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

CUMPLIMIENTO DE LA NORMA SOBRE COMODIAD AMBIENTAL EN AULAS DE COLEGIOS PUBLICOS EN CALI

Olga L. Montoya
(1) Arquitecta, Magister en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano. Candidata a Doctora en Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina, olmontoy@usbcali.edu.co Universidad de San Buenaventura-Cali-Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño-Grupo de Investigación Arquitectura, Urbanismo y Estética –Carrera 11#6-65, Cali, Código Postal: 760031-Colombia. Tel.: (57) 2 3182208/07/09

RESUMEN
El diseño de los colegios en Colombia debe obedecer a la norma NTC 4595: Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares, sin embargo, el cumplimiento de sus recomendaciones, no determina en todos los casos, aulas que cumplan con los rangos de confort. La presente contribución se basa en una investigación de doctorado realizada en el año 2017, y tiene por objetivo, evaluar el cumplimiento de la norma em colégios públicos, para identificar los temas con mayor y menor cumplimiento, al momento de diseñar los espacios de clase. La metodologia empleada fué la de auditoria ambiental realizada en dos salones por colégio (en planta baja y alta), período luvioso y seco. La auditoria, permite comparar los parámetros ambientales, registrados a través de equipos de medición especializados (medición objetiva), con la encuesta de opinión de los estudiantes (medición subjetiva). Un total de 535 estudiantes entre los 8 y 16 años de edad respondieron a la encuesta de opinión sobre las condiciones ambientales del aula. En general en los temas de comodidad visual y térmica hay mayor cumplimiento, siendo las áreas de las aberturas, el punto en donde todas las aulas cumplen. Sin embargo, los items con menor cumplimiento, son los que requieren un profundo de las propiedades térmicas y visuales de los materiales, o la experticia en bioclimática. La comodidad sonora, es la de menor cumplimiento, lo cual puede ser el resultado de lo general de la norma, o en la falta de un conocimiento específico necesario, de nuevo, en las propiedades de los materiales, y en bioclimática.
Palabras claves: comodidad ambiental, térmica, visual, sonora, aulas, norma NTC 4595

ABSTRACT
The design of schools in Colombia must comply with the standard NTC 4595: Planning and Design of Facilities and School Environments, however, compliance with its recommendations does not determine in all cases, classrooms that comply with the comfort ranges. This contribution is based on a doctoral research carried out in the year 20017, and its objective is to evaluate compliance with the public colleague standard, in order to identify the topics with the highest and lowest compliance when designing class spaces. The methodology used was the environmental audit conducted in two classrooms in each school. (on the ground and upper floors), rainy and dry period. The audit allows to compare the environmental parameters, registered through specialized measurement equipment (objective measurement), with the student opinion survey (subjective measurement). A total of 535 students between 8 and 16 years of age responded to the opinion poll on the environmental conditions of the classroom. In general, in the topics of visual and thermal comfort there is greater compliance, with the areas of the openings, the point where all the classrooms meet. However, the items with less compliance, are those that require a deep thermal and visual properties of materials, or expertise in bioclimatic. The acoustic comfort, is the one of less compliance, which can be the result of the general of the norm, or in the lack of a specific knowledge necessary, again, in the properties of the materials and bioclimatic
Keywords: environmental, thermal, visual, sound comfort, classrooms, norm NTC 4595

1. INTRODUCCIÓN
Desde principios del siglo XX, en contextos con estaciones, se desarrollan estudios sobre algunos de los

aspectos de confort térmico, visual y sonoro. En las últimas décadas se han realizado investigaciones en colegios en Latinoamérica que integran varios aspectos, dando cuenta de la complejidad del tema(SAN JUAN et al., 1999; TREBILCOCK et al., 2012). Es sólo en los últimos años que estos estudios se realizan en la franja subtropical (AL-RASHIDI; LOVEDAY; AL-MUTAWA, 2009; AUGUSTO; LAMBERTS, 2000; KWOK;REARDON; BROWN, 1998)y son muchos menos los estudios desarrollados en Colombia (ZAPATA et al., 2018; IGLESIAS et al., 2016).

Para los encargados del diseño de los colegios en Colombia, la norma NTC 4595 en su capítulo: Comodidad, *indica las características ambientales con las cuales es necesario proveer a los distintos espacios que conforman las instalaciones escolares para garantizar unas condiciones básicas de comodidad* (ICONTEC 4595, 2000:15). Para la comodidad térmica en el aula, la norma ofrece alternativas de diseño para que el *mayor número de ocupantes no perciban el clima como elemento perturbador de su actividad*. Esta definición se hace en el marco de la arquitectura bioclimática, en colaboración con las condiciones del lugar, y en donde no se contempla el uso de equipos mecánicos para la climatización. Para esto, el análisis arquitectónico de la envolvente (LIANG; HWANG, 2012), es uno de los aspectos claves a través de estrategias de protección solar enfocadas en el tropico (SUBHASHINI; THIRUMARAN, 2018). Otros critérios para el análisis visual de la norma son el Factor Luz Diurna-FLD y el Coeficiente de Deslumbramiento-UO.

En cuanto a la comodidad visual, establece las condiciones para garantizar la visibilidad apropiada en las distintas actividades, mediante un ambiente lumínico con 300 lux, a través del aprovechamiento de la luz natural, lo cual permite minimizar o prescindir de la energía eléctrica consumida por ésta, lo que representa entre 50% y 80% de ahorro energético (MONTEOLIVA; PATTINI, 2013). Sin embargo puede limitar exclusivamente a la búsqueda de espacios energéticamente eficientes (DÍAZ, 2013). Niveles de iluminancia inferiores a los 300 lux recomendados por la norma del año 2000, o de 500 lux recomendados por la versión del año 2015, reducen la percepción de los estímulos visuales, afectando el rendimiento cognitivo (JAGO; TANNER, 1999).

Por otro lado, condiciones acústicas idóneas permiten el entendimiento del discurso del docente y la comunicación efectiva con los alumnos, lo que lo convierte en uno de los aspectos más relevantes (SAN JUAN; HOSES;MARTINI, 2014). Las condiciones sonoras se alteran principalmente por el ruido de fondo, el cual no debe superar el rango normado entre 40 y 45 dB (A), y tiempo de reverberación entre 0,9 y 1,0 segundos.

2. OBJETIVO

Evaluar el cumplimiento de la norma NTC 4595 sobre comodidad ambiental en aulas en Colombia, para identificar los temas con mayor cumplimiento, y los que resultan mas críticos al momento de diseñar los espacios de clase; y su relación con el confort percibido por los estudiantes.

3. METODO

El estudio presentado fue realizado en Cali, una de las principales ciudades capitales de Colombia, ubicada al sur-oeste del país, en la zona cercana al océano pacífico, 3°25´ latitud norte, 76°30´ longitud oeste, entre 950 y 1100 msnm (Figura 01). Se basa en mediciones y encuestas realizadas en el año 2017, en cuatro colégios (Figura 02), en dos periodos del año: lluvioso y seco, semejante a otros estudios realizados en clima tropical y subtropical (NEMATCHOUA; RICCIARDI; BURATTI, 2018). La lluvia ocurre de marzo a mayo, y de final de septiembre a diciembre, mientras los meses secos son entre enero y febrero, y julio y agosto. Las mediciones se realizaron entre el 3 y el 22 de marzo y entre 4 de agosto y el 6 de septiembre del año 2017.



Figura 01: Localización de Santiago de Cali en Colombia



Figura 02: Localización de los colegios del estudio en Cali

La metodologia empleada fué la de auditoria ambiental, la cual permite comparar los datos de parámetros ambientales, registrados a través de equipos de medición especializados, con la encuesta de opinión por parte de los estudiantes y del análisis de las condiciones físicas y espaciales del aula. Cada uno de estos aspectos requiren formas de conseguir, procesar y analizar la información de manera diferente.

El análisis se basa en das aulas por colegio (planta baja y superior), de cuatro colégios públicos construídos en Cali, después de la aparición de la norma NTC 4595 en Colombia. Los colégios se desarrollan a través de naves longitudinales, con sus fachadas largas orientadas, principalmente, de manera perpendicular, o con leves rotaciones, hacia el eje norte-sur, para proteger las fachadas de la radiación solar directa. Tres de los colégios presentan bloque de concreto, y uno de los colégios tiene ladrillo cerámico como material de cerramiento, como se muestra en la Figura 03.



Figura 03: Interiores de las aulas, tipo de aberturas y acabados al interior

3.1. Evaluación objetiva

Se registraron los parámetros ambientales en cada uno de los temas. Los equipos especializados para cada tema, así como las especificaciones técnicas de muestran en la Tabla 1.

Para el confort térmico, se midió la temperatura y humedad relativa tanto del ambiente exterior como del interior de las aulas, cada 10 minutos durante 25 días, en periodo de lluvias, y 30 días en seco.

Para la comodidad visual se registró el nível de iluminancia en cada puesto de trabajo y se caracterizó el aula desde el color y acabado de los materiales. Y por último para la comodidad sonora, se tomaron registros de tempo de reverberación y ruído de fondo, con el aula en uso y vacía, como también se identificaron los acabados de los materiales del aula.



Figura 04: Mediciones simultáneas con la encuesta

Todos los parámetros (i.e. temperatura exterior e interior, humedad relativa exterior e interior, temperatura superficial, velocidad del viento, iluminancia sobre el puesto de trabajo, y ruído de fondo, fueron medidos simultáneamente con la aplicación de la encuesta a los estudiantes (evaluación de percepción subjetiva). Ver Figura 04

TEMAS	Parámetros ambientales	Tipo de medición	Intervalo	Equipo	Especificaciones Tecnicas
TERMICO	Temperatura (°C) y Humedad relativa (%) exterior	Continua	Cada 10 minutos	HOBO U23 Pro V2	Precisión ±0.21°C entre 0° to 50°C, ±2.5% entre 10% a 90% RH (típico).
	Temperatura (°C) y Humedad relativa (%) interior		Cada 10 minutos	HOBO U12-012	Precisión ±0.35°C entre 0° to 50°C, ± 2.5% entre 10% a 90% RH (típico).
	Velocidad del viento	Manual	Cada 30 minutos	LM-8000 Lutron	Rango de 0.4 a 30.0 m/s con resolución 0.1 m/s.
	Temperatura Superficial		Cada 30 minutos	NUBBE	Rango entre -50 a 380 °C, y exactitud de ±2%
VISUAL	Iluminancia (lux) exterior	Manual	Puntual	Luxometro Lutron LX-1102	Rango:40.00/400.0/4,000/40,000/400,000 Lux. Resolución: 0.01 Lux a 100 Lux
	Iluminancia (lux) sobre superficie de trabajo		Puntual		
SON ORO	Ruido de Fondo	Manual	Cada 15 minutos	Sonómetro	Sonómetro clase 1 y analizador de espectro por bandas de tercio de octava y octava

3.1.1 Valores específicos calculados

Los siguientes valores resultan de las ecuaciones, en el tema visual, el Factor de Luz Dia-FLD:

El FLD (%)=Eint / Eext **Ecuación 1**

Donde: Eint= iluminancia interior; Eext=iluminancia exterior

El Coeficiente de Uniformidad.Uo

Uo= Lmin / Lm **Ecuación 2**

Donde Lmin= Iluminancia mínima; Lm=Iluminancia media en el aula.

Con la herramienta CBE COMFORT TOOL, (TYLER et al, 2017) se valida se valida el rango de To bajo el método adaptativo, teniendo como datos de ingreso la To interior y la temperatura promedio exterior (ANSI/ ASHRAE Standard 55, 2010) usada en el análisis térmico en aulas en clima ecuatorial (SUBHASHINI; THIRUMARAN, 2018), y en clima sub tropical (BARUAH; SINGH; MAHAPATRA, 2014) en aulas universitarias.

3.2. Evaluación subjetiva: Encuesta de percepción

Un total de 535 estudiantes aceptaron participar, y contaron con la autorización de sus de sus padres o adultos encargados, entre los 8 y 16 años de edad. Los estudiantes respondieron a la encuesta de opinión sobre las condiciones ambientales del aula (277 durante el periodo lluvioso y 258 en el periodo seco), basada en la herramienta de evaluación subjetiva (G San Juan et al., 1999) (San Juan et al., 2014), que contempla los siguientes temas: Datos personales; (ii) Estado del tiempo; (iii) Prendas de vestir según la clasificación de ASHRAE (2010); (iv) Escala de sensación térmica según ASHRAE, que define: muy caluroso (+3), caluroso (+2), ligeramente caluroso (+1), neutro (0), ligeramente fresco (-1), fresco (-2) y frio (-3).; (v) Ventilación y calidad del aire; (v) Sonido; (vi) Iluminación natural; (vii) Iluminación artificial; (viii) Satisfacción. La actividad metabólica (met) fue asumida como 1,2 para personas en actividades ligeramente sedentarias. El procesamiento de la encuesta se hace a través del programa estadístico IBM SPSS V.24.

3.2.1. Rangos de confort local

La norma NTC 4595, establece unas recomendaciones de diseño, a partir de una clasificación climática. En la versión de la norma del año 2000, Santiago de Cali se ubica en el clima cálido húmedo, y los rangos para esta son:

• Zona de confort térmico con temperaturas operativas entre 22.5°C y 26.0°C, al 60% de HR. (ICONTEC NCT 5316, 2004), para una aceptabilidad del 80%. Dado lo general de la norma NTC4595, se complementa con la NTC 5316.
• Rango de iluminancia interior. Nivel promedio mínimo 300 lux, según la versión del año 2000 y de 500 lux y Coeficiente de Uniformidad- Uo de 60% (año 2015). Factor de Luz Día mayor al 2% en las dos versiones.
• Rango de sonido. Límite es 40 a 45 dB, y tempo de reverberación de 0.9 a 1 segundo

Cada uno de los items que integran los grandes temas de la comodidad, se ponderan en unas planillas de excel, para determinar el porcentaje de cumplimiento final. Dada la diferencia de los rangos entre los temas, la ponderación se realizó independiente. En el tema visual cumplimiento: alto (64% a 67%), y medio (60% a 63%); térmico: alto (61% a 91%) y medio (40% y 60%); y sonoro: bajo (33% a 50%) y muy bajo (14% a 32%).

4. RESULTADOS

Los resultados de los parámetros ambientales registrados, se muestran en la Tabla 1. Los valores son el promedio de las mediciones continuas durante los dos meses (para el caso de los parámetros exteriores al aula), mientras los demás valores corresponden a las mediciones puntuales en simultáneo con la encuesta.

Tabla 1: Resultados de la evaluación objetiva en las aulas al momento de las encuestas

	Temp. Ext. °C	**Temp. Int. °C**	**HR Ext. %**	**HR Int. %**	**TMR °C**	**To °C**	**Ilum. prom. (Lux)**	**FLD (%)**	**Uo (%)**	**Ruido Fondo Db**	**Tiempo Rev (seg)**
1	28.6	27.0	60.8	66.0	26.0	26.5	383.3	1.5	0.1	75.1	1.4
2	28.6	27.5	59.5	64.9	26.9	27.3	368.5	1.4	0.2	78.1	1.3
3	27.4	28.1	56.3	60.8	24.4	26.3	360.0	0.9	0.1	72.0	1.1
4	27.8	27.0	53.0	56.8	25.6	26.3	265.5	0.7	0.0	72.6	1.6
5	28.2	28.6	58.6	55.7	27.9	28.2	2043.0	4.2	0.2	73.5	2.1
6	29.0	29.8	58.0	54.7	29.0	29.4	877.0	1.3	0.1	63.5	1.5
7	24.0	24.3	77.6	76.7	22.9	23.6	1260.0	2.3	0.1	63.2	1.2
8	24.5	25.1	75.2	73.0	24.7	24.9	1332.0	3.8	0.3	72.0	0.9

Los estudiantes manifestaron estar en confort térmico entre 23°C y 28°C de To, (Tabla 1), mientras la norma NTC 5316 recomienda 26°c de To máxima. En cuanto al cumplimiento general de la norma NTC 4595, resultan dos grupos de aulas con porcentajes alto (entre 61 y 91%) y medio (entre 40% y 60%). La recomendación arquitectónica com mayor cumplimiento, es el área de aberturas, ver Figur, sin embargo, otras recomendaciones como el ángulo de incidencia de los ventos (Figur) y factor de ganancia solar de los materiales de la envolvente, no se cumplen.

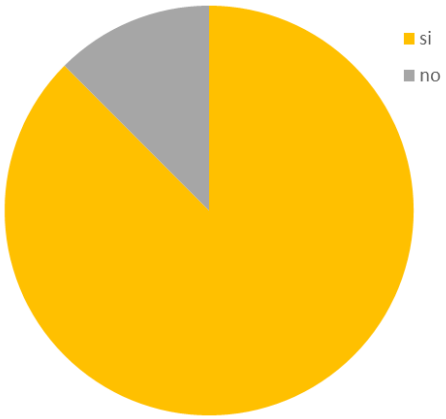

Figura 05: Área efectiva de las aberturas para ventilar (1/6 del área)

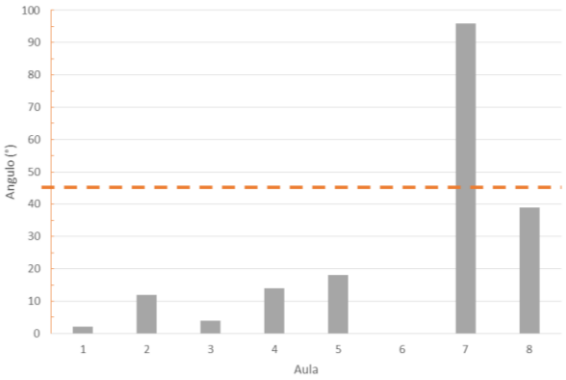

Figura 06: Angulo de incidencia del viento en las aberturas (ángulo 45°)

En el confort visual, la mayoría de las aulas cumplen con las recomendaciones de la norma con porcentajes de cumplimiento medio entre 60 y 66.6% Del total, resultan dos grupos con cumplimiento medio(entre 60% y 64%) y alto (entre 64% y 67%). (ver Figura 07). Los temas de la norma en los que hay mayor cumplimiento son los niveles promedio de iluminancia superiores a 300 lux, el FLD por encima del 2 % (Tabla 1), y las áreas de las aberturas. Mientras en los que hay menos cumplimiento es en los coeficientes de reflexión de cielo rasos (Figura 08) y pisos (Figura 09) y en el Uo (Figura 10) por debajo del 60% (tabla 2), y en la orientación de las fachadas.

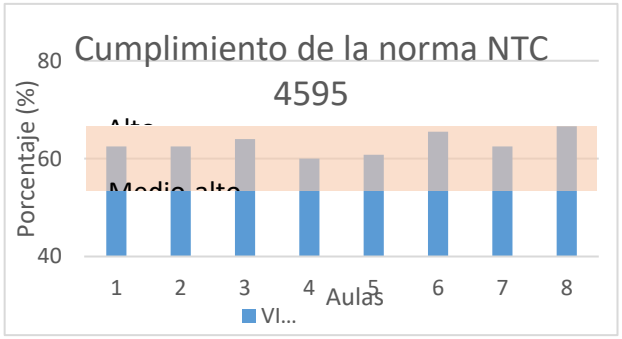

Figura 07: Cumplimiento de la norma visual en las aulas

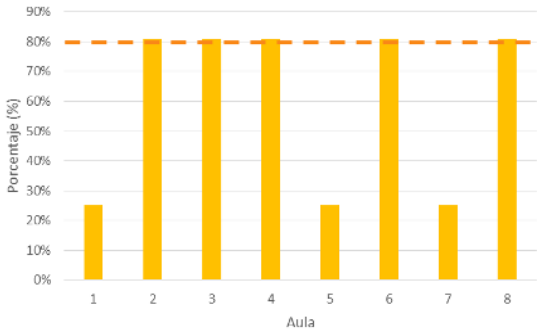

Figura 08: Superfícies de cielos rasos (no inferior a 50% - 70%)

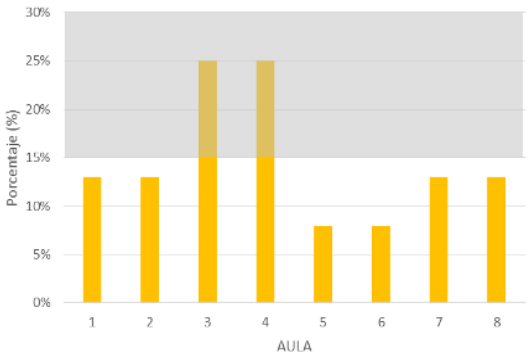

Figura 09: Coeficiente de reflexión de pisos: no inferior a 80%

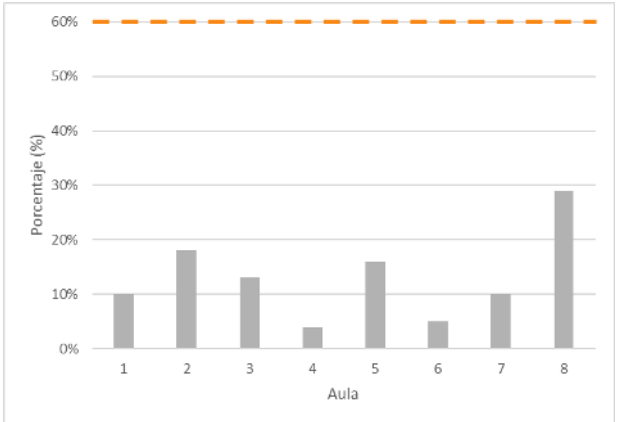

Figura 10: Coeficiente de uniformidade de la luz

Por último, en el confort sonoro, los estudiantes percibieron las voces de sus compañeros como un factor perturbador en clase, mientras las aulas registraron valores de ruido de fondo superiores en todos los casos al rango normado (Figura 11), sin embargo todas las aulas alcanzan el mínimo exigido para el tempo de

reverberación (Figura 12). En cuanto al cumplimiento de la norma, resulta bajo. Solo das aulas alcanzan el 50%, mientras el resto no supera el 28,8% del cumplimiento. Del análisis del cumplimiento resultan dos grupos: muy bajo (entre 14% y 32%) y bajo (33% y 50%). Los temas com mayor cumplimiento son el tempo de reverberación (Figura 12) y la distancia máxima a la fuente sonora. Y en los que menos cumplimiento hay, es en ruído de fondo, y tratamento de los materiales del piso, muros y cielos al interior.

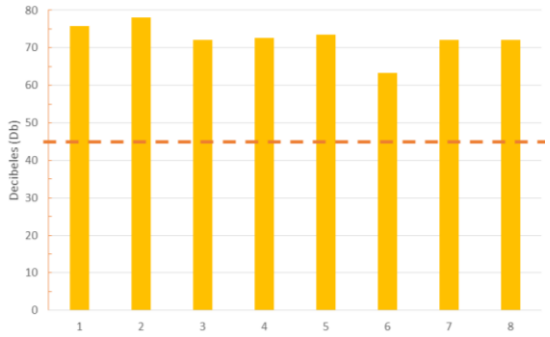

Figura 11: Ruido de fondo (Db)

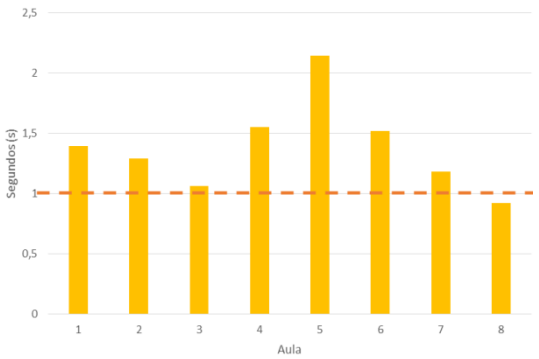

Figura 12: Tiempo de reverberación (seg)

5. CONCLUSIONES

En general en los temas en que hay un mayor cumplimiento en los aspectos de comodidad visual y térmica, es en las áreas de las aberturas, las cuales, en ambos casos, guardan relación con el área de la planta. Sin embargo, en los aspectos en que hay un menor cumplimiento, pueden ser el resultado de:

- Limitaciones del lugar: para el caso de los requerimientos de orientación de las fachadas de manera perpendicular el eje norte y sur, o la orientación con un ángulo de incidencia frente a la dirección de los vientos.
- La necesidad de un conocimiento profundo del comportamiento térmico de los materiales y la implicación de sus acabados en el ambiente lumínico al interior de las aulas.
- La necesidad de un conocimiento especializado en temas como el coeficiente de uniformidad, el cual complementa el análisis de iluminancia promedio del espacio.

En la comodidad sonora, a diferencia de los temas visual y térmico, no hay recomendaciones referidas al área y disposición de las ventanas, su grado de apertura, o sobre las propiedades de los materiales a utilizar. Por el contrario, solo se enfocan en los niveles óptimos a lograr, pero no en el cómo, situación que, para un diseñador, puede resultar poco provechoso.

Los conocimientos profundos en el comportamiento de los materiales o en el coeficiente de uniformidad, pueden darse a través del trabajo interdisciplinario con expertos en bioclimática, y/o con el apoyo en el proceso de diseño desde etapas tempranas de softwares especializados para simular aspectos de los temas térmicos, visuales y sonoros, durante todo el año.

En los últimos años en Colombia, se adelantan investigaciones sobre la NTC 4595, evidenciando la necesidad de una revisión y ajuste de la norma. Se espera que este trabajo, que avanza sobre los anteriores, al discriminar los temas que integran cada uno de los aspectos visual, térmico y sonoro de la norma, permita que la academia y el gobierno trabajen en conjunto para el fortalecimiento de la norma y el beneficio final en la mejor calidad ambiental de los espacios educativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AL-RASHIDI, K. E.; LOVEDAY, D. L.; AL-MUTAWA, N. K. Investigating the applicability of different thermal comfort models in Kuwait classrooms operated in hybrid air-conditioning mode. **Sustainability in energy and buildings**, Springer, p. 347–355. 2009.

ANSI/ ASHRAE Standard 55. Thermal environmental conditions for human occupancy. **ASHRAE Inc**, p.42, 2010.

ARANGO DÍAZ, L.; GIRALDO VÁSQUEZ, N.; CANO VALENCIA, L.; ARENILLA CUERVO, A.. Revisión de las recomendaciones sobre comodidad visual en ambientes escolares. **Norma Técnica Colombiana (NTC) 4595**, p.214-229. Colombia, 2013.

BARUAH, P., SINGH, M. K.; MAHAPATRA, S. Thermal comfort in naturally ventilated classrooms. **30th International Plea Conference**. Ahmedabad, p. 1-8. 2014

DE PAULA XAVIER, A. A.; LAMBERTS, R. Indices of thermal comfort developed from field survey in Brazil. **Transactions-american Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers**, 106(1) p.45-58. 2000

HOYT, SCHIAVON, PICCIOLI, CHEUNG, MOON, (2017). CBE Thermal Comfort Tool. Recuperado de: http://comfort.cbe.berkeley.edu/. Enero de 2019.

ICONTEC. Comentarios Sobre el Tema de Norma Técnica Colombiana NTC 4596 Señalización para Instalaciones y Ambientes Escolares. **Norma Técnica Colombiana 4595 Ingeniería Civil y Arquitectura Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares**. 2000

ICONTEC. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Norma **Técnica Colombiana NTC 5316**. Colombia, 2004

ICONTEC. Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes escolares. **Norma Técnica Colombiana NTC 4595**. Colombia, 2015

JAGO, E., & TANNER, K. Influence of the school facility on student achievement. **Retrieved May**, p.31, 2004.

KWOK, A. **Indoor Environmental Quality (IEQ) Title Thermal comfort in naturally-ventilated and air-conditioned classrooms in the tropics**. 1997

KWOK, A. G.; REARDON, J.; & BROWN, K. Thermal comfort in tropical classrooms/Discussion. **Ashrae Transactions**, p.104, 1031. 1998

LIANG, H.-H.; LIN, T.-P.; HWANG, R.-L. Linking occupants' thermal perception and building thermal performance in naturally ventilated school buildings. **Applied Energy**, p.94, p.355–363. 2012

MONTEOLIVA; J. M., & PATTINI, A. Iluminación natural en aulas: análisis predictivo dinámico del rendimiento lumínico-energético en clima soleados. **Ambiente Construído**, p.13(4), p.235–248. España, 2013

NEMATCHOUA, M. K.; RICCIARDI, P.; BURATTI, C. Adaptive approach of thermal comfort and correlation between experimental data and mathematical model in some schools and traditional buildings of Madagascar under natural ventilation. **Sustainable Cities and Society**. 2018

RODRIGO, B. G.; SANABRIA, J. C.; MARCHAMALO, M.; UMANA, M. Análisis del confort y el comportamiento higrotérmico de sistemas constructivos tradicionales y actuales en viviendas de Santa Ana-Ciudad Colón (Costa Rica). **Informes de La Construcción**, p.64(525), p.75–84. España, 2012

SAN JUAN, G.; HOSES, S.; MARTINI, I. Aprendizaje en las escuelas del siglo XXI: Nota 5. **Auditoría ambiental y condiciones de confort en establecimientos escolares**. Argentina, 2014

SUBHASHINI, S.; THIRUMARAN, K. A passive design solution to enhance thermal comfort in an educational building in the warm humid climatic zone of Madurai. **Journal of Building Engineering, 18(April)**, p.395–407. 2018

TREBILCOCK, M.; BOBADILLA, AM.; PIDERIT, B.; GUZMÁN, F.; FIGUEROA, R.; MUÑOZ, C.; SANCHEZ, R.; HERNÁNDEZ, J. Environmental Performance of Schools in Areas of Cultural Sensitivity. PLEA2012 - **28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an Environmentally Responsible Architecture, (November 2012)**, p.7–12. 2012

ZAPATA C.; TILANO L.; T. L. ET ALL. Identificación de factores de desempeño ambiental (acústico, térmico y visual) determinantes de la salud mental de docentes de escuelas públicas de Bogotá, Medellín y Cali. In Alapsa. **VIII CONGRESO LATINOAMERICANO DE PSICOLOGÍA DE LA SALUD** (p. 2018). La Habana. 2018

AGRADECIMIENTOS

A los colégios que hicieron parte del estúdio, y en especial, a los rectores, maestros y estudiantes , por su generosidad y entusiasmo.