

LA TEMPERATURA DE COLOR Y SU ROL DENTRO DE LA ILUMINACIÓN ARTIFICIAL DE ESPACIOS DE EDUCACIÓN INICIAL¹

COLOR TEMPERATURE AND ITS ROLE WITHIN THE ARTIFICIAL LIGHTING OF INITIAL EDUCATION SPACES

DOI: <https://doi.org/10.47796/ra.2021i19.490>

PRESENTADO : 24.04.21

ACEPTADO : 25.06.21

GABRIELA ALEXANDRA VERA MAZUELOS²

Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona - España

<http://orcid.org/0000-0001-7241-784X>

gabriela.alexandra.vera@estudiant.upc.edu

ADRIÁN MUROS ALCOJOR³

Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona - España

<http://orcid.org/0000-0002-0167-2904>

adrian.muros@upc.edu

RESUMEN

Los centros de educación inicial, después del hogar, son el primer espacio donde los niños habitan; por tanto, forman parte esencial de su desarrollo. A partir de ello, la investigación analizó la relación entre la temperatura de color presente en los sistemas de iluminación artificial en espacios de educación inicial y los distintos ámbitos del desarrollo infantil en niños de 0 a 5 años. El objetivo fue demostrar que, a través del control de la temperatura de color en los sistemas de iluminación artificial, se puede estimular diversos ámbitos del desarrollo infantil. Se analizaron criterios dentro del desarrollo físico, cognitivo, psicomotor y sensorial de niños de educación inicial, así como cualidades de la temperatura de color. De esta manera, se plantea una propuesta de iluminación dinámica que estimule ámbitos del desarrollo infantil a través de escenas de luz. En

ABSTRACT:

Early childhood education centers are the first space that children inhabit after home and are an essential part of their development. In this sense, the research analyzed the relationship between the color temperature present in artificial lighting systems in early childhood education spaces and different areas of child development in children from 0 to 5 years old. With the aim of demonstrating that, through the control of color temperature in artificial lighting systems, various areas of child development can be stimulated. Criteria within the physical, cognitive, psychomotor and sensory development of early childhood children and the qualities of color temperature were analyzed. In this way, a proposal for dynamic lighting is proposed that stimulates areas of child development through light scenes. In this sense, artificial lighting becomes

¹ La investigación fue realizada para la obtención del título oficial de máster universitario en Estudios Avanzados en Arquitectura por la Universidad Politécnica de Catalunya, especialidad en Innovación Tecnológica en la Arquitectura.

² Arquitecta egresada de la Universidad Privada de Tacna, con maestría en Estudios Avanzados de la Arquitectura en la línea de innovación tecnológica en la construcción en la Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España. Actualmente jefe de prácticas de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Privada de Tacna.

³ Doctor arquitecto, profesor de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona (ETSAB) de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) desde 1990. Docente de asignaturas de grado en Arquitectura, de especialidad y de máster en el campo de la iluminación y acondicionamiento ambiental. Director del Taller de Estudios Lumínicos de la UPC-ETSAB donde se lleva a cabo trabajos de investigación y de diseño en el campo de la iluminación artificial.

este sentido, la iluminación artificial se convierte en un recurso que puede emplearse para estimular actividades desarrolladas en espacios de educación inicial y puede constituirse en una herramienta de diseño, con el objetivo de lograr un ambiente estimulante.

PALABRAS CLAVE: Iluminación, temperatura de color, espacios de educación infantil.

INTRODUCCIÓN

El ser humano está rodeado de factores ambientales tanto internos como externos que intervienen en el desarrollo de sus actividades, por ende, la influencia de los espacios de educación infantil en el desarrollo físico, social, cognitivo y emocional de los niños es inherente, como se expone en el estudio “The physical environment factors in preschools in terms of environmental psychology: a review” (Ata, Deniz y Akman, 2012). El análisis de los factores de psicología ambiental ha sido estudiado con mayor énfasis durante los últimos años con el objetivo de determinar criterios relevantes dentro del diseño en preescolares. Uno de los estudios titulado “The holistic impact of classroom spaces on learning in specific subjects” identificó siete parámetros que, en conjunto, explican el porcentaje de la variación en el progreso académico logrado por los alumnos; estos son la luz, temperatura, calidad del aire, conexión con la naturaleza, flexibilidad, complejidad y color (Barrett et al., 2015).

En este contexto, se comprende la percepción del espacio desde las condiciones de niños de 0 a 5 años, por lo que el diseño empleado para ellos debería seguir los siguientes principios: estimulante, accesible, flexible, funcional, estético y agradable para los sentidos (Blasco y Vizcaino, 2012).

a resource that can be used to stimulate activities carried out in initial education spaces and can become a design tool, with the aim of achieving a stimulating environment.

KEYWORDS: Lighting, temperature of color, children's education spaces.

Es claro que existen múltiples factores ambientales como la luz, el color, el aire, la ventilación, la temperatura, etc. A ellos, se suman las necesidades pedagógicas y las físicas especiales. Teniendo esto en cuenta, para el diseño de los entornos escolares, se debe considerar un enfoque multidisciplinario que incluya pedagogos, psicólogos educativos y arquitectos.

Estudios específicos sobre la iluminación en espacios de educación han demostrado que a través de variaciones en la iluminación artificial se puede influir en la agudeza visual, en las tareas de concentración (Cachán et al., 2012), y en el rendimiento académico de los estudiantes (Mahone Group, 1999). Por otro lado, diferentes investigaciones neurobiológicas relacionan la estimulación de los sentidos en la construcción del conocimiento, considerando la iluminación como un elemento de estimulación presente en el espacio. Con estos antecedentes, se puede verificar que la luz artificial, y en especial la temperatura de color, tiene una importante influencia dentro del comportamiento humano y en el desarrollo de sus actividades dentro de los espacios para la educación. De ese modo, el objetivo principal del estudio fue investigar la relación entre la temperatura de color, presente en los sistemas de iluminación artificial dentro de los espacios de educación inicial —sabiendo que otras propiedades lumínicas están

normadas y no son alteradas con el cambio en la temperatura de color— y su influencia sobre el desarrollo físico, motor, cognitivo y emocional de los niños, con la finalidad de referenciar rangos con ámbitos del desarrollo infantil. Se plantea la hipótesis que, a través del control de la temperatura de color en los sistemas lumínicos de espacios de educación inicial, se puede estimular el proceso de aprendizaje y desarrollo infantil. El método de análisis lumínico de ambientes de estudio se basó en una revisión bibliográfica de los casos de estudio a nivel internacional; a partir de lo cual, se estructuró la información obtenida para el análisis y la determinación de criterios y parámetros para la creación de la propuesta lumínica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se enmarca en el tipo de investigación correlacional, ya que persigue medir el grado de relación que existe entre el control de la temperatura de color en espacios de educación inicial y el desarrollo físico, social, cognitivo y emocional de niños. En cuanto a la naturaleza de los datos recogidos, el presente estudio corresponde a uno cuantitativo, cuyos datos complementaron el análisis realizado a partir de los recolectados por revisión documental de investigaciones de relevancia a nivel internacional en el ámbito del estudio de la iluminación en espacios educativos. Para alcanzar el objetivo propuesto, se ejecutaron tres etapas. La primera para el análisis y recolección de información, identificación de variables basada en bibliografía y posterior correlación. La segunda comprendió la determinación de parámetros en el control de la temperatura de color para la propuesta lumínica de 5 escenas de luz. La tercera consistió en una simulación de estas diferentes escenas, representando los cambios en la temperatura de color.

DESARROLLO

El desarrollo de los niños implica un aprendizaje continuo y cambiante en tanto domina movimientos, pensamientos, sentimientos y relaciones interpersonales más complejos (Myers, 1993). En ese sentido, el estudio se enfocó en espacios de educación para niños sanos de 0 a 5 años, para lo cual se establecieron parámetros basados en la teoría de Piaget sobre el desarrollo cognitivo y psicomotriz de la primera infancia, los que posteriormente se relacionaron con parámetros lumínicos que actúan dentro del centro de educación inicial. El proceso desarrollado para analizar y comparar la información generada en diferentes estudios se fundamentó en las siguientes etapas.

Primera Etapa: Análisis y Recolección de Información

Se realizó la revisión de bibliografía relacionada a los ámbitos de desarrollo evolutivo de niños 0 a 5 años que se trabaja en las escuelas: la relación personal-social (interacciones de niños con adultos, interrelación con niños y expresión de los sentimientos); el aspecto adaptativo, relacionado a actividades como comer y dormir; el desarrollo motor, referido a la coordinación corporal o locomoción y coordinación fina o perceptiva; el ámbito cognitivo en cuanto a la discriminación perceptiva, desarrollo de la memoria, pensamiento y habilidades escolares. Según Piaget se puede determinar el proceso cognitivo y motor de acuerdo a la edad. Ello y otros aspectos espaciales de aulas destinadas a niños 0-1, como la variación en la capacidad de percibir el color, el desarrollo de la coordinación motora gruesa en niños de 2 a 3 años y la fina en niños de 3 a 4 años, son aspectos fundamentales a considerar en la creación de espacios que estimulen las capacidades físicas y psicológicas de cada etapa dentro del desarrollo del niño.

Esta etapa también consideró la identificación de variables basada en bibliografía consultada. A partir de este análisis se seleccionaron 3 ámbitos del desarrollo evolutivo: adaptativo (comer y dormir), motriz fina, motriz gruesa y desarrollo cognitivo. Con respecto a los parámetros lumínicos se analizaron parámetros independientes: temperatura de color, potencia lumínica, índice de reproducción cromática y sistema de iluminación. De los parámetros analizados, se determinó que la variación en temperatura del color está directamente asociada a efectos en el comportamiento del ser humano, así como también en aspectos del ámbito psico-motor presentes en los niños. Dentro de los parámetros lumínicos estudiados, la temperatura de color, a diferencia de la potencia lumínica e índice de reproducción cromática, es un parámetro que no está normado a nivel nacional o internacional, sin embargo, la relación que existe en el comportamiento del ser humano es conocida.

Asimismo, se diseñó una tabla de correlación de variables. Se estudió los parámetros lumínicos identificados en la fase anterior y su relación con los ámbitos de desarrollo infantil. Se organizó la información obtenida a partir de las investigaciones, considerando la temperatura de color (de 2100K hasta 14000K) y sus efectos. Se pudo identificar que, en una iluminación con una temperatura de color cercano a 2100 K, el índice de rendimiento empeora e induce a la calma, por lo cual sería ideal para actividades de transición del recreo a las aulas. Mientras que iluminaciones con una temperatura de color cercana a 12000K, o mayor, influye en la mejora del proceso cognitivo y puede ayudar a activar a los niños en las primeras horas de la mañana.

La tabla 1 representa el análisis de los estudios llevados en condiciones experimentales y los resultados que se obtienen a partir de ellos, referidos al control y variación de la temperatura de color enfocados a las actividades humanas en entornos de espacios de educación.

Tabla 1. La temperatura de color y su influencia en actividades propias de la educación infantil

Temperatura de Color	Efecto
2900K	Induce a la calma. Utilizado para la transición del recreo a las aulas de clase. (Cachán et al.,2012)
3000K	Peor rendimiento de concentración. Mayor % de errores. (Keis et al.,2014)
3500K	Es relajante. Mejora las actividades lúdicas en el recreo. (Choi y Suk,2016)
4000K	Ideal para actividades que no requieren esfuerzo visual. (Cachán et al., 2012)
4100K	Mejora el compromiso y la participación. (Pulay y Williamson, 2019) Adecuado para leer, escuchar, concentrarse para las matemáticas y trabajo en silencio. Apropiado para juegos grupales, manualidades y la alimentación. (Rijswijk, 2013)
5100K	Mejora el rendimiento en el cambio de las tareas de los niños en edad pre escolar. (Hartstein, LeBourgeois y Berthier, 2018) Peor rendimiento académico, más lento. '—'(Choi y Suk, 2016)
5500K	Mejor rendimiento académico. Aumento de la grasa corporal. (Hathaway, 1995)
6500K	Es más excitante y menos relajante. Mejor rendimiento académico. '—'(Choi y Suk, 2016)
8000K	Incita la concentración. Mejora la participación y atención en clase. (Cachán et al., 2012)
12000K	Luz energética. Puede ayudar a la activación en las primeras horas de la mañana. Mejora la participación y atención en clase. (Cachán et al., 2012)
4000K + 14000K luz indirecta	Mejora la velocidad en el proceso cognitivo. (Keis et al., 2014)

Fuente: Elaboración propia a partir de revisión de bibliografía

Segunda Etapa

En esta etapa, se reconocen y analizan los ámbitos del desarrollo evolutivo del infante que se trabajan en las escuelas: factores adaptativos, sociales, motores, cognitivos, etc. Se estableció como referencia la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget quien identifica el periodo censo-motor en niños de 0 a 2 años, el

pre-operacional en niños de 2 a 3 años, la etapa del pensamiento pre-operacional y las fases del pensamiento intuitivo, contemplando el desarrollo evolutivo en niños de 0 – 5 años. También se analizó el estudio sobre visión del color en los niños (Fernández, Llobet y González, s.f.) para referenciar las necesidades en el desarrollo sensorial y perceptual en niños de 0 a 5 años.

Tabla 2. Desarrollo infantil según Piaget

Edad	Desarrollo Cognitivo según Piaget		
0 - 2	Periodo senso-motor. Al término de este, los bebés ya forman representaciones mentales de su realidad circundante. Acción reacción.		
2 - 4	Periodo pre operacional: se da paso al aprendizaje por imitación y se obtiene una relación de causa – efecto.		
4 - 5	Fase del pensamiento intuitivo:	Etapa del pensamiento pre-operacional:	La participación social aumenta. La verbalización de los pensamientos imita a otros incorporando sus valores. El juego adquiere un carácter social, las reglas son necesarias, el código moral sigue siendo obedecer. Puede pensar una idea a la vez, se preocupa por las partes no por el todo. Generaliza los símbolos con las imágenes. Juzga sus experiencias según las experiencias anteriores y sus resultados. Hace generalizaciones inmediatas, evaluaciones absolutas sin concepto de relatividad, solo hay mejor y peor sin puntos intermedios. El juego y la fantasía representan las reglas y los valores de los adultos.
5 - 6	El pensamiento se expresa por el lenguaje.	Investigación permanente	

Fuente: De Pérez y Jeta (s.f.).

Se elaboró una lista de los parámetros del desarrollo infantil a considerar —según la teoría analizada—, y de los resultados de los estudios lumínicos en condiciones reales previamente expuestos, para identificar las correlaciones existentes entre las necesidades ambientales que presentan los niños en espacios escolares, con los efectos del control de temperatura de color en ambientes educativos.

Se obtuvo una lista de los 5 ámbitos del desarrollo presentes en los espacios de educación inicial: cognitivo, motor, adaptativo, comunicación y personal social. De estos, solo se estableció la relación con los efectos del control de temperatura de color en la iluminación artificial en los tres primeros ámbitos mencionados, los cuales pueden ser estimulados con los parámetros lumínicos, específicamente bajo condiciones de temperatura de color determinadas,

correspondientes a las actividades desarrolladas en el espacio.

Tercera Etapa: Simulación de Escenas de Luz

La simulación de las escenas considera el cambio de temperatura de color para estimular una actividad determinada. Se sostiene que la luminaria utilizada debe cumplir con el mínimo de potencia necesaria para una iluminación correcta en el plano de trabajo de 300 lx y un mínimo de CRI de 80 según normativa peruana. No se considera la potencia de la luminaria, ya que los luxes no se modifican con el cambio de temperaturas de color. En la escena 1, para el ámbito cognitivo se obtuvo un rango mayor, por lo que refiere una línea de investigación abierta.

RESULTADOS

El propósito de este estudio fue identificar los efectos del control de la

Temperatura del Color Correlacional (TCC) de iluminación artificial en el desarrollo evolutivo de la primera infancia, en centros de educación inicial, aplicables para desarrollar un sistema de iluminación dinámico que responda a las diferentes actividades realizadas en un mismo entorno de aprendizaje.

Se determinaron parámetros lumínicos que permiten estimular 5 actividades desarrolladas en el aula de educación para la primera infancia: actividad cognitiva, actividad motora fina, actividad motora gruesa, actividades adaptativas, comer, dormir.

Tabla 3. Correlación ámbitos del desarrollo infantil Y Parámetros Lumínicos

Ámbitos del Desarrollo		Condiciones Lumínicas	
		TCC	Otra consideración
Cognitivo	Discriminación perceptiva	5500K	luz indirecta de 1400K + 4000K luz directa
	Memoria	6500K	
	Razonamiento y actividades escolares.	8000K	
	Desarrollo conceptual.	12000K	
Motor	Gruesa: Control muscular, coordinación corporal, locomoción.	3500K	5100K cambio de tareas
	Fina: Motricidad fina. Motricidad perceptiva.	5100K	
Adaptativo	Comer	4100K	
	Dormir	2900K, 3500K	

Fuente: Elaboración propia a partir de revisión de bibliografía

En base a las tablas descritas en la fase 2 del estudio, se obtuvo una lista de los 5 ámbitos del desarrollo seleccionados junto con los parámetros lumínicos que debe presentar el

espacio para lograr estimular dichos ámbitos en los niños. Y la simulación de las escenas considera el cambio de temperatura de color para estimular una actividad determinada.

Tabla 4. Propuesta de escenas lumínicas

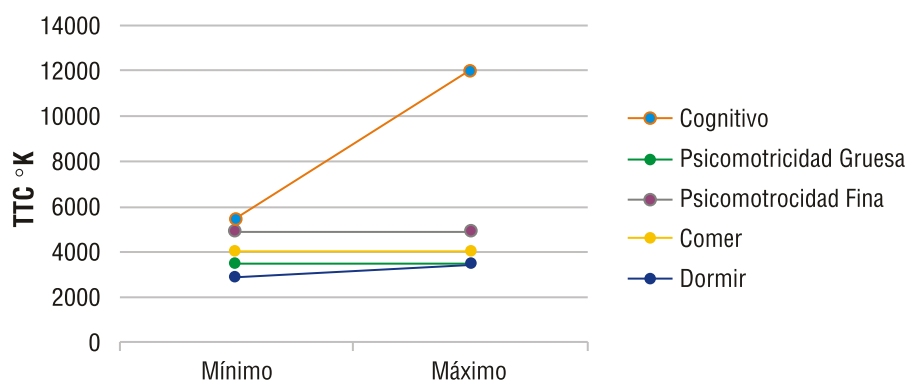
Dormir Escena 5	Psicomotor Grueso Escena 4	Comer Escena 3	Psicomotor Fino Escena 2	Cognitivo Escena 1
2900K	3500K	4100K	5100K	5500K 6500K 8000K 12000K
				

Fuente: Elaboración propia

De la relación de variables de actividad (cognitiva, motora fina, motora gruesa, actividades adaptativas) y la temperatura de color correlacionada, existe un rango mayor de

posibilidades a partir los 5500k° hasta 14000k°, teniendo en cuenta que cuanto más alto sea la TCC se observó un mejor rendimiento cognitivo.

Figura 1. Relación entre TCC y actividades

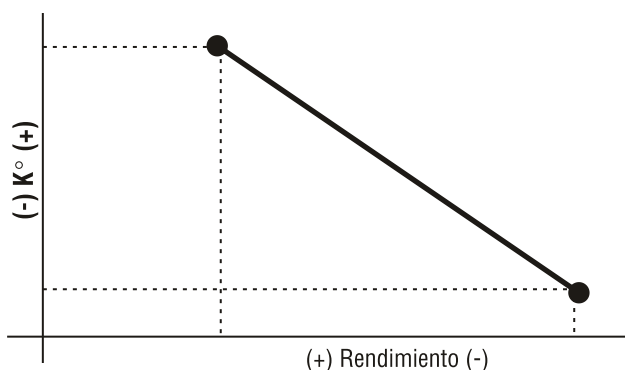


Fuente: Elaboración propia

De la relación de variables de rendimiento y variación en la temperatura de color correlacionada, podemos decir que a

mayor °K se tiene un mejor rendimiento cognitivo, mientras que a menor °K el rendimiento cognitivo es deficiente.

Figura 2. Relación entre rendimiento cognitivo y Temperatura de color °K



Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN

Es importante señalar que, aunque los resultados de los diferentes estudios analizados respaldan que la temperatura de color correlacionada (TCC) de la iluminación artificial influye en la respuesta fisiológica, cognitiva y conductual de los niños en los espacios educativos, es necesario un mayor periodo para

llevar a cabo experimentos de laboratorio y en ambientes reales, con las 5 escenas de luz propuestas. Ello contribuiría a la obtención de resultados consistentes.

Además, se debe tener en cuenta las limitaciones físicas del espacio, el nivel de iluminancia, su efecto en combinación con diferentes TCC, el tiempo de exposición para

cada condición de iluminación, aspectos que deben verificarse antes de aplicar los pre-ajustes de las escenas lumínicas propuestas.

En particular, el efecto positivo de temperaturas de color cercanas o mayores a 6000K° es un efecto conocido dentro de la exaltación cognitiva humana observado en múltiples investigaciones; sin embargo, eso no significa necesariamente que cuanto mayor sea la TCC, mejor será el rendimiento de niños en todas sus etapas de desarrollo.

CONCLUSIONES

Se sostiene la importancia de la iluminación artificial como elemento de estimulación dentro del diseño interior de espacios de educación infantil. Se determinó que el control de la temperatura de color correlacionada puede estimular las actividades y emociones de los niños. Ello sin comprometer las propiedades de los sistemas de iluminación que se centran en el cumplimiento de las normativas de condiciones mínimas de iluminación en espacios educativos especificados en la norma EM-110, pues la alteración del TCC no modifica las propiedades de potencia, el índice de deslumbramiento o el índice de reproducción cromática. En tal sentido, se identificó la relación existente entre la temperatura de color correlacionada presente en los sistemas de iluminación de escuelas de educación inicial y los ámbitos de desarrollo infantil, identificando 5 actividades concretas que pueden ser estimuladas a partir del control y configuración de escenas lumínicas.

Sobre el confort lumínico de los espacios destinados a las actividades del ámbito de desarrollo infantil, se reconoce que la normativa de iluminancia para este tipo de espacios regula la luminancia en el plano de trabajo y el índice de reproducción cromática; sin embargo, no existe un manual o normativa a nivel nacional o internacional que se refiera al uso de la TCC.

Finalmente, con referencia al efecto positivo de una alta temperatura de color correlacionada que demostró una mejora en las actividades cognitivas, se sugiere una línea de investigación abierta, ya que puede existir un punto de inflexión con respecto al rendimiento en el que una TCC mayor a 14000k° ya no sea estimulante en las actividades cognitivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ata, S., Deniz, A., y Akman, B. (2012). The physical environment factors in preschools in terms of environmental psychology: a review. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, (46), 2034–2039.

Barrett, P., Davies, F., Zhang, Y, y Barrett, L. (2015). The impact of classroom design on pupils' learning: final results of a holistic, multi-level analysis. *Building and Environment*, (89), 118–133.

Blasco, A. y Vizcaino, M. (2012). *Hablemos de Educación Infantil : Orientaciones y Recursos (0-6 Años)*. Wolters Kluwer.

Cachán, C., Begoña C., García, M., y Mateo, P. (2012). Estudio sobre la influencia de la iluminación en el rendimiento escolar. *Luces CEI*, (45), 14–17.

Choi, K., y Suk, H. (2016). Dynamic lighting system for the learning environment: performance of elementary students. *Optics Express*, 24(10), A907.

Fernández, E., Llobet, S., y González, T. (s.f.). *Visión del color en los niños*.

Hartstein, L., LeBourgeois, M., y Berthier, N. (2018). Light correlated color temperature and task switching performance in preschool-age children: preliminary insights. *PLoS ONE* 13(8), 1–14.

Hathaway, W. (1995). Effects of school lighting on physical development and school performance. *The Journal of Educational Research*, 88(4), 228–42.

Keis, O., Helbig, H., Streb, J., y Hille, K. (2014). Influence of blue-enriched classroom lighting on students' cognitive performance. *Trends in Neuroscience and Education* 3(3–4), 86–92.

Mahone Group Heschong. (1999). California board for energy efficiency condensed report daylighting in schools Heschong Mahone Group.

María Pérez, P., y Jeta, A. (s.f.). El desarrollo emocional infantil (0-6 años): pautas de educación.

Myers, R. (1993). Los doce que sobreviven : fortalecimiento de los programas de desarrollo para la primera infancia en el tercer mundo. Organización Panamericana de la Salud.

Pulay, A., y Williamson, A. (2019). A case study comparing the influence of led and fluorescent lighting on early childhood student engagement in a classroom setting. *Learning Environments Research*, 22(1):13–24.

Rijswijk, J. V. (2013). The effect of different classroom light settings on the behavior and emotions of children with autism spectrum disorders.