarrolló una metodología de EPO innovadora, llamada Método de evaluación de ambientes que favorecen el desarrollo personal (NEAM por sus siglas en inglés de Nurturing Environments Assessment Method). Este método analiza la calidad

de los edificios con un énfasis en la salud y el bienestar de sus ocupantes. El término Nurturing Environments ha sido utilizado por las Ciencias de la Salud para denotar ambientes que cobijan o promueven el desarrollo de un individuo, al mismo tiempo que previenen la aparición de problemas psicológicos o de comportamiento (Biglan, A., et al, 2012). Estos ambientes enriquecen y promueven comportamientos sociales saludables y las habilidades necesarias para que una persona sea productiva.

El método NEAM evalúa la calidad del ambiente interior del edificio, su funcionalidad, el mobiliario y equipo, el diseño de paisaje y la accesibilidad. Además valora el estado de ánimo y la percepción del ambiente interior de los usuarios. Se diseñó un cuestionario para alumnos y otro para profesores que incluye preguntas sobre su percepción acerca de la calidad lumínica, higrotérmica y acústica de los espacios interiores del edificio ARQ12. También se les preguntó sobre el mobiliario y accesibilidad al edificio. Un total de 152 estudiantes y 39 profesores respondieron la encuesta. Durante una semana, en la mañana, a medio día y por la tarde, se tomaron registros puntuales de la temperatura, humedad, iluminación natural y sonido dentro de los diferentes espacios del edificio.

Para completar el estudio se distribuyó otro cuestionario entre los usuarios del edificio. La Evaluación del Estado de Ánimo (EVEA) (Sanz, 1993) consiste en 16 ítems, cada uno compuesto por una escala gráfica de 10 puntos (de 0 a 10), acompañadas por las palabras "nada" (0) y "mucho" (10). La EVEA pretende evaluar cuatro estados de ánimo: ansiedad, ira-hostilidad, tristeza-depresión y alegría. Cada estado de ánimo está representado por cuatro ítems con diferentes adjetivos los cuales definen una sub-escala. Las sub-escalas,

se integran de la siguiente manera: tristeza-depresión se compone de los ítems "melancólico", "alcaído", "apagado" y "triste"; la sub-escala ansiedad contiene a los ítems "nervioso", "tenso", "ansioso" e "intranquilo"; ira-hostilidad se compone de los ítems "irritado", "enojado", "molesto" y "enfadado"; y alegría contiene los ítems "alegre", "optimista", "jovial" y "contento" (Sanz, 1993).

Por último, se realizó una evaluación de la ocupación del edificio. Durante una semana, de lunes a viernes, se registró cada hora el número de personas utilizando los diferentes espacios del edificio. Este estudio permite identificar espacios que estén siendo sub-utilizados, es decir, que se usan por debajo de su capacidad; así como espacios que se utilizan por encima de su capacidad máxima. Los resultados de este último análisis no se han incluido en este artículo ya que hace falta evaluar durante el periodo académico de otoño.

Descripción del edificio ARQ12

El edificio ARQ12 (figuras 1, 2 y 3) está ubicado dentro de la Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla con dirección en Boulevard Valsequillo s/n, en la Ciudad Universitaria del Municipio de Puebla. El ARQ12 fue construido entre los edificios ARQ2 y ARQ3 y el estacionamiento para alumnos de la facultad. Es el edificio más nuevo de la Facultad, se inauguró en enero de 2016. Cuenta con seis salones de clase, tres cubículos, baños, bodega de limpieza y terraza (roof garden). El área total de construcción es de 958 m² (E-consulta, 2016). Los salones de clase están equipados con Wi-Fi, proyectores de video, pizarrones inteligentes y mesas 3D (figura 4). En el techo se colocaron paneles fotovoltaicos que proveen energía eléctrica a 12 lámparas ubicadas

en el techo que cubre la escalera del tercer piso.



Figuras 1. Vista exterior del ARQ12

Resultados

Percepción ambiental de los usuarios

La facultad de arquitectura comprende tres programas de licenciatura: arquitectura, diseño gráfico y diseño urbano ambiental, y tres de posgrado: maestrías en Ordenamiento del territorio y Conservación del patrimonio edificado, y el doctorado en Procesos territoriales. La encuesta fue contestada por un total de 151 alumnos, de los cuales el 74% estudia la licenciatura en arquitectura, el 21% la licenciatura en diseño gráfico y el 5% la licenciatura en diseño urbano ambiental. Ningún alumno de posgrado estuvo presente durante la aplicación de la encuesta. Es por ello que la mayoría de los encuestados tenían entre 17 y 23 años de edad. Por otro lado, la mayor parte de los alumnos que participaron en el ejercicio se encuentran estudiando el 1ro, 2º y 4º año de la carrera. El 43% de los alumnos es de sexo masculino y el 57% femenino (figura 5).

Acerca de la percepción de los alumnos sobre la calidad del ambiente interior (iluminación, ventilación, temperatura y ruido), destaca que la mayoría piensa que el ambiente en general es bueno.



Figuras 2 y 3. Escalera interior y pasillo con cubículos (Mundo, 2018).



Figuras 4. Interior de un salón del ARQ12 (Mundo, 2018).

De manera particular, sobre la iluminación natural también la mayoría de los encuestados piensa que es buena o regular; sobre la iluminación artificial mencionan que es muy buena y buena (figura 6). Respecto a la acústica y a la temperatura, la mayoría lo percibe como bueno y regular. La ventilación es el aspecto sobre el que los alumnos han indicado que es regular y mala. Los comentarios abiertos sobre este tema incluyen: falta ventilación, las ventanas no se abren y son pequeñas, se acumulan los malos olores y entra el olor de los baños contiguos (figura 7).

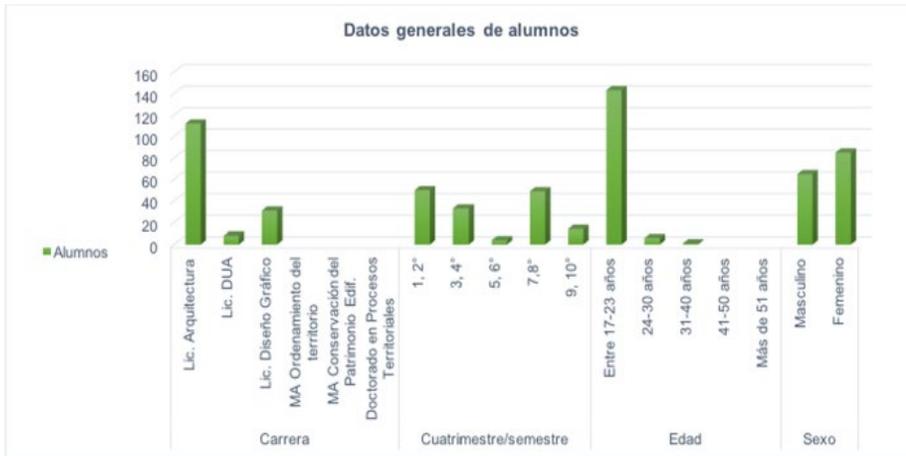
Estado de ánimo de los usuarios

Como ya se comentó en la sección de metodología, la Evaluación del Estado de Ánimo (EVEA) consiste en 16 ítems, cada uno compuesto por una escala gráfica de 10 puntos (de 0 a 10), acomp-

añadas por las palabras “nada” (0) y “mucho” (10). Esta encuesta pretende evaluar cuatro estados de ánimo: ansiedad, ira-hostilidad, tristeza-depresión y alegría. Cada estado de ánimo viene representado por cuatro ítems con diferentes adjetivos los cuales definen una subescala (Sanz, 1993).

Las 4 subescalas se integran de la siguiente manera: tristeza-depresión se compone de los ítems “melancólico”, “alcaído”, “apagado” y “triste”; la subescala ansiedad contiene a los ítems “nervioso”, “tenso”, “ansioso” e “intranquilo”; ira-hostilidad se compone de los ítems “irritado”, “enojado”, “molesto” y “enfadado”; y alegría contiene los ítems “alegre”, “optimista”, “jovial” y “contento”.

Para obtener los promedios de la encuesta realizada, primero, se clasificaron los ítems por subescala, después se multiplicó el número de personas que eligieron la misma puntuación. Posteriormente, se sumaron los 4 promedios obtenidos de cada subescala y se dividieron entre el número de ítems por escala, que equivale a 4. Este procedimiento se realizó para analizar la EVEA aplicada a catedráticos y alumnos (figuras 8 y 9).



Figuras 5. Información general sobre los alumnos encuestados.



Figuras 6. Percepción de los alumnos respecto al ambiente interior e iluminación del edificio

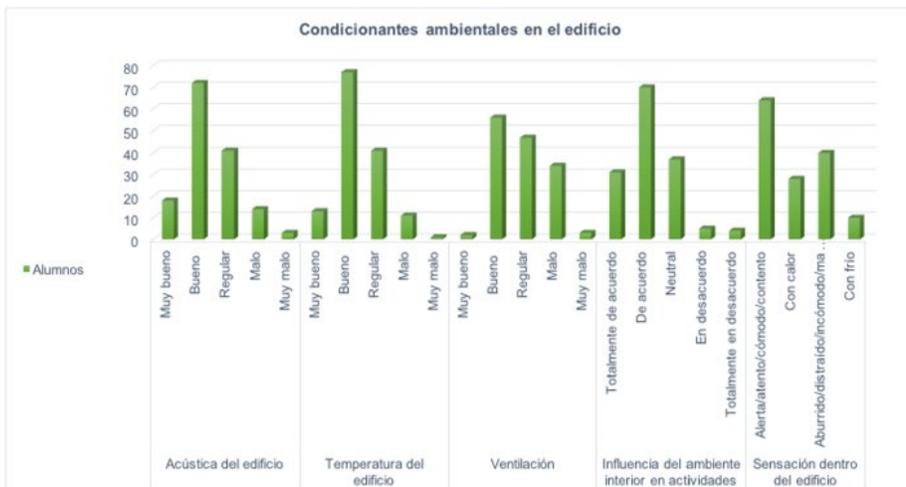


Figura 7. Percepción de los alumnos respecto al ambiente interior del edificio y cómo influye en ellos.

En la figura 8 se puede observar que el 44 % de los docentes se sintieron alegres al estar en el interior del edificio, mientras que el 24% sintió ansiedad, el 17% se sintió irritado y/o molesto, y por último, las emociones de la subescala tristeza-depresión recaen en un 15% de los docentes. Se puede afirmar que

más de la mitad de los docentes tiene emociones negativas al estar en el interior del edificio, esto se ve influenciado por los condicionantes ambientales y funcionales del edificio.

En comparación, la figura 9 muestra los resultados obtenidos en las encuestas

aplicadas a los alumnos que se encontraban en las instalaciones del edificio, el 61% de ellos se sintió feliz al habitar el ARQ12, mientras que un 14% tenía emociones de ira, otro 14% sintió ansiedad y por último el 11% de alumnos se sentía deprimido y/o triste. Se puede concluir que más de la mitad de los alumnos encuestados experimentó emociones positivas mientras habitaba el edificio.

Calidad del ambiente interior

Para la evaluación del edificio ARQ12 se utilizaron los siguientes aparatos: luxómetros de mano (unidad de medida: luxes), sonómetros (dBA) y medidores de humedad relativa (%) y termómetros (oC). Las mediciones se realizaron durante un día del periodo académico de verano 2019. Se registraron durante dos momentos del día, uno en la mañana (comenzando a las 10 a.m.) y otro en la tarde (comenzando a las 4 p.m.), tomando mediciones simultáneas en el exterior y en el interior del edificio.

A continuación se muestran los resultados de los registros ambientales de tres aulas, cada una ubicada en un nivel distinto del edificio. Aunque se realizaron mediciones en todos los espacios del ARQ12, la calidad ambiental de los salones es la de mayor importancia ya que es donde se realiza formalmente el proceso de enseñanza-aprendizaje, además de que son los espacios donde los alumnos y profesores pasan más tiempo. En las figuras se muestran los planos señalando los puntos donde se tomaron las mediciones de cada área.

Para el área de planta baja en el aula 101, las variaciones de iluminación natural se encuentran en un rango de entre 45-350 luxes (comparando las áreas con persianas abiertas sin luz artificial en ambos horarios). Con relación a los cambios de soleamiento, se puede per-

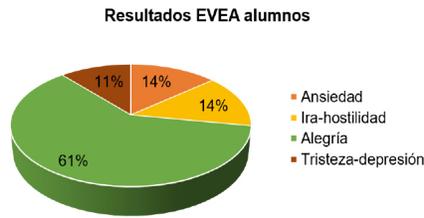
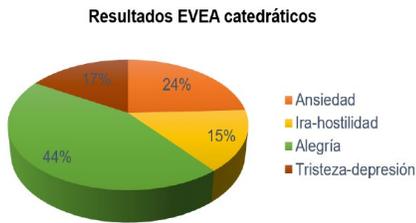


Figura 8 y 9. Estado de ánimo de los profesores cuando están en el edificio, y estado de ánimo de los alumnos cuando se encuentran en el edificio

percibir que las mediciones que se realizaron por la mañana poseen un rango de iluminancia de entre 2-300 luxes. Las ventanas de las aulas están orientadas hacia un edificio casi adyacente de la Facultad de Ingeniería. Este edificio está pintado de color blanco, con lo cual la luz que penetra a los salones es principalmente la luz reflejada en el exterior, primordialmente en la fachada blanca del edificio de ingeniería.

esa incomodidad encendiendo todas las lámparas del aula, provocando un consumo excesivo de energía.

El sonido representó un cambio mínimo con relación a la cantidad de estudiantes, por lo que en el horario de la mañana se registró una mayor intensidad del sonido que por la tarde, teniendo aproximadamente 5dBA de diferencia entre ambos momentos. Respecto a la temperatura y humedad, se registró

artificial, donde la luz debería estar uniformemente distribuida en todo el salón.

El comportamiento del sonido, de la temperatura y de la humedad, fue similar a la registrada en el aula 101. El sonido llega en ciertos momentos hasta 60dBA, lo cual es el límite máximo permitido en un espacio educativo para asegurar la nitidez del sonido. La humedad aumenta hasta un 67% durante las tardes, lo cual es lógico ya que la temporada de lluvia en la ciudad de Puebla ocurre principalmente durante el verano. La temperatura a medio día llega hasta un límite máximo aceptable para el confort de los usuarios de 24°C, y por la tarde baja hasta 21°C.

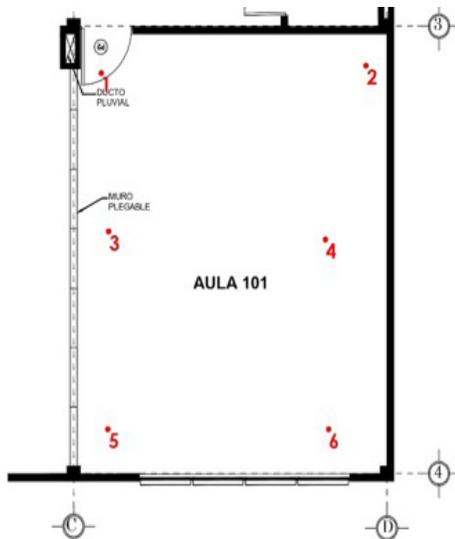


Figura 10. PB- Aula 101 ubicación de puntos para medición de la luz en la mañana y tarde.

Los salones del ARQ12 solamente tienen una ventana orientada hacia el exterior, por lo tanto, la entrada de la luz natural es unidireccional provocando que la luz en el interior de las aulas no esté uniformemente distribuida, ocasionando que exista zonas muy iluminadas (al lado de la ventana, puntos 5 y 6 del plano) y zonas muy oscuras (lejos de la ventana, punto 2 del plano). Esto provoca incomodidad visual en las personas. Normalmente, los alumnos y profesores compensan

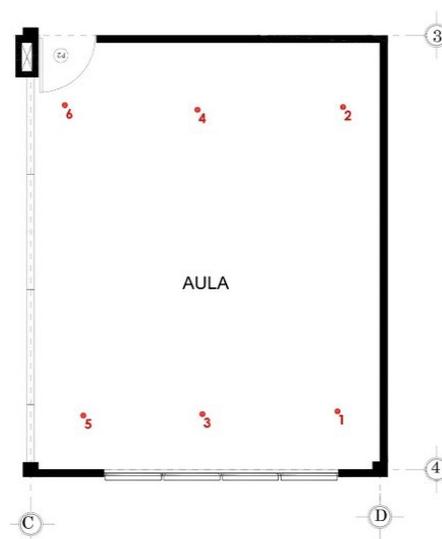


Figura 11. 1er.P-Aula 204 ubicación de puntos para medición de la luz en la mañana y tarde.

un ligero aumento de la humedad por la tarde y un aumento de 2°C en la temperatura dentro del edificio.

Para el área de primer piso en el aula 204 las variaciones de iluminación natural van de 95 luxes en el punto 1 a los 2 mil luxes en el punto 5. La zona con persianas y puertas cerradas con y sin luz artificial poseen un rango de diferencia de 400 luxes aproximadamente. Esa diferencia es alta para tratarse de iluminación

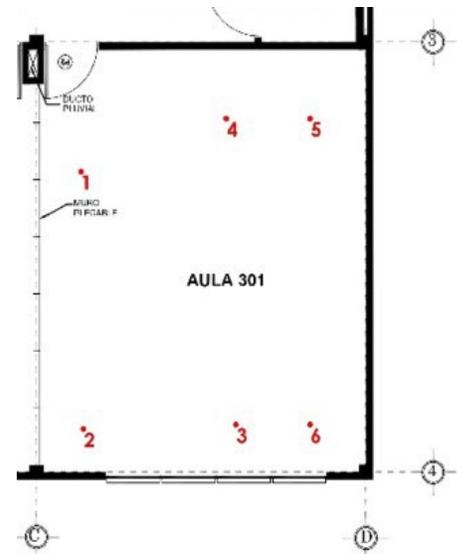


Figura 12. 2 P-Aula 301 ubicación de puntos para medición de la luz en la mañana y tarde.

Para la zona de la segunda planta en el aula 301, las variaciones de iluminación con relación al uso de luz natural tiene un rango de entre 100 y 800 luxes (con persianas abiertas sin luz artificial). Respecto a la iluminancia obtenida a través de la reflexión exterior de la luz natural, se puede percibir que las mediciones que se realizaron por la mañana son unos 100-200 luxes más altas que en la tarde. El sonido representó un cambio con relación a

la cantidad de estudiantes presentes en el aula, por lo que en el horario de la mañana se registró una menor intensidad del sonido que por la tarde, teniendo aproximadamente 30dBa de diferencia entre ambas mediciones. Se registró mayor humedad por las tardes y la temperatura se mantuvo estable a lo largo del día. De forma simultánea a las mediciones ambientales en el interior del ARQ12, también se realizó una medición del ambiente exterior para tener un punto de partida y entender cómo se comporta el edificio respecto al ambiente exterior.

De aquí se puede deducir que el aula 301 tiene un factor de luz diurna del 16%, lo cual resulta en un espacio iluminado parcialmente con luz natural. La intensidad presente en el exterior es relativamente alta, de casi 60dbA, la cual es similar a la que se registró en los salones. Los alumnos reportan que se escucha el sonido de un salón a otro a través del muro acústico que separa ambos. La temperatura exterior es menor (entre 1 y 4oC) a la registrada en las aulas. Esto se debe principalmente a la falta de ventilación en esos espacios. Resulta importante aclarar que el edificio no cuenta con equipo de climatización artificial.

Estrategias y propuestas de diseño para el ARQ12

Aquí se incluyen algunas recomendaciones y propuestas de diseño realizadas por los alumnos del curso Técnicas de Acondicionamiento Ambiental y del Programa Delfin. Las estrategias se han definido de acuerdo a los resultados del NEAM, el cual ha permitido identificar aspectos deficientes del edificio y otros que son positivos. Con el objetivo de mejorar el edificio se presentan las estrategias clasificadas por tipo de confort: acústico, lumínico, higo-térmico, olfativo, visual, accesibilidad y seguridad.

Tabla 1. Registro del ambiente exterior del edificioARQ12.

FECHA	HORA	ÁREA	AMBIENTE	NIVEL
2 de julio de 2019	10:47	Datos exteriores	Luz	3843 luxes
			Sonido	56.9 dBA
			Humedad	56.8 %
			Temperatura	19.6 °C

Tabla 2. Deficiencias del ARQ12 y estrategias de diseño de acuerdo al tipo de confort.

TIPO DE CONFORT	DEFICIENCIA	ESTRATEGIA
Acústico	Transmisión de sonido entre salones a través de la división móvil acústica que los separa.	Revisar la frecuencia de uso de los 3 salones expandidos. Considerar la posibilidad de separar los salones con tabla-roca acústica y dejar solamente los de planta baja con la división móvil.
Lumínico	La distribución de la luz natural no es uniforme: hay zonas muy iluminadas y otras muy oscuras. Provoca deslumbramiento y la necesidad de encender las lámparas todo el día.	Abrir ventanas hacia el pasillo.
Higo-térmico	La ventilación de las aulas se realiza a través de pequeñas ventilas. Las ventanas son fijas y están ubicadas en un solo lado del aula. No hay suficientes cambios de aire y la temperatura interior es mayor a la exterior.	Abrir ventanas hacia el pasillo para lograr ventilación cruzada. Cambiar las ventanas existentes para que los usuarios las puedan abrir. Se debe cuidar la altura de las ventanas y tipo de transmitancia de luz para evitar distracción. Incluir mosquiteros.
	El viento es fuerte y entra agua cuando llueve en los descansos de la escalera, lo cual hace difícil que las personas los usen como áreas de descanso o de trabajo en equipo.	Incluir muros verdes en los descansos de la escalera para que funcionen como barrera contra el viento.
Olfativo	La mala ventilación produce que los olores se queden estancados en los salones. A través de las puertas entra el olor de los baños hacia los salones.	Misma estrategia que la anterior. Re-ubicar las ventanas de los baños para que se puedan abrir sin perturbar la privacidad de los usuarios.
Visual	Solamente hay vistas interesantes hacia la ciudad desde el roof-garden. Desde el interior se ve hacia el estacionamiento y hacia el edificio contiguo.	Incluir muros verdes en los descansos de la escalera para lograr mejor vista, mayor frescura y buen olor

		si se colocan plantas y flores aromáticas.
	Las ventanas de los baños están mal ubicadas ya que desde fuera del edificio se ve el interior de los cubículos sanitarios. Esto provoca baja privacidad y baja ventilación (los usuarios no abren las ventanas).	Re-ubicar las ventanas de los baños para que se puedan abrir sin perturbar la privacidad de los usuarios.
	Bajo mantenimiento de la vegetación del roof-garden.	Incluir plantas nativas de bajo mantenimiento (suculentas, lavanda) y un sistema de riego por goteo.
Accesibilidad/ seguridad/ funcionalidad	No hay accesibilidad para discapacitados.	Instalar un montacargas eléctrico para personas en el espacio destinado para jardín interior pero que actualmente sólo se usa para almacenar sillas dañadas.
	Los pasamanos de las escaleras se encuentran sueltos produciendo una sensación de inseguridad.	Fijar adecuadamente los pasamanos existentes.
	No hay extintores, solamente hay señalización.	Colocar un extintor por nivel en el sitio ya dispuesto para ello.
	Hay espacios sub-utilizados: en planta baja el espacio al lado de la escalera (marcado en plano como jardín pero no funciona así), dos descansos en los siguientes niveles y la terraza del roof-garden.	Muros verdes para controlar el viento que pasa a través de las celosías, y colocar mobiliario cómodo para uso rudo donde se pueda descansar y/o trabajar.
Energía	Los paneles fotovoltaicos están mal orientados (hacia el norte), lo cual provoca que tengan una eficiencia baja.	Girar los paneles hacia el sur para aprovechar el sol de todo el día y lograr una eficiencia máxima.



Figura 13. Vista del roof garden. Se observa el mobiliario fijo y las cubiertas para protección solar. Vegetación muy pobre y en mal estado (Salazar, 2019).

Figuras 14, 15 y 16. Bodega de sillas dañadas planta baja que debía ser un jardín interior, Contactos eléctricos exteriores en la terraza (Salazar, 2019), Espacio no utilizado en el 3er nivel. Cuenta con contactos eléctricos en piso (2018).

Conclusiones

La evaluación de los edificios después de ser ocupados es clave para detectar y corregir problemas derivados del diseño, de cambios o errores en la construcción o de la forma en cómo opera o se usa el edificio. Establecer estrategias de rectificación es esencial para asegurar el uso óptimo del edificio, la sostenibilidad del mismo y el bienestar de los usuarios. Además las EPO permiten aprender de los errores y aciertos para considerarlos en futuras construcciones.

La metodología NEAM resultó útil para realizar un análisis con un enfoque más humanístico que técnico. Donde el ser humano, en este caso los alumnos y profesores, son el centro del diseño y uso del edificio. Este enfoque aunque pareciera antropocéntrico, en realidad no lo es, ya que se considera a la persona y al ambiente construido como parte del ambiente en su sentido más amplio. Es por ello que resulta importante no olvidar que el edificio debe tener el menor impacto ambiental posible. El gasto energético y de agua son tan importantes como el confort del usuario.

En este caso, el ARQ12, se percibió que los profesores son más críticos que los alumnos. Lo cual era el comportamiento esperado. Sin embargo, los alumnos sí son capaces de distinguir los problemas de funcionalidad o de calidad del ambiente interior del edificio, y además son capaces de ofrecer soluciones lógicas. Este proyecto de investigación ha permitido hacer una propuesta dirigida a los directivos de la Facultad para mejorar la calidad ambiental del edificio. Además, ha permitido que los alumnos realicen un diagnóstico y propuestas de solución con un enfoque ambiental y humano.

Agradecimientos

Se agradece la participación de alumnos de Servicio Social y de los Programas: Delfín 2019 y Haciendo Ciencia en la BUAP.

Bibliografía

Baker, L. Y Bernstein, H. (2012) The impact of school buildings on student health and performance. EU: McGraw Hill y The Center for Green Schools.

Biglan, A., Flay, B., Embry, D. and Sandler, I., (2012). "The critical role of nurturing environments for promoting human wellbeing". *Am Psychol.*, 67(4): p. 257-271.

Braubach, M., Jacobs, D. y Ormandy, D. (2011) Environmental burden of disease associated with inadequate housing. A method guide to the quantification of health effects of selected housing risks in the WHO European Region. WHO Regional Office for Europe.

BRE Building Research Establishment, (2008). Briefing, building performance assessment and post occupancy evaluation: office building, [Online], Disponible en: http://projects.bre.co.uk/productive_workplace/office.pdf (Consultado: 08 Noviembre 2018).

E-consulta. "Inaugura BUAP edificio con impresión 3D, dron y plotter". [Online], Disponible en: <http://www.e-consulta.com/nota/2016-01-21/universidades/inaugura-buap-edificio-con-impresion-3d-dron-y-ploter> (Consultado: 21.01.2019).

Hernández, J. (2008) *Arquitectura, participación y hábitat popular*. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

Heerwagen, J. (2000) "Green Buildings, Organizational Success, and Occupant Productivity". *Building Research and Information*, 28(5): p. 353-367.

Hygge, S. and Lofberg, H. A., (1997). "User

evaluation of visual comfort in some buildings of the Daylight Europe Project". *Right Light*, 4(2): p. 69-74.

Iddon, C. (2015) "Florence Nightingale: nurse and building engineer". *CIBSE Journal*, Mayo 2015, p. 46-48.

Leaman, A., (2003). Post-occupancy evaluation. UK: GAIA Research Sustainable Construction Continuing Professional Development (CPD) Seminars.

OMS, WHO Europe, (2011) Environmental burden of disease associated with inadequate housing, summary report. Disponible en: <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-burden-of-disease-associated-with-inadequate-housing.-summary-report> (Consultado: 05.11.2017).

Oseland, N. and Swanke Hayden Connell Architects, (2007). *BCO Guide to POE*. UK: British Council for Offices.

Preiser, W., (2005). "Building Performance assessment- from POE to BPE, a personal perspective". *Architectural Science Review*, 48(3): p. 201-204.

Preiser, W. and Nasar, J., (2008). "Assessing Building Performance: its Evolution from Post-Occupancy Evaluation", *Archnet-IJAR, International Journal of Architectural Research*, 2(1): p. 84-99.

Rey, F. y Ceña, R. (2006) *Edificios saludables para trabajadores sanos: calidad de ambientes interiores*. España: Junta de Castilla y León.

Rubio González, F. (2008), *Guía de regeneración urbana saludable*. 1a. ed. España: Conselleria d'Infraestructures i Transport, Generalitat Valenciana.

Sanz, J., (1993). *EVEA*. English version: Jesús Sanz, 2013. Facultad de Psicología. Universidad Complutense de Madrid.