



Universitat Politècnica de Catalunya Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona

UPC-ETSAB

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

## ANÁLISIS DE LA ILUMINACION

---

COMO ELEMENTO DE ESTIMULACION, EN ESPACIOS DE EDUCACIÓN INFANTIL EN LA PRIMERA INFANCIA

PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MÁSTER OFICIAL UNIVERSITARIO ESTUDIOS AVANZADOS EN ARQUITECTURA

LÍNEA DE ESPECIALIZACIÓN:

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA ARQUITECTURA

PRESENTADO POR:

ARQ. GABRIELA ALEXANDRA VERA MAZUELOS

DIRECTOR:

DR. ARQ. ADRIÁN MUROS I ALCOJOR

BARCELONA, OCTUBRE 2019



**AGRADECIMIENTOS:**  
A mis padres Marco y Sobeyda



# ABSTRACT

---

Artificial lighting is a resource that can be used to stimulate different activities carried out in a space; Early childhood education spaces house the emotional, cognitive, physical and motor development of children; being demonstrated through multiple investigations that the light within a space destined for learning can influence positive or negative depending on its application, luminous characteristics and its relation with the colors of the space.

This research studies the relationship between lighting systems and their light properties within child development in early childhood education spaces taking the classroom as the main space, based on the objective criteria of physical, cognitive, psychomotor and sensory development in children from 0 to 6 years, the classification of lighting systems, the analysis of studies on the influence of lighting on child development and the analysis of cases in real conditions, which subsequently allow us to identify the characteristics and parameters for a proposal of a dynamic lighting system that stimulates areas of development that take place in a classroom through 5 light scenes: COGNITIVE, FINE MOTOR, THICK ENGINE, EAT AND SLEEP; This can become a tool when it comes to designing from the point of view of lighting in order to achieve a stimulating design in children's education spaces.

The research aims to demonstrate the influence and importance of the lighting of preschool centers in the process of learning and development of children; through color control can be stimulated.

**Children's education spaces, lighting, temperature of color.**

# RESUMEN

---

La iluminación artificial es un recurso que puede emplearse para estimular distintas actividades desarrolladas en un espacio; Los espacios de educación infantil para la primera infancia albergan el desarrollo emocional, cognitivo, físico y motor de los niños; siendo demostrado a través de múltiples investigaciones que la luz dentro de un espacio destinado al aprendizaje puede influir positiva o negativa dependiendo de su aplicación, características luminosas y su relación con los colores del espacio.

Esta investigación estudia la relación existente entre los sistemas de iluminación y sus propiedades lumínicas dentro del desarrollo infantil en espacios de educación para la primera infancia tomando como espacio principal el aula, tomando como base los criterios objetivos del desarrollo físico, cognitivo, psicomotor y sensorial en los niños de 0 a 6 años, la clasificación de los sistemas de iluminación, el análisis de estudios sobre la influencia de la iluminación en el desarrollo infantil y el análisis de casos en condiciones reales, que posteriormente nos permitan identificar las características y parámetros para una propuesta de un sistema de iluminación dinámico que estimule ámbitos del desarrollo que tienen lugar en un aula a través de 5 escenas de luz: COGNITIVO, MOTOR FINO, MOTOR GRUESO, COMER Y DORMIR; Esto puede constituirse en una herramienta para la hora de diseñar desde el punto de vista de la iluminación con el objetivo de lograr un diseño estimulante en los espacios de educación infantil.

Con la investigación se pretende demostrar la influencia e importancia de la iluminación de centros preescolares en el proceso de aprendizaje y desarrollo de los niños; Y que a través del control de la temperatura de color se pueden estimular.

Iluminación, Temperatura de color, Espacios de Educación infantil,

# INDICE

---

<b>CAPITULO I -</b>	
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	<b>11</b>
Objetivos:	11
Objetivo General	11
Objetivos Específicos	11
Justificación:	11
Metodología	12
<b>CAPITULO II - FACTORES DETERMINANTES EN LA PERCEPCIÓN DEL ESPACIO DENTRO DEL ESPACIOS DE EDUCACIÓN INFANTIL</b>	<b>13</b>
2.1. Sobre la Luz	13
2.2.Sobre el Color	15
2.3.Sobre la relación entre color, luz y materialidad con la percepción de los efectos lumínicos y la comprensión del espacio	18
<b>CAPITULO III - PARAMETROS DE DISEÑO EN GUARDERÍAS</b>	<b>19</b>
3.1. El aula en la escuela infantil	19
3.2. Normas de diseño de guarderías	21
3.3.Análisis del usuario	23
3.3.1. Desarrollo físico. La escala del niño de 0-6 años	24
3.3.2.Desarrollo cognitivo. Etapas de desarrollo de Piaget	24
3.3.3. Desarrollo psicomotor. La importancia del movimiento	26
3.3.4. Desarrollo sensorial y perceptual. La percepción del color	27
<b>CAPITULO IV - LOS SISTEMAS DE ILUMINACION Y SU APLICACIÓN EN GUARDERIAS</b>	<b>28</b>
4.1.Iluminación natural en guarderías y escuelas infantiles	28
<i>Luz del día en el proceso de desarrollo y aprendizaje</i>	28
<i>Luz del día y ritmo circadiano</i>	29
<i>Estrategias de iluminación natural para guarderías y escuelas infantiles</i>	29
4.2. Iluminación artificial en guarderías y escuelas infantiles	30
4.3. Consideraciones técnicas de iluminación	31
4.4. Sistemas de iluminación	32
<b>CAPITULO V - LA ILUMINACIÓN Y SU INFLUENCIA EN EL DESARROLLO INFANTIL</b>	<b>35</b>
5.1. Efectos De La Luz En Los Niños – Efectos visuales, biológicos, psicológicos y cognitivos	35
5.2. Estudios Seleccionados para el Análisis Sobre Iluminación En Centros de educación	36
5.2.1. Cuadro resumen	50

<b>CAPITULO VI - ESTUDIO DE CASOS</b>	<b>51</b>
6.1. Escuela Infantil “Els Colors” _____	51
6.2. Escuela Infantil de Arganda del Rey de Picado y de Blas. _____	53
6.3. Escuela infantil “Pablo Neruda”. Alcorcón, Madrid. _____	54
6.4. Escuela Infantil en Vélez-Rubio, Almería _____	56
6.5. Escuela Infantil el Chaparral, Granada. _____	57
6.6. Escuela Infantil Epinay, France. _____	59
6.7. Escuela Infantil Primetime, Brasil. _____	60
6.8. Escuela Infantil Monthey nursery, Switzerland. _____	62
6.9. Escuela Infantil les graines d’étoiles, France. _____	64
Cuadro Resumen _____	66
<b>CAPITULO VII - ANALISIS Y CLASIFICACION DE LA INFORMACION</b>	<b>67</b>
Etapa 01: Información Obtenida. _____	67
Etapa 02: Identificación de variables para generar márgenes. _____	69
Etapa 03: Identificación de variables en los casos de estudio. _____	71
Etapa 03: Listas de parámetros del desarrollo infantil a considerar. _____	71
Etapa 04: Tabla de correlación de variables. _____	72
Etapa 05: Resultados (Ámbitos del desarrollo – Parámetros) _____	72
<b>CAPITULO VIII - PROPUESTA Y DESARROLLO DE INVESTIGACION</b>	<b>73</b>
Hipótesis del estudio _____	73
Desarrollo del estudio _____	73
Implementación: _____	73
Ubicación: _____	74
Espacio destinado: _____	74
Escena de luz, propuestas para el análisis aplicado _____	76
Simulación de las escenas: _____	77
<b>CONCLUSIONES - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>78</b>
Conclusiones _____	78
Líneas abiertas de investigación _____	79
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>80</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>82</b>



# CAPITULO I

## - DESCRIPCIÓN GENERAL

### Objetivos:

#### Objetivo General

Investigar la relación de la iluminación dentro del espacios de educación para la primera infancia y su influencia sobre el desarrollo físico, motor, cognitivo y emocional de los niños; para referenciar parámetros lumínicos con aspectos del desarrollo infantil.

#### Objetivos Específicos

- Investigar los efectos de la iluminación en el diseño de espacios de educación infantil para la primera infancia y su influencia en el desarrollo de los niños.
- Analizar los estudios e investigaciones sobre la iluminación en el desarrollo infantil en centros preescolares.
- Explicar las características de los parámetros lumínicos y cromáticos en las guarderías.
- Realizar una propuesta de las bases teóricas en un diseño lumínico como una herramienta para el diseño de guarderías.

### Justificación:

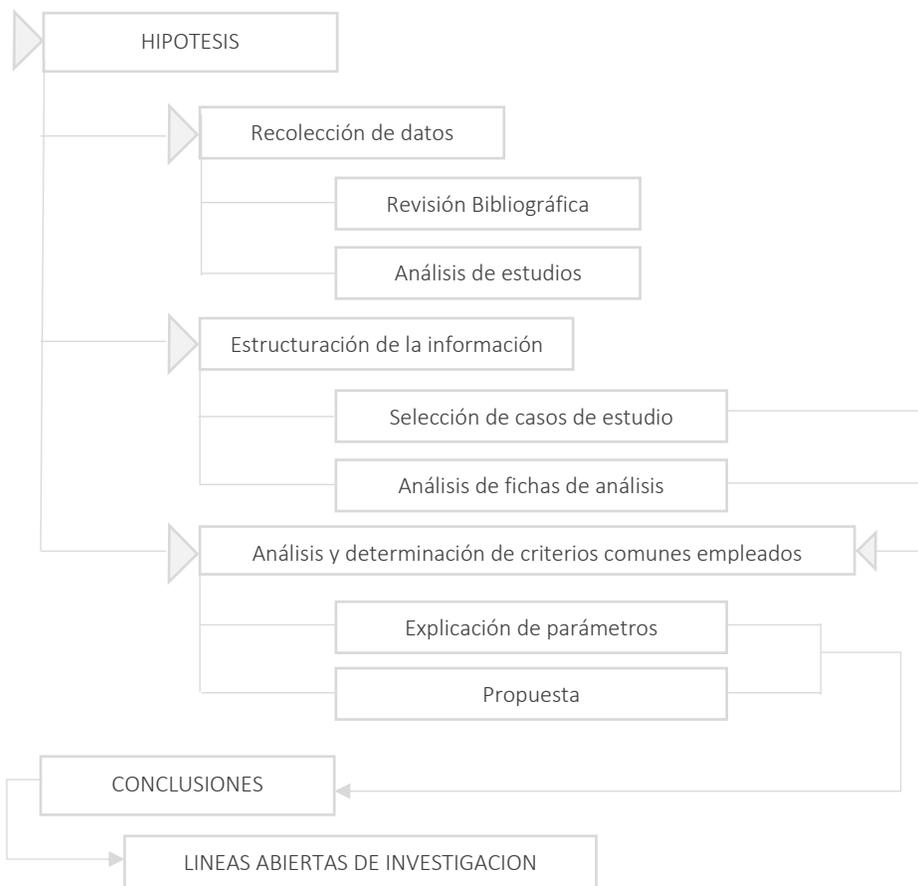
El presente trabajo de investigación pretende establecer la relación del diseño lumínico dentro de los espacios de educación infantil para la primera infancia y su influencia en el desarrollo físico, motor, cognitivo y emocional en los niños. Siendo demostrado que, el inadecuado control de iluminación natural y artificial tiene efectos perjudiciales sobre la concentración, estado anímico y en el rendimiento cognitivo de los niños.

Es en este sentido, se considera que, la influencia de la luz artificial y natural dentro de un espacio destinado al aprendizaje puede ser positiva o negativa dependiendo de su aplicación y sus características lumínicas; así como también su relación con los colores y materialidad presentes en el espacio. Al ser, los centros preescolares los primeros espacios que habitan los niños después del hogar son parte esencial en su desarrollo y deben poseer condiciones óptimas. El diseño de centros de educación infantil para la primera infancia, alberga una gama amplia de colores y texturas dentro de un mismo espacio bajo una misma iluminación. Sin embargo, la percepción de la iluminación, color y materiales de un espacio afecta en las actividades que se desarrollan dentro de un aula infantil como: comer, dormir, actividades motoras y cognitivas; cada una de estas con necesidades lumínicas y cromáticas diferentes. En su artículo "Efectos de la iluminación escolar sobre el desarrollo físico y el rendimiento escolar" [1] Warren E. Hathaway muestra claramente que el entorno visual es uno de

los factores más importantes en el aprendizaje, que afecta la actitud mental, la atención y desempeño. El confort visual o el ahorro energético no son las únicas necesidades que la iluminación debe considerar en las guarderías, por las actividades específicas que se realizan. Además, está demostrado que la visión de los niños tiene diferentes características y formas de apreciar el espacio ya que se encuentra en formación[2].

Con la presente investigación se pretende demostrar la influencia e importancia de la iluminación de centros preescolares en el proceso de aprendizaje y desarrollo de los niños. Y que a través del control de la temperatura de color, se puede estimular a los niños en las diferentes etapas de su desarrollo.

## Metodología



# CAPITULO II - FACTORES DETERMINANTES EN LA PERCEPCIÓN DENTRO DEL ESPACIO DE

## EDUCACIÓN INFANTIL

---

### 2.1.1. Sobre la Luz

Uno de los factores imprescindibles de un espacio es la luz, sea natural o artificial, la luz tiene la capacidad de cualificar los espacios y modificarlos, puede hacer que un espacio se sienta más acogedor o agobiante a través de sus diferentes cualidades, luz natural o artificial, intensidad lumínica, cromatismo, oscilaciones, e incluso la orientación del edificio para una adecuada iluminación natural, son factores determinantes en el diseño del espacio.

Hace algunos años atrás se comenzó a conocer la influencia de la luz dentro de nuestras funciones biológicas y psicológicas. Sabemos que la luz es un sincronizador de del ritmo circadiano; que también es un condicionante para la percepción del color y la agudeza visual, y que tiene influencia en nuestro estado de ánimo y desempeño de ciertas actividades.

La iluminación monótona y deficiente de un espacio que habitemos con regularidad puede causar falta de atención, desanimo, incremento del estrés, fatiga y depresión. Sin embargo el uso de una iluminación adecuada puede tener consecuencias positivas, lo que hace que la luz sea parte esencial dentro del diseño para crear edificios más saludables y debería tenerse en cuenta.

En cuanto a la influencia de la luz en los estudiantes, una iluminación especial en el aula puede contribuir a la mejora del rendimiento en los niños, se han realizado múltiples estudios para analizar el efecto de la iluminación dentro de las aulas escolares y se ha demostrado que a través de variaciones en la iluminación artificial se puede influir en la agudeza visual y en las tareas de concentración [3] , otro estudio analizó los puntajes de las pruebas de más de 21,000 estudiantes en tres distritos escolares en California, Washington y Colorado, utilizando herramientas para controlar otras influencias en el rendimiento de los estudiantes.[4] Estos son resultados profundos, que se han llevado a cabo bajo rigurosos controles estadísticos; en un distrito escolar, los estudiantes con la mayor cantidad de luz diurna en sus aulas progresaron un 20% más rápido en las pruebas de matemáticas y un 26% más rápido en las pruebas de lectura en comparación con los estudiantes en las aulas con menos luz del día.

Con estas líneas de investigación podemos verificar que tanto la luz natural como artificial forman parte importante dentro de las aulas. Con respecto a la luz natural, en la mayoría de los casos lo importante no es tanto la cantidad como el modo de entrada de la luz en el espacio. Podemos dirigir, filtrar, reflejar, dominar el sol, con el fin de hacerla aparecer de la manera más conveniente.

Los sistemas de iluminación natural, mediante los cuales introducimos la luz exterior en el interior del aula pueden ser de dos formas; distribuyendo la luz desde el techo o la parte superior de las paredes o desde los laterales. Sin embargo la posición de las ventanas no es el único factor relevante, la manera de matizar, texturizar, filtrar, y crear penumbra a través de filtros, cortinas, pantallas, etc. Debe de formar parte del diseño. Bajo estos parámetros, todos los proyectos estudiados coinciden con el uso de elementos transparentes o traslúcidos que en combinación con el planteamiento cromático u otros elementos transforman los ambientes con el paso de las horas.

En la Escuela Infantil Asunción Linares de Elisa Valero se han utilizado celosías para matizar el soleamiento en el interior del edificio. Siendo los ganadores del premio FAD 2012; gracias a esta celosía cerámica que actúa como filtro de control lumínico que matiza la luz del sur y que, según el proyecto hace compatible con las necesidades del uso y confort ambiental.

IMAGEN 1: ESCUELA INFANTIL ASUNCIÓN LINARES DE ELISA GRANADA, ESPAÑA. FERNANDO ALDA CALVO FOTOGRAFIA



En la escuela Infantil Pablo Neruda de Rueda y Pizarro Arquitectos los lucernarios coloridos ubicados en la zona común y crean sombras proyectadas que se desplazan a lo largo del día. Empleando la iluminación natural en combinación con el color y la materialidad para generar un espacio que varía a lo largo del día por el recorrido del sol.

IMAGEN 2: ESCUELA INFANTIL PABLO NERUDA. ALCORCÓN, MADRID, ESPAÑA RUEDA Y PIZARRO ARQUITECTPS



## 2.2. Sobre el Color

Es indiscutible que el color afecta a nivel físico y psicológico a una persona, también se habla del color como herramienta para curar enfermedades *chromotherapy* y de otros estudios que demuestran como el color puede influir en la capacidad de atender y percibir el tiempo a la hora de aprender. Según la investigación titulada “*La influencia del color en el aula. Un estudio exploratorio sobre el cromatismo en los procesos cognitivos*” [5], analiza la influencia del cromatismo de las paredes de un aula en los procesos cognitivos de sus usuarios y proponen que estos espacios pueden ser diseñados a través de la neuroarquitectura.

Los colores son una de las primeras cosas que los niños aprenden y es un elemento importante en la estimulación del aprendizaje de los niños, si su aprendizaje es exitoso eso se convertirá en una ventaja didáctica para su futuro [6]. Por otra parte según un estudio titulado “*Children’s Emotional Associations with Colors*” [7] sobre las emociones de los niños asociados a los distintos colores, encontró que las emociones de los niños al mostrarles colores brillantes eran predominantemente positivas, casi tres cuartas partes de las respuestas citaban sentimientos de emoción, alegría y para los colores oscuros como, negro plomo o marrón la respuesta fueron negativas citando aburrimiento miedo o tristeza.

Tabla 1: Asociación de color y emociones en los niños

ASOCIACION DE LOS COLORES CON LAS EMOCIONES EN NIÑOS							
COLOR	FELICIDAD	FUERZA	EMOCION	TRISTEZA	ENOJO	ABURRIMIENTO	TOTAL
ROSADO %	44	7	18	10	4	17	10
ROJO %	36	19	25	6	9	6	12
AMARILLO %	34	17	26	7	8	8	11
AZUL %	35	24	20	5	10	6	11
VIOLETA %	39	18	17	4	11	11	11
VERDE %	31	22	23	7	8	8	12
MARRON %	20	22	17	15	11	15	11
NEGRO %	20	15	16	16	24	9	11
GRIS %	22	10	19	21	15	13	10
TOTAL %	31	17	20	10	11	10	100

FUENTE: “CHILDREN’S EMOTIONAL ASSOCIATIONS WITH COLORS” [7]

Según la literatura podemos decir que, los lugares donde predominan los colores cálidos, con mayor longitud de onda, como los tonos *naranjas o rojos* son buenos para estar activos y hacer ejercicio, mientras que los lugares en los que predominan los colores fríos con longitudes de onda cortas como *azules o verdes*, son mejores para la concentración. El *rojo*, ayuda a sentirse con más energía evita el decaimiento y la pasividad ya que ayuda al estado de animo a agilizarse. Sin embargo, demasiado puede hacer a la persona sentirse irritable, nerviosa e impaciente. El color *verde* se considera un color relajante, tranquilo y refrescante. Produce una sensación de alegría, calma, confianza y esperanza ayuda a crear armonía y equilibrio. El color azul es un color relajante que ayuda a despejar la mente. Es frío y sereno. El color *amarillo* ayuda a mejorar la concentración y a estimular el cerebro. El color *naranja* ayuda a lidiar con pérdidas emocionales y problemas de introversión. El color magenta crea un sentimiento de amabilidad, de gentileza, de amor y

compasión. El color rosa ayuda a pensar positivamente, sin miedos y sin restricciones. Ayuda contra la agresividad o la ansiedad. El color negro significa desaliento y desagrado[8].

En el uso de los colores los niños siempre comienzan utilizando los colores más puros y fundamentalmente básicos, el rojo, verde, azul o amarillo antes que el resto de los colores. El orden en que se va identificando las esencias de los colores que conoce el niño es el siguiente: rojo, verde, azul, amarillo, negro, blanco, naranja, rosa, café y violeta. [2]

La elección de los colores apropiados para un espacio destinado a niños debe estar relacionada con las sensaciones y reacciones que esos colores producen sobre ellos. El uso adecuado del color en el entorno es un indicador clave en la estimulación positiva y la adecuación del espacio para el buen desarrollo de los niños.

Tabla 2: Los colores y su influencia en los niños

LOS COLORES Y SU INFLUENCIA EN LOS NIÑOS		
COLOR	QUE TRANSMITE	INTENCIÓN
Blanco	Pureza, calma y orden visual	Incentiva la creatividad
Azul	Calma, serenidad	Mejora el sueño. Bueno para calmar los nervios
Rojo	Energía, vitalidad	Ayuda en niños más tímidos
Amarillo	Positivismo, energía	Estimula la concentración. Bueno para niños con depresión
Verde	Equilibrio, calma	Mejora la capacidad lectora
Naranja	Energía y positivismo	Estimula la comunicación
Morado	Tranquilidad y misterio	Potencia la intuición

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LA BIBLIOGRAFÍA

En las diferentes escuelas infantiles se trata de identificar los diferentes espacios con el uso del color, por tanto el color se asocia a la función del espacio, es el caso de la Escuela infantil de Vélez-Rubio, la de RCR Arquitectos. En donde llevan el análisis del color y la luz natural a su proyecto donde utilizan el color para diferenciar, disponer y construir, así como para relacionar a los niños con el mundo que les rodea. Con el objetivo de estar en un constante desarrollo de los sentidos.

*“Las aulas de 0-1 año se bañan de azul color, el cual promueve la relajación, sensación de estar sumergidos en el agua, la flotabilidad, el mundo de la fantasía, lo cual fomenta el sueño y por tanto favorece el crecimiento de los bebés.*

*Las aulas de 1-2 años en color naranja. Este color mezcla de rojo y amarillo favorece la actividad y la estimulación psicomotriz, esencial en esta etapa del desarrollo de los niños.*

*En aulas de 2-3 años, el color verde por ser el color con el que es identificada la naturaleza, un color relajante y refrescante. Los bebés a esta edad están en permanente conexión con el mundo exterior, el cual exploran de manera incansable.*

*Y las zonas comunes se tiñen de múltiples colores, es el mundo del color, de mezclas y de lo colectivo de la sociedad.” [9]*

IMAGEN 3: ESCUELA INFANTIL DE VÉLEZ-RUBIO, ALMERÍA, ESPAÑA.



La escuela infantil Pablo Neruda de Rueda Pizarro Arquitectos también organizan las aulas por grupos de edad asociadas a colores. Las cuatro aulas destinadas a bebés las identifican con el color rojo, con color azul las cuatro destinadas a niños de 1-2 años y de color verde las dos aulas de los niños de 2-3 años.

El color predominante en los materiales es el blanco.

Usa efectos de materiales translucidos que matizan la iluminación que rodea el espacio, interior y exterior.

Aulas de bebés 0 a 1 años – *rojo*. Energía y vitalidad, puede ayudar a los niños más tímidos.

Aulas de 1 a 2 años – *azul*. Calma y serenidad. Mejora el sueño y calma los nervios.

Aulas de 2 a 3 años – *verde*. Equilibrio y calma. Mejora la capacidad lectora.



IMAGEN 4: ESCUELA INFANTIL PABLO NERUDA. ALCORCÓN, MADRID, ESPAÑA. RUEDA PIZARRO ARQUITECTOS

### 2.3. Sobre la relación entre color, luz y materialidad con la percepción de los efectos lumínicos y la comprensión del espacio

Hablar de la influencia de los colores en nuestro comportamiento y desarrollo cognitivo especialmente en los niños, abre una puerta a un sinnúmero de preguntas sobre la manera de iluminar o darle color al espacio. Ya que la relación del color y la luz es indiscutible y ambas son un factor imprescindible para el diseño de un espacio estimulante.

A través de los dos ejemplos mencionados en los apartados anteriores, se observa una diferencia en la manera de percibir el espacio. La escuela infantil Pablo Neruda de Rueda Pizarro Arquitectos a utilizado materiales translucidos que crean el efecto de baño de color en el espacio a través de la iluminación, manteniendo como material predominante en las paredes, techos y pisos una tonalidad neutra utilizando el blanco. Mientras que, en el caso de la Escuela infantil de Vélez- Rubio, la de RCR Arquitectos. En donde llevan el análisis del color y la luz como dos temas separados y utiliza un tipo de sistema de iluminación que en teoría puede ser la más recomendada pero al momento de interactuar con el color y textura de los materiales del espacio pierde relevancia y quizá puede perder la efectividad dentro de la estimulación que se había considerado en un primer momento.

De la misma forma pasa con la elección de los colores para para diferenciar, disponer y estimular los sentidos, se consideran a los colores como agentes que actúan directamente y se aplican de la misma forma en materiales convencionales utilizados con regularidad en las guarderías con el objetivo de crear los estímulos que los colores brindan en la psiquis humana, sin embargo al poner la iluminación, color y materialidad en el mismo espacio, la percepción del espacio y el confort cambian y por lo tanto da diferente estímulo. Uno de los ejemplos más claros y presentes dentro de la arquitectura de centros infantiles es la presencia de los materiales transparentes que puedan dar color y matizar el espacio a través de la iluminación de color.

Dentro de la revisión bibliográfica realizada se observa la mención de estas tres palabras – *luz, color y espacio* - para referirse a las características que tiene que considerarse en un ambiente de estimulación adecuado dentro de un edificio escolar. Por otro lado, es un tema que aún se está estudiando y podemos encontrar una propuesta de la relación entre la materialidad, la luz y color resumida en una tabla. [10]

# CAPITULO III - PARAMETROS DE DISEÑO EN GUARDERÍAS

---

El diseño y la arquitectura tienen un impacto en el desarrollo físico, social, cognitivo y emocional de los niños. Un buen diseño es necesario para un desarrollo infantil positivo, es sabido que el desarrollo integral del ser humano se define entre los 0 y 6 años. Si hablamos de diseñar un espacio que sea estimulante para el niño y cree un ambiente en el que el aprendizaje sea mejor, tenemos que hablar de un diseño que se enfoque hacia un aprendizaje integral, donde considere los aspectos no solo cognitivos, si no emocionales. Los espacios que alberguen a los niños en proceso de aprendizaje tienen que dar respuesta a las necesidades pedagógicas y potenciarlos.

Según el estudio *“The Physical Environment Factors in Preschools in Terms of Environmental Psychology: A Review”* [11], señala distintas investigaciones en las que se ha basado como los factores de psicología ambiental, para determinar los criterios de entornos físicos preescolares ideales. Como en este estudio y muchos otros, mencionan distintos factores como la luz, el color, el aire, la ventilación, la temperatura, etc. Sumados a estos factores están las necesidades pedagógicas y necesidades físicas espaciales. Teniendo esto en cuenta tenemos que considerar el uso de un estudio multidisciplinario para el diseño de los entornos escolares, pedagogos, psicólogos educativos y arquitectos puedan trabajar juntos para proporcionar el diseño de un entorno adecuado en los centros preescolares.

## 3.1. El aula en la escuela infantil

El aula es un espacio donde se realizarán las funciones más importantes de un centro infantil, por lo que necesita responder a ciertos conceptos que ayuden a lograr los objetivos pedagógicos establecidos para cada edad, la manera en la que el aula está relacionada espacialmente con los otros espacios dentro del centro escolar también será un factor determinante en el diseño, como se relacionan en materialidad y forma, todo esto influye la orientación espacial del niño, podemos decir que a una menor escala el centro de educación se convierte en un mundo y el aula será su casa ya que es el lugar donde pasaran la mayoría del tiempo y tienen mayor familiaridad con ese espacio.

A partir de las investigaciones de Martin Casadelrey[12], el espacio diseñado debe seguir los siguientes principios: pensado para los niños; estimulante, accesible, flexible y funcional; estético, agradable para los sentidos.

Basándonos en estos parámetros y otras consideraciones de los diferentes textos leídos acerca de los espacios pedagógicos podemos determinar qué;

- Pensado para los niños: El diseño tiene que estar pensado desde la escala del niño considerando su seguridad y confort, tiene que ser un espacio adaptado a las condiciones y necesidades de su organismo.
- Estimulante, accesible, flexible y funcional: La estimulación sensorial es un factor que debe de primar en los espacios de los niños, se basa en considerar los 5 sentidos y permitir a los niños experimentar olores, colores sonidos y texturas. Se tiene que considerar la accesibilidad para todos y la flexibilidad del espacio para dar respuesta a las diferentes actividades, respondiendo funcionalmente en todo momento.
- Estético, agradable para los sentidos: El diseño empleado tiene que ser concordante y armónico, cada detalle del aula es un factor que ayuda o perjudica el proceso de aprendizaje y comportamiento en los niños por lo que tiene que ser agradable visualmente.

Existen parámetros establecidos para el diseño de las aulas según sus usuarios y las diferentes necesidades establecidas en una guía de diseño.

#### ***Aulas para niños de 0-1 año***

*Las clases destinadas a niños de 0-1 año deben de organizarse de modo que facilite la relación adulto-niño. El niño necesita espacio para moverse, gatear, dar los primeros pasos, jugar para descubrir su cuerpo y el entorno inmediato, se familiarizará con los estímulos sonoros y visuales.*

*En las aulas destinadas a niños de 0-1 año hace falta una zona aislada, silenciosa y en penumbra, donde cada niño dispondrá de una cuna destinada a dormir ya que en esa edad los niños duermen de dos a tres veces durante el horario escolar, estos espacios deben estar conectados con el aula para poder tener un permanente control de todos los niños.*

#### ***Aulas para niños de 1-2 años***

*Las clases para niños de 1-2 años deberán tener en cuenta que en esa edad el niño tiende hacia la conquista de su propia autonomía. La clase estará organizada de forma que favorezca el desplazamiento, la autonomía, la comunicación, inicio en el control de esfínteres y hábitos de comida.*

*Debe de existir una zona de aseo destinada a cambios de pañal y de aseo personal que debe estar a la altura del niño para que pueda usarlo sin dificultades. En algunas escuelas infantiles se integran dentro del aula o en otras son estancias separadas del aula incluso compartidas entre varias aulas convirtiéndose en lugares de reunión de los niños.*

#### ***Aulas para niños de 2-3 años***

*En el tercer año, último año del primer ciclo de Educación infantil el ambiente de la clase ha de favorecer los objetivos específicos que se determinan al final de esta etapa como son hábitos de comida, higiene, destreza manual, coordinación ojo-mano etc...*

*En esta edad se pueden trabajar actividades individuales como en pequeño grupo o en gran grupo. Los juguetes y materiales que se dispongan en la clase estarán situados en*

*estanterías de fácil acceso, donde puedan coger el que deseen y al terminar volver a colocar, iniciándose así en hábitos de orden. [13]*

Aunque no se pueden establecer unas directrices cerradas y definitivas sobre la mejor forma de organización del espacio, si existen investigaciones [14] sobre los beneficios que ofrecen la distribución del aula en rincones para favorecer la participación activa de los niños en la construcción del conocimiento.

### 3.2. Normas de diseño de guarderías

En términos generales la etapa de Educación Infantil, está dividida en dos ciclos, uno de 0-3 años y otro de 3-6 años. El primer ciclo presenta una gran diversidad al tener las comunidades autónomas transferidas las competencias. En cambio el segundo ciclo es más homogéneo a lo largo del país ya que sus mínimos curriculares están regulados por el Real Decreto 1630/2006 y los requisitos mínimos de los centros que lo imparten lo regula el Real Decreto 132/2010.

#### *Marco Nacional*

##### **Requisitos mínimos de las Escuelas de Educación Infantil.**

La LOMCE (Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad Educativa) en su artículo 14.7, establece que los requisitos mínimos para el primer Ciclo de Educación Infantil lo establecen las Comunidades Autónomas, mientras que los referidos al Segundo Ciclo los establece el Estado en el Real Decreto 132/2010, de 12 de febrero.

En el artículo 12, define la etapa de Educación Infantil como *“una etapa educativa con identidad propia, que atiende a los niños desde el nacimiento hasta los seis años de edad, con la finalidad de contribuir a su desarrollo físico, afectivo, social e intelectual y de carácter voluntario”* sin embargo aunque se entiende como una etapa única los requisitos mínimos no son iguales a nivel nacional para primer ciclo y segundo ciclo.

Tabla 3: Resumen de la normativa nacional sobre diseño de guarderías. Elaboración propia

	EDIFICIO	UNIDADES	AULAS			OTRAS AULAS
			1AULA POR UNIDAD			SALA POLIVALENTE
	Locales de uso exclusivamente educativo y con acceso independiente desde el exterior.	Mínimo 3 unidades, 1 por nivel	0 - 1	1 - 2	2 - 3	Sala polivalente de 30m2 como mínimo
Andalucía			1 aula por unidad, de 2m2 por puesto escolar. Mínimo 30 m2. Las salas destinadas a niños menores de 2 años tendrán unas áreas para el descanso y la higiene.			
Aragón			1 aula por unidad, de 2m2 por puesto escolar. Mínimo 30 m2. Las salas destinadas a niños menores de 2 años tendrán unas áreas para el descanso y la higiene.			
Asturias			1 aula por unidad, de 2m2 por puesto escolar. Mínimo 30 m2. Las salas destinadas a niños menores de 2 años tendrán unas áreas para el descanso y la higiene.			
Balears			1 aula por unidad con un mínimo de 40 m2			Sala polivalente de 40m2 como mínimo
			El aula de 0-1 tendrá un área de juegos con una superficie mínima de 2,5m2 por niño.	El aula de 1-2 tendrá un espacio para juegos con una sup. Min. De 2,5 m2 por niño.	El aula de 2-3 años tendrá una sup. Min. De 2 m2 por niño así como un espacio para el cambio de pañales.	
Canarias			1 aula por unidad, de 2m2 por puesto escolar. Mínimo 30 m2			
			El aula de 0-1 dispondrá de áreas diferenciadas con las condiciones necesarias para el descanso.	El aula de 1-2 dispondrá de áreas diferenciadas con las condiciones necesarias para el descanso.	El aula de 2-3 años tendrá un aseo con dos lavabos, dos inodoros y una ducha o bañera.	
Cantabria			1 aula por unidad			
Castilla leon	Estar ubicados en zonas salubres que no supongan riesgo opara la integridad física y psíquica de los usuarios. Emplazamiento independiente, integrado y accesible.		1 aula por unidad, de 2m2 por puesto escolar. Mínimo 30 m2			
			El aula de 0-1 con áreas diferenciadas para el descanso y la higiene	El aula 0-1 contará también con un espacio para la preparación de alimentos.	El aula de 1-2 con áreas diferenciadas para el descanso y la higiene con al menos un lavabo.	
Castilla la Mancha			Contar con espacios suficientes y adecuados para la atención educativa de los niños, incluyendo zonas diferenciadas para el descanso, aseo y cambio.			* Sin medidas mínimas
Cataluña			1 aula por unidad, de 2m2 por puesto escolar. Mínimo 30 m2			
			area diferenciada para aseo y descanso			
Comunidad Valenciana	en horario escolar		El aula de 0-1 con áreas diferenciadas para el descanso y la higiene.	El aula de 1-2 con áreas diferenciadas para el descanso y la higiene.	El aula de 2-3 años con una superficie de 2m2 por puesto escolar.	
Extremadura			1 aula por unidad, de 2m2 por puesto escolar. Mínimo 30 m2			
Galicia			1 aula por unidad, de 2m2 por puesto escolar. Mínimo 30 m2			
			El aula de 0-1 con áreas diferenciadas para el descanso y la higiene.	El aula de 1-2 con áreas diferenciadas para el descanso y la higiene.	El aula de 2-3 años con una superficie de 2m2 por puesto escolar.	
La Rioja			1 aula por unidad, de 2m2 por puesto escolar. Mínimo 30 m2			
			El aula de 0-1 con áreas diferenciadas para el descanso y la higiene.	El aula de 1-2 con áreas diferenciadas para el descanso y la higiene.	El aula de 2-3 años con una superficie de 2m2 por puesto escolar.	
Madrid			1 aula por unidad, de 2m2 por puesto escolar. Mínimo 30 m2			
Navarra			1 aula por unidad, de mínimo 30 m2. Las salas para mas de una unidad tendrán una superficie de 1,75 m2 por niño.			No será necesario en centros de menos de 3 unid. o sin servicio de comedor.
Pais Vasco			El aula de 0-1 con áreas diferenciadas para el descanso y la higiene.	El aula de 1-2 con áreas diferenciadas para el descanso y la higiene con al menos un lavabo..	El aula de 2-3 años con una superficie de 2m2 por puesto escolar.	
Murcia			1 aula por unidad, de 2m2 por puesto escolar. Mínimo 30 m2			
Ceuta y Melilla	*situados lejos de cualquier causa posible de contaminación ambiental o riesgo para la salud. El edificio contará con instalaciones de climatización.		1 aula por unidad, de 2m2 por puesto escolar. Mínimo 30 m2			* Sin medidas mínimas
			El aula de 0-1 y 1-2 tendrán un espacio de juegos, un espacio separado de la zona de juego aislado acusticamente y suficiente para el descanso de los		El aula de 2-3 años deberá tener un espacio para el cambio de pañales.	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LA BIBLIOGRAFÍA

Marco Internacional

Norma europea sobre la iluminación para interiores [15]

Tabla 1: Requisitos mínimos de iluminación norma Europea

1.1. JARDINES INFANTILES O GUARDERIAS				
N° ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR	Ra
1.1	Sala de juegos	300	19	80
1.2	Guardería	300	19	80
1.3	Sala de manualidades	300	19	80

FUENTE: UNE 12464.1-NORMA EUROPEA SOBRE LA ILUMINACIÓN PARA INTERIORES NORMATIVA 2

Norma Perú

Tabla 4: Requisitos mínimos de iluminación

2. EDUCACIÓN						
N° ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR	Uo	Ra	Requisitos específicos
	Guardería	300	22	0.40	80	Debe evitarse altas luminancias en las direcciones de visión desde abajo mediante la utilización de cobertura.

FUENTE: NORMATIVA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS. REGLAMENTO DE EDIFICACIONES.

### 3.3. Análisis del usuario

El desarrollo infantil es un proceso de cambio continuo, en el que el niño aprende a dominar niveles cada vez más complejos de movimiento, pensamiento, sentimiento y relación con los demás. Es un proceso multidimensional que incluye cambios en un plano físico o motor (su capacidad para dominar movimientos), un plano intelectual (su capacidad para pensar y razonar), un plano emocional (su capacidad para sentir) y un plano social (su capacidad para relacionarse con los demás). [16] Este proceso es muy complejo y dinámico, es producto de la interacción que tiene cada niño con su entorno, familiar, espacial, social, etc. Todas estas relaciones están de cierta forma condicionadas al modelo de escuela o modelo educativo en el cual se están formando. Los factores que intervienen en el desarrollo del niño pueden ser agrupados en categorías básicas: Biogenéticos, ambientales, y rasgos y experiencia individual.[17]

Todos los espacios en los que se desenvuelve el niño repercuten en él provocando unos efectos específicos. Estos factores ambientales estarán influenciados por el contexto socioeconómico, cultural, familiar y escolar en el que se desarrolle el niño. El proceso de desarrollo en un niño implica el poder de adaptación a niveles cada vez más complejos de movimientos, pensamiento, sentimientos y relaciones intrapersonales.

Dentro de los parámetros para el diseño de guarderías enfocándonos en las aulas como el espacio central del análisis, tomaremos en cuenta el desarrollo físico y psicológico de niños sanos centrándonos en la primera infancia. Se establecerán parámetros de desarrollo de los niños basados en las teorías de desarrollo cognitivo y psicomotriz de mayor relevancia y como el ambiente de educación infantil que los rodea puede influir y de qué manera en su desarrollo.

Tabla 5: Ámbitos en el desarrollo evolutivo del niño que se deberán trabajar en la escuela para obtener un pleno desarrollo.

ÁMBITOS				
PERSONAL-SOCIAL	ADAPTATIVO	MOTOR	COMUNICATIVO / EMOCIONAL	COGNITIVO
Interacción con el adulto	Atención.	Gruesa: Control muscular, coordinación corporal, locomoción.	Receptiva.	Discriminación perceptiva.
Expresión de los sentimientos y afecto.	Comida	Fina: Motricidad fina. Motricidad perceptiva.	Expresiva	Memoria
Interrelación con los compañeros				Razonamiento y habilidades escolares. Desarrollo conceptual

FUENTE: ELABORACIÓN A PARTIR DE LA BIBLIOGRAFÍA

### 3.3.1. Desarrollo físico. La escala del niño de 0-6 años

A la hora de proyectar espacios para niños será fundamental conocer su desarrollo físico para que estos espacios estén adaptados a los cambios que experimentan los niños en la primera infancia. Dentro del crecimiento del niño las proporciones corporales cambian mucho. El crecimiento del bebé durante el primer año es asombroso, la talla es por término medio de 50 centímetros y al año se incrementa en un 50%, a los 5 años la estatura se duplica y a los 6 años el tamaño del niño es de 115 centímetros. El centro de gravedad de los niños a temprana edad se ubica por encima del de los adultos; los niños sostienen una proporción mayor del peso en la parte superior del cuerpo, lo que dificulta más el control del mismo. El centro de gravedad va descendiendo al área pélvica conforme siguen modificándose las proporciones corporales.[18]

### 3.3.2. Desarrollo cognitivo. Etapas de desarrollo de Piaget

Para Piaget, el desarrollo humano se basa en la evolución progresiva de los procesos mentales que son resultado de la maduración biológica y la experiencia que adquieren en su entorno. Dentro de su teoría existen diferentes etapas y estas se dan de manera gradual, es así que existen fases de preparación en la que se complementan los logros adquiridos en cada etapa. Las etapas que diferencia son las siguientes:

*Etapa senso-motora. Abarca desde el nacimiento hasta los 2 años*

En este estado él bebe usa los sentidos y el sistema motriz para interactuar con el mundo. Al finalizar esta etapa su concepción del mundo cambia y entienden la existencia de los objetos aun cuando se encuentran fuera de su propia percepción. Aún se encuentran en etapa pre verbal y cada acción está orientada a la experimentación.

*Etapa pre-operacional. Esta segunda etapa tiene lugar entre los 2 y los 7 años*

En esta etapa se desarrolla el aprendizaje de los roles ficticios, es decir, de actuar y de emplear objetos de carácter simbólico. El pensamiento abstracto sigue siendo complejo, al igual que el lógico.

*Etapa de las operaciones concretas. Entre los 7 y los 12 años de edad*

En esta es la etapa el pensamiento lógico conduce a conclusiones válidas, aunque los grados de abstracción siguen siendo complejos. Muestran un pensamiento lógico hacia los objetos físicos. Se pierde cierta tendencia al egocentrismo en el individuo.

*Etapa de las operaciones entre los doce años y la adultez*

Se adquiere la capacidad de manejo del pensamiento abstracto, pudiendo obtener conclusiones a partir de situaciones hipotéticas, logrando alcanzar el pensamiento metafísico y el razonamiento hipotético deductivo.

Las etapas del desarrollo psíquico de Piaget son fundamentales para que los espacios que diseñemos estén adaptados y estimulen las capacidades psíquicas de cada etapa dentro del desarrollo del niño. La escuela infantil está destinada para niños de los 0 a 6 años, por lo que abarca solo las etapas sensomotora y pre operacional.

Tabla 6: Desarrollo cognitivo según Piaget

Edad	Desarrollo cognitivo según Piaget		
Los cambios que se generan en el proceso de pensamiento de los niños, desencadena una habilidad para adquirir el conocimiento y es un factor para llevar el aprendizaje a otro nivel y se aplique para el entorno en el que se desarrolla el niño.			
0 - 2	<b>Periodo senso-motor:</b> al final de este periodo los bebes ya pueden formar representaciones mentales de la realidad que los rodea. Acción reacción.		
2 - 4	<b>Periodo pre operacional:</b> se da paso al aprendizaje por imitación y se obtiene una relación de causa – efecto.		
4 – 5	<b>Etapas del pensamiento pre operacional:</b> Investigación permanente.	<b>Fase del pensamiento intuitivo:</b> El pensamiento se expresa por el lenguaje.	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.
5 – 6			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.

FUENTE: ELABORACIÓN A PARTIR DE LA BIBLIOGRAFÍA

### 3.3.3. Desarrollo psicomotor. La importancia del movimiento

Existen dos grandes categorías para hablar del desarrollo psicomotor, la motricidad gruesa cuando nos referimos a la locomoción y el desarrollo postural y la motricidad fina cuando hablamos de la precisión con la que se realizan. La primera se refiere al control sobre los músculos mayores y sus acciones como gatear, levantarse, caminar. Las habilidades finas implican el uso de músculos menores y más específicos del cuerpo utilizado para manipular objetos, hacer movimientos simulando una tenaza, abrir, enroscar, etc. Actividades que requieren mayor coordinación dinámica viso-manual.

El desarrollo psicomotor más significativo en el niño se produce entre los 0-3 años, aunque no está completa hasta los 6 años. En esta etapa se puede reconocer que los espacios destinados a la realización de actividades psicomotoras y que existen distintas necesidades lumínicas para el desarrollo y estimulación adecuada de cada etapa. Según la diferente literatura sobre el desarrollo de los niños de 0 – 6 años, podemos resumir las principales habilidades desarrolladas en cada periodo en el siguiente cuadro.

Tabla 7: Etapas del desarrollo normal de los niños

ETAPAS DEL DESARROLLO NORMAL DEL NIÑOS	
EDAD	HABILIDADES
0 A 3 meses	Levanta un poco la cabeza Agarra el dedo si se lo pone en la mano Sigue con la vista los objetos cercanos Se mueve o llora con los ruidos fuertes Levanta la cabeza por ratos leves Solo se sienta si esta completamente apoyado
3 a 6 meses	Sostiene la cabeza en alto y bien Se sienta con algo de apoyo Le gusta los colores/figuras brillantes Se levanta sobre los brazos Gira la cabeza
6 a 9 meses	Se voltea de boca abajo y viseversa Gatea Alcanza objetos y los puede sostener Se sienta sin apoyo con dificultad Diferencia las caras
9 a 12 meses	Sostiene de forma natural la cabeza Se puede parar con ayuda de algo Sostiene objetos y los cambia de mano Se sienta sin apoyo
1 año	Sostiene y mueve la cabeza en todas direcciones Se voltea y se mueve estando sentado Da pasos y camina Distingue objetos de menor tamaño
2 años	Oye claramente Puede caminar de puntas y sobre talones Mueve su dedo con mayor de la nariz a un objeto Ve con claridad formas de menor tamaño a mayor distancia
3 a 5 años	Camina hacia atras Brinca sobre un pie Puede aventar y atrapar la pelota

FUENTE: ELABORACIÓN A PARTIR DE LA BIBLIOGRAFÍA

### 3.3.4. Desarrollo sensorial y perceptual. La percepción del color

En los primeros años de vida, los niños reciben a través de los sentidos las primeras informaciones del mundo que les rodea. Es por medio de las capacidades sensoriales que se produce el desarrollo cognitivo. Existen diferencias sensoriales y perceptuales del color entre los niños y los adultos. Según el estudio titulado *Visión del color en los niños*. [2]

#### La visión del color

La percepción del color es una ventaja de la adaptación evolutiva. Algunos factores pueden modificar la percepción y la intensidad de apreciación del color, tales como la distancia a la imagen, la forma de los objetos, la edad o el sexo del observador.

En el caso de la edad, durante el primer año de vida existe una clara diferenciación, alrededor de los 6 meses, la percepción es similar a la del adulto. El envejecimiento crea un amarillamiento del cristalino, que implica que los colores azules se perciban más oscuros y exista más dificultad para diferenciar colores que varían en la cantidad de azul. Lo que se comprueba en el estudio *Visión del color en el niño* donde demuestran que los niños distinguen el rojo, amarillo y naranja correspondientes a longitudes de onda largas y por el contrario en los colores azul, verde y violeta correspondientes a longitudes de onda cortas. Según la investigación sobre la percepción del color en el niño establece las siguientes características infantiles de la visión del color

- *El sentido del color funciona como un todo pancromático.*
- *Hay un proceso de sensibilización hacia 10s colores iniciados por el descubrimiento del rojo y termina con el violeta.*
- *El niño es amante de la luz blanca natural, la luminosidad mediterránea es muy apropiada, se puede decir que es un ser mediterráneo.*
- *Vive el color en toda su intensidad.* [19]

# CAPITULO IV - LOS SISTEMAS DE ILUMINACION Y SU APLICACIÓN EN GUARDERIAS

---

Es importante distinguir las diferentes cualidades de iluminación, que deben tener cada uno de los espacios. Diferentes investigaciones neurobiológicas encontraron la relación de la estimulación de los sentidos en la construcción del conocimiento y una forma de estimular los sentidos es el espacio a través de la iluminación, un ambiente que no es estimulante repercute negativamente en el desarrollo cognitivo como lo demuestran investigaciones como *The Holistic Impact of Classroom Spaces on Learning in Specific Subjects* [20] sin mencionar su implicancia dentro de otros factores físicos de desarrollo según la investigación *Effects of School Lighting on Physical Development and School Performance* [1]. Por eso es importante crear ambientes de estimulación sensorial que puedan equilibrar el espacio desde lo sensorial y lo perceptivo a través del uso de la luz, colores, texturas, sonidos y olores que ayudaran a enriquecer la experiencia de los niños en el espacio. El uso de la iluminación de manera correcta es sinónimo de beneficios para la salud y eficacia en el desarrollo cognitivo. Las instalaciones de iluminación de los espacios dentro de un centro educativo deben dotarse de sistemas que proporcionen un entorno visual confortable y suficiente, de acuerdo con las variadas tareas y actividades que se desarrollan durante el periodo de enseñanza. Una buena iluminación proporciona un ambiente agradable y estimulante para los niños y docentes, es decir, un confort visual que les permite realizar sus actividades sin que esto demande un sobre esfuerzo visual, reduciendo las consecuencias a la salud producto por una iluminación inadecuada.

El color emitido por las fuentes de luz tiene una gran importancia en el comportamiento de los alumnos y su aprovechamiento escolar[21]. La luz fría proporciona un ambiente similar al del aire libre, que ayuda a evitar la sensación que pueden sufrir algunos alumnos por la permanencia de varias horas en un recinto cerrado, mientras que las lámparas de colores cálidos dan lugar a ambientes más sociables y relajados. Estas y otras causas pueden originar una mala iluminación que no favorece a los alumnos, especialmente a aquellos con problemas de visión, lo que puede agravar el fracaso escolar.

La diferencia entre una iluminación adecuada y una inapropiada no es fácil de percibir a simple vista y por lo general se percibe de forma inconsciente y por general sensaciones de malestar como fatiga visual y dolores de cabeza. A través de diferentes pruebas y test se puede demostrar los efectos positivos y negativos de la exposición a diferentes tipos de iluminación según la actividad a la que está enfocada, es por eso que la investigación sobre los sistemas de iluminación y su influencia en las escuelas es importante.

## 4.1. Iluminación natural en guarderías y escuelas infantiles

### *Luz del día en el proceso de desarrollo y aprendizaje*

Dentro del proceso de aprendizaje y su relación con la arquitectura infantil, la presencia de luz natural en los espacios educativos juega un rol importante. El rendimiento de los estudiantes puede

ser medido bajo múltiples criterios según la materia de aprendizaje, motriz, lectora, etc. Y se puede reflejar con diversos test o exámenes de rendimiento.

Según el estudio realizado en EE.UU. *Daylighting in Schools: Improving Student Performance and Health at a Price Schools Can Afford* [22] para la evaluación del impacto de la luz de día en el bienestar y logros escolares de los alumnos en los diferentes niveles, se analizó los puntajes de las pruebas de más de 21,000 estudiantes en tres distritos escolares en diferentes estados de los EE. UU. California, Colorado y Washington. Los siguientes resultados fueron obtenidos:

- Los estudiantes en las aulas con más luz de día progresaron un 20% más rápido en las pruebas de matemáticas y un 26% más rápido en las pruebas de lectura.
- Las aulas con la mayor área de ventanas se asociaron con una tasa de mejora 15-23% más rápida.
- Las aulas con tragaluces se asociaron con una tasa de mejora del 19-20% más rápida.
- Las aulas con ventanas operables se asociaron con una mejora del 7-8% más rápida en tres de los cuatro casos que se han investigado en comparación con las aulas con ventanas no operables
- Cuando la iluminación se recibe desde dos diferentes direcciones se reducen las posibilidades de deslumbramientos y se equilibra la distribución de la luz.

#### *Luz del día y ritmo circadiano*

Si hablamos de la relación del desarrollo físico con la luz diurna, podemos hablar del ritmo circadiano y las complejas variaciones químicas y fisiológicas que forman parte de nuestros cuerpos. Las funciones relacionadas con estos procesos como nuestro reloj biológico en donde el factor más influyente es la presencia de luz diurna. Una investigación señala que desde las 10 hasta el mediodía nuestra memoria inmediata está en su mejor momento y por lo tanto es un factor positivo en el trabajo escolar.[23]

Este ritmo circadiano es especialmente importante en los niños ya que sus sistemas parecen ser más sensibles al cambio y la variación. La presencia de luz natural en las aulas es crucial para la preservación de este ritmo y el reloj natural del cuerpo y especialmente en los primeros años de formación.[23]

#### *Estrategias de iluminación natural para guarderías y escuelas infantiles*

El propósito final de la iluminación natural dentro de una guardería debe de ser aportar una adecuada cantidad de luz natural en donde sea requerida y poder garantizar un buen rendimiento visual sin molestias visuales. Algunos de los ejemplos dentro de la arquitectura infantil se desarrollan en edificios de una sola planta esto determina una ventaja para poder implantar simples pero efectivas estrategias para iluminar un espacio con luz natural pudiendo ser iluminación lateral o cenital. Estos sistemas de integración de la luz natural aprovechan la luz exterior para distribuirla de una manera óptima dentro de un espacio.

Debemos ser conscientes del dinamismo de la luz natural, no siempre será la misma cantidad de luz ni el mismo lugar de donde provenga por lo que puede crear sombras y desniveles en los niveles

de iluminación dentro de un espacio y esto puede producir deslumbramiento o molestias visuales si no se diseña adecuadamente.

Los sistemas de iluminación natural pueden ser de dos maneras: Sistemas de iluminación superior donde se distribuye la luz natural dentro de la habitación desde el techo y sistemas de iluminación lateral donde la luz del día se distribuye desde lados de la sala.

Según las investigaciones analizadas, los principios para integrar la iluminación natural son los siguientes:

- El edificio debe alargarse a lo largo de un eje este-oeste. Las aberturas de luz diurna se pueden colocar en el norte lado donde está disponible la luz diurna difusa y el lado sur donde es relativamente fácil controlar la luz solar en invierno y verano.
- Las aberturas ubicadas en lo alto de la pared, como los depósitos de luz o las ventanas laterales altas, optimizan la distribución de la luz del día y traer luz más profunda al espacio.
- Al traer la luz del día desde dos direcciones diferentes, se reducen las posibilidades de deslumbramiento incómodo y se iguala distribución de la luz del día.
- Usar la luz diurna indirecta para controlar la luz solar dentro del aula. La luz solar directa dentro de una habitación puede causar resplandor e incomodidad.

#### *Luz cenital - tragaluces*

Las aberturas en el techo para iluminar los espacios es una estrategia de iluminación superior utilizada para que las escuelas de una sola planta puedan insertar la luz del día desde la parte superior. Sin embargo existen recomendaciones entre la separación entre uno y otro en según la altura del montaje del tragaluz o la distancia entre la parte inferior de la claraboya y el plano de trabajo. El tamaño de la apertura del tragaluz dicta en gran medida la eficiencia del sistema de tragaluz. Una porción muy grande (hasta 75% o incluso más) de la energía luminosa incidente en el exterior del tragaluz puede perderse dentro del tragaluz si el tragaluz es demasiado profundo o demasiado oscuro.

Una sola claraboya podría crear una gran disparidad en los niveles de luz entre el área debajo de la claraboya y el resto de la habitación. El tamaño de la abertura del tragaluz también dicta la distribución de la luz del día. Más de una claraboya ayudará a equilibrar la luz del día dentro del espacio.

#### 4.2. Iluminación artificial en guarderías y escuelas infantiles

La iluminación artificial forma parte de todos los espacios que conforman una escuela por lo que sus prestaciones y cualidades deben responder a los diferentes espacios que conforman las escuelas infantiles. La iluminación de los espacios comunes, zonas de paso, vestíbulo, pasillo y comedor pueden ser fluorescentes o leds de luz directa o downlight empotrados en el falso techo, cuidando siempre el deslumbramiento. En las zonas comunes se pueden prever encendidos diferenciados, en espacios donde los niños serán el usuario principal la luz indirecta o luminarias

con difusores son las más recomendada debido al desarrollo biológico de los niños que en los primeros años su posición es tumbados siendo su principal rango de visión el techo y las luces directas generarían deslumbramiento este hecho es básico para la iluminación en las aulas de lactantes o de 0 – 1 año sin embargo es importante tener este factor en cuenta para la iluminación del cambiador de pañales ya que el niño vuelve a tomar la posición de tumbado. Otro factor que se debe tomar en cuenta es la iluminación con respecto a los espacios para dormir donde es necesario implementar sistemas de iluminación regulable en intensidad lumínica para que sea seguro para los educadores y no perturbe el descanso de los niños.

En una instalación de alumbrado de un local destinado a centro educativo, se pueden encontrar, entre otros, diversos problemas tales como:

- Luminarias que producen deslumbramientos directos o indirectos.
- Fuentes de luz de temperaturas de color y potencia inadecuada a la instalación que tanto por defecto como por exceso, pueden hacer indescifrable la escritura realizada sobre un cuaderno escolar.

*Sistemas de control inteligentes que combinan luz natural e iluminación artificial.*

Garantizar la eficiencia energética del sistema de iluminación es una función decisiva en los edificios de enseñanza, además deben garantizar la uniformidad de la iluminación para cumplir con las condiciones óptimas para el aprendizaje por lo que deben ser flexibles y regulables para responder a cada situación en el aula. La luz debe estar pensada para todas las formas y aspectos de la educación y la formación especialmente en las guarderías donde las actividades de aprendizaje y desarrollo son tan variadas.

*Implementación improvisada por profesoras en una guardería*

*Imagen 5: implementación para modificar la luminaria actual*



#### 4.3. Consideraciones técnicas de iluminación

*LRV (valor de reflectancia de la luz)*

Una medición comúnmente utilizada por los profesionales del diseño para identificar el porcentaje de luz que se refleja desde una superficie, el valor de reflectancia de la luz (LRV) determina nuestra comprensión de la cantidad de luz que se reflejará desde la superficie. Numerosos estudios dan fe

de los beneficios de las vistas y la luz, en particular la luz de espectro completo, en el entorno educativo.[21]

Las especificaciones LRV tienen un gran grado de variabilidad y es necesario considerar los valores de reflectancia de la superficie de trabajo, que tiene un amplio rango debido a la variedad de tareas realizadas en las escuelas. Por ejemplo las superficies de arte pueden necesitar estar cerca del blanco y para una claridad visual óptima, las pautas de seguridad especifican que se debe mantener una diferencia de valor del 30% entre el techo, la pared, las puertas y las superficies del piso.

AREA	LRV Porcentaje
Techos	70% - 90%
Paredes	30% - 70%
Color general en las paredes	60% - 70%
Característica de las paredes	20% - 50%*
Superficie de trabajo	30% - 80%**
Pisos	15% - 40%

*\* La investigación recomienda que las paredes de las características del aula sean de aproximadamente 40 por ciento a 50 por ciento de LRV; sin embargo, dependiendo del color, la iluminación de la habitación, el tamaño, la ventana y la exposición a la luz, se puede considerar un LRV más bajo para la comodidad visual. En la familia amarilla, estos valores de LRV pueden ser más altos.*

*\*\* Los valores de reflectancia de la superficie de trabajo tienen un amplio rango debido a la variedad de tareas realizadas en las escuelas. Algunas computadoras de escritorio requieren superficies de madera; algunos laboratorios requieren mostradores oscuros; baja iluminación puede requerir mostradores más ligeros; Las superficies de arte pueden necesitar estar cerca del blanco. Considere todos los elementos del diseño de la sala al especificar una superficie de trabajo. [24]*

#### 4.4. Sistemas de iluminación

Podemos entender los sistemas de iluminación como el conjunto de elementos conectados entre sí, que tienen el objetivo de proyectar luz sobre el espacio arquitectónico y conseguir unos determinados efectos de iluminación.

Es el esfuerzo por controlar la luz y determinar la forma en que se proyecta, caracteriza y define el espacio permitiéndonos tener una iluminación adecuada que proporcione confort, eficiencia, seguridad y que pueda llegar a generar sensaciones que estimulen nuestros estados de ánimo.

Todo el diseño del sistema de iluminación gira entorno a las necesidades lumínicas que determinen el uso del espacio y las actividades que se realizaran ahí. Según los Philips y su estudio sobre los criterios de la calidad del alumbrado, podemos decir que los sistemas de iluminación responden a requerimientos visuales para garantizar un confort visual, el correcto reconocimiento del espacio que nos rodea, generar contacto social y etc. También responde a requerimientos emociones referidas al humor, bienestar, estética, ambiente entre otros. Y por último también a las

necesidades biológicas ya que la luz influye en la relajación y activación de nuestros sentidos y sobretodo en nuestra salud. Estos criterios y necesidades están resumidas en la siguiente tabla:

Tabla 8: Criterios y necesidades lumínicas

Necesidades lumínicas de mayor importancia		Criterios de calidad
<b>Visión:</b> La luz influye en nuestro rendimiento.	Confort visual Reconocimiento Contacto social Orientación Seguridad	Iluminancia en la tarea. Iluminancia en los alrededores, reproducción cromática, distribución de luminarias, limitación del deslumbramiento.
<b>Emociones:</b> La luz influye en nuestro estado de ánimo y bienestar.	Humor y atmosfera Bienestar Estética Comunicación social	Modelo, direccionalidad de la luz, apariencia del color, flexibilidad
<b>Biológicas:</b> La luz influye en la relajación y la salud.	Salud Bienestar Concentración Estado de animo Calidad del sueño	Cantidad de luz en los ojos, apariencia de color, reproducción cromática, dinamismo, momento del día y duración.

Fuente: Philips Light Academy

### Clasificación de los Sistemas de Iluminación

La clasificación de los sistemas de iluminación será a partir de un punto de vista arquitectónico tomando en consideración los efectos que producen las luminarias en el espacio según el Prof. Dr. Adrián Muros y Alcojor en su tesis doctoral *“La luz: de herramienta a lenguaje”* [10] donde propone una nueva forma de organizar la configuración de las luminarias y además plantea la interpretación de los sistemas de iluminación y su conexión con el espacio, el diseño y la arquitectura. Este estudio plantea utilizar como base el criterio de clasificación desarrollado por el Arq. Adrián Muros para poder identificar los diferentes sistemas de iluminación aplicados en los centros infantiles y poder identificar parámetros ordenados para plantear una valoración ordenada.

La clasificación parte según su funcionalidad donde se considera la direccionalidad y la distribución del flujo luminoso; y según su percepción visual donde considera si es visible o no y de serlo su forma disposición y organización y de no serlo si está oculto o integrado.

El flujo lumínico procedente del sistema lumínico incide finalmente sobre una superficie produciendo unos niveles lumínicos determinados ( $E_m$ ), la relación entre los diferentes valores máximos, mínimos y medio producidos determina el grado de uniformidad lumínica sobre la superficie. Y en relación a este concepto podemos hablar de los Sistemas Uniformes, los Sistemas localizados y los Sistemas Mixtos. [10]

Clasificación de luminarias según la distribución del flujo luminoso. Fuente. A. Muros

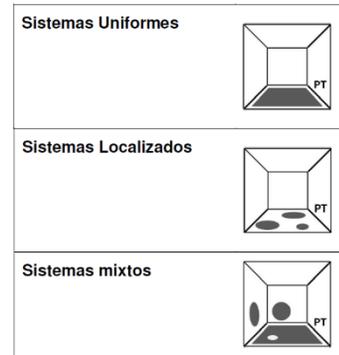


Tabla 9: Clasificación de los sistemas según forma. Fuente: A. Muros.

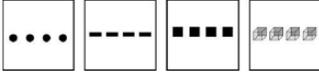
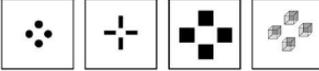
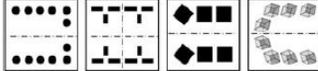
FORMA	DISPOSICION	ORGANIZACIÓN
<b>Puntual</b> 	<b>Lineal</b> 	
<b>Lineal</b> 	<b>Agrupada</b> 	<b>simétrica</b> 
<b>Superficial</b> 	<b>Malla o Reticula</b> 	<b>Arbitraria</b> 
<b>Volumétrica</b> 	<b>Singular o Estructura propia</b> 	<b>Ordenada</b> 
<b>TODAS LAS COMBINACIONES ANTERIORES POSIBLES</b>		

Fig.6.161. Clasificación de los sistemas según: forma, disposición y organización de las luminarias. Fuente A. Muros

# CAPITULO V - LA ILUMINACIÓN Y SU INFLUENCIA EN EL DESARROLLO INFANTIL

---

## 5.1. Efectos De La Luz En Los Niños – Efectos visuales, biológicos, psicológicos y cognitivos

### *Efectos visuales*

Según el estudio de Optometría neurocognitiva en la etapa escolar[25] los niveles de iluminación insuficientes, es un factor de riesgo y es una de las principales causas de difusiones visuales.

### *Efectos biológicos - La luz y la salud*

La luz impacta en nuestra salud más que ningún otro medio. Tanto la luz del día como la luz artificial juegan un papel clave en la determinación de la salud y bienestar de las personas. La luz natural, en combinación con una luz artificial adecuada, ayuda a los estudiantes en su aprendizaje según diversos estudios ya antes mencionados. La variación de la luz a lo largo del día tiene un efecto sumamente importante sobre el cuerpo humano. Con la luz matinal, aumenta la producción de la hormona del estrés, el cortisol, incrementando la actividad de las personas y su capacidad de atención. Es la hormona encargada de estimular el metabolismo y programar el cuerpo para la actividad diaria. Durante la noche, sin estímulo de luz, el cuerpo produce la hormona del sueño, la melatonina, entrando en una fase de descanso. Existe un estudio que demuestra la influencia de la luz de la tarde en el ciclo circadiano en niños de edad pre-escolar[26]. Una iluminación que apoye activamente dichos ciclos será capaz de regular el reloj biológico interno y los ciclos circadianos de las personas.

### *Efectos cognitivos*

Dentro de esta estructura, se han identificado siete parámetros de diseño clave que en conjunto explican el 16% de la variación en el progreso académico logrado por los alumnos. Estos son Luz, Temperatura, Calidad del aire, Propiedad, Flexibilidad, Complejidad y Color. El impacto silenciado del nivel de análisis de todo el edificio proporciona cierto apoyo a la importancia del "diseño de adentro hacia afuera".[27]

## 5.2. Estudios Seleccionados para el Análisis Sobre Iluminación En Centros de educación

### Estudio 1

**Título:** Light correlated color temperature and task switching performance in preschool-age children: Preliminary insights[21] ("Estudio del desempeño atencional en niños en aulas con diferentes acondicionamientos lumínico")

**Autores:** Lauren E. Hartstein, Monique K. LeBourgeois, Neil E. Berthier

**Publicación:** Department of Psychological and Brain Sciences, University of Massachusetts Amherst, Amherst, MA, United States of America, Lighting Enabled Systems & Applications Engineering Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY, United States of America, Department of Integrative Physiology, University of Colorado Boulder, Boulder, CO, United States of America.

### **Descripción:**

En este estudio, niños sanos de  $4,5 \pm 5,5$  años ( $n = 20$ ; 11 mujeres) completaron medidas de atención sostenida y cambio de tareas dos veces mientras estaban expuesto a la luz LED configurada en 3500K (un CCT más bajo) o 5000K (un CCT más alto). Un control el grupo ( $n = 18$ ; 10 mujeres) completó las tareas dos veces solo bajo la condición de iluminación de 3500K.

Aunque las condiciones de iluminación no afectaron el rendimiento en la atención sostenida de las tareas, la exposición a la luz CCT más alta conduce a una mayor mejora en los niños en edad preescolar rendimiento de cambio de tarea. El principal hallazgo es que la exposición a la luz en una mayor temperatura de color correlacionada conduce a una mayor mejora en el rendimiento del cambio de tareas eso indica que la relación entre la distribución de potencia espectral de la luz y las habilidades de la función ejecutiva están presentes temprano en el desarrollo cognitivo. La exposición a una luz CCT más alta (5000K) mejora el rendimiento cognitivo en niños sanos en edad preescolar en comparación con la exposición a la luz a una CCT más baja (3500K).

### **Método:**

Test de computadora: Go / No-Go que mide la atención selectiva y Hearts and Flowers, que evalúa la flexibilidad cognitiva o la capacidad de cambiar entre tareas y reglas; después de la exposición a la condición de iluminación experimental.

### **Resultados:**

Luz LED		Beneficios	Conclusión
3500k CRI: 93	No afecta el rendimiento en la atención sostenida en las tareas	-	La relación entre la distribución de potencia espectral de la luz y las habilidades de la función ejecutiva están presentes temprano en el desarrollo cognitivo.
5000k CRI: 94		Mejora en los niños en edad preescolar rendimiento de cambio de tareas.	

**Estudio 2**

**Título:** Effects of school lighting of physical development and school performance[1] (Efectos de la iluminación escolar del desarrollo físico y desempeño escolar)

**Autores:** Warren E. Hathaway

**Publicación:** Hathaway planing and consulting services Canada.

**Descripción:**

En este estudio, se examinaron los efectos del desarrollo físico y el rendimiento escolar de diferentes tipos de iluminación en estudiantes de primaria. Se examinaron factores de salud dental, crecimiento y desarrollo, asistencia y rendimiento académico fueron examinados bajo cuatro tipos diferentes de fuentes de luz artificial: (a) lámparas fluorescentes de espectro completo, (b) lámparas fluorescentes de espectro completo con suposiciones de luz ultravioleta, (c) blanco frío lámparas fluorescentes y (d) lámparas de vapor de sodio a alta presión. En 327 estudiantes que completaron el grado. Los resultados del estudio de 2 años indican que los estudiantes bajo lámparas fluorescentes de espectro completo con suplementos ultravioleta desarrollaron pocas caries dentales y tuvieron una mejor asistencia, logro, y crecimiento y desarrollo que los estudiantes arrojaron otras luces. Los estudiantes bajo las lámparas de vapor de sodio a alta presión tuvieron las tasas más bajas de crecimiento y desarrollo, así como los niveles más bajos de asistencia y logros. Estos hallazgos indican que las luces tienen efectos no visuales más importantes en los estudiantes que están expuestos regularmente en las aulas.

**Resultados:**

Tipo de luz artificial	Resulta				Conclusión
	Reducción en las caries	Grasa corporal	Asistencia	Rendimiento académico	
lámparas fluorescentes de espectro completo 5500K CRI 91	-	+ 110	+ 136	+ 109	Las luces tienen efectos no visuales más importantes en los estudiantes que están expuestos regularmente en las aulas
lámparas fluorescentes de espectro completo con suposiciones de luz ultravioleta 5500K CRI 91	+	+ 110	+ 136	+ 109	
blanco frío lámparas fluorescentes 4250K CRI 62	/	- 46	/ 56	+ 46	
lámparas de vapor de sodio a alta presión 2100K CRI 21	-	+ 29	- 67	- 29	

**Estudio 3**

**Título:**

Estudio sobre la influencia de la iluminación en el rendimiento escolar[3]

**Autores:** Begoña Carbelo, Manuel Garcia, Patricia Mateo.

**Publicación:** Philips - Universidad de Nebrija

**Descripción:**

Este estudio pretende comprobar los efectos de la iluminación sobre el rendimiento escolar de alumnos de 5º de primaria. La investigación aplicada trata de demostrar que con el sistema de iluminación SCHOOLVISION mejora su rendimiento académico, comprensión y rapidez lectora, las estrategias de aprendizaje y motivación. El estudio se realizó con dos grupos de intervención distribuidos en tres aulas. Grupo intervención con el sistema SCHOOLVISION: 44 alumnos de 5º de educación primaria (5º A: 22 alumnos y 5º B: 22 alumnos). Grupo control: 21 alumnos con luz estándar (5º C).

**Resultados:**

Tipo de luz	Resultado	Conclusiones
luz energía 12000k 650lux		Cuantitativamente el sistema de iluminación tienen un impacto positivo en los alumnos con dificultades (los "lentos" con la lectura), ya que mejoran con esta luz.
luz calma 2900k 300 Lux		Los buenos estudiantes lo son independientemente de la luz que tengan.
luz concentración 8000K 1000 Lux		Cualitativamente, los alumnos prefieren los escenarios de luz "concentración y energía" y las tutoras perciben sus efectos sobre la atención y participación.
luz normal 4000K 300 Lux		Según las tutoras, a los estudiantes les gusta trabajar con la luz "concentración" y perciben que se concentran y trabajan mejor en clase.

## Estudio 4

### **Título:**

Dynamic lighting system for the learning environment: performance of elementary students (Sistema de iluminación dinámica para ambientes de aprendizaje: estudiantes de nivel primario) [28]

### **Autores:**

Kyungah Choi, Hyeon-Jeong Suk

### **Publicación:**

Optical Society of America, 2016

### **Descripción:**

Este estudio tiene como objetivo investigar los efectos de la temperatura de color de la iluminación en el rendimiento de los estudiantes de primaria y, por lo tanto, proponer un sistema de iluminación dinámico para un entorno de aprendizaje inteligente. Se realizaron tres estudios empíricos: primero, las respuestas fisiológicas se midieron como un mediador potencial del rendimiento. En segundo lugar, se observaron respuestas cognitivas y conductuales durante las actividades académicas y de recreo. Por último, el experimento se llevó a cabo en un entorno de la vida real con exposición prolongada.

Con un análisis exhaustivo de los tres estudios, se sugieren tres pre-ajustes de iluminación (3500 K, 5000 K y 6500 K) para una actividad fácil, estándar e intensiva, respectivamente. Se espera que el estudio ayude a desarrollar sistemas de iluminación dinámicos para apoyar el rendimiento de los estudiantes en entornos de aprendizaje.



**Resultados:**

*Estudio preliminar*

Para las mediciones de ECG tradicionales, se distinguen dos componentes espectrales principales: un componente de baja frecuencia que refleja la excitación simpática y un componente de alta frecuencia que refleja la relajación vagal.

Los resultados del estudio mostraron que la iluminación de 6500 K es excitante. Sin embargo, la iluminación de 3500 K puede considerarse la más relajante.

*Experimento en Laboratorio*

No hubo diferencias significativas en las mediciones cognitivas entre los tres estímulos de iluminación durante la actividad académica y la actividad de recreo. En promedio, la preferencia por las tres condiciones de iluminación no fue diferente en ambas actividades. Además, aunque las diferencias en las mediciones de comportamiento fueron estadísticamente significativo tanto en la actividad académica como en la actividad de recreo no se obtuvieron interpretaciones significativas para relacionar los CCT de iluminación y los comportamientos humanos. Sin embargo, el rendimiento académico fue el peor y el tiempo pareció pasar más lentamente bajo la iluminación intermedia de 5000K.

*Experimento de campo*

Los resultados indicaron que hubo efectos estadísticamente significativos de la iluminación tanto en lo académico como en la actividad de recreo. Para la actividad académica, la iluminación de 6500 K fue percibida subjetivamente como la más apropiada, mientras que la iluminación de 3500 K recibió el puntaje promedio más alto para actividad de recreo.

Tipo de luz artificial:	Estudios empíricos			Conclusión
	Estudio Preliminar con medido potencial del rendimiento	Observación de respuestas cognitivas y conductuales	Entorno Real Rendimiento académico	
3500k (Post-test) 3483K 455lux CRI 85	+ Relajante - Exitante                   + Exitante - Relajante	No significativo	Mejora actividades de recreo	El estudio preliminar y el experimento de campo respaldaron por completo un efecto positivo de la iluminación de 6500 K en el rendimiento académico, y la iluminación de 3500 K en las alentadoras actividades de recreo. En consecuencia, se sugirió un total de tres preajustes de iluminación: modos "fácil", "estándar" e "intensivo" con un CCT de 3500 K, 5000 K y 6500 K, respectivamente.
5000k (Post-test) 4970K 567Lux CRI 91		Peor rendimiento, tiempo más lento.	-	
6500k (Post-test) 6543K 572Lux CRI 91		No significativo	Mejor rendimiento	

\*Lámparas fluorescentes (Pre-test) 4912K, 531Lux, CRI 89

## Estudio 5

### Título:

A case study comparing the influence of LED and fluorescent lighting on early childhood student engagement in a classroom setting (Un estudio de caso que compara la influencia del LED e iluminación fluorescente en estudiantes de la primera infancia participación en un aula)[29]

**Autores:** Alana Pulay, Amy Williamson

**Publicación:** Springer Science+Business Media B.V., part of Springer Nature 2018

### Descripción:

Los estudios sugieren que el ambiente de aprendizaje puede actuar como un tercer maestro para contribuir al éxito académico de los estudiantes. Una variable dentro del entorno de aprendizaje físico que ha recibido poca atención en la literatura es la iluminación interior. Debido a las limitaciones presupuestarias y la antigüedad, la mayoría de las aulas de las escuelas públicas estadounidenses tienen instalados dispositivos de iluminación fluorescente. Investigaciones anteriores han demostrado que la iluminación influye en la productividad y el estado de ánimo de los trabajadores adultos en un lugar de trabajo. Sin embargo, debido a que los niños procesan los estímulos más rápido, se desconoce si la iluminación LED tendría la misma influencia en un entorno de aprendizaje.

Los investigadores plantean la hipótesis de que los estudiantes muestran comportamientos más comprometidos en las aulas iluminadas con LED en comparación con las lámparas fluorescentes. El estudio actual probó esta hipótesis al observar comportamientos de participación infantil en un aula de pre-K bajo iluminación LED y lámparas fluorescentes para comparar las diferencias. Los estudiantes mostraron comportamientos más comprometidos bajo la condición de iluminación LED. Se realizó con 23 estudiantes de 3 – 4 años (8 niños, 15 niñas). 5 de ellos diagnosticados con discapacidad mental.

### Resultados:

Tipo de luz artificial	Resultado		Conclusión
	Comportamiento de compromiso - participación	Participantes con discapacidades y su comportamiento	
Lámpara A lámparas fluorescentes 4100K	-	-	Los estudiantes con discapacidades de aprendizaje mostraron las mayores diferencias en los comportamientos de participación entre los tipos de iluminación.
Lámpara B LED 4100K	+	+	

## **Estudio 6**

### **Título:**

The effect of different classroom light settings on the behavior and emotions of children with Autism Spectrum Disorders (El efecto de diferentes configuraciones de luz en el aula sobre el comportamiento y las emociones de los niños con trastornos del espectro autista)[30]

### **Autores:**

Josien van Rijswijk

### **Publicación:**

Department of Industrial Engineering and Innovation Sciences Eindhoven University of Technology

### **Descripción:**

En este proyecto, se explora el efecto de cuatro configuraciones diferentes de luz en el aula (Configuración A: 4100 K, 300 lx; Configuración B: 7300 K, 500 lx; Configuración C: 5100 K, 900 lx; Configuración D: 3500 K, 300 lx) en una escuela de educación especial sobre el comportamiento y las emociones de los niños con y sin TEA en dos estudios. Un estudio de observación investigó la influencia de la exposición a las cuatro configuraciones de luz del aula en el comportamiento de los niños durante dos semanas, donde los maestros observaron a los niños cuando estuvieron expuestos a una luz diferente cada mañana y tarde. El segundo estudio investigó si los niños asociaban emociones y tareas específicas con cierta luz. Los niños fueron expuestos brevemente a las cuatro condiciones de luz en su aula. Durante cada configuración de luz, se preguntó a los niños, de una manera lúdica, sobre sus asociaciones con la iluminación en términos de placer, dolor de cabeza y cansancio, y qué tareas asociaron con la luz específica, mediante el uso de una tarea simple desarrollada para este propósito.

Los resultados no mostraron efectos claros de diferentes configuraciones de luz en el aula sobre la atmósfera del aula, calificaron la simpatía y las tareas asociadas de los niños en educación especial. Encontramos efectos significativos de la configuración de la luz sobre los dolores de cabeza asociados y el agrado de los niños. El dolor de cabeza se relacionó más con configuraciones de luz con alta intensidad y temperatura de color (configuración B y C), el cansancio se relacionó más con configuraciones de luz con baja intensidad y temperatura de color (configuración A y D). Los niños con trastornos del espectro autista no mostraron comportamientos o emociones claramente diferentes en comparación con los otros niños en educación especial. Esta investigación tuvo un inicio exploratorio en un campo relativamente desconocido; Se necesita más investigación para ampliar el conocimiento limitado sobre los efectos de la iluminación del aula en el funcionamiento de los niños con trastornos del espectro autista y los niños en educación especial en general.

**Resultados:**

Tipo de luz artificial	Actividad						
	Leer 100%	Escuchar 100%	Matemáticas 100%	Trabajo en silencio 100%	Juegos grupales 100%	Manualidades 100%	Comer 100%
Lámpara A: Luz estándar blanco 4100K 300Lux	34%	44%	35%	37%	32%	29%	33%
Lámpara B: Luz fría con tono azul 7300K 500Lux	21%	16%	16%	16%	18%	26%	15%
Lámpara C: Luz blanca brillante 5100K 900Lux	18%	18%	29%	16%	27%	21%	28%
Lámpara D: Luz cálida con todo amarillo 3500K 300Lux	28%	22%	20%	31%	23%	24%	25%

**Asociación por tipo de actividad**

Tipo de luz artificial	Resultados			Conclusión
	Ambiente Placentero 1 al 5	Dolor de cabeza 100%	Cansancio 100%	
Lámpara A: Luz estándar blanco 4100K 300Lux	3.0	15.2%	32.6%	El dolor de cabeza se relacionó más con configuraciones de luz con alta intensidad y temperatura de color (configuración B y C), el cansancio se relacionó más con configuraciones de luz con baja intensidad y temperatura de color (configuración A y D)
Lámpara B: Luz fría con tono azul 7300K 500Lux	3.0	28.3%	11.6%	
Lámpara C: Luz blanca brillante 5100K 900Lux	3.5	39.1%	18.6%	
Lámpara D: Luz cálida con tono amarillo 3500K 300Lux	4.5	17.4%	37.2%	

**Estudio 7**

**Título:**

Daylighting in Schools: Improving Student Performance and Health at a Price Schools Can Afford (Luz natural en escuelas: Mejora del desempeño y salud de estudiantes a un precio que las escuelas puedan acceder)[22]

**Autores:**

Patricia Plympton, Susan Conway, Kyra Epstein

**Publicación:**

U.S. DEPARTMENT OF EDUCATION  
Office of Educational Research and Improvement  
Educational Resources Information Center (ERIC)

**Descripción:**

Este documento discute la evidencia sobre la iluminación natural y el rendimiento y desarrollo de los estudiantes, y presenta cuatro estudios de caso de escuelas que han implementado la iluminación natural en sus edificios de manera rentable.

**Resultados:**

Tipo de luz	Estrategias de diseño	Conclusiones
Luz natural	<p>Orientar el edificio para maximizar potencial de luz natural mientras se minimiza la ganancia de calor no deseada.</p> <p>Reducción del sistema de enfriamiento y costos de operación y mantenimiento, compensando la mayoría o la totalidad de los aumentos de costos asociados con las funciones de iluminación natural.</p> <p>Sensores de movimiento y sensores de nivel de luz apagan o atenúan las luces eléctricas cuando hay suficiente luz del día.</p>	<p>A través de estrategias de diseño ingeniosas, los costos de construcción de las escuelas no representan un aumento significativo en comparación con las escuelas de diseño convencional. Y, los estudiantes que asisten a estas escuelas se benefician de la iluminación natural, tanto en términos de rendimiento mejorado (medido por los puntajes de las pruebas) como de salud general y bienestar.</p>

## Estudio 8

### Título:

The Holistic Impact of Classroom Spaces on Learning in Specific Subjects (El impacto holístico de los espacios de clase en el aprendizaje en materias específicas)[31]

### Autores:

Peter Barrett, Fay Davies, Yufan Zhang, Lucinda Barrett

### Publicación:

Peter Barrett, School of the Built Environment, University of Salford, Maxwell Building, Salford, UK.

### Descripción:

El estudio buscó aislar el impacto del diseño físico de las aulas en el progreso del aprendizaje de los alumnos de 5 a 11 años. Este artículo presenta análisis para los tres temas principales evaluados, a saber, lectura, escritura y matemáticas. Se revelan variaciones en la importancia de los parámetros de diseño físico para el aprendizaje de cada materia. Además de factores comunes, como la iluminación, se hace evidente una gran importancia para la individualización en relación con las matemáticas y surge la importancia de conexión para leer y para escribir.

### Resultados:

Los resultados muestran que el rendimiento de lectura y escritura se ve particularmente afectado por los parámetros del Nivel de estimulación. El mayor impacto del diseño del aula está en el progreso de las matemáticas, donde la individualización del aula para el niño parece ser de suma importancia. También podría haber posibles implicaciones tentativas para el diseño de la escuela secundaria, donde las aulas especializadas en asignaturas son más comunes.

Proporción del incremento en el progreso en cada materia por cada factor ambiental					
Área de diseño	Parámetro ambiental	Leer 100%	Escribir 100%	Matemáticas 100%	General 100%
Entorno	Luz	23%	25%	27%	21%
	Temperatura				12%
	Calidad del aire				16%
	Conexión con la naturaleza		19%		
Individualización		38%	23%	73%	28%
Estimulación	Complejidad	17%	15%		12%
	Color	22%	18%		11%

## **Estudio 9**

### **Título:**

Influence of blue-enriched classroom lighting on students' cognitive performance (Influencia de la iluminación azul enriquecida del aula en el rendimiento cognitivo de los estudiantes)[32]

### **Autores:**

Oliver Keis, Hannah Helbig, Judith Stre, Katrin Hille

### **Publicación:**

Trends in Neuroscience and Education 3 (2014) 86–92

### **Descripción:**

Este estudio fue diseñado para explorar la influencia de la exposición a la luz blanca enriquecida en azul en la mañana en el rendimiento de los estudiantes adolescentes. Sabiendo que la luz sincroniza nuestro marcapasos circadiano endógeno con el medio ambiente y ha sido descrito previamente como un agente para mejorar el rendimiento cognitivo.

Los resultados muestran efectos beneficiosos de la luz blanca enriquecida en azul en el rendimiento de los estudiantes. En comparación con las condiciones de iluminación estándar, los estudiantes mostraron una velocidad de procesamiento cognitivo más rápida y una mejor concentración. La iluminación blanca enriquecida en azul parece influir principalmente en el procesamiento de información muy básico, ya que no se encontraron efectos en la codificación a corto plazo y la recuperación de recuerdos.

A: Iluminación blanca enriquecida en azul:

Sistema de iluminación LED que consta de una luminaria colgante, iluminación directa, temperatura de color correlacionada (CCT) 4000K y se equipó con módulos LED personalizados adicionales de CCT 14000 K para iluminación indirecta (iluminación ascendente rebotando desde el techo blanco). Para los efectos circadianos, se supone que los niveles de iluminancia vertical son relevantes, mientras que los datos horizontales son importantes para una buena visión. La iluminación se ajustó de manera que la iluminancia vertical promediara unos 300lx. Y la temperatura de color (CCT) de aproximadamente 5500 K.

B: iluminación estándar

Sistema de luminarias fluorescentes de rejilla T8 / T5 comunes; escuela vocacional 3000 K, escuela secundaria 4000 K antes del estudio y se mantuvieron como base de referencia típica. Los niveles promedio de iluminancia vertical fueron de aproximadamente 300 lx, comparables con el entorno de intervención. Las temperaturas de color correlacionadas verticalmente a nivel de los ojos fueron de aproximadamente 3000 K (escuela vocacional) y 3500 K (escuela secundaria).

Las diferencias clave entre la iluminación en la exposición de ambas salas son, por lo tanto, en primer lugar, las temperaturas de color altas 5500 K frente a las más bajas 3000 K, 3500 K, así como, en segundo lugar, la distribución de luminancia (la iluminación indirecta se recuperó del techo

blanco creando una fuente de iluminación de área grande vs. iluminación puramente directa). La luz que se origina en un área grande y desde arriba, similar a la situación de iluminación en la naturaleza bajo el cielo azul, es supuestamente más efectiva para crear efectos no visuales que los puntos agrupados (iluminación directa).

El estudio fue diseñado como un ensayo controlado con mediciones previas / posteriores y cuatro condiciones de iluminación diferentes.

1. En la condición "estándar", los estudiantes tenían sus lecciones y sus pruebas en el aula de luz estándar.
2. En la condición "aguda", los estudiantes tenían sus lecciones en el aula de luz estándar, pero sus pruebas posteriores se llevaban a cabo en el aula con luz blanca enriquecida en azul.
3. En la condición de "largo plazo", los estudiantes tenían sus lecciones en el aula con luz blanca enriquecida en azul, pero sus pruebas posteriores se llevaban a cabo bajo iluminación estándar.
4. En la condición de "a largo plazo" agudo, los estudiantes tenían sus lecciones y sus exámenes posteriores en el aula con luz blanca enriquecida en azul.

### Resultados:

Tipo de luz artificial	Condición de luz	Resultado				
		Velocidad en el proceso cognitivo	Rendimiento de concentración	Memoria visual	Memoria verbal	% error
Lámpara B: Fluorescente 3000k y 4000k 300Lx.	ESTANDAR: Lecciones y sus pruebas con luz estándar.		Peor		"Mejor"	Peor
Lámpara B; Lámpara A	AGUDA: Lecciones en el aula de luz estándar, pruebas con luz blanca enriquecida en azul.			Peor		
Lámpara A; Lámpara B	LARGO PLAZO: Lecciones en el aula con luz blanca enriquecida en azul, pruebas luz estándar			Mejora		Mejor
Lámpara A: LED 4000K + Módulos de iluminación indirecta 14000k 300Lx	LARGO PLAZO - AGUDO: Lecciones y pruebas con luz blanca enriquecida en azul.	Mejora				Mejor

**Estudio 10**

**Título:**

The Impact of Color on Learning. (El impacto del color sobre el aprendizaje).[33]

**Autores:**

Kathie Engelbrecht, Assoc.

**Publicación:**

Perkins & Will, Chicago, Illinois, 18/06/2003.

**Descripción:**

Este trabajo es el resultado de la investigación llevada a cabo en respuesta a la pregunta de un cliente de la importancia del color en sus nuevas instalaciones de la escuela. La información resultante es una recopilación de los estudios realizados por los psicólogos de color, los profesionales médicos y de diseño.

1. Un estudio de Antonio F. Torrice, dio como resultado su tesis de que colores específicos impactan ciertos sistemas físicos en el cuerpo humano. En el estudio de Torrice, propone que los siguientes sistemas están influenciados por estos matices particulares: Actividad de habilidad motora - Rojo, Sistema circulatorio - Naranja, Cardiopulmonar - Amarillo, Actividad de habilidad del habla - Verde, Ojos, Orejas y nariz - Azul, Actividad no verbal - Violeta.

2. Los siguientes son los resultados de una variedad de pruebas realizadas sobre el impacto del color en el medio ambiente. Visto en conjunto, los resultados de estos estudios demuestran una guía básica para los diseñadores al evaluar las aplicaciones de color para las escuelas.

Colores específicos impactan ciertos sistemas físicos en el cuerpo humano. Tesis, Antonio F. Torric		Fatiga ocular	Productividad y precisión	Orientación	Procesos de desarrollo
Actividad de habilidad motora	Rojo	Los tratamientos de pared final en un aula ayudan a aliviar la monotonía visual y a estimular el cerebro. Los colores de la pared del extremo deben ser de un tono medio con las paredes restantes de un tono neutro: blanco arenisca o beige.	La estimulación mental pasiva del color en una sala, ayuda al alumno y al maestro a mantenerse enfocados en la tarea en cuestión. Aspectos negativos demostrados de los entornos monótonos	El color puede crear un sistema de orden y ayudar a distinguir elementos importantes y no importantes en el entorno.	Respuestas de cada grupo de edad al color.
Sistema circulatorio	Naranja				En los niños más pequeños: alto contraste y colores brillantes son estimulantes.
Cardiopulmonar	Amarillo				En la adolescencia, los colores más fríos y los tonos más suaves son suficiente estímulo.
Actividad de habilidad del habla	Verde				
Ojos, Orejas y nariz	Azul				
Actividad no verbal	Violeta				

### Estudio 11

**Título:** Luminous and visual preferences of young children in their classrooms: Curtain use, artificial lighting and window views ("Preferencias luminosas y visuales de los niños pequeños en sus aulas: Uso de cortinas, iluminación artificial y vistas de ventana")[34]

**Autores:** Natalia Giraldo Vasquez, Maira Longhinotti Felipe, Fernando O.R. Pereira, Ariane Kuhnen

**Publicación:** Federal University of Santa Catarina, Department of Civil Engineering, Laboratory of Environmental Comfort, Department of Psychology, Laboratory of Environmental Psychology, Florianópolis, SC, Brazil.

#### **Descripción:**

El objetivo de este estudio es presentar un enfoque multimétodo para identificar las preferencias de los niños sobre entornos luminosos y vistas de ventanas en aulas de preescolar.

El estudio se realizó en seis aulas en Florianópolis (Brasil) en 2016, con aproximadamente 84 niños. Más de 240 votos de preferencia para entornos luminosos y 83 votos de preferencia para vistas de ventana se obtuvieron y se produjeron 253 dibujos de elementos preferidos de las vistas. Las razones de las preferencias de los niños se investigaron revisando el contenido de las encuestas y los dibujos. Se investigó la asociación de edad, género y entorno físico con las preferencias. Los resultados indicaron que los niños pequeños pueden diferenciar las necesidades de iluminación según la actividad realizada. El contacto visual con la vista a través de la ventana del aula era importante para los niños, con una mayor preferencia por las vistas naturales.

Aunque se identificó una tendencia entre el género y el tipo de vista de ventana preferida, dicha relación no fue estadísticamente significativa. Con base en el enfoque metodológico utilizado para la recolección de datos, se presentan recomendaciones metodológicas para futuras investigaciones.

#### **Resultados:**

Confort visual		Conclusión
El contacto visual con la vista a través de la ventana era importante para los niños, con preferencia por las vistas naturales	Los niños pequeños pueden diferenciar necesidades de iluminación según la actividad realizada	Necesidad de involucrar a los niños en los estudios de confort visual.

**Estudio 12**

**Título:** Los ambientes de aula que promueven el aprendizaje, desde la perspectiva de los niños y niñas escolares.[35]

**Autores:**

Marianella Castro Pérez, María Esther Morales Ramírez

**Publicación:** Universidad Nacional de Costa Rica

Instituto de Estudios Interdisciplinarios de la Niñez y la Adolescencia. Heredia, Costa Rica.

**Descripción:**

El artículo se realizó con base en la investigación relacionada con los ambientes escolares que propician el aprendizaje de los niños y niñas. El objetivo planteado buscó determinar los factores físicos y socioemocionales de los ambientes escolares que favorecen el aprendizaje. Para tal efecto, la investigación tuvo un enfoque mixto de tipo exploratorio y descriptivo de los diversos elementos físicos y emocionales que inciden en el ambiente de aula y, por consiguiente, en el aprendizaje. Fueron 307 niños y niñas escolares de centros educativos públicos de seis provincias de Costa Rica. Los instrumentos empleados en la recopilación de los datos fueron dos cuestionarios con preguntas cerradas y abiertas, un registro anecdótico y una guía con base en la cual se realizó la técnica de observación. El análisis de la información derivada de la técnica y los instrumentos utilizados se elaboró complementando los datos cuantitativos con los cualitativos. Para la interpretación de estos últimos, se crearon categorías emergentes. Se espera que la información brindada promueva que los ambientes escolares sean estéticos, agradables, motivantes, cómodos, limpios y refuercen la estabilidad emocional que todo ser humano requiere para que el proceso de aprendizaje sea exitoso.

**Resultados:**

Aspecto analizado	Conclusiones
Luz natural y artificial	En diversas respuestas ofrecidas por los niños y niñas, se señala el papel esencial de una adecuada iluminación del salón de clase. Teóricamente, se señala la importancia de considerar la luz natural como la iluminación más confortable para el ojo humano, porque permite estar en sintonía con el ambiente externo.
Color	El color tiene una fuerte influencia en el estado emocional de los niños y niñas, así como de los adultos que están en el aula; por lo tanto, la selección debe ser cuidadosa a fin de generar actitudes positivas en correlación con la luminosidad y los estados de ánimo.

5.2.1. Cuadro resumen

Ver anexo 1: Cuadro de investigaciones

# CAPITULO VI - ESTUDIO DE CASOS

## 6.1. Escuela Infantil “Els Colors”



Imagen 8



Imagen 6



Imagen 7



Imagen 9



Imagen 10



Imagen 11

### Descripción general del proyecto

#### *ELS COLORS*

ARQUITECTOS: RCR ARQUITECTES  
 UBICACIÓN: MANLLEU, BARCELONA, ESPAÑA.  
 AÑO PROYECTO: 2004

IMAGEN 6: PATIO CENTRAL  
 IMAGEN 7: FACHADA PRINCIPAL.  
 IMAGEN 8: CORREDOR INTERNO  
 IMAGEN 9: CORREDOR INTERNO  
 IMAGEN 10: PASILLO  
 IMAGEN 11: AULA

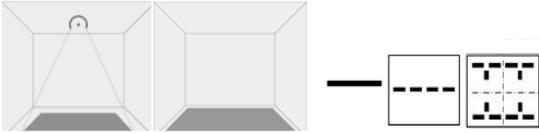
Explicando el proyecto se puede apreciar que existen 3 aulas por grupo de edad, donde cada una de estas aulas ha sido colocada en un módulo diferente. De esta forma los niños de 2- 3 años pueden pertenecer al aula de color naranja, amarilla o roja. En este caso, la materialidad cobra gran importancia, ya que el color exterior resulta ser el mismo que el interior, permitiendo que los niños puedan reconocer su aula incluso desde el patio, colaborando así con una noción espacial desde temprana edad. Dentro de la guardería se le ha dado un significado según las zonas que ocupan los niños con colores llamativos, como el amarillo, naranja y rojo, mientras la zona de servicios ha sido planteada en color gris.

#### FICHA 01

Descripción lumínica del proyecto



El proyecto ubica las aulas en la fachada nor-este y sur-oeste, matiza la luz de día en tonos naranja, amarillo y rojo. Los pasillos se matizan algunos en su totalidad y otros 50% transparentes y 50% de color (Imagen 9).

ILUMINACION	NATURAL	Orientación de las aulas: nor- este y sur-oeste	Filtros de color para la luz natural
	ARTIFICIAL	Aula	Sistema directo - Sistema uniforme - Lineal - Lineal - Simétrico 
ARTIFICIAL	Cambiadores y aseo	Sistema indirecto – Sistema uniforme – Superficial – lineal – simetrica 	
COLOR	Amarillo	Ayuda a la concentración y estimula el cerebro	COGNITIVO
	Naranja	Ayuda a lidiar con pérdidas emocionales y problemas de introversión.	PERSONAL - SOCIAL
	Rojo	Actividad motora	MOTOR

6.2. Escuela Infantil de Arganda del Rey de Picado y de Blas.



Imagen 14



Imagen 12



Imagen 13



Imagen 15



Imagen 16

Descripción general del proyecto

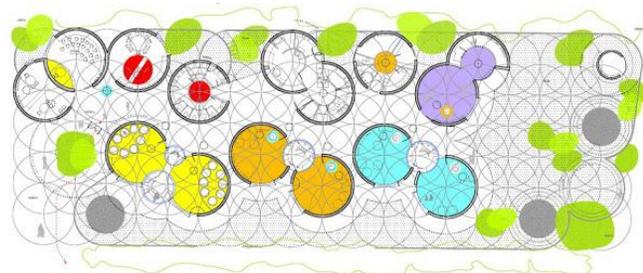
Las aulas se agrupan de dos en dos en la parte sur dejando la parte norte para las zonas destinadas a servicios. Todos los espacios de integran a través de un espacio que hace de eje, iluminados secuencialmente por las aperturas que separan los pares de círculos. Los cilindros de los profesores, dirección, vestuarios y teatro tienen las perforaciones interiores o lucernarios que dirigen la luz natural con distintos matices, provocando distintas sensaciones (Imagen 13). Los cilindros son de hormigón contrastando con el blanco del plano horizontal, mientras que el interior de las aulas son de color (imagen 15), con luces y texturas diversas en todos sus paramentos. Los cilindros, que alojan los aseos, cambiadores o biberonería son de policarbonato.

*GUARDERÍA 0 - 3 AÑOS / PICADO  
- DE BLAS ARQUITECTOS*

ARQUITECTOS: PICADO - DE BLAS ARQUITECTOS  
UBICACIÓN: ARGANDA DEL REY, MADRID, SPAIN  
AÑO PROYECTO: 2007

IMAGEN 8: AULA 0 - 1  
IMAGEN 14: ESPACIO POLIVALENTE  
IMAGEN 15: ACCESO PRINCIPAL.  
IMAGEN 16: PASILLO INTERNO

FICHA 02



Descripción lumínica del proyecto

ILUMINACION	NATURAL	Orientación de las aulas: Sur	Iluminación cenital	Filtro de color que matiza la iluminación cenital	
	ARTIFICIAL	Aula	Sistema directo - Sistema uniforme - Superficial - Singular - Arbitrario		
COLOR	Amarillo	Ayuda a la concentración y estimula el cerebro	COGNITIVO	0-1	
	Naranja	Ayuda a lidiar con pérdidas emocionales y problemas de introversión.	PERSONAL - SOCIAL	1-2	
	Azul	Calma	DORMIR	2-3	

6.3. Escuela infantil “Pablo Neruda”. Alcorcón, Madrid.



Imagen 17



Imagen 18



Imagen 19



Imagen 23



Imagen 20



Imagen 21



Imagen 22

**Descripción general del proyecto**

**GUARDERÍA PABLO NERUDA**

ARQUITECTOS: RUEDA PIZARRO ARQUITECTOS  
 UBICACIÓN: ALCORCÓN, MADRID, ESPAÑA  
 AÑO PROYECTO: 2010

La disposición interior responde a las diferentes orientaciones y espacios. Las aulas se ubican al sureste para aprovechar el mayor soleamiento en invierno, protegidas por árboles de hoja caduca y porches profundos en verano. Este espacio exterior cubierto está asociado a las aulas, como una extensión para juegos, y se conecta desde el interior a través de perforaciones realizadas a la escala del niño. Las dependencias docentes y servicios se sitúan al norte, con circulaciones y accesos independientes desde el exterior.

IMAGEN 8 17: FACHADA LATERAL

IMAGEN 8 18: FACHADA LATERAL

IMAGEN 19: FACHADA LATERAL

IMAGEN 20: AULA 1 – 2

IMAGEN 21: ESPACIO POLIVALENTE

IMAGEN 22: ESPACIO POLIVALENTE

IMAGEN 23: AULA 2 - 3

**FICHA 03**

**Descripción lumínica del proyecto**

El cromatismo nos ayuda a diferenciar las aulas por grupos de edades, ubicando a los niños de 0 a 1 año en las aulas de color rojo, de 1 a 2 años en las aulas de color azul y de 2 a 3 años en las aulas de color verde; de modo que describe y nos guía a través del objeto arquitectónico.

ILUMINACION	NATURAL	Orientación de las aulas: Sur - este	Iluminación cenital	Filtro de color que matiza la iluminación natural	
	ARTIFICIAL	Aula	Sistema directo - Sistema uniforme - Superficial - Singular - Arbitrario 		
COLOR	ROJO	Actividad motora	MOTOR	0 - 1	
	AZUL	Calma	DORMIR	1 - 2	
	VERDE	Actividad verbal receptiva y expresiva	COMUNICACION	2 - 3	

### 6.4. Escuela Infantil en Vélez-Rubio, Almería



Imagen 24



Imagen 25



Imagen 28



Imagen 26



Imagen 27



Imagen 29



Imagen 30

#### *GUARDERÍA VÉLEZ-RUBIO, ALMERÍA*

ARQUITECTOS: LOS DEL DESIERTO EVA LUQUE,  
ALEJANDRO PASCUAL  
UBICACIÓN: VÉLEZ-RUBIO, ALMERÍA, ESPAÑA  
AÑO PROYECTO: 2009

IMAGEN 26: PATIO EXTERIOR  
IMAGEN 27: ESPACIO POLIVALENTE  
IMAGEN 28: AULA 1 - 2  
IMAGEN 29: PASILLO INTERNO  
IMAGEN 30: AULA DE 0 - 1

#### Descripción general del proyecto

Las aulas de 0-1 año – *azul*: Calma y serenidad. Mejora el sueño y calma los nervios.

Las aulas de 1-2 años – *naranja*: Energía y positivismo. Estimula la comunicación

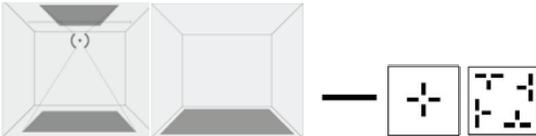
Las aulas de 2-3 años – *verde*: Equilibrio y calma. Mejora la capacidad lectora.

Las zonas comunes se tiñen de múltiples colores.

Los colores no solo están presentes en los materiales del espacio sino que también en los filtros de color para matizar la luz natural.

#### FICHA 04

Descripción lumínica del proyecto

ILUMINACION	NATURAL		Iluminación cenital con filtro de color	Filtro de color que matiza la iluminación natural
	ARTIFICIAL	Aula	Sistema Mixto - Sistema uniforme - Lineal - Agrupada - Ordenada 	
COLOR	AZUL	Calma	DORMIR	0-1
	NARANJA	Ayuda a lidiar con pérdidas emocionales y problemas de introversión.	PERSONAL - SOCIAL	1-2
	VERDE	Actividad verbal receptiva y expresiva	COMUNICACION	2-3

6.5. Escuela Infantil el Chaparral, Granada.



Imagen 34



Imagen 32



Imagen 31



Imagen 33

**Descripción general del proyecto**

**GUARDERÍA EL CHAPARRAL, GRANADA.**

ARQUITECTOS: ALEJANDRO MUÑOZ MIRANDA  
 UBICACIÓN: GRANADA, ESPAÑA  
 AÑO PROYECTO: 2009

IMAGEN 8 31: PASILLO INTERNO

IMAGEN 8 32: AULA POLIVALENTE

IMAGEN 33: FACHADA

IMAGEN 34: CORREDOR INTERNO

Los cambios en la sección están determinados por el uso (corredores, accesos a salas de clase y baños, salas de clase, acceso exterior cubierto, jardín, patio cubierto exterior) pero también por el movimiento del sol y la pendiente longitudinal del terreno. En los corredores, el color blanco pasa a segundo plano, resultando un espacio poli cromático gracias a la presencia de la luz solar y los filtros de colores. Este efecto ha sido planteado solamente en la zona del corredor y en la zona del patio, pero al tratar una zona más grande, el efecto conseguido al interior es diferente.

Se ha utilizado un piso en color azul para las aulas de niños de 0-1 años, en amarillo para los niños de 1-2 años y en violeta para los niños de 2-3 años.

**FICHA 05**

**Descripción lumínica del proyecto**

ILUMINACION	NATURAL	Orientación corredor con las ventanas marizadas: Sur Aulas: Norte	Iluminación cenital con filtro de color	Filtro de color que matiza la iluminación natural	
	ARTIFICIAL	Aula			
COLOR	AZUL	Calma	DORMIR	0 -1	
	AMARILLO	Ayuda a la concentración y estimula el cerebro	COGNITIVO	1 - 2	
	VIOLETA	Actividad no verbal, Potencia la intuición	COGNITIVO	2 - 3	

6.6. Escuela Infantil Epinay, France.



Imagen 38



Imagen 36



Imagen 35



Imagen 37

Descripción general del proyecto

Las tres secciones de la guardería tienen diseños similares: una sala de actividades orientada al sur que se abre a un área de juego exterior e iluminada por pozos de luz de colores; salas de siesta que se abren a la zona de juegos y disfrutan de una luz natural suave; un vestuario para bebés en la esquina con vista a todas las demás áreas; Almacenamiento / guardarropas directamente accesible por los padres desde las pasarelas

*EPINAY NURSERY SCHOOL.*

ARQUITECTOS: BP ARCHITECTURES  
 UBICACIÓN: ÉPINAY-SOUS-SÉNART, FRANCE  
 AÑO PROYECTO: 2010

IMAGEN 35: AULA

IMAGEN 36: AULA

IMAGEN 37: AULA

IMAGEN 38: FACHADA INTERIOR

Descripción lumínica y cromática del proyecto

ILUMINACION	NATURAL	Iluminación Lateral		
	ARTIFICIAL	Aula	Sistema mixto - uniforme - volumétrica - agrupada - simétrica	
COLOR	MAGENTA	Crea un sentimiento de amabilidad, de gentileza, de amor y compasión	PERSONAL SOCIAL	
	VERDE	Comunicacion receptiva y expresiva.	COMUNICACION	

6.7. Escuela Infantil Primetime, Brasil.



Imagen 39



Imagen 40



Imagen 41



Imagen 42



Imagen 43

Descripción general del proyecto

Este proyecto desarrollado a partir de un programa especialmente dirigido a niños de cero a 3 años, basado en un concepto educativo exclusivo.

**PRIMETIME NURSERY SCHOOL**

ARQUITECTOS: MARCIO KOGAN  
 UBICACIÓN: SAO PAULO - SÃO PAULO, BRAZIL  
 AÑO PROYECTO: 2007

- IMAGEN 39: AULA
- IMAGEN 40: AULA
- IMAGEN 41: CORREDOR INTERNO
- IMAGEN 42: AULA
- IMAGEN 43: FACHADA LATERAL

El objetivo del proyecto era incorporar las especificidades de este programa, buscando soluciones creativas adecuadas.

La prioridad era concebir un espacio abstracto no estereotípico con un carácter lúdico que cubriera las demandas funcionales de los numerosos procedimientos involucrados.

Además de utilizar materiales naturales, se seleccionaron los colores amarillo, naranja y rojo para crear una atmósfera estimulante.

FICHA 08

Descripción lumínica del proyecto

ILUMINACION	NATURAL	Filtro de control solar			
	ARTIFICIAL	Aula	Sistema directo - Sistema uniforme - Superficial - Singular - Arbitrario		
					
COLOR	AMARILLO	Ayuda a la concentración y estimula el cerebro	COGNITIVO		
	NARANJA	Ayuda a lidiar con pérdidas emocionales y problemas de introversión.	PERSONAL SOCIAL		
	ROJO	Actividad motora	MOTOR		

6.8. Escuela Infantil Monthey nursery, Switzerland.



Imagen 44



Imagen 45



Imagen 46



Imagen 50



Imagen 47



Imagen 49



Imagen 48

**MONTHEY NURSERY**

ARQUITECTOS: BONNARD WOEFFRAY ARCHITECTES  
 UBICACIÓN: MONTHEY, SWITZERLAND  
 AÑO PROYECTO: 2008

**Descripción general del proyecto**

El edificio tiene dos pisos dispuestos en seis unidades separadas. Cada unidad se divide en dos espacios para la actividad y el descanso, con un baño y baños en el medio. Cada unidad tiene vistas del parque y están bañados por la luz del sol por la mañana o por la tarde, según la orientación.

- IMAGEN 8 44: AULA
- IMAGEN 45: AULA
- IMAGEN 46: AULA
- IMAGEN 47: AULA
- IMAGEN 48: AULA
- IMAGEN 49: AULA
- IMAGEN 50: PATIO INTERNO

**Descripción lumínica del proyecto**

FICHA 09				
ILUMINACION	NATURAL	Orientación de las aulas con luz de mañana o tarde		Vistas a la naturaleza
	ARTIFICIAL	Aula	Sistema directo - Sistema uniforme - Superficial - Singular - Arbitrario 	
COLOR	NARANJA	Ayuda a lidiar con pérdidas emocionales y problemas de introversión.	PERSONAL SOCIAL	
	AMARILLO	Ayuda a la concentración y estimula el cerebro	COGNITIVO	
	MAGENTA	Crea un sentimiento de amabilidad, de gentileza, de amor y compasión	PERSONAL SOCIAL	
	VERDE	Comunicación receptiva y expresiva.	COMUNICACION	
	AZUL	Calma	DORMIR	
	VIOLETA	Actividad no verbal, Potencia la intuición	COGNITIVO	

6.9. Escuela Infantil les graines d'étoiles, France.



Imagen 54



Imagen 52



Imagen 51



Imagen 53



Imagen 55



Imagen 56



Imagen 57

**LES GRAINES D'ÉTOILES NURSERY**

ARQUITECTOS: ATELIER FERNANDEZ & SERRES,  
 UBICACIÓN: AIX EN PROVENCE, FRANCE  
 AÑO PROYECTO: 2009

**Descripción general del proyecto**

La estructura completa de color amarillo brillante, matiza de cierta forma el interior de una de las aulas. Mientras que los patios interiores de color magenta hacen lo mismo para otras aulas.

- IMAGEN 8 51: AULA
- IMAGEN 52: AULA POLIVALENTE
- IMAGEN 53: AULA POLIVALENTE
- IMAGEN 54: AULA POLIVALENTE
- IMAGEN 55: AULA
- IMAGEN 56: FACHADA
- IMAGEN 57: POZO DE LUZ INTERNO

**FICHA 10**

**Descripción lumínica del proyecto**

ILUMINACION	NATURAL	Iluminación lateral		
	ARTIFICIAL	Aula	Sistema directo - Sistema uniforme - Lineal - Lineal - Simétrico 	
COLOR	MAGENTA	Crea un sentimiento de amabilidad, de gentileza, de amor y compasión	PERSONAL SOCIAL	
	AMARILLO	Ayuda a la concentración y estimula el cerebro	COGNITIVO	

Cuadro Resumen

		ILUMINACION			COLOR					
		NATURAL		ARTIFICIAL		0 - 1	1 - 2	2 - 3	ARBITRARIO	
	Orientacion	Iluminacion cenital	Filtro de color	Aula	Cambiadores					
1	Els Colors	aulas: Nor - este / sur oeste		si	Sistema directo - Sistema uniforme - Lineal - Lineal - Simétrico	Sistema indirecto - Sistema uniforme - Superficial - lineal - simetrica				NARANJA ROJO AMARILLO
2	Escuela Infantil de Arganda del Rey	Aulas: sur	si	si	Sistema directo - Sistema uniforme - Superficial - Singular - Arbitrario		AMARILLO	NARANJA	AZUL	
3	Escuela infantil "Pablo Neruda"	Sur - este	si	si	Sistema directo - Sistema uniforme - Superficial - Singular - Arbitrario		ROJO	AZUL	VERDE	
4	Escuela Infantil en Vélez-Rubio		si	si	Sistema Mixto - Sistema uniforme - Lineal - Agrupada - Ordenada		AZUL	NARANJA	VERDE	
5	Escuela Infantil el Chaparral	Norte	si	si			AZUL	AMARILLO	VIOLETA	
6	Escuela Infantil Epinay	ILUMINACION LATERAL			Sistema mixto - uniforme - volumétrica - agrupada - simétrica					MAGENTA VERDE
7	Escuela Infantil Primetime	ILUMINACION LATERAL CON FILTRO DE CONTROL SOLAR			Sistema directo - Sistema uniforme - Superficial - Singular - Arbitrario		BLANCO			AMARILLO NARANJA ROJO
8	Escuela Infantil Monthey	ILUMINACION LATERAL Luz de mañana y tarde. Vistas a la naturaleza			Sistema directo - Sistema uniforme - Superficial - Singular - Arbitrario					NARANJA AMARILLO MAGENTA VERDE AZUL VIOLETA
9	Escuela Infantil les graines d'étoiles,	ILUMINACION LATERAL			Sistema directo - Sistema uniforme - Lineal - Lineal - Simétrico					MAGENTA AMARILLO

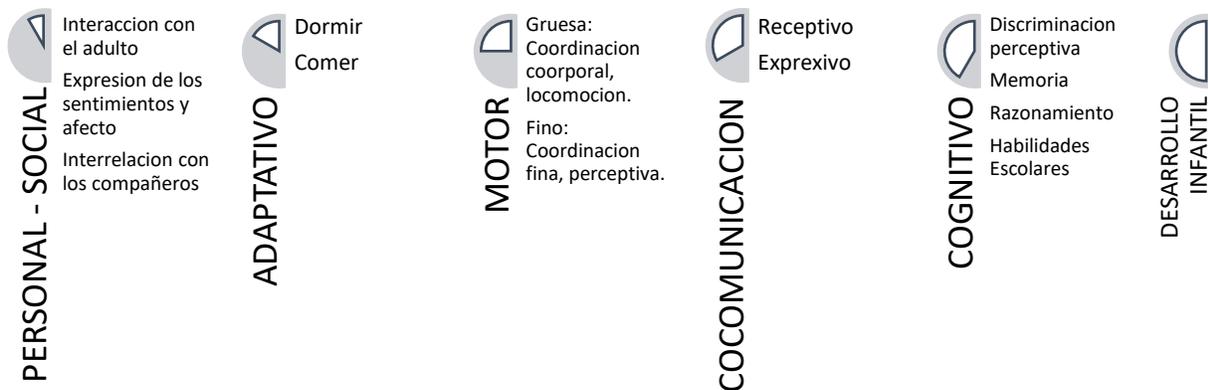
# CAPITULO VII - ANALISIS Y CLASIFICACION DE LA INFORMACION

El proceso desarrollado para analizar y comparar la información generada en estos estudios se fundamentó en cinco etapas:

## Etapa 01: Información Obtenida.

Se elaboró una lista con los resultados de todos los estudios, organizando la información independientemente como: Color, Temperatura de color, Sistema de iluminación y ámbitos del desarrollo infantil y luego relacionándolos para poder clasificarlos de tal forma se pudo identificar que variables se relacionaban entre si y cuales serían tomadas en consideración para la elaboración de las escenas de luz.

a. Ámbitos del desarrollo evolutivo de niño que se trabajan en las escuelas para obtener un pleno desarrollo:

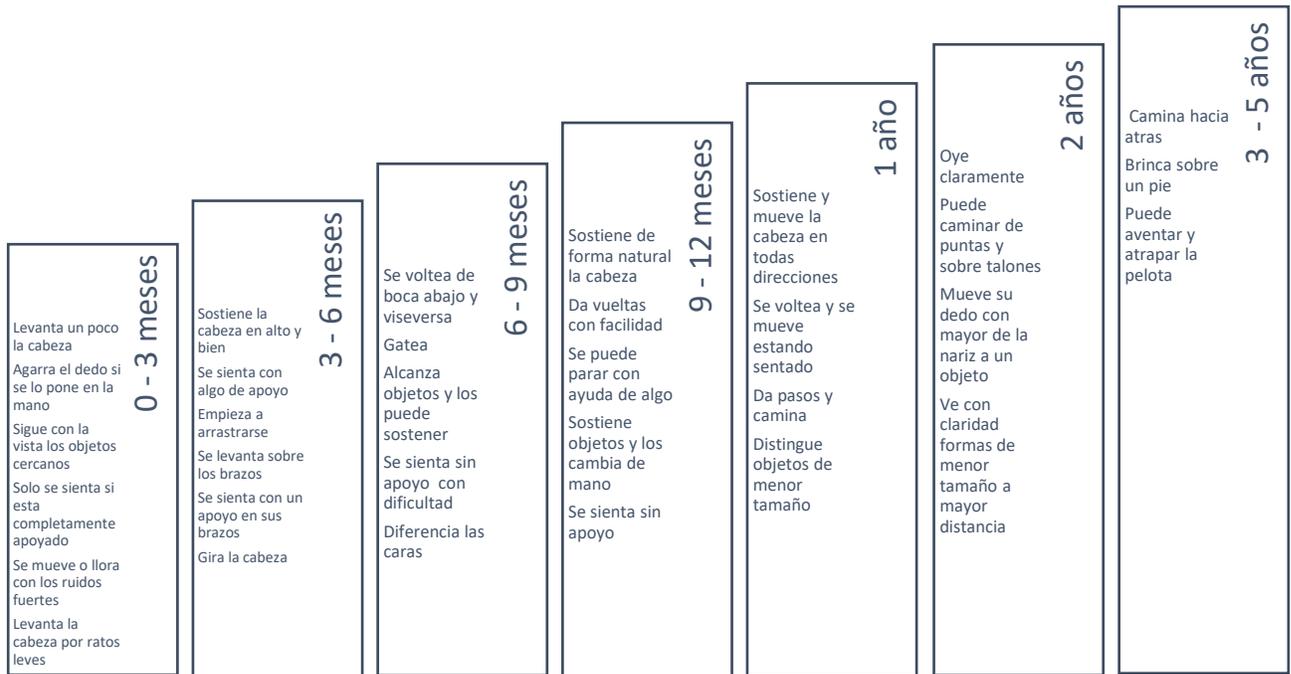


b. Ámbitos del desarrollo cognitivo según Piaget:

Tabla 10: Desarrollo cognitivo según Piaget

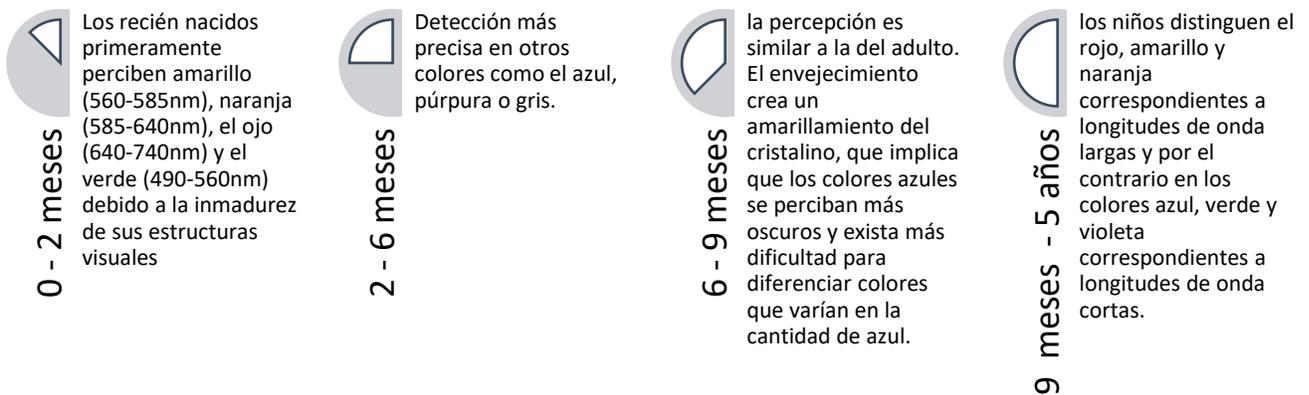
EDAD	DESARROLLO COGNITIVO SEGÚN PIAGET		
0 - 2	Periodo senso-motor: al final de este periodo los bebes ya pueden formar representaciones mentales de la realidad que los rodea. Acción reacción.		
2 - 4	Etapas del pensamiento pre operacional: Investigación permanente.	Periodo pre operacional: se da paso al aprendizaje por imitación y se obtiene una relación de causa – efecto.	
4 – 5		Fase del pensamiento intuitivo: El pensamiento se expresa por el lenguaje.	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.
5 – 6			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.

c. Desarrollo psicomotor



d. Desarrollo sensorial y perceptual. La percepción del color

En los primeros años de vida, los niños reciben a través de los sentidos las primeras informaciones del mundo que les rodea. Es por medio de las capacidades sensoriales que se produce el desarrollo cognitivo. Existen diferencias sensoriales y perceptuales del color entre los niños y los adultos. Según el estudio titulado *Visión del color en los niños*[2]



Etapa 02: Identificación de variables para generar márgenes.

Se estudió cada aspecto que influye en el desarrollo de los niños para poder identificar las variables que se deberán considerar para crear un espacio que estimule cada ámbito del desarrollo y organizar la información obtenida sin repetir datos entre un estudio y otro, con esto también se pudo identificar los aspectos que determinaran los escenarios lumínicos de la propuesta con el objetivo de crear espacios que sean estimulantes, estos aspectos del desarrollo infantil se tomaron partir de teorías del desarrollo cognitivo, psicomotriz y sensorial relevantes.

*Color: Influencia del color en actividades relevantes en la educación de la primera infancia*

El uso adecuado del color en el entorno es un indicador clave en la estimulación positiva y la adecuación del espacio para el buen desarrollo de los niños.

EFEECTO	COLOR	
Actividad motora: Más energía evita el decaimiento y la pasividad	ROJO	
Actividad de habla: Transmite Equilibrio, calma	VERDE	
Actividad no verbal: Potencia la intuición	VIOLETA	
Sentidos Ojos, orejas y nariz: Mejora el sueño. Bueno para calmar los nervios	AZUL	
Cardio pulmonar: Estimula la concentración. Bueno para niños con depresión	AMARILLO	
Sistema circulatorio: Estimula la interacción. Estimula el apetito.	NARANJA	
Crea un sentimiento de amabilidad, de gentileza, de amor y compasión.	MAGENTA	
Incentiva la creatividad	BLANCO	

*Luz y Color: Relación de la luz y el color y su influencia dentro del espacio educativo*

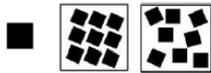
Luz y color	Según el caso 11; la luz representa el 21% de los aspectos que influyen dentro del espacio educativo y el color 11%. Un correcto diseño de ambos, como menciona y resalta su relación en el caso 12, podría traducirse en un 32% de los aspectos que podrían mejorar el espacio educativo, además de potenciar las actividades cognitivas como leer y escribir.
-------------	---

*Iluminación: La temperatura de color y su influencia en actividades relevantes en la educación infantil.*

COLOR	TEMPERATURA DE COLOR	EFECTO
	2100K	Menor índice de mejora en la asistencia. Peor rendimiento académico. Aumento de la grasa corporal.
	2900K	Induce a la calma. Utilizado para la transición del recreo a las aulas de clase.
	3000K	Peor rendimiento de concentración. Mayor % de errores.
	3500K	Es más relajante que excitante. Mejora las actividades en el recreo. Comportamiento 2do mejor (luego de 4100K) para leer, escuchar, trabajo en silencio. Sensación de Cansancio.
	4000K	Luz estándar para actividades que no requieren esfuerzo.
	4000K + indirecta de 14000K	Mejora la velocidad en el proceso cognitivo.
	4100K	Mejora el compromiso y la participación en el LED. Mejor para leer, escuchar, matemáticas y trabajo en silencio. 2do en la sensación de cansancio (luego de 3500K) Mejor para juegos grupales, manualidades y comer.
	4250K	Menor rendimiento académico en relación (5500K y 2100K). No produce aumento en la grasa corporal
	5000K	Mejora el rendimiento en el cambio de las tareas de los niños en edad Pre-escolar. Peor rendimiento académico, más lento.
	5100K	Mayor índice de dolor de cabeza. 2do mejor para matemáticas y juegos grupales (luego de 4100K).
	5500K	Mayor índice de asistencia. Mejor rendimiento académico. Aumento de la grasa corporal.
	6500K	Es más excitante y menos relajante. Mejor rendimiento académico.
	7300K	2do en mayor índice de dolor de cabeza (luego de 5100K) 2do mejor para manualidades (luego de 4100K)
	8000K	Incita la concentración. Mejora la participación y atención en clase.
	12000K	Es una luz energética. Puede ayudar a la activación en las primeras horas de la mañana. Mejora la participación y atención en clase.
luz indirecta de 14000K + 4000K luz directa	Mejora la velocidad en el proceso cognitivo.	

Etapa 03: Identificación de variables en los casos de estudio.

Cuadro resumen de las variables identificadas en los casos de estudio analizados.

ILUMINACION			COLOR				
NATURAL		ARTIFICIAL	0 - 1	1 - 2	2 - 3	ARBITRARIO / OTROS ESPACIOS	
Orientación (España)	Iluminación cenital	Filtro de color					Aula
Nor - este / sur oeste Sur - este sur Norte	4/9	5/9	Sistema directo - Sistema uniforme -  Superficial - Singular - Arbitrario 	AZUL x2	NARANJA x2	VERDE x2	NARANJA x3 ROJO x2 AMARILLO x4 MAGENTA x3 VERDE x 2

Etapa 03: Listas de parámetros del desarrollo infantil a considerar. Se generó una lista definitiva con los parámetros correspondientes a las variables identificadas en estos estudios.

EDAD	COGNITIVO		PSICOMOTOR		OTRA CONSIDERACIÓN
	DESARROLLO PIAGET	COGNITIVO SEGÚN			
0 - 1	<b>Periodo senso-motor:</b> al final de este periodo los bebés ya pueden formar representaciones mentales de la realidad que los rodea. Acción reaccional.		0 - 3	Levanta la cabeza	Deslumbramiento. Posición de tumbado por más tiempo. Duermen más. La percepción de los colores varía en cada mes
1 - 2			3 - 6	Empieza a moverse	
2 - 3	<b>Periodo pre operacional:</b> Se da paso al aprendizaje por imitación y se obtiene una relación de causa - efecto.		6 - 9	Gatea, se sienta	Aprendizaje  Mayor coordinación motora, habla
3 - 4			9 - 12	Sostiene la cabeza y se puede parar	
4 - 5			<b>Etapa del pensamiento pre operacional:</b> Investigación permanente. <b>Fase del pensamiento intuitivo:</b> El pensamiento se expresa por el lenguaje.	Se sostiene, da pasos, distingue objetos de menor tamaño  Camina, oye claramente, ve con claridad formas de menor tamaño a mayor distancia  Camina hacia atrás; brinca sobre un pie y puede aventar y atrapar la pelota.	

Etapa 04: Tabla de correlación de variables.

Se elaboró una tabla con los parámetros resultantes de los estudios para identificar las correlaciones existentes. También se generó un cuadro comparativo de los parámetros presentes en los casos de estudio para tener una percepción general de las diferencias y similitudes que estos presentan.

AMBITOS DEL DESARROLLO		CONDICIONES DEL AMBIENTE		
		ILUMINACION	COLOR	Otra consideración
COGNITIVO	Discriminación perceptiva	5500K	AMARILLO: ayuda a la concentración y estimula el cerebro  VIOLETA: Actividad no verbal, Potencia la intuición	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	Actividad motora: ROJO	5100K cambio de tareas
	Fina: Motricidad fina. Motricidad perceptiva.	4100K		
ADAPTATIVO	Comer	4100K		
	Dormir	2900K, 3500K	AZUL	
COMUNICACIÓN	Receptiva y expresiva.		Verbal: VERDE	
PERSONAL - SOCIAL	Interacción con el adulto. Expresión de los sentimientos y afecto. Interrelación con los compañeros		NARANJA: Ayuda a lidiar con pérdidas emocionales y problemas de introversión.	
			MAGENTA: Crea un sentimiento de amabilidad, de gentileza, de amor y compasión	

Etapa 05: Resultados (Ámbitos del desarrollo – Parámetros)

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.

ACTIVIDAD	ESCENA DE LUZ	PARAMETROS	
		LUMINICOS (CCT)	CROMATICOS
COGNITIVO	1	5500K 6500K 8000K 12000K	AMARILLO: ayuda a la concentración y estimula el cerebro
PSICOMOTOR GRUESO	2	3500K	ROJO : Actividad motora
PSICOMOTOR FINO	3	4100K	
COMER	4	4100K	ANARANJADO
DORMIR	5	2900K, 3500K	AZUL: Calma y serenidad. Mejora el sueño y calma los nervios.

# CAPITULO VIII - PROPUESTA Y DESARROLLO DE INVESTIGACION

---

## Hipótesis del estudio

Después de haber tomado como referencia los criterios del desarrollo infantil en la primera infancia, que permitieron el claro establecimiento de los ámbitos del desarrollo que pueden ser estimulados a través del espacio; De analizar un conjunto de estudios científicos en condiciones reales, que permitieron establecer relaciones evidentes entre el desarrollo en la educación infantil y los parámetros lumínicos; De haber puesto estos parámetros dentro del análisis de casos en 9 guarderías diferentes y establecer como parte de esta valoración la clasificación de los sistemas lumínicos desarrollada por el Dr. Adrián Muros. Se pudo constatar que en cada uno de los casos de estudios seleccionados, están presentes en su gran mayoría los parámetros lumínicos y cromáticos, correspondientes a las distintas valoraciones del espacio arquitectónico dentro de las escuelas infantiles. Se propone determinar los parámetros lumínicos y cromáticos que permitan estimular 5 actividades desarrolladas en el aula de educación para la primera infancia que corresponden a: ACTIVIDAD COGNITIVA, ACTIVIDAD MOTORA FINA, ACTIVIDAD MOTORA GRUESA, COMER, DORMIR; A través de 5 escenarios de luz, que en un futuro puedan ser experimentados en ambientes reales y nos permita comprobar la veracidad de nuestra hipótesis, que vincula a cada una de estas actividades desarrolladas en el aula con unos parámetros lumínicos - cromáticos concretos y de esta forma poder alcanzar los objetivos propuestos en esta investigación.

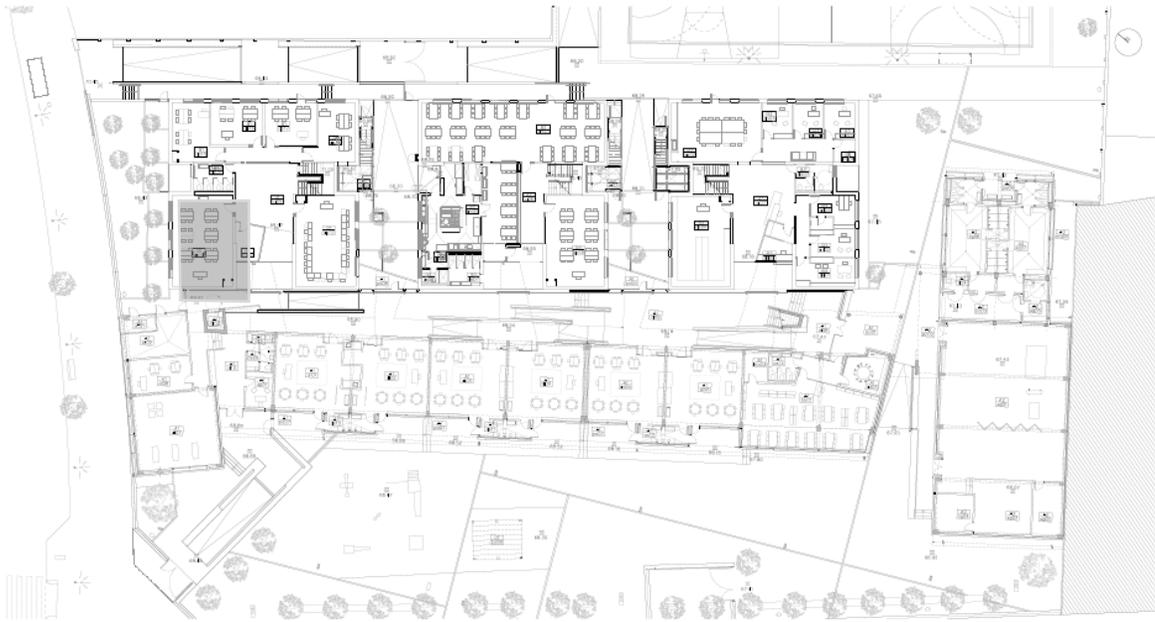
## Desarrollo del estudio

### Implementación:

La propuesta se proyectara en un aula dentro de la escuela Roser Capdevila que forma parte del estudio *SmartClassroom*, un proyecto que tiene como objetivo evaluar la arquitectura interior y diseño en modelos de aula, poniendo especial atención a la integración didáctica que deben inspirar y guiar la práctica educativa en estos nuevos modelos de aula para el máximo aprovechamiento en el proceso de aprendizaje y para contribuir a la mejora del contexto de innovación didáctica en las escuelas, según los directores del proyecto. Dentro de este ambiente el proyecto *SmartClassroom* continuará con la evaluación del espacio a partir de diferentes fuentes de información: auto informes de los docentes que ya lo han utilizado, observaciones sistemáticas de diferentes sesiones, grupos focales de docentes y grupos focales de alumnos.

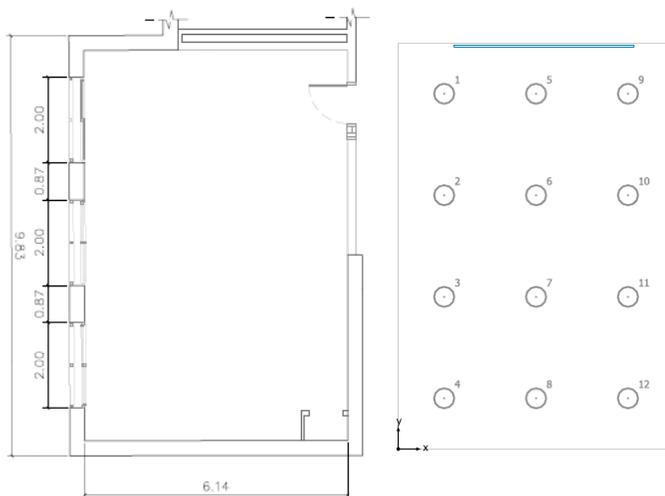
A continuación, se puede observar el espacio que ellos tienen destinado para esto.

Ubicación:



Espacio destinado:

El espacio destinado forma parte de un proyecto llamado SmartClassroom, como parte de este proyecto, la escuela Roser Capdevila ha cambiado una de sus aulas y un espacio distribuidor exterior a partir de un proceso reflexivo acompañado del equipo SmartClassroom Project. El co-diseño ha planteado una retirada de los elementos que formaban parte del aula como muebles, percheros, tableros de corcho y ha permitido la adecuación de algunas paredes deterioradas y el sistema de iluminación. Precisamente, la luz natural y su regulación se convirtió en un tema reiterado en las sesiones de co-diseño y se consideró clave sustituir la iluminación fluorescente y uniformar las paredes de color blanco para conseguir aumentar la calidez y las posibilidades de nivel de confort dentro el aula.



Lledó Group 3665035840045 VARIANT I CIRCULAR 450 UGR19 18W 4.000K

N°	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
1	1.024	7.989	2.500
2	1.024	5.706	2.500
3	1.024	3.424	2.500
4	1.024	1.141	2.500
5	3.072	7.989	2.500
6	3.072	5.706	2.500
7	3.072	3.424	2.500
8	3.072	1.141	2.500
9	5.121	7.989	2.500
10	5.121	5.706	2.500
11	5.121	3.424	2.500
12	5.121	1.141	2.500

Antes:



Después:





En definitiva, la configuración del espacio debe permitirse varias formas de aprendizaje facilitando el diálogo entre el tecnológico y el pedagógico. Cuatro aspectos básicos centran las estrategias de formación: la personalización, el aprendizaje activo, el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje autónomo o auto dirigido. El acceso ubicuo a la tecnología debería ser un Objetivo fundamental que permitirá a los estudiantes y profesores aprovechar al máximo las ventajas de la tecnología disponible.

Escenas de luz propuestas:

ACTIVIDAD	ESCENA DE LUZ	PARAMETROS LUMINICOS
		TEMPERATURA DE COLOR (K)
COGNITIVO	1	5500K <b>6500K</b> 8000K 12000K
PSICOMOTOR FINO	2	5100K
COMER	3	4100K
PSICOMOTOR GRUESO	4	3500K
DORMIR	5	2900K

Simulación de las escenas:

La simulación de las escenas considera el cambio de temperatura de color para estimular una actividad determinada.

Se considera que la luminaria utilizada debe cumplir con el mínimo de 300 lx en el espacio, según normativa y un mínimo de CRI de 80.

No se considera los datos lumínicos de la luminaria específica ya que los luxes no se modifican con las distintas temperaturas de color.

La escena para el aspecto COGNITIVO tuvo más un rango mayor de posibilidades según los estudios, por lo que se seguirá estudiando como parte de la investigación desarrollada en estudio de doctorado.

D O R M I R	P S I C O M O T O R G R U E S O	C O M E R	P S I C O M O T O R F I N O	C O G N I T I V O
<b>ESCENA 5</b>	<b>ESCENA 4</b>	<b>ESCENA 3</b>	<b>ESCENA 2</b>	<b>ESCENA 1</b>
2900K	3500K	4100K	5100K	5500K 6500K 8000K 12000K



# CONCLUSIONES - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

## Conclusiones

El propósito de este estudio fue identificar los efectos de diferentes CCT de iluminación en el desarrollo de la educación de la primera infancia en centros infantiles, aplicables para desarrollar un sistema de iluminación dinámico que responda a los diferentes entornos de aprendizaje.

El período de edad preescolar está compuesto por rápidos cambios en el desarrollo, ya que los niños comienzan a ajustar múltiples dimensiones de las habilidades de la función motora, incluida la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva. Sin embargo, la flexibilidad cognitiva se desarrolla más lentamente en la primera infancia que otras dimensiones de las funciones motoras.

En cuanto a materialidad y su relación con los parámetros lumínicos y cromáticos, del análisis realizado podemos resaltar la tendencia de la arquitectura infantil contemporánea hacia los elementos traslúcidos, ya sea permitiendo una total transparencia o solamente el paso de la luz con un matiz cromático, lo cual denota en ambos casos una estrecha relación entre ambos. El uso de elementos traslúcidos coloridos en la fachada es una forma de utilizar el mismo color del exterior hacia el interior del proyecto, además que su percepción se modifica con el cambio de las horas lo que ayuda a reforzar el concepto del tiempo y espacio en los niños.

En este caso, el uso de elementos traslúcidos y transparentes permite: tener un mejor aprovechamiento de la luz natural, crear una mejor relación interior - exterior y ayuda a transformar y reforzar el estímulo de los espacios por medio del cromatismo; tal como se desarrolla en la guardería El Chaparral, en este caso se ha dado una estrecha relación del vidrio con el uso del color tanto en ventanas como en el resto del proyecto para lograr transformar el ambiente, ya que paredes internas y externas han sido tratadas por igual con un acabado en color blanco, de modo que el color aplicado sobre el vidrio actúa a su vez sobre el blanco que lo refleja y permite la ampliación del efecto.

Los sistemas educativos están evolucionando cada día, existen nuevas teorías y paradigmas educativos emergentes, nuevas estrategias pedagógicas, nuevas formas de organización más flexibles horizontales y eficaces; La arquitectura de estos espacios debe estar lista para responder a todas estas necesidades y apoyar la educación. Con el uso de las nuevas tecnologías podemos crear nuevas posibilidades para un mismo espacio.

## Líneas abiertas de investigación

Con el análisis de 12 estudios empíricos diferentes, se sugirió un total de 5 pre-ajustes de iluminación para un sistema de iluminación dinámico. Sin embargo, existen limitaciones frecuentes en este estudio. Primero, aunque los resultados de los diferentes estudios analizados respaldan que las CCT de iluminación influyen en la respuesta fisiológica, cognitiva y conductual, hace falta un periodo mayor de tiempo para llevar a cabo experimentos de laboratorio y en ambientes reales para tener resultados consistentes.

Además, se tiene que tener en cuenta las limitaciones físicas del espacio, el nivel de iluminancia, el efecto del nivel de iluminancia en combinación con diferentes CCT, el tiempo de exposición para cada condición de iluminación; debe verificarse antes de aplicar los pre-ajustes de iluminación.

Por lo tanto, luego de determinar las condiciones en las que se llevara a cabo la prueba podría realizarse un trabajo futuro para validar las escenas de iluminación propuestas. En particular, el efecto positivo de la alta CCT en la excitación humana también se observó en múltiples investigaciones, sin embargo eso no significa necesariamente que cuanto mayor sea el CCT, mejor será el rendimiento. Puede haber un punto de rendimientos decrecientes en el que un CCT más alto ya no mejora la estimulación en las actividades cognitivas de los niños. Como tal, el trabajo futuro es necesario para examinar la amplia gama de CCT de iluminación en entornos de actividades cognitivas, psicomotoras y fisiológicas (comer y dormir) que forman parte del desarrollo dentro de la educación infantil.

Por otra parte, a diferencia de los colores de iluminación, el efecto de los colores de las paredes en el rendimiento de los estudiantes ha sido investigado durante mucho tiempo en el campo del diseño de interiores según algunos estudios analizados. Sin embargo no existe algún estudio que resalte la relación entre la iluminación y el cromatismo de las aulas de educación infantil, por ejemplo en el caso: cambiando las condiciones de iluminación, las propiedades de la apariencia visual en los interiores también podrían verse afectadas entre ellas el cromatismo de las paredes y, por lo tanto, la apariencia visual total y el efecto debe investigarse para su aplicación práctica.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] W. E. Hathaway, "Effects of School Lighting on Physical Development and School Performance," *J. Educ. Res.*, vol. 88, no. 4, pp. 228–242, Mar. 1995.
- [2] E. FERNÁNDEZ O, S. LLOBET, and T. GONZÁLEZ, "Visión del color en los niños."
- [3] C. Cachán, B. Carbelo, M. García, and P. Mateo, "Estudio sobre la influencia de la iluminación en el rendimiento escolar," *Luces CEI n°45*, pp. 14–17, 2012.
- [4] H. Mahone Group, "CALIFORNIA BOARD FOR ENERGY EFFICIENCY CONDENSED REPORT DAYLIGHTING IN SCHOOLS HESCHONG MAHONE GROUP," 1999.
- [5] F. O. Girona, "LA INFLUENCIA DEL COLOR EN EL AULA. Un estudio exploratorio sobre el cromatismo en los procesos cognitivos," Universidad Politecnica de Valencia, 2019.
- [6] T. F. D. E. Grado, "ANOMALIES DE LA VISIÓ DEL COLOR EN PREESCOLARS : VALIDESA DELS RESULTATS OBTINGUTS AMB EL TEST D' ISHIHARA," pp. 1–48, 2015.
- [7] C. J. Boyatzis and R. Varghese, "Children's Emotional Associations with Colors," *J. Genet. Psychol.*, vol. 155, no. 1, pp. 77–85, Mar. 1994.
- [8] Răzvan-Alexandru CĂLIN and Irina-Alexandra BÎRSĂNESCU, "COLOUR PSYCHOLOGY," Craiova, 2017.
- [9] elap arquitectos ingenieros slp, "GUARDERÍA MUNICIPAL Vélez-Rubio. Almería, España." .
- [10] A. Muros Alcojor, "LA LUZ : DE HERRAMIENTA A LENGUAJE Una nueva metodología de iluminación artificial en el proyecto arquitectónico," Universidad Politécnica de Cataluña, 2010.
- [11] S. Ata, A. Deniz, and B. Akman, "The Physical Environment Factors in Preschools in Terms of Environmental Psychology: A Review," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 46, pp. 2034–2039, 2012.
- [12] I. M. Vizcaíno and A. M. Blasco Cruces, *Hablemos de Educación Infantil orientaciones y recursos (0-6 años)*, vol. 1. Wolters Kluwer España, 2012.
- [13] V. Arnaiz Sancho, I. de Basterrechea Meunier, S. Salvador Carreño, F. E. D. M. Y. Provincias, and Espanya, "Guía para proyectar y construir escuelas infantiles," p. 223, 2011.
- [14] M. A. Zabalza, *Calidad en la Educación Infantil*. 1996.
- [15] "UNE 12464.1-Norma europea sobre la iluminación para interiores NORMATIVA 2."
- [16] R. G. Myers, *Los doce que sobreviven : fortalecimiento de los programas de desarrollo para la primera infancia en el Tercer Mundo*. Organización Panamericana de la Salud, 1993.
- [17] J. Palacios, "Psicología evolutiva concepto, enfoques, controversias y métodos," 1990.
- [18] C. Maganto and S. Cruz, "DESARROLLO FÍSICO Y PSICOMOTOR EN LA ETAPA INFANTIL."
- [19] E. Perello Reynes, "Percepción del color en el niño," 1981.

- [20] P. Barrett, F. Davies, Y. Zhang, and L. Barrett, "The Holistic Impact of Classroom Spaces on Learning in Specific Subjects," *Environ. Behav.*, vol. 49, no. 4, pp. 425–451, May 2017.
- [21] L. E. Hartstein, M. K. LeBourgeois, and N. E. Berthier, "Light correlated color temperature and task switching performance in preschool-age children: Preliminary insights," *PLoS One*, vol. 13, no. 8, pp. 1–14, 2018.
- [22] P. Plympton, S. Conway, and K. Epstein, "Daylighting in Schools: Improving Student Performance and Health at a Price Schools Can Afford," *Am. Sol. Energy Soc. Conf.*, no. August, p. 10, 2000.
- [23] S. W. Lockley, E. E. Evans, F. A. J. L. Scheer, G. C. Brainard, C. A. Czeisler, and D. Aeschbach, "Short-wavelength sensitivity for the direct effects of light on alertness, vigilance, and the waking electroencephalogram in humans.," *Sleep*, vol. 29, no. 2, pp. 161–8, Feb. 2006.
- [24] C. A. Novak, "Functional Color and Design in Healthcare Environments," pp. 1–15, 2013.
- [25] M. F. Bel, "Visión y aprendizaje (I)," no. I, 2013.
- [26] L. D. Akacem, K. P. Wright, and M. K. LeBourgeois, "Sensitivity of the circadian system to evening bright light in preschool-age children," *Physiol. Rep.*, vol. 6, no. 5, pp. 1–10, 2018.
- [27] P. Barrett, F. Davies, Y. Zhang, and L. Barrett, "The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis," *Build. Environ.*, vol. 89, pp. 118–133, 2015.
- [28] K. Choi and H.-J. Suk, "Dynamic lighting system for the learning environment: performance of elementary students," *Opt. Express*, vol. 24, no. 10, p. A907, 2016.
- [29] A. Pulay and A. Williamson, "A case study comparing the influence of LED and fluorescent lighting on early childhood student engagement in a classroom setting," *Learn. Environ. Res.*, vol. 22, no. 1, pp. 13–24, 2019.
- [30] J. Van Rijswijk, "The effect of different classroom light settings on the behavior and emotions of children with Autism Spectrum Disorders," no. August, p. 73, 2013.
- [31] P. Barrett, F. Davies, Y. Zhang, and L. Barrett, "The Holistic Impact of Classroom Spaces on Learning in Specific Subjects.," *Environ. Behav.*, vol. 49, no. 4, pp. 425–451, May 2017.
- [32] O. Keis, H. Helbig, J. Streb, and K. Hille, "Influence of blue-enriched classroom lighting on students' cognitive performance," *Trends Neurosci. Educ.*, vol. 3, no. 3–4, pp. 86–92, 2014.
- [33] K. Engelbrecht, "The Impact of Color on Learning," *NeoCon Perkins Will*, pp. 1–5, 2003.
- [34] N. G. Vásquez, M. L. Felipe, F. O. R. Pereira, and A. Kuhnen, "Luminous and visual preferences of young children in their classrooms: Curtain use, artificial lighting and window views," *Build. Environ.*, vol. 152, no. September 2018, pp. 59–73, 2019.
- [35] M. Castro and M. Morales, "Los ambientes de aula que promueven el aprendizaje, desde la perspectiva de los niños y niñas escolares," *Rev. Electrónica Educ.*, vol. 19, no. 3, pp. 1–32, 2015.

## ANEXOS

**ANEXO 1: CUADRO RESUMEN**

**ILUMINACION**

ESTUDIO		LUZ						
		ILUMINACION NATURAL	TIPO DE ILUMINACION ARTIFICIAL		EFECTO			
					COGNITIVO		FISIOLOGICO	
1	Light correlated color temperature and task switching performance in preschool-age children: Preliminary insights ("Estudio del desempeño atencional en niños en aulas con diferentes acondicionamientos lumínico")		Led	3500 k CRI:93	No afecta el rendimiento en la atencion sostenida.	Mejora el rendimiento de cambio de tareas en niños en edad preescolar		
				5000 K CRI: 94				
2	Effects of school lighting of physical development and school performance (Efectos de la iluminación escolar del desarrollo físico y desempeño escolar)		Lámparas fluorescentes de espectro completo	5500 K CRI: 91	+ Asistencia	+ Rendimiento academico		+ Grasa corporal
			Lámparas fluorescentes de espectro completo con suposiciones de luz ultravioleta	5500 K CRI: 91	+ Asistencia	+ Rendimiento academico	Reduccion de Caries	+ Grasa corporal
			Lámparas fluorescentes blanco frío	4250 K CRI:62		- Rendimiento Academico		- menor grasa corporal
			Lámparas de vapor de sodio a alta presión	2100 K CRI:21	- Asistencia	- Peor rendimiento Academico		+ Grasa corporal
3	Estudio sobre la influencia de la iluminación en el rendimiento escolar		Led	12000 K 650Lux	Energia	+ Atencion y participacion	Activacion en primeras horas de la mañana	
				2900 K 300Lux	Calma		Relajacion, tranquilidad despues del recreo	
				8000 K 1000Lux	Concentracion	+ Atencion y participacion		
				4000 K 300Lux	Normal			
4	Dynamic lighting system for the learning environment: performance of elementary students (Sistema de iluminación dinámica para ambientes de aprendizaje: estudiantes de nivel primario)		Led	3500 k CRI:85 455Lux	+ Relajante - Exitante		mejora actividades de recreo	
				5000 K CRI: 91 567Lux		Peor rendimiento, mas lento		
				6500 K CRI:91 572Lux	- Relajante + Exitante	Mejor rendimiento academico		

5	A case study comparing the influence of LED and fluorescent lighting on early childhood student engagement in a classroom setting (Un estudio de caso que compara la influencia del LED e iluminación fluorescente en estudiantes de la primera infancia participación en un aula)		Florecnte	4100 K				
			Led	4100K	Comportamiento de compromiso	Mayor participacion		
6	The effect of different classroom light settings on the behavior and emotions of children with Autism Spectrum Disorders (El efecto de diferentes configuraciones de luz en el aula sobre el comportamiento y las emociones de los niños con trastornos del espectro autista)		Luz estándar blanco	4100K 300Lux	Mejor para: Leer, Escuchar, Matematicas, trabajo en silencio,		2do mayor cansancio	Mejor para: Juegos grupales, manualidades, comer
			Luz fria con tono azul	7300K 500Lux			2do mayor indice de dolor de cabeza	2do mejor para: manualidades
			Luz blanca brillante	5100K 900Lux	2do mejor para: Matematicas		Mayor indice de dolor de cabeza	2do mejor para: juegos grupales
			Luz calida con tono amarillo	3500K 300Lux	2do mejor para: Leer, Escuchar, Trabajo en silencio		Mayor cansancio	
7	Daylighting in Schools: Improving Student Performance and Health at a Price Schools Can Afford (Luz natural en escuelas: Mejora del desempeño y salud de estudiantes a un precio que las escuelas puedan acceder)	Orientar el edificio para maximizar potencial de luz natural mientras se minimiza la ganancia de calor no deseada.			Rendimiento mejorado			
		Sensores de movimiento y sensores de nivel de luz que apagan o atenúan las luces eléctricas cuando hay suficiente luz del día.						
8	The Holistic Impact of Classroom Spaces on Learning in Specific Subjects (El impacto holístico de los espacios de clase en el aprendizaje en materias específicas)	luz y color en general como factor que influye dentro del espacio educativo			Leer 23%	Escribir 25%		
					Matematicas 27%	<b>General la luz 21%</b>		
9	Influence of blue-enriched classroom lighting on students' cognitive performance (Influencia de la iluminación azul enriquecida del aula en el rendimiento cognitivo de los estudiantes)		Lampara B: Fluorecente	3000K 300Lux	Peor rendimiento de concentracion	mayor %de errores		
			Lampara B + Lampara A	Lecciones con "B", pruebas con "A"	Peor memoria visual			
			Lampara A + Lampara B	Lecciones con "A", pruebas con "B"	Mejor memoria visual	menor % de errores		
			Lampara A	4000K + Iluminacion indirecta 14000K 300lx	Mejor la velocidad en el proceso cognitivo			

10	The Impact of Color on Learning. (El impacto del color sobre el aprendizaje).							
11	Luminous and visual preferences of young children in their classrooms: Curtain use, artificial lighting and window views ("Preferencias luminosas y visuales de los niños pequeños en sus aulas: Uso de cortinas, iluminación artificial y vistas de ventana")	El contacto visual con la vista a través de la ventana era importante para los niños, con preferencia por las vistas naturales						
		Los niños pequeños pueden diferenciar necesidades de iluminación según la actividad realizada						
12	Los ambientes de aula que promueven el aprendizaje, desde la perspectiva de los niños y niñas escolares.	En diversas respuestas ofrecidas por los niños y niñas, se señala el papel esencial de una adecuada iluminación del salón de clase. Teóricamente, se señala la importancia de considerar la luz natural como la iluminación más comfortable para el ojo humano, porque permite estar en sintonía con el ambiente externo.						

ESTUDIO		COLOR				
		EFECTO				
		COGNITIVO		FISIOLOGICO		
1	Light correlated color temperature and task switching performance in preschool-age children: Preliminary insights ("Estudio del desempeño atencional en niños en aulas con diferentes acondicionamientos lumínico")					
2	Effects of school lighting of physical development and school performance (Efectos de la iluminación escolar del desarrollo físico y desempeño escolar)					
3	Estudio sobre la influencia de la iluminación en el rendimiento escolar					
4	Dynamic lighting system for the learning environment: performance of elementary students (Sistema de iluminación dinámica para ambientes de aprendizaje: estudiantes de nivel primario)					
5	A case study comparing the influence of LED and fluorescent lighting on early childhood student engagement in a classroom setting (Un estudio de caso que compara la influencia del LED e iluminación fluorescente en estudiantes de la primera infancia participación en un aula)					

6	The effect of different classroom light settings on the behavior and emotions of children with Autism Spectrum Disorders (El efecto de diferentes configuraciones de luz en el aula sobre el comportamiento y las emociones de los niños con trastornos del espectro autista)					
7	Daylighting in Schools: Improving Student Performance and Health at a Price Schools Can Afford (Luz natural en escuelas: Mejora del desempeño y salud de estudiantes a un precio que las escuelas puedan acceder)					
8	The Holistic Impact of Classroom Spaces on Learning in Specific Subjects (El impacto holístico de los espacios de clase en el aprendizaje en materias específicas)	Leer 22%	Escribir 18%			
		Matemáticas 0%	En general el color 11%			
9	Influence of blue-enriched classroom lighting on students' cognitive performance (Influencia de la iluminación azul enriquecida del aula en el rendimiento cognitivo de los estudiantes)					
10	The Impact of Color on Learning. (El impacto del color sobre el aprendizaje).	La estimulación mental pasiva en un aula ayuda al alumno y al maestro a mantenerse enfocados.	Actividad motora: ROJO	Actividad de habla: VERDE	Actividad no verbal: VIOLETA	
			Sistema circulatorio: NARANJA	Cardio pulmonar: AMARILLO	Ojos, orejas y nariz: AZUL	
			Los tratamientos del color pueden mejorar: Fatiga ocular, la productividad y precisión, la orientación y los procesos de desarrollo.			
11	Luminous and visual preferences of young children in their classrooms: Curtain use, artificial lighting and window views ("Preferencias luminosas y visuales de los niños pequeños en sus aulas: Uso de cortinas, iluminación artificial y vistas de ventana")					
12	Los ambientes de aula que promueven el aprendizaje, desde la perspectiva de los niños y niñas escolares.	El color tiene una fuerte influencia en el estado emocional de los niños y niñas, así como de los adultos que están en el aula; por lo tanto, la selección debe ser cuidadosa a fin de generar actitudes positivas en correlación con la luminosidad y los estados de ánimo.				