XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

DESEABILIDAD LUMÍNICA EN AULAS UNIVERSITARIAS CON RELACIÓN A LOS REQUERIMIENTOS VISUALES DE LOS CURSOS PROGRAMADOS EN ELLAS

Caso: Campus el Volador, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín

Valentina Gallego Arias (1)

(1) Estudiante de Arquitectura, vgallegoa@unal.edu.co, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Calle 59 A # 63 – 20 Edificio 24, Medellín, Colombia. (57) 301 373 3321

RESUMEN

El desempeño visual en ambientes educativos es un asunto de gran relevancia, puesto que puede facilitar o dificultar la labor de enseñanza y aprendizaje de profesores y estudiantes. Este estudio plantea la posibilidad de realizar una mejor gestión de la infraestructura existente, centrándose en criterios de deseabilidad lumínica. Su aplicación se llevó a cabo en las aulas de cuatro edificios del campus el Volador de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, donde se evaluó la compatibilidad entre la oferta lumínica de las aulas y los requerimientos visuales de los cursos programados en ellas, durante el año 2018. Mediante este diagnóstico fue posible reconocer que, de acuerdo a la jornada en que se dictan los cursos y la orientación de las aulas, el 48% de los estudiantes que se incluyeron en esta investigación estuvieron en una ubicación de deseabilidad alta, el 18,6 en una ubicación de deseabilidad media y el 33,7% en una de deseabilidad baja. Este es un estudio preliminar que, en conjunto a otros posibilitará la construcción de una herramienta para realizar una gestión más adecuada de la infraestructura educativa, en favor de procurar un ambiente confortable para el aprendizaje.
Palabras clave: Aulas universitarias, Iluminación, Programación académica.

ABSTRACT

The light performance in educational environments is an issue of great relevance, since it can facilitate or complicate teaching and learning task for teachers and students. This research was proposed the possibility of make a better management of the current infrastructure relying on criteria of light deseability. Its application was done in the classrooms of 4 buildings of Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín in Volador Campus, where it was evaluated the compatibility between light inside classrooms and visual requirements of the courses scheduled in them, during the year 2018. Through this diagnostic was possible recognize that according to the class time and the orientation of the classroom, the 48% of the students was in an optimum place, 18.6% in a medium range and 33,7% in an undesirable place. This investigation is a preliminary study, which together with others studies will allow set up a tool for make a more suitable management of the educative infrastructure, procuring a comfortable educative environment.
Keywords: University classrooms, Illumination, Course Schedule.

1. INTRODUCCIÓN

Medellín es una ciudad ubicada en el trópico, con una latitud de 6,22° Norte, una longitud de 75,58° Oeste y una altitud de 1490 msnm, un rango de temperaturas entre 16 y 32°C, humedad relativa entre 63 y 73% y velocidades del viento máximas promedio de 6m/seg. (IDEAM, 2010).

La iluminación es un componente fundamental de la arquitectura, pues aunque en muchas ocasiones se le dé mayor importancia en el diseño a la estructura formal, esta solo se encarga de moldear el espacio vacío que es donde la luz está presente y lo que realmente es habitado por las personas, como lo plantean Salazar y González: *"Para la mayor parte de las personas el sentido de la visión constituye la más importante vía de comunicación con el entorno y la luz el principal prerrequisito para que esta comunicación se produzca."* (2004, p. 26). Además, esta interacción tiene repercusiones directas en la visión del ser humano, pues puede determinar la forma como percibimos un espacio, la facilidad o dificultad para reconocer un objeto o una persona, leer un texto, e incluso puede influenciar nuestro ritmo circadiano o nuestras emociones. (FARIA, 2015).

"A luz dentro das salas de aula é dos fatores mais importantes a ter em conta, uma vez que afeta o sistema neurológico do ser humano. Estudos mostram que quanto maior for a quantidade de luz natural nas salas de aula, maior é a eficiência dos alunos e maior é a predisposição para a aprendizagem" [La luz dentro de los salones de clase es de los factores más importantes a tener en cuenta, puesto que afecta el sistema neurológico del ser humano. Estudios demuestran que cuanto mayor es la cantidad de luz natural en los salones de clase, mayor es la eficiencia de los alumnos y la predisposición para el aprendizaje] (AZEVEDO, 2012, p. z); de allí la importancia de realizar una programación de los cursos teniendo en cuenta algunos criterios de deseabilidad lumínica, con el objetivo de generar unas condiciones confortables para estudiantes y profesores.

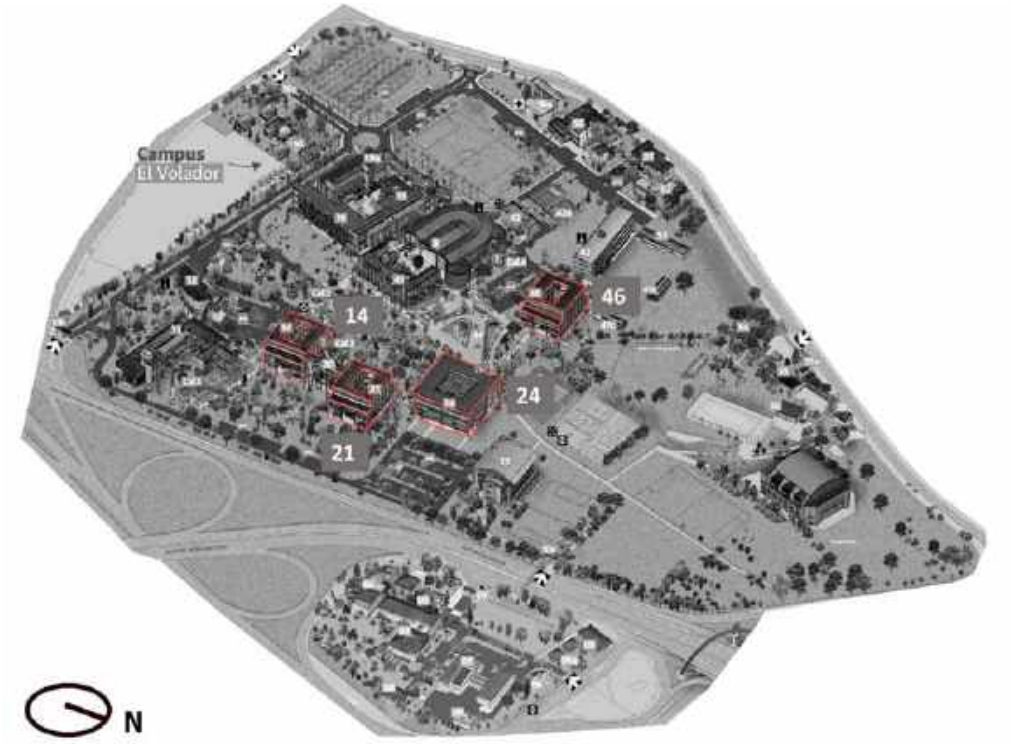


Figura 1 – Edificios estudiados (Bloques 14, 21, 24 y 46), localizados al interior del campus El Volador de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

En el campus el Volador de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín (Unalmed), esta programación académica se ha realizado contemplando aspectos de relevancia a nivel logístico, pero sin considerar rendimiento bioclimático ni deseabilidad lumínica. Por lo tanto, este estudio plantea la posibilidad de realizar una mejor gestión de la infraestructura existente, centrándose en criterios de deseabilidad lumínica.

Para ello se evaluó el desempeño visual relacionando la oferta lumínica de las aulas de cuatro edificios del campus con características espaciales semejantes, respecto a los requerimientos visuales de los cursos programados en dichos edificios y denominadas actualmente como teóricas, hallando su compatibilidad con la orientación del aula. Para desarrollarlo fue necesario realizar una clasificación de las aulas, con base en la orientación de los vanos y el tipo de incursión solar; y una clasificación de los cursos de acuerdo a la modalidad

didáctica implementada, entre cuatro posibles: Conferencia, Conversación, Proyección o Computador, las cuales determinan si la cantidad de luz requerida es Alta, Media o Baja.

Mediante este diagnóstico fue posible reconocer el nivel de deseabilidad lumínica en el que se ubicaron los estudiantes de los cursos estudiados, de acuerdo a la jornada en que fue dictado el curso y la orientación de las aulas; lo cual demuestra la comodidad o incomodidad generada a partir de la gestión de la infraestructura educativa.

2. OBJETIVO

El objetivo de esta investigación es realizar un diagnóstico que evalúe la compatibilidad entre la oferta lumínica de las aulas de los Bloques 14, 21, 24 y 46 del Campus el Volador de la Unalmed, y los requerimientos visuales de los cursos programados en ellas durante el año 2018, con base en las técnicas de enseñanza utilizadas para dictarlas; con el fin de tener una aproximación a la comodidad o incomodidad que tienen los estudiantes en ambientes educativos.

3. MÉTODO

La metodología propuesta para esta investigación se divide en tres etapas principales: la primera, el levantamiento de la información, donde se realizó una caracterización espacial de las aulas de los edificios seleccionados y una indagación sobre las técnicas pedagógicas utilizadas en los cursos programados en dichas aulas, las cuales determinan un requerimiento de iluminación promedio.

Posteriormente se clasificó la información recolectada, obteniendo tipos de aulas y cursos, con el fin de depurar la cantidad de variables, pues el foco de esta investigación es facilitar la labor de la administración para realizar una mejor gestión de la infraestructura educativa, por lo que es de gran importancia homogeneizar la información. Seguido a esto, se realizó el cruce de información de aulas y cursos, a partir de la jornada en que es dictado el curso y la orientación predominante de los vanos del aula, lo que determinó el nivel de requerimiento lumínico de los cursos y la oferta lumínica de las aulas, así: Alto, Medio o Bajo. Y finalmente, se establecieron las pautas para la valoración, donde según la compatibilidad entre niveles lumínicos ofertados y requeridos se obtuvieron las valoraciones: Deseabilidad Alta, Deseabilidad Media o Deseabilidad Baja, lo que permite determinar los aciertos y afectaciones que con estas decisiones se someten a los estudiantes y profesores en ambientes educativos. (Fig. 2)



Figura 2 – Diagrama de flujo de la información para la elaboración del diagnóstico de deseabilidad lumínica

3.1. Clasificación de aulas

Se seleccionaron las aulas en las cuales se dictan los cursos denominados actualmente por Dirección Académica como teóricos y que se encuentran ubicadas dentro de los bloques 14, 21, 24 y 46, pues estos edificios tienen características espaciales similares, tales como: planta rectangular, orientación norte – sur y tipología de patio central.

Se clasificaron 70 aulas, teniendo en cuenta sus características físicas y para identificarlas se utilizaron plantas y secciones arquitectónicas mediante el software de Diseño Asistido por Computador – CAD (AutoCAD 2017); y base de datos proporcionada por Dirección Académica de la Universidad (Microsoft Office Excel), que contiene el censo de las aulas del campus del año 2018, con datos como: localización de las aulas, capacidad de estudiantes y tipo de mobiliario, correspondiente y disponibilidad de aulas para ese momento.

Los criterios utilizados para la clasificación fueron:

- **Cantidad de vanos:** 1 ó 2
- **Orientación:** si sus vanos se encuentran ubicados hacia el Norte, Sur, Este u Oeste.
- **Tipo de incursión solar**:
  1. Ingreso de luz solar por un vano ubicado en la fachada
  2. Ingreso de luz solar por un vano ubicado hacia el patio central
  3. Ingreso de luz solar por dos vanos, uno de ellos ubicado hacia el patio central
  4. Ingreso de luz solar por dos vanos, ubicados en fachadas perpendiculares

Y los resultados obtenidos fueron:

Tabla 1- Clasificación de las aulas según características físicas.

Tipo	Orientación	Cantidad de vanos	Tipo de incursión solar	Cantidad de aulas
1	Sur	1	1, 2	21
2	Sur	2	3	9
3	Sur	2	4	3
4	Norte	1	1, 2	18
5	Norte	2	3	7
6	Este	1	1, 2	2
7	Oeste	1	1, 2	1
8	Oeste	2	3	3
9	Oeste	2	4	6
Total de aulas evaluadas				70

3.2. Clasificación de cursos

La clasificación de los cursos, actualmente es una responsabilidad de la dependencia de Dirección Académica de la Universidad y se realiza en dos categorías: teóricas y prácticas, diferenciándolas solamente por tipo de mobiliario y el área que requiere un estudiante para cada uno de los casos, de acuerdo a lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana (NTC) 4595, sin embargo, en este estudio se plantea elaborar una clasificación que considere las tecnologías de apoyo pedagógico más utilizadas para dictar los cursos, tales como proyectores, televisores, tableros, computadores o simplemente la conversación.

Los datos tomados corresponden a los cursos que actualmente se denominan como teóricos, con base en la programación académica de los dos semestres del año 2018, el primero comprendido entre el 29 de enero y el 17 de junio, y el segundo, entre el 13 de agosto y el 7 de diciembre. De ellas solo se tiene en cuenta a la población estudiantil matriculada en los cursos dictados entre las seis de la mañana y las ocho de la noche, en la modalidad de pregrado, de lunes a viernes, según los criterios de la Tabla 2, donde se obtuvo un total de 2459 cursos incluidos en el análisis con un total de 58167 estudiantes, donde cada estudiante es valorado todas las veces que asiste a un curso.

Tabla 2 – Cantidad de cursos y estudiantes inscritos incluidos en el análisis, según el lugar, jornada y semestre del curso

CURSOS INCLUIDOS EN EL ANÁLISIS												
Jornada	Semestre I				Semestre II				TOTAL			
	Bloque 14	Bloque 21	Bloque 24	Bloque 46	Bloque 14	Bloque 21	Bloque 24	Bloque 46	Jornada/B14	Jornada/B21	Jornada/B24	Jornada/B46
6:00 a.m. - 12:00 m.	29	91	67	87	39	85	81	91	68	176	148	178
12:00 m. - 08:00 p.m.	77	562	198	264	81	242	211	254	158	804	409	518
TOTAL	106	653	265	351	120	327	292	345	226	980	557	696

Bloque	Bloque 14	Bloque 21	Bloque 24	Bloque 46	TOTAL CURSOS
TOTAL ANUAL	226	980	557	696	2459

ESTUDIANTES INCLUIDOS EN EL ANÁLISIS												
Jornada	Semestre I				Semestre II				TOTAL			
	Bloque 14	Bloque 21	Bloque 24	Bloque 46	Bloque 14	Bloque 21	Bloque 24	Bloque 46	Jornada/B14	Jornada/B21	Jornada/B24	Jornada/B46
6:00 a.m. - 12:00 m.	568	1724	1547	2733	727	1577	2585	2787	1295	3301	4132	5520
12:00 m. - 08:00 p.m.	1555	9264	4226	8289	1849	4190	6974	7572	3404	13454	11200	15861
TOTAL	2123	10988	5773	11022	2576	5767	9559	10359	4699	16755	15332	21381

Bloque	Bloque 14	Bloque 21	Bloque 24	Bloque 46	TOTAL ESTUDIANTES
TOTAL ANUAL	4699	16755	15332	21381	58167

Para ello se utilizaron diferentes herramientas, como: base de datos proporcionada por Dirección Académica de la Universidad (Microsoft Office Excel), que contiene nombre del curso, capacidad de estudiantes, horario y aula donde se dicta el curso; Sistema de Información Académica de la Universidad Nacional de Colombia -UNALSIA-, de donde se extrajo información acerca del horario, número de estudiantes inscritos y contenido de los cursos para determinar su modalidad didáctica, relacionado con los tipos de aprendizaje que explica (AZEVEDO, 2012, p. 14), los cuales son: aprendizaje pasivo, que está relacionado con los tipos A y B a continuación, aprendizaje activo e interpersonal, relacionado con el tipo C y aprendizaje soportado en medios informáticos, relacionado con el D:

- **A. Conferencia:** Más del 50% de las clases se desarrolla como una clase tradicional utilizando el tablero, también se incluyen las clases de laboratorio, puesto que el plano de trabajo es la mesa y su requerimiento de luz es alto.
- **B. Proyección:** Más del 50% de las clases se desarrolla como una clase tradicional y se utiliza proyector, por lo cual se requiere poca iluminación.
- **C. Conversación:** Más del 50% de las clases el profesor interactúa constantemente con los estudiantes, sin mayor utilización de dispositivos para comunicarse.
- **D. Computador:** Más del 50% de las clases los estudiantes hacen uso constante de dispositivos con pantallas auto-iluminadas.

Posteriormente y con base a dichas modalidades didácticas se determinó si su requerimiento lumínico era Alto, Medio o Bajo, así:

Tabla 3- Requerimientos lumínicos de acuerdo a modalidad académica.

Tipo	Modalidad didáctica	Requerimiento lumínico
A	Conferencia	Alto
B	Proyección	Bajo
C	Conversación	Medio
D	Computador	Medio

3.3. Valoración

Seguido de la clasificación de aulas y cursos se realizó una valoración de la programación académica, donde se hallaba la deseabilidad de dictar los cursos en las aulas y horarios asignados, diferenciando semestre académico, pues los cursos tienen un requerimiento lumínico y el aula también ofrece un nivel de iluminación de acuerdo a as orientación; para determinarlo se utilizó un diagrama de sombras para la ciudad de Medellín, en el cual se localiza la fuente solar a las 7:00 y a las 17:00 en cada uno de los meses en los que se desarrollan los semestres (Fig. 02.), de acuerdo a esto se establece si el nivel de incidencia solar para cada una de las orientaciones es Alta o Baja y finalmente se realiza un estimado para cada semestre, así: si para todos los meses fue Alta la resultante del semestre es Alta, del mismo modo para Baja y si en los meses apareció Alta y Baja la resultante es Media, tal como se expresa en la Tabla 3.

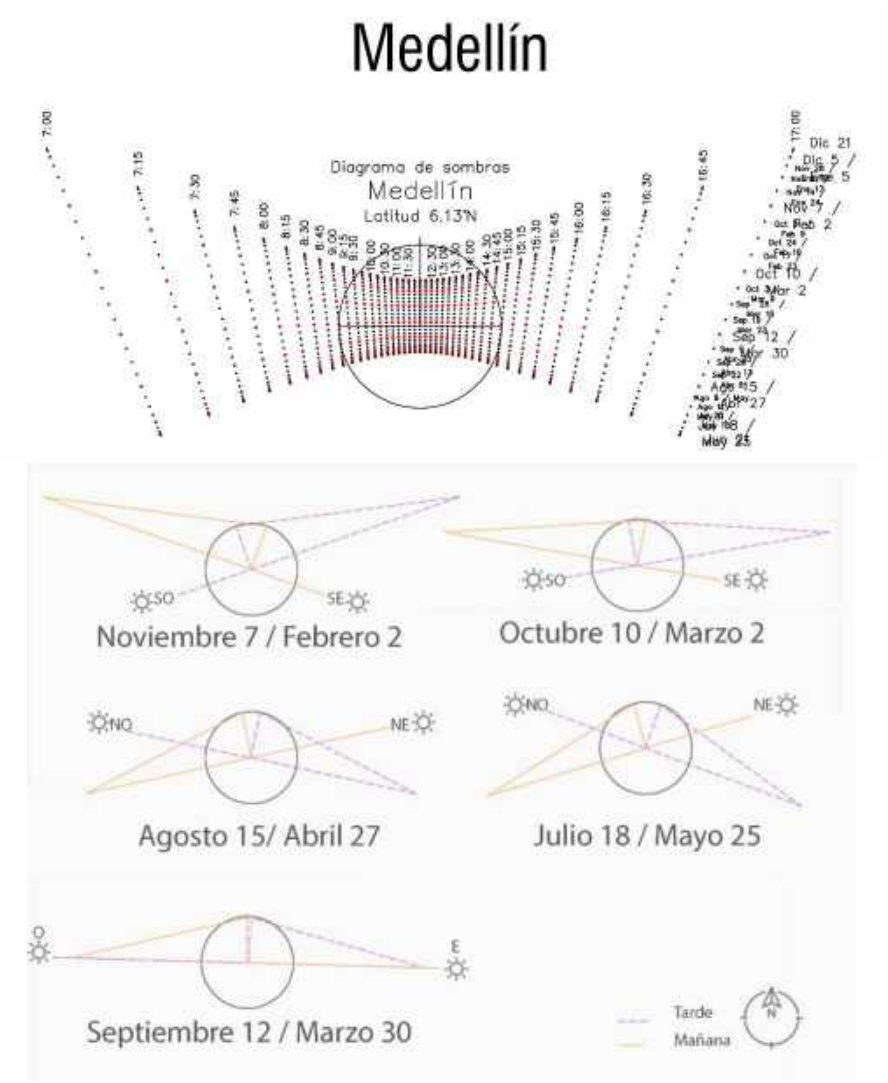


Figura 3 – Localización de la fuente solar, con base a diagrama de sombras (SALAZAR, 2019)

Tabla 4 - Requerimientos lumínicos de acuerdo a modalidad académica.

SEMESTRE I				
FEBRERO				
Orientación	Norte	Sur	Este	Oeste
Mañana				
Tarde				
MARZO				
Orientación	Norte	Sur	Este	Oeste
Mañana				
Tarde				
ABRIL				
Orientación	Norte	Sur	Este	Oeste
Mañana				
Tarde				
MAYO				
Orientación	Norte	Sur	Este	Oeste
Mañana				
Tarde				
TOTAL				
Orientación	Norte	Sur	Este	Oeste
Mañana	Media	Media	Alta	Baja
Tarde	Media	Media	Baja	Alta

SEMESTRE II				
AGOSTO				
Orientación	Norte	Sur	Este	Oeste
Mañana				
Tarde				
SEPTIEMBRE				
Orientación	Norte	Sur	Este	Oeste
Mañana				
Tarde				
OCTUBRE				
Orientación	Norte	Sur	Este	Oeste
Mañana				
Tarde				
NOVIEMBRE				
Orientación	Norte	Sur	Este	Oeste
Mañana				
Tarde				
TOTAL				
Orientación	Norte	Sur	Este	Oeste
Mañana	Media	Media	Alta	Baja
Tarde	Media	Media	Baja	Alta

Orientación	Norte		Sur		Este		Oeste	
Jornada/Se	I	II	I	II	I	II	I	II
Mañana								
Tarde								

Alta Media Baja

Posteriormente se establecen criterios de deseabilidad teniendo en cuenta la oferta lumínica de las aulas de acuerdo a su orientación y el requerimiento de los cursos según su modalidad didáctica, (Tabla 04.)

Tabla 5 - Compatibilidad de requerimientos lumínicos con oferta lumínica, determinando niveles de deseabilidad.

Oferta lumínica	Requerimiento lumínico			
	Niveles	**Alto**	**Medio**	**Bajo**
	Alta	Deseabilidad Alta	Deseabilidad Media	Deseabilidad Baja
	Media	Deseabilidad Media	Deseabilidad Alta	Deseabilidad Media
	Baja	Deseabilidad Baja	Deseabilidad Media	Deseabilidad Alta

4. RESULTADOS

Mediante este diagnóstico fue posible reconocer que, de acuerdo a la jornada en la que son dictados los cursos y la orientación de las aulas, el 48% de los estudiantes que se incluyeron en este estudio, estuvieron en una ubicación de deseabilidad alta, el 18,6 en una ubicación de deseabilidad media y el 33,7% en una de deseabilidad baja, del cual el Bloque 21 es el que tiene la cifra superior con el 10,9% de estudiantes incómodos durante el año, precisamente porque también es entre los analizados el edificio que alberga la mayor cantidad de estudiantes, correspondiente al 19% de los que se tuvieron en cuenta para este estudio.

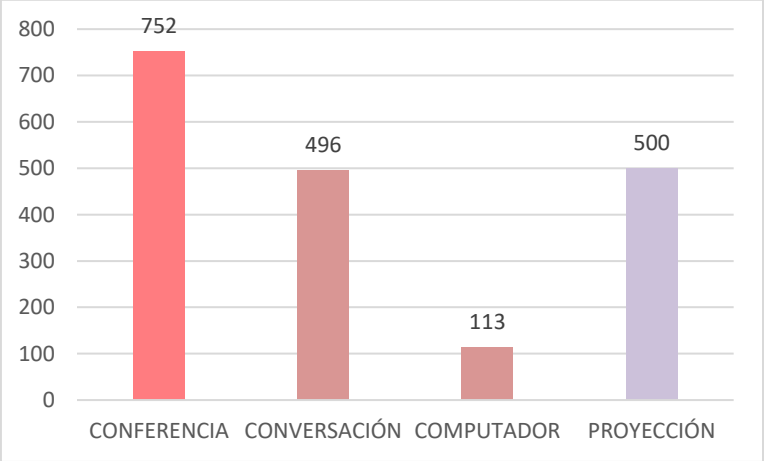


Figura 4 – Cantidad de cursos por modalidad didáctica, donde los colores rojo, naranja y amarillo significan requerimiento lumínico alto, medio y bajo respectivamente.

Se obtuvo como resultados de la clasificación que el 40,4% de los cursos dictados en estos bloques pertenecen a la modalidad didáctica Conferencia, el 26,7% a la modalidad Conversación, el 6,1% a la categoría Computador y por último Proyección con el 26,9%, es decir que el requerimiento lumínico Alto es el más presente, seguido del Medio con el 32,8% de los cursos. Lo que implica, una mayor exigencia en la programación de los cursos, puesto que entre mayor ingreso de iluminación natural se tenga, menor será la necesidad de hacer uso parcial o total de la iluminación artificial.

Tabla 6 - Resultados de Deseabilidad Alta y Baja en la programación académica para el año 2018

DESEABILIDAD ALTA												
Jornada	Semestre I				Semestre II				TOTAL			
	Bloque 14	Bloque 21	Bloque 24	Bloque 46	Bloque 14	Bloque 21	Bloque 24	Bloque 46	Jornada/B14	Jornada/B21	Jornada/B24	Jornada/B46
a.m.	420	719	321	1467	323	548	1153	1856	743	1267	1474	3323
p.m.	332	4005	895	1572	412	1833	705	1377	744	5838	1600	2949
TOTAL	752	4724	1216	3039	735	2381	1858	3233	1487	7105	3074	6272
TOTAL ANUAL	B14	B21	B24	B46	30,8%							
	1487	7105	3074	6272	17938							

DESEABILIDAD BAJA												
Jornada	Semestre I				Semestre II				TOTAL			
	Bloque 14	Bloque 21	Bloque 24	Bloque 46	Bloque 14	Bloque 21	Bloque 24	Bloque 46	Jornada/B14	Jornada/B21	Jornada/B24	Jornada/B46
a.m.	431	4267	1028	230	411	1690	940	171	842	5957	1968	401
p.m.	0	188	664	1107	0	188	664	707	0	376	1328	1814
TOTAL	431	4455	1692	1337	411	1878	1604	878	842	6333	3296	2215
TOTAL ANUAL	B14	B21	B24	B46	21,8%							
	842	6333	3296	2215	12686							

En la Figura 5 se presenta una localización de los edificios analizados dentro del Campus, resaltando su relación de Deseabilidad Alta y Baja de acuerdo a los porcentajes hallados para cada semestre respecto al total de estudiantes inscritos que hubiesen podido estar en condiciones de Deseabilidad Alta. Tal como se muestra en la Tabla 6, el edificio del Bloque 14 es el que tiene menor cantidad de cursos programados, por lo que sus porcentajes son muy bajos para los dos niveles de deseabilidad; por su parte, el Bloque 21 presenta un alto porcentaje de Deseabilidad Baja a pesar de tener inscritos entre 5000 y 10000 estudiantes; el Bloque 46 es el que presenta unos resultados más favorables pues aunque tiene inscritos más de 10000 estudiantes su porcentaje de Deseabilidad Baja se encuentran entre el 1,5 y 2,3% y los de Deseabilidad Alta oscilan entre el 5,22 y el 5,56%; y finalmente el Bloque 24 presenta un comportamiento muy equilibrado respecto a los dos niveles de Deseabilidad

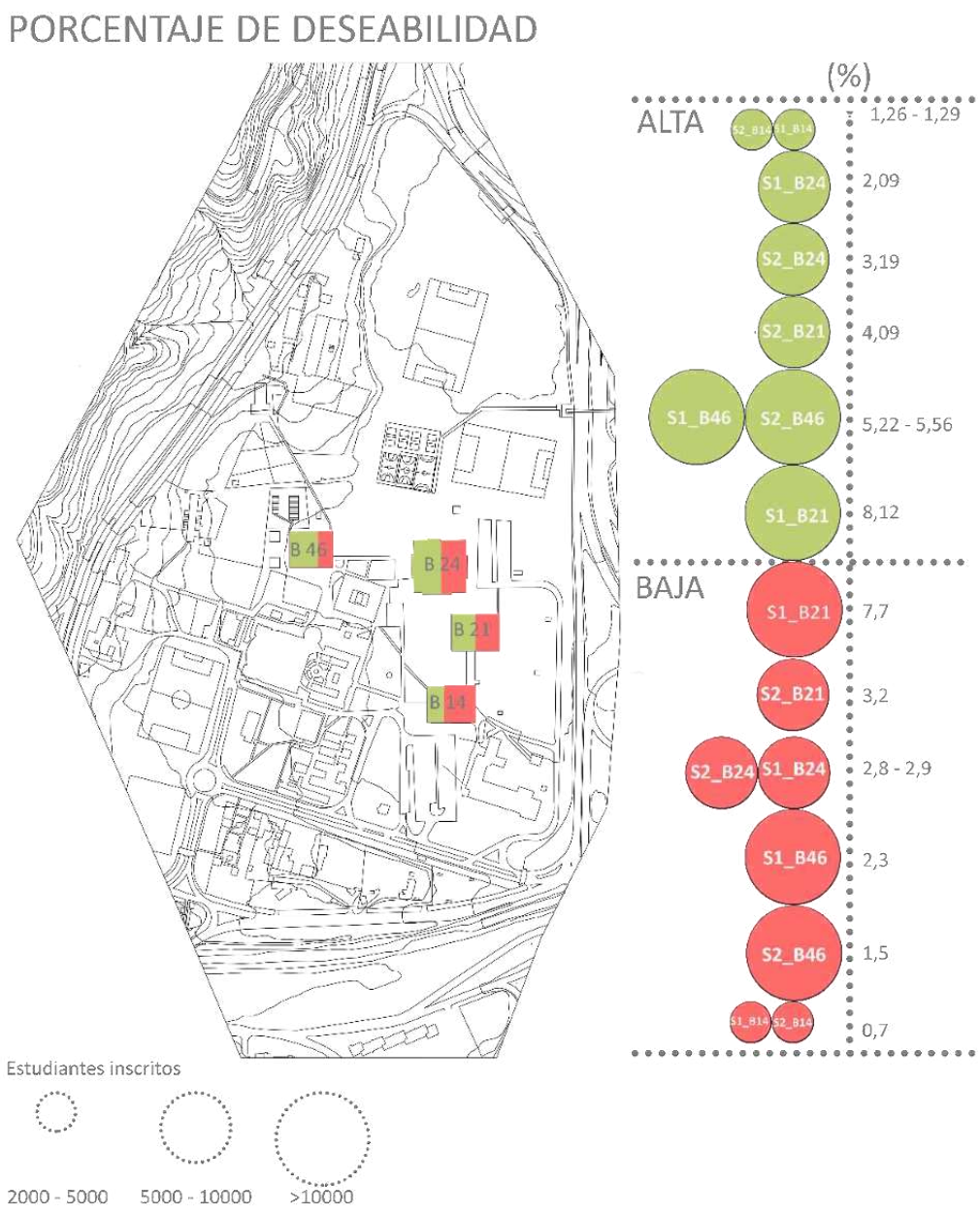


Figura 5 – Deseabilidad Alta y Baja en el año 2018

Tabla 7- Porcentajes de Deseabilidad Alta y Baja en la programación académica para el año 2018

DESEABILIDAD ALTA RESPECTO AL TOTAL DE ESTUDIANTES QUE PUDIERON ESTAR EN CONDICIONES DESEABLES												
Jornada	Semestre I				Semestre II				TOTAL			
	Bloque 14	Bloque 21	Bloque 24	Bloque 46	Bloque 14	Bloque 21	Bloque 24	Bloque 46	Jornada/B14	Jornada/B21	Jornada/B24	Jornada/B46
a.m.	0,7%	1,2%	0,6%	2,5%	0,6%	0,9%	2,0%	3,2%	1%	2%	3%	6%
p.m.	0,6%	6,9%	1,5%	2,7%	0,7%	3,2%	1,2%	2,4%	1%	10%	3%	5%
TOTAL	1,29%	8,12%	2,09%	5,22%	1,26%	4,09%	3,19%	5,56%	3%	12%	5%	11%

DESEABILIDAD BAJA RESPECTO AL TOTAL DE ESTUDIANTES QUE PUDIERON ESTAR EN CONDICIONES DESEABLES												
Jornada	Semestre I				Semestre II				TOTAL			
	Bloque 14	Bloque 21	Bloque 24	Bloque 46	Bloque 14	Bloque 21	Bloque 24	Bloque 46	Jornada/B14	Jornada/B21	Jornada/B24	Jornada/B46
a.m.	0,7%	7,3%	1,8%	0,4%	0,7%	2,9%	1,6%	0,3%	1%	10%	3%	1%
p.m.	0,0%	0,3%	1,1%	1,9%	0,0%	0,3%	1,1%	1,2%	0%	1%	2%	3%
TOTAL	0,7%	7,7%	2,9%	2,3%	0,7%	3,2%	2,8%	1,5%	1,4%	10,9%	5,7%	3,8%

5. CONCLUSIONES

Se considera que la importancia de esta investigación consiste en la relación que se establece entre los datos correspondientes a las aulas y los que son propios de los cursos, pues se convierte en una herramienta de actuación para las entidades administrativas de los campus universitarios en el momento de tomar decisiones frente a la programación de los cursos, teniendo en cuenta criterios de deseabilidad lumínica. Además, este estudio permite la integración de otras variables de vital importancia como criterios para garantizar el confort térmico y acústico.

En futuras investigaciones estos datos que corresponden a rangos y criterios pueden ser reemplazados por mediciones que nutran la toma de decisiones en el momento de asignar un curso en determinada jornada y temporada del año a un aula que ya tiene una orientación específica e irrevertible, así como se puede aplicar a diferentes campus de uso educativo u otros usos que requiera una permanencia constante y dinámica.

Para el caso de estudio abordado se tuvieron cifras alarmantes en cuanto al total de estudiantes afectados durante los períodos académicos, y se anticipa que estas afectaciones pueden incrementarse con el acelerado cambio climático, si no se toman decisiones acertadas y pertinentes frente a esta situación. Esto, teniendo en cuenta que el estudio se centró únicamente en los cursos teóricos, los cuales probablemente tengan unos requerimientos visuales menos exigentes que los realizados en laboratorios, en talleres que se realicen manualidades, dibujos o utilicen máquinas, lo cual empeoraría las cifras halladas en esta investigación.

Por último, se considera que este análisis posibilita la toma de decisiones efectivas, aproximadas y por muy bajo costo, pues no se necesita modificar en ningún aspecto la infraestructura, únicamente arroja recomendaciones para lograr grandes mejorías mediante acciones sencillas, como cambiar un curso de un aula en una orientación con deseabilidad baja por una que tenga menos afectaciones, modificar el horario, dictar algunas cases de la semana en otro edificio, entre otros; con el único fin de mejorar las condiciones de enseñanza y aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, L. **Design de Interiores e Espaços Escolares Influências na aprendizagem.** 2012. Disertación (Maestría en Diseño Industrial Tecnológico). Universidade da Beira Interior, Faculdade de Engenharia, Covilhã, Portugal.

FARIA, M. H. B. P. DE. **Razão e emoção no design de iluminação**. 2015. Tesis (Maestría en Diseño de interiores). Escola Superior de Artes e Design -ESAD-, Senhora da Hora, Portugal.

IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. **Atlas Climatológico de Colombia 1981 – 2010.** Disponible en: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>. Acceso el 20 jun. 2019.

SALAZAR, J. H, **Diagrama de sombras: Medellín.** Disponible en: < http://pvgarquitectos.com>. Acceso el 26 mar. 2019.

SALAZAR, J. H.; GONZÁLEZ , A. Luz natural en la arquitectura. **Bitácora arquitectura**, n. 29, p. 109, 2004.

AGRADECIMIENTOS

La autora desea agradecer a Jorge Hernán Salazar, docente de la Universidad Nacional de Colombia, por acompañarme en este proceso, por su compromiso, amor por la academia y por inspirarme a ser una mejor investigadora, arquitecta y persona.