




Fundamentos de la biofilia y neuroarquitectura aplicada a la concepción de la iluminación en espacios físicos

*Boris Orellana-Alvear*¹ , *Andrés López-Hidalgo*², *Juan Maldonado-Matute*² ,
*Vanessa Vanegas-Delgado*² 

¹ Facultad de Arquitectura, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador, 010203.

² Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.

Autor para correspondencia: boris.orellana@ucuenca.edu.ec

Fecha de recepción: 17 de julio 2017; aceptación: 20 de septiembre 2017

RESUMEN

La siguiente investigación recopila, a través de una revisión bibliográfica, conceptos de *biofilia* y *neuroarquitectura* como concepción de confort de los espacios, aplicada a diferentes escenarios en los que la iluminación es el factor de estudio. Se realizó un estudio experimental y empírico en el que a través de la percepción de los participantes se les pidió que eligieran un lugar para desarrollar actividades diversas. Los sitios definidos contaban con diferentes niveles de iluminación, previamente medidos y en el que se colocaron de manera aleatoria plantas y elementos de la naturaleza en diferentes segmentos; el laboratorio en el que se realizó el experimento cuenta con un vitral que conecta directamente a un jardín exterior que muestra vegetación e iluminación natural. Los resultados obtenidos demuestran que, independientemente de la actividad a desarrollar, los participantes tienen inclinación innata a la elección preferida por espacios que conecten con medios naturales y en los que la iluminación sea un factor que produzca confort.

Palabras clave: neuroarquitectura, biofilia, iluminación.

ABSTRACT

This study compiles the concepts of biophilia and neuro-architecture related to the perception of comfort within spaces. These concepts were analyzed in different scenarios, using light fixture as a study factor. We conducted an experimental and empirical study asking participants to choose a place to perform a series of activities. The chosen places varied according to previously defined levels of light. Here we placed plants and other natural elements in a random manner. The laboratory in which the experiments were carried out had a big window with direct contact to an outside garden with natural vegetation and light. The results of this study show that participants, independent of the activity they performed, had a clear and innate preference for spaces that connect with natural environments and with a light level that produces a feeling of comfort.

Keywords: neuro-architecture, biophilia, illumination.

1. INTRODUCCIÓN

La teoría de la biofilia, desarrollada por Wilson (1984), sugiere que los seres humanos buscan realizar, o realizan de forma inconsciente, relaciones con el ambiente que los rodea (la naturaleza) y otras formas de vida. Los seres humanos de forma instintiva buscan ambientes en donde se puedan sentir a gusto y seguros (instinto de preservación) ya sea de forma consiente o como un impulso que se ha desarrollado en sus cerebros a lo largo de miles de años de evolución. Es así que, por ejemplo, las personas prefieren

los ambientes abiertos, claros y bien ventilados a los ambientes cerrados, con mala iluminación y poca ventilación, donde exista poca o nula interacción con elementos naturales.

Tomando como base la teoría de la *biofilia*, en años recientes ha tomado fuerza el estudio de las neurociencias, conjunto de disciplinas que buscan entender el funcionamiento del sistema nervioso y en especial el cerebro, pero con un enfoque en la naturaleza, naciendo así la denomina *neuroarquitectura*, ciencia que busca entender cómo el espacio afecta a la mente humana.

Debido a los avances tecnológicos y el actual ritmo de vida, los individuos tienden a permanecer más tiempo dentro de edificios y desconectados de los elementos naturales, lo cual puede afectar la percepción del mundo que lo rodea y su salud mental. La ANFA (Academia de Neurociencia de Arquitectura) define tres factores como los clave para crear mejores espacios, primero, la continuidad espacio-tiempo, luego el impacto de la percepción espacial y finalmente la iluminación; es en este último factor donde esta investigación busca sustentar que la iluminación es un factor determinante al momento de elegir espacios para trabajo o estudio. Para esto, se analiza la percepción que tienen los individuos a ambientes con diferentes niveles luz mediante encuestas y observación de campo para finalmente presentar conclusiones a cerca de la relación que se plantea.

A lo largo de la historia de la humanidad, se han desarrollado estudios sobre las necesidades de las personas hacia la afiliación con la vida y los procesos de la naturaleza, es así que Kellert & Wilson (1995), en su libro titulado *Hipótesis de la Biofilia*, afirman que existe una conexión con base genética en la que los individuos buscan conectarse con elementos de la vida y el bioambiente, además de que dejan plasmado en su estudio que los individuos crean actitudes que determinan juicios de evaluación hacia un objeto social, en la que se ven comprometidos componentes afectivos, cognitivos y conductuales.

Biofilia, término que fue presentado por primera vez por el biólogo Wilson (1984), quien además la define como “*el amor a la vida y lo vivo*”, consiste en que las personas a nivel inconsciente se sienten identificadas con la naturaleza, así como con la necesidad biológica que poseen todos los seres humanos de relacionarse con otros seres vivos. A partir de esta teoría se crea una hipótesis en la que se sostiene que el contacto con el medio ambiente natural es fundamental para el desarrollo psicosocial humano, suponiendo además que esta relación tiene la misma importancia que el poder entablar relaciones sociales con otros individuos.

Existe una afinidad intrínseca innata de relacionarse con la naturaleza, prácticas como despejar la mente a través de un paseo corto por el bosque, tomar aire para descansar del trabajo, admirar plantas y animales para despertar emociones o sentarnos a leer cerca de un río, laguna o espacio abierto para tener mayor concentración, son prácticas comunes en muchos seres humanos y hace suponer que realizar estas mismas actividades cerca de espacios carentes de elementos naturales (ruido, edificios, vehículos, etc.) no lograrían los mismos efectos.

En un mundo, donde cada vez es más común que los elementos naturales sean remplazados por grandes emplazamientos urbanos y la tecnología, la búsqueda incesante del ser humano de relacionarse con elementos naturales resulta cada vez más apremiante y necesaria, de aquí que, la nueva arquitectura busca reforzar el concepto de reconexión con la naturaleza y de esta forma incluirla en proyectos de diseño y construcción; este supuesto se basa en estudios en los cuales, por ejemplo, se ha demostrado que pacientes hospitalizados luego de una colostomía y que fueron ubicados en habitaciones con ventanas con vista a árboles y medios naturales, se recuperaron más rápido y con menos uso de medicamentos que aquellos que tenían una habitación encerrada o con ventanas con vista a ladrillo (Ulrich, 1984). Otro estudio importante realizado en Holanda, con una muestra de 17,000 personas, mostró que los ciudadanos, especialmente amas de casa y adultos mayores que vivían en áreas verdes, eran más saludables que aquellos que habitaban en áreas con espacios en su mayoría de concreto (de Vries, Verheij, Groenewegen, & Spreeuwenberg, 2003). A través de datos empíricos que sustentan la *biofilia*, se desarrolló una investigación con niños de diferentes países en la que manifestaron valores de cuidado y preocupación ambiental, los resultados obtenidos de esta investigación se correlacionaron directamente con los resultados obtenidos de auto reportes de estudiantes que manifestaron su interés y preferencia hacia los espacios naturales (Kahn, 1997; Kahn, Severson, & Ruckert, 2009).

Incorporar elementos como aire fresco, la luz natural, el agua y elementos como vegetación y plantas, así como conexiones visuales y físicas con la naturaleza, es la nueva propuesta llamada diseño

biofílico, una ciencia en la que se mezcla la arquitectura con conceptos de la naturaleza, para de esta forma revivir espacios fríos, como oficinas, aulas educativas, lugares de trabajo y viviendas y así provocar emociones en los usuarios.

La *neuroarquitectura* se encuentra ligada directamente con la *biofilia* y al diseño biofílico, esta ciencia nacida en Estados Unidos en el año 2003, de la mano de la Academia de Neurociencias para la Arquitectura (ANFA), centra sus objetivos en investigar cómo debe ser el diseño del espacio en el siglo XXI, para mejorar el bienestar, aumentar el rendimiento y reducir el estrés y la fatiga de las ciudades. Eve Edelstein (“Interview with Eve Edelstein”, s/f) define la neuroarquitectura como “*la ciencia que trata de considerar cómo cada aspecto de un entorno arquitectónico podría influir sobre determinados procesos cerebrales, como los que tienen que ver con el estrés, la emoción y la memoria*”. Lo que busca la *neuroarquitectura* es relacionar la arquitectura desde una óptica distinta, no únicamente desde el enfoque de su funcionalidad con la estética y el uso del espacio, sino ir más allá y buscar qué efectos y emociones pueden generar los diseños arquitectónicos en la conducta de un individuo, la *neuroarquitectura* introduce a la persona y a sus emociones en el desarrollo de un proyecto arquitectónico, específicamente en la etapas diseño y estudio previo, tomando como primicia que el lugar en el que se desenvolverá un individuo puede modificar su comportamiento.

Gage (1998) sugirió que el cerebro humano puede desarrollar la capacidad de generar nuevas células neuronales, las mismas que podrían tener mayor facilidad de multiplicación si el individuo convive con entornos más estimulantes, reforzando así la idea de que los cambios en el entorno modifican el comportamiento neuronal en el cerebro. Similar conducta a la descrita fue probada de forma exitosa en experimentos realizados con roedores, donde efectivamente el índice de producción de nuevas células neuronales fue mayor en aquellos casos donde se expuso a roedores a entornos enriquecido en comparación con camadas alojados en jaulas estándar (Kempermann, Kuhn, & Gage, 1997). Otros estudios demostraron que espacios percibidos como más agradables o confortables y que se relacionan con la relajación y disfrute permiten que el cerebro genere más oxitocina y serotonina, de este precedente (Zeisel & Eberhard, 2006) reflexionó acerca de los espacios indicando que “*el diseño que llevamos por años aplicando a nuestros hogares, escuelas, hospitales o residencias para la tercera edad, han sido castigadas por la falta de espacio y la negación de la necesidad de cualquier elemento de belleza formal que pueda ayudar a las personas que habitan a sentirse mejor, por lo que se debería ser pragmáticos, incorporando elementos arquitectónicos de los espacios públicos y privados a la relación en que los mismos afectan los ánimos y forma de pensar de sus moradores*”.

A través de la indagación a preguntas tales como: *¿cómo afecta a la conducta el grado de privacidad en nuestro centro de trabajo?*, *¿cómo interpreta el cerebro el lugar donde vivimos?* *¿cómo influye la luz natural en el rendimiento de tareas?* *¿por qué determinados espacios generan sensación de bienestar al individuo?* o *¿cómo afectan los espacios a nuestros pensamientos?*, varios investigadores tratan de crear una fuente teórica que sustente la corriente de la *neuroarquitectura*, en la que se deberán incorporar conceptos de iluminación, *biofilia*, color, reducción de ruido, olor, altura y color, y la forma en que estos influyen en las emociones, pensamientos y comportamiento de los usuarios.

ANFA en el año 2015 hizo referencia a una publicación realizada por Haya El Nasser respecto al diseño de edificios y la forma en que la *neuroarquitectura* puede beneficiar la experiencia respecto a ellos, se estableció que los principales puntos que influyen en la satisfacción de los ocupantes estaban sustentados en aspectos tales como la profundidad, complejidad y simetría del espacio; el diseño emocional como la capacidad de generar emociones específicas; las preferencias culturales de los elementos del entorno, así como los impactos de los espacios sobre el estado de ánimo; los efectos cognitivos de los espacios abiertos; el diseño de entornos para reducir el estrés crónico y la ansiedad y cómo los ambientes sin ventanas o los espacios subterráneos afectan el comportamiento y el bienestar humano (Haya, 2016). Es de este estudio que se recalcó la importancia de tener en consideración las recomendaciones descritas durante el diseño y la construcción de edificios ya que, teniendo un previo conocimiento del comportamiento y las sensaciones generadas en las personas, éstas pueden ser influenciadas por la forma de un espacio determinado, por lo tanto, se puede mejorar los diseños y la experiencia de las personas.

Para efectos de entender mejor la relación espacio-percepción, ANFA determinó, luego de un estudio realizado a nivel cerebral, los factores para crear mejores espacios, teniendo en primer orden la continuidad espacio-tiempo, misma que se relaciona con el hipocampo y las neuronas que reaccionan a

la percepción de un lugar específico y la idea de un mundo exterior. Como segundo aspecto se considera el impacto de la arquitectura en la percepción espacial, en donde la *neuroarquitectura* debe tener en cuenta los problemas que ciertos elementos pueden ocasionar en la psique de las personas, pudiendo estas ocasionarles problemas de desubicación y estrés; y por último, y no de menos importancia, los resultados de la investigación posicionan a la iluminación, tanto natural como artificial de los espacios, como factor relacionando directamente con el estado de ánimo de las personas, ya que, dependiendo del nivel de iluminación que se pueda proporcionar en cierto lugar, los individuos pueden presentar diferentes comportamientos.

Para propósitos de esta investigación se parte teniendo como referencia estudios realizados por el Instituto de Neurociencias de los Países Bajos, para lo cual se eligió al azar a doce centros públicos de cuidado de ancianos en Holanda, en seis de ellos se instaló un sistema de luz artificial que permitió el incremento de la luminosidad hasta 1,000 luxes y a los seis restantes se les mantuvo con sus sistemas de iluminación originales que proporcionaban niveles de luminosidad de alrededor de 300 luxes. El estudio se realizó por un lapso de 38 meses, tiempo en el cual semestralmente se realizaban estudios a los adultos mayores respecto a cómo se encontraban sus capacidades cognitivas, los resultados indicaron que aquellos individuos que habitaban en los centros con mayor iluminación demostraron un 5% menos de pérdida de capacidad cognitiva y un 19% menos de casos de personas deprimidas, relacionando los resultados de la investigación con la segregación de serotonina que produce el cerebro y la exposición a ciertos niveles de nivel de luz.

La presente investigación pretende conceptualizar el último factor investigado por ANFA, es decir, la importancia de la iluminación; para este propósito se intentará demostrar que en grupos de estudiantes universitarios existe una mayor tendencia a escoger lugares de trabajo que poseen mayor luminosidad y contacto con elementos naturales, en contraste con ubicaciones que poseen menor iluminación o poca interacción con elementos naturales.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la investigación propuesta se realizó un experimento de percepción de luz dentro de la biblioteca de la Universidad del Azuay, ubicada en la ciudad de Cuenca al sur del Ecuador. La biblioteca tiene un área de lectura y estudio de aproximadamente 216 m² y niveles de luminosidad que oscilan entre los 64 y 270 luxes, debido a la presencia de un vitral en uno de los costados del edificio. Para efectos del experimento se tomó un grupo de 300 estudiantes, considerando la proporcionalidad en el total de estudiantes de las diferentes facultades y la diversidad de criterios que puede existir entre estudiantes de diferentes facultades. El total de experimentos realizados se efectuaron en el periodo de un mes y en el horario comprendido entre las 7:00 a.m. y las 8:00 a.m., periodo en el cual la biblioteca se encuentra desocupada. Los niveles de luz en diferentes zonas de la biblioteca fueron registrados mediante el uso de luxómetro estandarizado, y las mediciones se realizaron siguiendo las recomendaciones de la norma ISO 8995/CIE S 008: 2003.

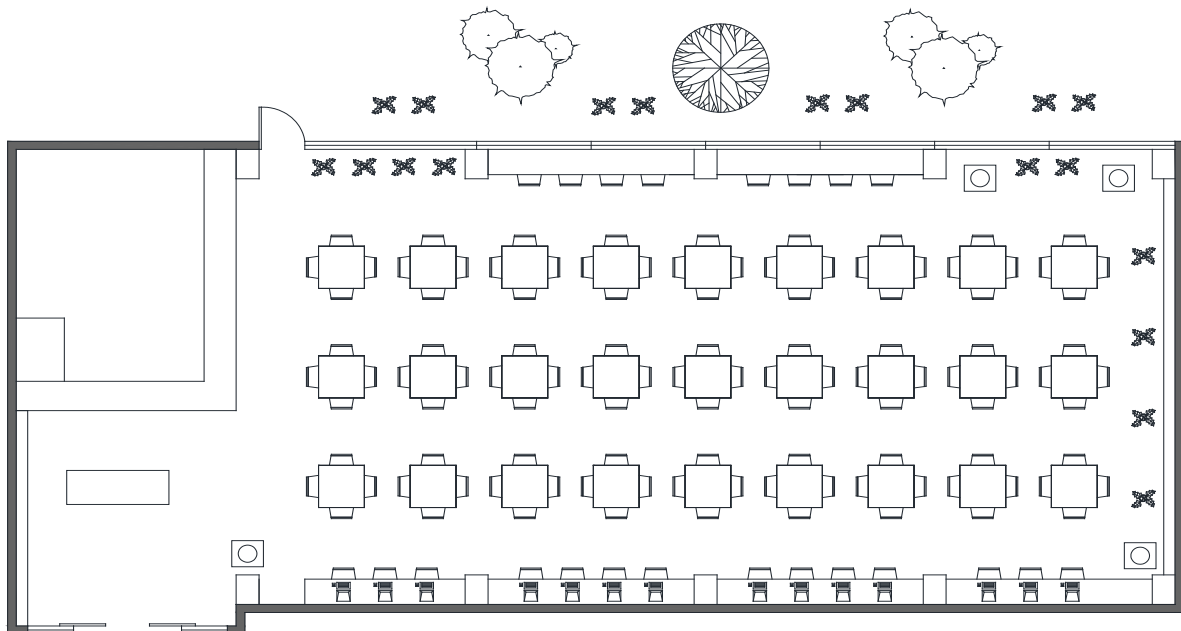
Se realizaron cuestionarios de elección de espacio para la realización de tareas o actividades académicas y los factores relacionados a la elección, por parte del grupo de los 300 estudiantes anteriormente mencionados, durante el periodo de un mes. Para cuestiones de análisis de luminosidad se establecieron zonas de luminosidad dentro de la biblioteca en rangos de deficiente (menor a 90 luxes), regular (mayor o igual a 90 luxes y menor a 120 luxes), aceptable (mayor o igual a 120 luxes y menor a 160 luxes), bueno (mayor o igual a 160 luxes y menor a 200 luxes) y muy bueno (mayor o igual a 270 luxes). Para la elección del espacio se trabajó en un ambiente totalmente libre de distracciones visuales y auditivas (espacio vacío), además se consideró que todas las ubicaciones poseían las mismas características físicas y de comodidad de forma que la elección se pueda realizar de forma libre y sin condicionamientos (Fotografía 1).

Al momento de la elección los estudiantes desconocían el nivel de luminosidad del lugar electo, un mapa detallado del espacio donde se realizó el estudio y sus niveles de luminosidad se pueden apreciar más detenidamente en el Mapa 1. Algunos de los factores analizados y asociados a la selección del espacio fueron: iluminación, vegetación y facilidad para la concentración. Además, se analizó un

conjunto de cuestiones independientes asociadas a la percepción de espacio físico y el bienestar que puede llegar a causar en los individuos.



Fotografía 1. Espacio de estudio



Mapa 1. Distribución y nivel de luminosidad del área objeto de estudio.

La investigación fue de carácter cuantitativo-descriptivo, los datos fueron analizados mediante un modelo de regresión lineal y un modelo de correlación, para determinar la existencia de relaciones entre las variables estudiadas, el análisis se realizó en el software estadístico SPSS.

3. RESULTADOS

A partir de la información recolectada se pudo determinar que el 57.9% de individuos, del total de casos evaluados, presentaron inclinación hacia lugares con niveles de iluminación calificados como aceptables, buenos o muy buenos, es decir con niveles de luminosidad sobre los 120 luxes, mientras que el 12.6% de los individuos estuvo inclinado hacia sectores con niveles de iluminación clasificados en la categoría de bueno o muy bueno (sobre los 160 luxes). Por otro lado, el 14.2% y 27.9% de los individuos escogieron posiciones con niveles de iluminación considerados como deficientes o regulares, respectivamente; cabe destacar que del 27.9% de individuos que supieron escoger un nivel de iluminación clasificado como deficiente, el 78.4% de este grupo seleccionó zonas que sobrepasaban los 100 luxes (Fig. 1).

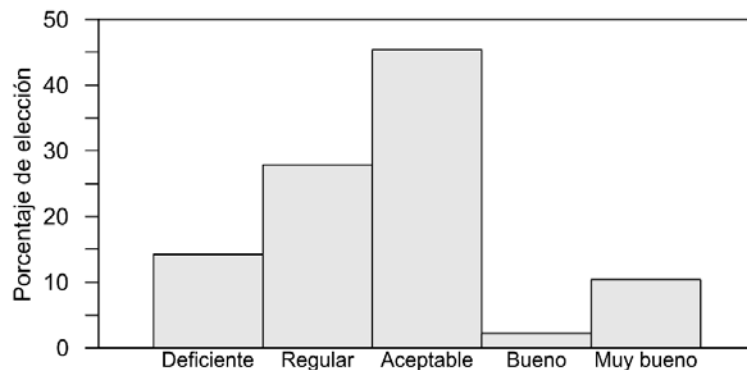


Figura 1. Porcentaje de casos por zona de luminosidad.

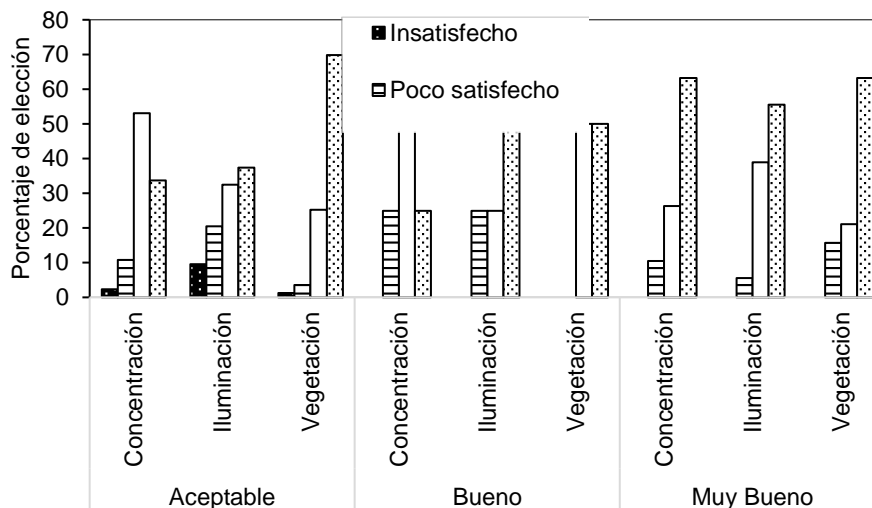


Figura 2. Porcentajes por factor de incidencia (controlado) en la elección de áreas.

De los lugares seleccionados por los estudiantes y que se encuentran clasificados como áreas con niveles de iluminación aceptable, buena y muy buena, se procedió a cuestionar cuál fue su grado de satisfacción respecto a tres factores, la facilidad para la concentración que brinda el espacio, el nivel de luminosidad y el contacto con algún tipo de vegetación (Fig. 2); de las zonas clasificadas con

iluminación aceptable se puede decir que, respecto a la percepción que brinda el lugar para la concentración, el 86.7% de los participantes catalogaron al área como satisfactorio y muy satisfactorio, en los dos grupos restantes y en el análisis del mismo factor los porcentajes de respuesta para las categorías satisfactorio y completamente satisfactorio, alcanzaron en conjunto valores de 75.0% y 89.5%, respectivamente. En cuanto a la percepción de luminosidad, y considerando de igual forma las categorías satisfecho y completamente satisfecho, conjuntamente se obtuvieron los siguientes valores: 69.9% para las áreas con iluminación aceptable, 75.0% para las áreas con nivel de iluminación bueno, y 94.4% para las áreas con niveles de iluminación muy buena. De igual forma, para la percepción del espacio respecto a la cercanía con vegetación, y tomando las mismas consideraciones mencionadas anteriormente, se obtuvo 95.2% para las áreas con iluminación aceptable, 100% para las áreas con nivel de iluminación bueno y 84.2% para las áreas con niveles de iluminación muy buena. Cabe recalcar que, como se mencionó anteriormente, existe un vitral en uno los costados del espacio analizado, el cual justamente se ubica cerca de las áreas definidas con niveles de luz aceptables, buenos y muy buenos, además este vitral permite una visión directa de elementos como árboles y plantas de un jardín exterior.

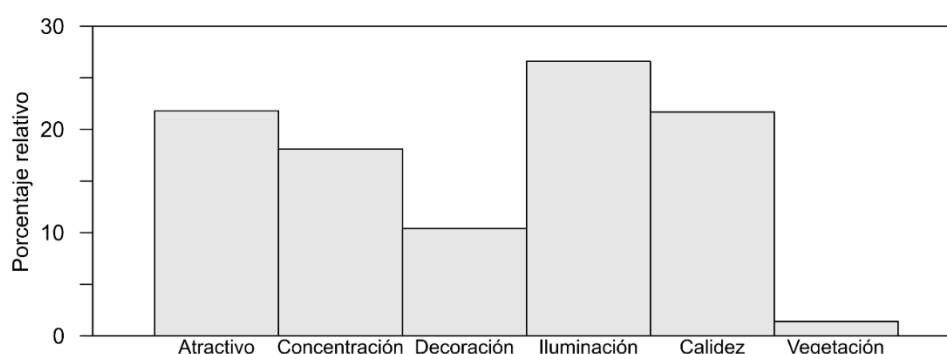


Figura 3. Importancia relativa de los factores respecto a la elección del área.

Tabla 1. Porcentajes individuales de incidencia en la elección de áreas.

Motivo	Deficiente %	Regular %	Aceptable %	Bueno %	Muy Bueno %	Total %
Iluminación del vitral	6.41	15.33	25.71	33.33	26.32	20.30
Vegetación exterior	10.26	12.67	24.08	25.00	26.32	19.19
Aislamiento	16.67	15.33	9.39	0.00	3.51	11.25
Decoración	11.54	8.00	11.02	25.00	7.02	10.15
Posición central	12.82	18.67	4.49	0.00	7.02	9.78
Control visual del espacio	12.82	10.00	6.94	0.00	7.02	8.49
Cercanía al ingreso	14.10	11.33	4.90	8.33	7.02	8.30
Vegetación interior	8.97	4.00	11.02	0.00	7.02	8.12
Concentración	1.28	1.33	1.22	8.33	5.26	1.85
Cercanía a equipos	2.56	0.67	0.00	0.00	0.00	0.55
Costumbre	0.00	1.33	0.00	0.00	0.00	0.37
Libertad de acción	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00	0.37
Privacidad	0.00	0.00	0.00	0.00	3.51	0.37
Practicidad	0.00	0.67	0.41	0.00	0.00	0.37
Temperatura	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
Poco tráfico	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.18
Poco ruido	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Adicionalmente de un estudio de regresión se definió la importancia relativa de los factores respecto a la elección del área. Para ello se utilizaron coeficientes de regresión estandarizados (coeficientes beta),

mismos que permiten valorar la importancia de cada factor con respecto a la decisión, un resumen de estos resultados se puede apreciar en la Figura 3.

De forma independiente, respecto a los factores considerados anteriormente, se evaluó paralelamente los factores propios de los estudiantes que los llevaron a realizar su elección, la Tabla 1 muestra los factores que se mencionaron dentro del grupo de estudio. Como se puede observar en la Tabla 1, a nivel general los factores más destacados son la cercanía al vital y la vegetación exterior con porcentajes respectivos de 20.3% y 19.2%, además estos mismos factores son los más destacados en las áreas clasificadas con iluminación aceptable, buena y muy buena.

Para el estudio de correlación se aumentaron dos factores al conjunto de factores considerados al inicio de esta sección, estos son calidez (acogimiento y bienestar) y decoración, mediante los resultados que se pueden observar en la Tabla 2 se destaca la fuerte correlación existente entre estos dos factores.

Tabla 2. Tabla de correlación para los factores que intervienen en la elección de áreas.

Factor	Atractivo	Concentración	Decoración	Iluminación	Calidez	Vegetación
Atractivo	1	0.445**	0.214**	0.311**	0.419**	0.283**
		.000	.004	.000	.000	.000
Concentración	0.445**	1	0.270**	0.303**	0.392**	0.353**
	.000		.000	.000	.000	.000
Decoración	0.214**	0.270**	1	0.348**	0.344**	0.315**
	.004	.000		.000	.000	.000
Iluminación	0.311**	0.303**	0.348**	1	0.626**	0.303**
	.000	.000	.000		.000	.000
Calidez	0.419**	0.392**	0.344**	0.626**	1	0.405**
	.000	.000	.000	.000		.000
Vegetación	0.283**	0.353**	0.315**	0.303**	0.405**	1
	.000	.000	.000	.000	.000	

Para cada factor, el valor superior corresponde al coeficiente de correlación de Pearson, mientras que el inferior indica el nivel de significancia (** σ bilateral es significativa para un nivel de 0.01).

Finalmente, considerando a todo el grupo de estudio, se establece la percepción que tiene la presencia de elementos de vegetación y luz natural en aspectos como importancia, agrado, afectividad, acogimiento, propiedad, relajación y comodidad, los resultados se pueden observar en la Tabla 3. Sin mencionar los porcentajes específicos para cada una de las categorías, se observa que la presencia de elementos de vegetación y luz natural son asociados con aspectos positivos de bienestar en forma general.

Tabla 3. Porcentajes de percepción de los individuos ante la presencia de elementos naturales.

Factor	Percepción	Nada	Poco	Algo	Mucho
Presencia de elementos vegetales	Agradable	2.27	5.68	18.18	73.86
	Relajante	2.92	7.60	28.07	61.40
	Apropiado	1.73	9.83	26.59	61.85
	Cómodo	2.40	7.19	35.33	55.09
	Afectivo	2.33	13.37	30.81	53.49
	Acogedor	2.30	4.60	24.14	68.97
Presencia de luz natural	Importante	2.27	1.14	7.39	89.20
	Agradable	0.58	3.47	20.81	75.14
	Relajante	0.59	4.12	35.29	60.00
	Apropiado	1.18	2.94	20.00	75.88
	Cómodo	1.74	4.07	21.51	72.67

5. DISCUSIÓN

Es indiscutible que la *biofilia* y la *neuroarquitectura* como ciencias van ganando importancia cada día, del experimento documentado en este artículo se puede observar que el 57.9% de los individuos sujetos al experimento prefirieron lugares con niveles de iluminación sobre los 120 luxes. Si bien el 42.1% de los sujetos que eligieron niveles de iluminación menores a 120 luxes, lo cual representa una cantidad importante de individuos, se debe considerar que en el análisis final el 89.2% de todos los sujetos mencionó la iluminación natural como un elemento importante a considerar dentro de los espacios físicos. Las ubicaciones con niveles de luz superiores a los 120 luxes son espacios que en este experimento estuvieron ubicados junto a un vitral, lo que permitía el contacto visual directo con árboles y plantas de un jardín y además se aumentaba la percepción de luz natural, lo que significa que de cierta manera la mayor parte del 57.9% de los individuos mencionados se vio atraído por elementos naturales, lo cual tiene completa concordancia con los conceptos de la *biofilia*, donde se enuncia que el ser humano de forma inconsciente busca establecer relaciones con el ambiente natural que lo rodea.

Además, el estudio de correlación pudo demostrar que la sensación de calidez tiene una fuerte relación con la iluminación, lo que una vez más confirma la estrecha relación que existe entre los elementos naturales y la sensación de bienestar. En cuanto a la presencia de vegetación, se debe mencionar que fue otro de los factores importantes al momento de realizar una elección e incluso a nivel global, el 73.9% de todo el grupo de estudio consideró como agradable la presencia de elementos de vegetación dentro de espacios físicos.

Finalmente, y a nivel general la iluminación natural proporcionada por el vitral y la vegetación, tanto exterior como interior, representaron el 47.6% de los factores que motivaron una elección independientemente del nivel de luz percibido.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que la hipótesis planteada, acerca de que los individuos sienten atracción por espacios iluminados y una inclinación innata por elegir espacios en los que se encuentren medios naturales, como plantas, jardines, flores, se cumple. Si bien este es un estudio experimental y de percepción, se puede concluir que los datos obtenidos pueden ser interpretados empíricamente como evidencia de la hipótesis de la *biofilia* propuesta por Wilson, teoría planteada que tiene sustento en investigaciones actuales y que, a través del estudio que se presenta, se sientan las bases para futuras investigaciones en las que tengan participación mediciones a nivel del cerebro, con experimentos en los que se puedan modificar además otras condiciones ambientales como iluminación, ruido, calor, color, altura, ventanas, etc., y que sirvan para sustentar más fuertemente la presente investigación. En resumen, fue posible detectar a través de estímulos programados (iluminación, vegetación) que se puede modificar la percepción e inclinación que tienen los individuos por la elección en el desarrollo de actividades dentro de un lugar específico. La presente investigación aporta la posibilidad práctica y teórica de modificar los aspectos de percepción hacia lugares que tienen las personas, sugiriendo que, en espacios como aulas, bibliotecas, y espacios destinados para actividades de concentración y desarrollo de actividades, que las personas utilizan, sean incorporados conceptos de *biofilia* y *neuroarquitectura*.

BIBLIOGRAFÍA

- de Vries, S., Verheij, R. A., Groenewegen, P. P., Spreeuwenberg, P. (2003). Natural environments - Healthy environments? An exploratory analysis of the relationship between greenspace and health. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 35(10), 1717-1731. doi: 10.1068/a35111
- Gage, F. H. (2002). Neurogenesis in the adult brain. *Journal of Neuroscience*, 22(3), 612-613. doi: 10.1523/JNEUROSCI.22-03-00612.2002

- Haya, E. N. (2016). Smart buildings: Architects turn to brain science [News]. Recuperado el 25 de mayo de 2018, a partir de <http://america.aljazeera.com/articles/2015/2/26/smart-buildings-architects-turn-to-brain-science.html>
- Interview with Eve Edelstein. (s/f). Recuperado el 24 de mayo de 2018, a partir de <https://www.takingcharge.csh.umn.edu/interview-eve-edelstein>
- Kahn, P. H. (1997). Developmental psychology and the biophilia hypothesis: Children's affiliation with nature. *Developmental Review, 17*(1), 1-61. doi: 10.1006/drev.1996.0430
- Kahn, P. H., Severson, R. L., Ruckert, J. H. (2009). The human relation with nature and technological nature. *Current Directions in Psychological Science, 18*(1), 37-42. doi: 10.1111/j.1467-8721.2009.01602.x
- Kellert, S. R., Wilson, E. O. (1995). *The biophilia hypothesis*. Island Press.
- Kempermann, G., Kuhn, H. G., Gage, F. H. (1997). More hippocampal neurons in adult mice living in an enriched environment. *Nature, 386*, 493.
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science (New York, N.Y.), 224*(4647), 420-421.
- Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. Harvard University Press.
- Zeisel, J., Eberhard, J. (2006). *Inquiry by design: Environment/behavior/neuroscience in architecture, interiors, landscape, and planning*. 288 p. W.W. Norton & Company, Inc.