



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE

DISEÑO | UC

Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Diseño

Intervención lumínica experimental que  
favorezca la sincronización del ciclo circadiano  
en el ambiente de aprendizaje

Estudiante  
**María Magdalena Granifo Correa**

Profesor guía  
**Patricia Manns**

Co-guiatura:  
**Douglas Leonard**

Tesis presentada a la Escuela de  
Diseño de la Pontificia Universidad  
Católica de Chile para optar al  
título profesional de Diseñador.

Enero 2021 Santiago, Chile.

*A todos aquellos que se vieron involucrados en la realización de este proyecto, ya sea dando apoyo intelectual, técnico o académico.*

*Gracias a la Pati, por su apoyo incondicional durante todo el año y sus ganas de sacar juntas un proyecto inolvidable. A Douglas Leonard por unirse al proyecto y darme tanta sabiduría y ganas de aprender más hasta el final (y para siempre).*

*Gracias a las educadoras de párvulo por brindar toda la información necesaria para poder contextualizarme en un aula infantil.*

*Gracias a la empresa Lamp y Arteknia por facilitarme sus equipos lumínicos para poder experimentar y crear mi propio laboratorio de iluminación.*

# ÍNDICE

---

<b>0. Introducción</b>	<b>05</b>	<b>2. Formulación del proyecto</b>	<b>42</b>
0.1 Abstract	07	2.1 Oportunidad	43
0.2 Fenómeno de la luz	08	2.2 Objetivo General y Específicos	44
0.3 La visión	12	2.3 Estrategia Metodológica	45
<b>1. Marco Teórico</b>	<b>16</b>	2.4 Contexto	55
1: La luz y el ciclo circadiano	18	2.5 Usuario	56
1.1 Ritmos circadianos	19	<b>3. Diseño experimental</b>	<b>57</b>
1.2 Ritmos biológicos y hormonas	22	3.1 Planificación del experimento	59
1.3 Desincronización	24	3.2 Diseño del experimento	65
1.4 Otro influyente: el buen dormir	25	3.3 Aplicación, ejecución y registro	72
2: Primera infancia	26	3.4 Análisis de los resultados	91
2.1 Etapas de desarrollo	27	3.5 Triangulación de datos	94
2.2 Educación Parvularia	29	3.6 Discusión	97
3: Iluminación dinámica en el ambiente de aprendizaje	30	3.7 Valor de Realidad	97
3.1 El tercer educador	32	3.8 Proyecciones	98
3.2 Antecedentes de investigaciones	35	3.8.1 Futuras investigaciones	98
		3.8.2 Implementación Proyectual	99

<b>4. Reflexión crítica</b>	<b>102</b>
<b>5. Glosario</b>	<b>106</b>
<b>6. Referencias bibliográficas</b>	<b>108</b>
<b>7. Anexos</b>	<b>112</b>
7.1 Anexo diagramas	113
7.2 Anexo PDF	129

0



Introducción

La luz natural ha acompañado al hombre desde sus orígenes. En el curso de la evolución, los seres humanos han adaptado y desarrollado un reloj interno que, en condiciones de luz natural, se sincroniza con el ciclo de rotación de luz y oscuridad de un poco más de 24 horas de la Tierra (Czeisler et al., 1999). El cuerpo responde de forma natural a los cambios de temperatura de color del día, desde el momento de despertar hasta alcanzar un sueño profundo. La luz contribuye de manera directa en el funcionamiento humano y en la regulación de sus emociones y estados de alerta. También afecta a su reloj biológico y tiene un fuerte impacto en su bienestar, rendimiento y salud.

Sin embargo, el estilo de vida moderno ha empujado al hombre a encerrarse en ambientes donde se ha sustituido la iluminación natural por la eléctrica. Estos ambientes no respetan nuestro reloj biológico y lo desincronizan. Esta desincronización causa múltiples efectos en el organismo como cansancio, menor motivación energética, irritabilidad, falta de concentra-

ción, pérdidas de memoria, entre otros, que afectarán el rendimiento y calidad de vida.

Frente a esta discusión, el proyecto se sitúa específicamente en un contexto escolar, para promover el desempeño y desarrollo emocional de niños y niñas a fin de que se formen y eduquen en un ambiente propicio.

Como dice Meza, la primera infancia, es en efecto, vital y decisiva para el desarrollo biopsicosocial que sufre el ser humano en el transcurso de su existir (Meza, 2000). Entre los 2 y 6 años, los niños se vuelven más competentes en cuanto al conocimiento, inteligencia, lenguaje y aprendizaje. De este modo, la destreza creciente en lo social e intelectual, ayudan al niño a formar su propia opinión del mundo. En esta investigación se reconoce el valor e incidencia del ambiente físico como tercer educador (Architects OWP/P, VS Furniture, & Bruce Mau Design, 2010). Es por esto que se levanta la necesidad de investigar en torno a la iluminación y que favorezca el bienestar emocional de los niños.

La temperatura de color va cambiando a lo largo del día y las personas se van acomodando y teniendo diferentes comportamientos a los cambios de la luz natural. Es por esto que se presenta la importancia de una iluminación dinámica dentro de los espacios cerrados para alcanzar el máximo rendimiento y bienestar. Se presenta la necesidad de experimentar el modelamiento del ciclo natural de la luz en los ambientes de aprendizaje de jardines infantiles, a favor de la estimulación y el bienestar emocional de los niños durante la jornada.

Al entender que tenemos una fuerte relación con el ciclo natural de la luz, se abre el debate de poder crear un modelamiento lumínico que simule el ciclo natural de la luz mediante sistemas de control que puedan imitar el transcurso del día para así favorecer el desarrollo emocional y al ambiente de aprendizaje. Aplicar esta intervención en Jardines Infantiles permite obtener grandes beneficios para los niños. Es este momento donde los niños absorben todo lo que les rodea y necesitan estar en un

ambiente estimulante para favorecer su desarrollo. “El diseño debe ser una herramienta innovadora, altamente creativa e interdisciplinaria que responda a las necesidades de los hombres. Debe estar más orientado a la investigación, y debemos dejar de contaminar la tierra con objetos y estructuras mal diseñados”. – (Papanek, 1972) Es muy necesario replantearse una adecuada ambientación en las instituciones educativas, que ponga énfasis en la iluminación ya que es un factor clave para el aprendizaje, salud y bienestar general de las personas.

**“We need to think about creating classroom environments that give children the opportunity for wonder, mystery and discovery; an environment that speaks to young children’s inherent curiosity and innate yearning for exploration is a classroom where children are passionate about learning and love school” wsw(Heard & McDonough, A Place for Wonder, 2009, pág. 8)**

## ¿Qué?

Intervención lumínica experimental, (utilizando dispositivos que apoyen el ciclo circadiano) que favorezca el control dinámico de intensidad, temperatura del color y composición espectral en el ambiente de aprendizaje. Esta condición de intervención de luz eléctrica y a diferencia de lo que hoy existe será dinámica, replicando la condición de luz natural en el interior del aula.

## ¿Por qué?

Porque la luz natural influencia el estado de ánimo y apoya la actividad de aprendizaje. Los ambientes de aprendizaje de aulas de Jardines Infantiles actualmente resuelven la iluminación desde el enfoque funcional y estético, desatendiendo las condiciones del ciclo circadiano y la regulación de la luz natural como agente dinámico a favor del aprendizaje.

## ¿Para qué?

Para mejorar el bienestar y estimular un ambiente de aprendizaje que favorezca el comportamiento y desarrollo de los niños en las salas de clase y permita ayudar al sincronismo del reloj biológico con el reloj astronómico, monitoreando el aprendizaje y el estímulo de los niños en su quehacer.

## FENÓMENO DE LA LUZ

“La luz es el aporte ambiental más importante, después de la comida y el agua, para controlar las funciones corporales” (Wurtman, 1975).

Se le llama luz a las radiaciones del espectro electromagnético que es capaz de ver el ojo humano. También existen diversas ondas electromagnéticas no perceptibles visualmente como las ondas de radio, de calor, rayos X, radiación UV, etc. Este espectro electromagnético está compuesto por muchas bandas de colores según su longitud de onda, y las perceptibles por los seres humanos se encuentran en un rango de 380 y 780 nanómetros (nm)<sup>1</sup> de longitud de onda del espectro magnético. Estas longitudes de onda comprenden desde el color rojo al violeta, pasando por el naranja, amarillo, verde y azul, como resultado de la descomposición de la luz blanca a través de un prisma u otro cuerpo refractor, como el aire. (Philips, Theory of Light and Lighting, 2011, p. 5)

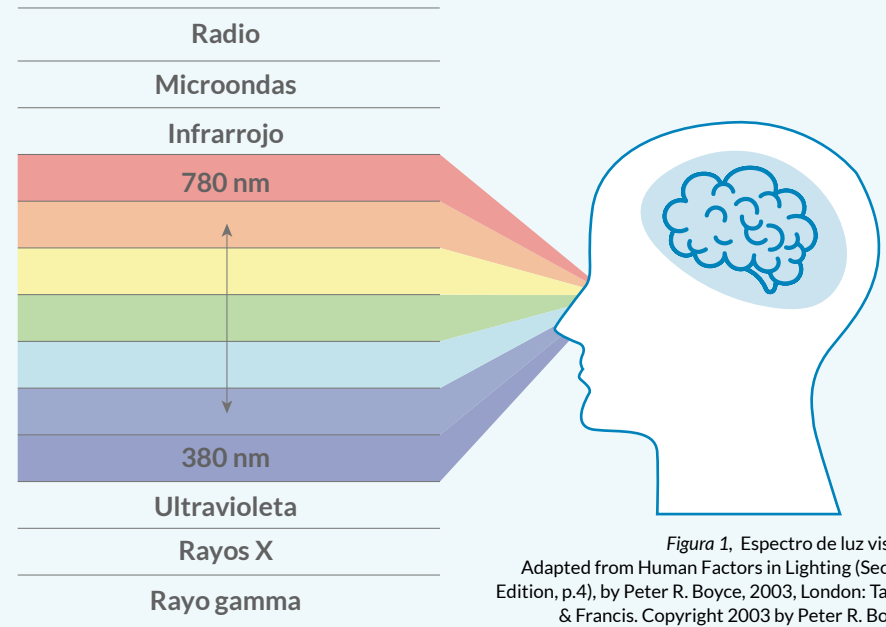
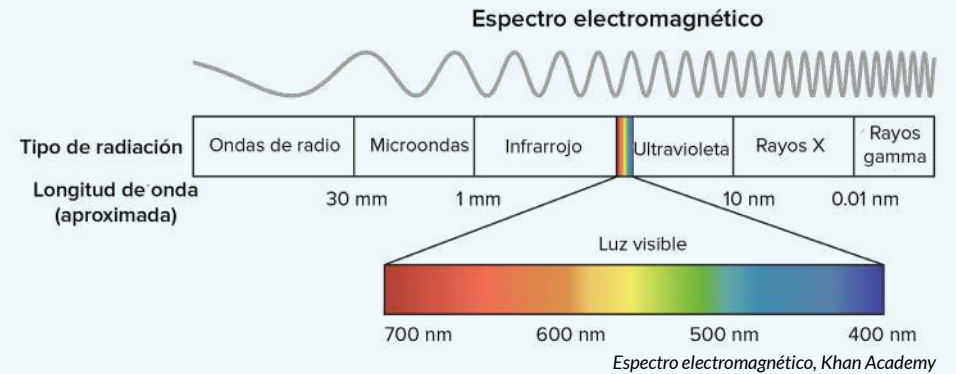


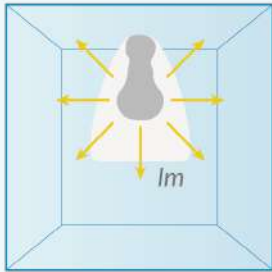
Figura 1. Espectro de luz visible  
Adapted from Human Factors in Lighting (Second Edition, p.4), by Peter R. Boyce, 2003, London: Taylor & Francis. Copyright 2003 by Peter R. Boyce.

El segundo diagrama deja en claro la visión perceptual como respuesta subjetiva y personal, al estímulo físico (siendo el cerebro el intérprete de ese estímulo). Esto evidencia la diferencia entre radiación, radiación

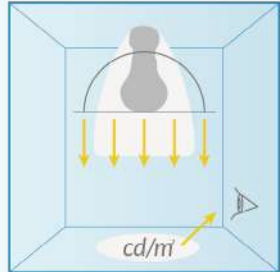
visible y luz, siendo esta última un fenómeno inmaterial, que sólo se ve cuando se refleja en alguna superficie, o partículas de vapor de agua en suspensión, o humo (no se ve su trayectoria.)



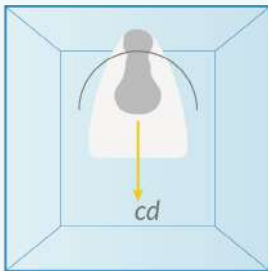
## Magnitudes fotométricas



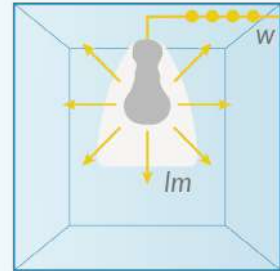
**Flujo luminoso:** Es la cantidad de luz total emitida por una lámpara. Se mide en lúmenes (lm).



**Luminancia:** Es la cantidad de luz radiada por una unidad de superficie aparente en una dirección determinada.



**Intensidad luminosa:** Es la cantidad de luz emitida en una dirección determinada por unidad de ángulo sólido. Se mide en candelas. (cd)



**Iluminancia:** Es la cantidad de luz o flujo luminoso que llega a una superficie.

Figuras 2, Magnitudes fotométricas

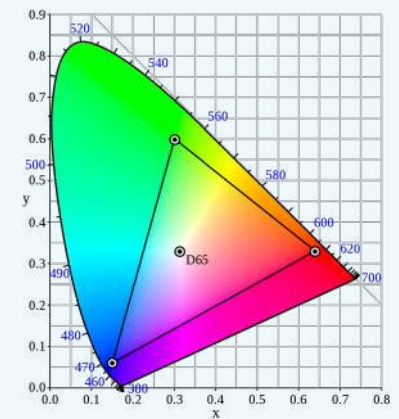
## Iluminación y color

El color y la luz provocan diferentes efectos en el ser humano. El color generado por la luz tanto natural como artificial genera diferentes estímulos y energías dentro del sistema interno, generando diferentes respuestas y asociaciones emocionales frente a diferentes espectros de luz. (Rainha, P. 2005). Es indispensable investigar sobre los efectos de la luz y el color antes de implementarlos en cualquier lugar. Los efectos podrían ser positivos o negativos, dependiendo de la percepción que las personas tienen frente a determinados espectros de luz.

Para caracterizar el color de la luz, en 1931 la Comisión Internacional De L'Eclairage (CIE) desarrolló un diagrama cromático en forma triangular, basado en la teoría de la mezcla aditiva de color. Los colores se van mezclando dentro del triángulo, donde en las esquinas se encuentran los colores primarios (rojo, verde y violeta-azulado) y en los lados del triángulo se encuentran los colores más saturados. Más al interior los colores se van

desaturando y haciéndose más luminosos, hasta llegar al centro blanco. Cada color puede ser definido por las coordenadas dadas en los ejes x e y.

**Por lo tanto, iluminar un ambiente presenta grandes desafíos; si se quiere descansar, trabajar, aprender, dormir, o realizar cualquier otra actividad, se requiere una iluminación específica, la cual también depende del tamaño del espacio, la altura del techo, la cantidad de luz natural que entra a la habitación, etc.**



(CIE. (1986). Comisión Internationale de L'Eclairage. Colorimetry.)

## Luz natural

La luz natural proviene, como dice su palabra, de la naturaleza. La mayor fuente de luz que tiene el hombre es el sol. La luz solar regala infinitos beneficios, como el aumento de energía y metabolismo, impulsando el sistema inmunológico. Sin embargo, se debe ser conscientes de los efectos negativos del sol, como el cáncer a la piel y otras enfermedades. La luz natural va cambiando de intensidad y color a lo largo del día; la luz de la mañana es más azul y provoca en las personas estar más atentos y pendientes. En cambio, la luz del ocaso es más cálida y tiende a tomar un color anaranjado, provocando un descenso en los niveles de actividad y prepara para la tranquilidad de la noche y la experiencia de un sueño profundo.

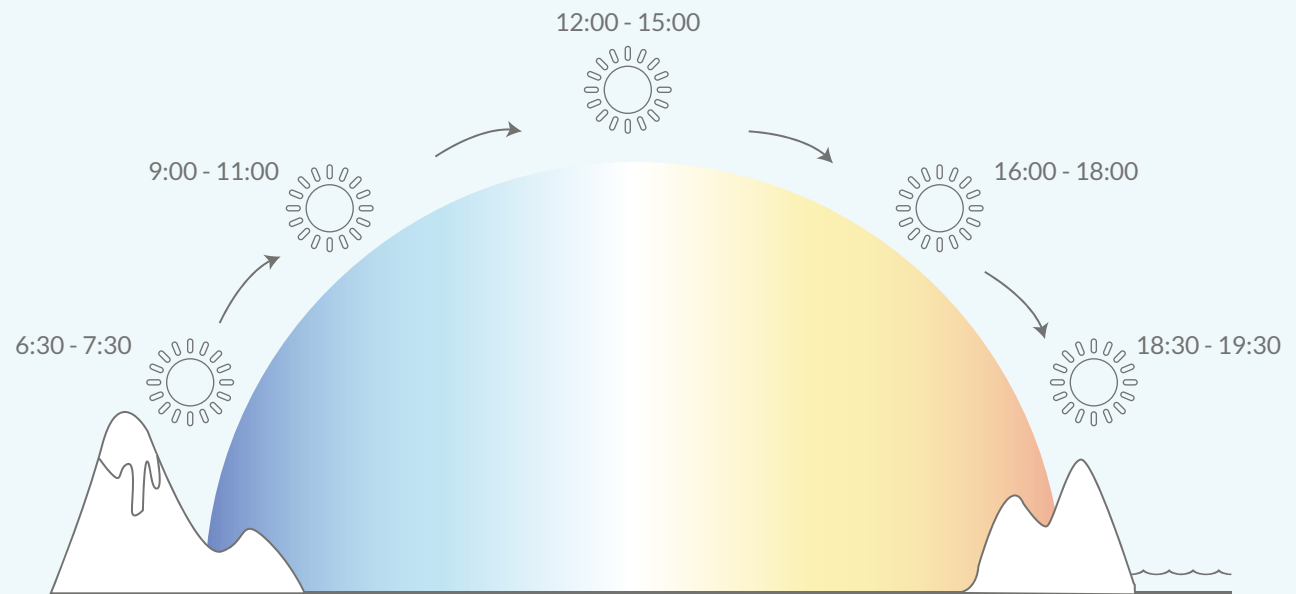
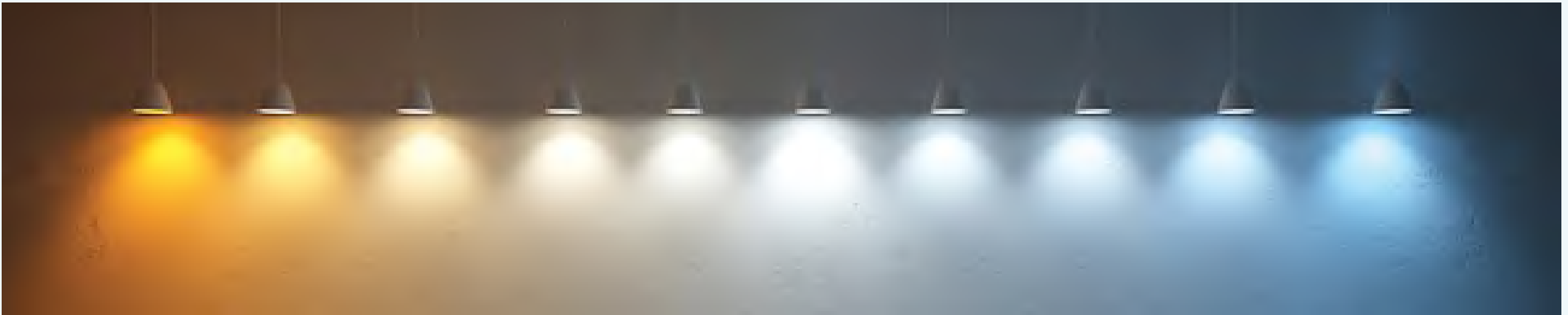


Figura 3, Ciclo de la luz natural a lo largo del día

## Luz eléctrica



*Facts and Fiction of Tunable Lighting - Google*

La luz eléctrica entró en la historia de la humanidad con el dominio del fuego. Esto se constituye como los primeros logros del hombre, lo que ha ido evolucionado con el tiempo. “Es todo aquel objeto capaz de emitir luz. Corresponden a todas aquellas fuentes que ha creado el ser humano para satisfacer las necesidades de visión en las distintas tareas de iluminación a las que nos enfrentamos.” (Leonard, 2018)

La principal ventaja, con respecto a la luz eléctrica, es que se puede controlar a voluntad en la medida. Puede variar su intensidad, dirección, color, entre otras, de acuerdo a las necesidades y en el momento que se requiera.

Si no fuese por la luz eléctrica, el día terminaría cuando el sol se esconde y esto varía indudablemente según las estaciones del año y la ubicación de los países en el mundo.

La principal ventaja de la luz eléctrica es que el hombre puede controlarla y poder jugar con diferentes temperaturas de color. Por ejemplo, una fuente blanca con cierta proporción de rojo tiene una apariencia cálida, en cambio, una fuente de luz blanca con alta proporción de color azul tiene una apariencia mucho más fría. La elección de una luminaria específica con tal espectro de luz puede servir para un escenario, pero quizás para otros no, por lo que hay que

tener presente la percepción que tiene el hombre sobre los colores del espectro lumínico.

**La implementación de la iluminación va de la mano con la arquitectura del lugar: la altura, cantidad de luz natural que capta y el tamaño del espacio (entre otros).**

## LA VISIÓN

### *El ojo y cerebro*

Se dice que el ojo es el órgano responsable de la visión, pero este no es el único ya que el cerebro juega un rol fundamental en este proceso. El ver es un proceso complejo, el cual tiene una relación directa con el cerebro. Este último es quien realiza todo el trabajo de procesamiento de información, para hacer posible ver lo que el hombre tiene a su alrededor. “Se ha descubierto que casi un tercio de la materia cerebral está involucrada en el procesamiento de la información visual.” (Gregory, 1998) Esto quiere decir que el cerebro es quien finalmente realiza todo el trabajo de encauzamiento de la información y es quien permite ver las imágenes que se observan a diario.

El ojo es una estructura notable y compleja que recoge la radiación electromagnética del entorno, la transforma en señales eléctricas a través de un proceso conocido como fototransducción y transmite información visual al núcleo geniculado lateral en el cerebro a través del nervio óptico. La fototransducción ocurre en la capa más interna y relativamente pequeña del ojo, la retina. (Thayer et al.,2020).

## LA VISIÓN

### CAMPO VISUAL

El campo visual hace alusión a la parte física, a cómo el ojo ve, percibe la luz y a cómo es la calidad de esta visión. Este campo se encarga de captar el reconocimiento de imágenes, el brillo, contraste, sombras, movimiento, percepción, información, entre otros.

### *Factores de visibilidad*

Existen diferentes factores que influyen y varían en la visión como:

- Tamaño de la tarea
- Luminancia
- Velocidad / tiempo
- Contraste
- Color
- Edad

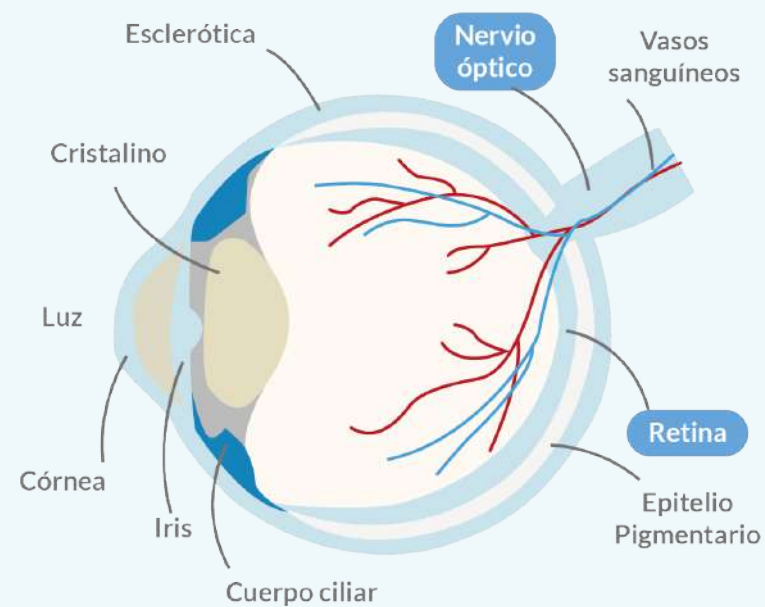


Figura 4, Estructura del ojo

**“Se ha descubierto que casi un tercio de la materia cerebral está involucrada en el procesamiento de la información visual”.  
(Fehrman, 2001).**

El ojo humano es el órgano que detecta la luz y permite ver lo que tiene a su alrededor. Su forma es casi esférica con un diámetro de aproximadamente 25 mm. La luz penetra a través de la pupila, atraviesa el cristalino y se proyecta sobre la retina. La retina es la membrana interior del ojo en la cual se reciben las impresiones luminosas que son transmitidas al cerebro. Es el inicio del sistema nervioso que conduce al cerebro y está formada esencialmente por expansiones del nervio óptico sensibles a la luz: los conos y bastones.

### Conos y bastones

**Conos:** Se encuentran en la fóvea y son los responsables de que el hombre pueda ver en colores y detectar minuciosos detalles.

**Bastones:** Se encuentran distribuidos uniformemente en la retina, a excepción de unos cuantos en la fóvea. Son los responsables de la visión en condiciones de baja luminosidad, es decir, que se encarga de detectar sombras y movimientos.

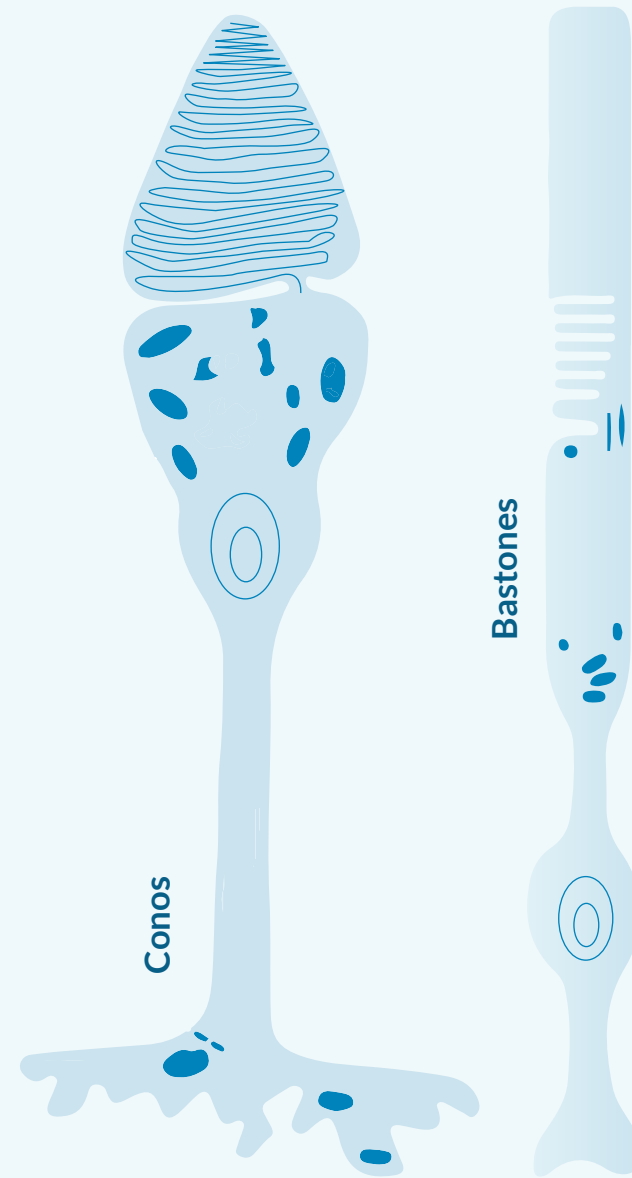


Figura 5, Conos y bastones

## CAMPO NO VISUAL

**“Light, via non-visual retinal projections, will therefore directly stimulate the cerebral structures involved in the control of alertness, sleep, mood and cognitive and psychomotor performances.” (Fronfier, 2013)**

No solo se debe atender al campo visual de la luz, el cual se encarga del reconocimiento de imágenes, el brillo, contraste, sombras, movimiento, la visión, percepción e información, entre otros. El campo no visual tiene relación con el funcionamiento interno que produce la luz en el cuerpo; la secreción de hormonas, la salud y bienestar de las personas, entre otros. (Ver figura 6)

El cerebro controla día a día la reprogramación del reloj interno de las personas, el cual no sólo determina cuáles son los momentos de dormir y cuáles los de estar despiertos, si no que controla

diversas funciones del cuerpo como el ritmo circadiano, presión sanguínea, estados de alerta, circulación de la sangre, el metabolismo y la reproducción de hormonas. La preponderancia que el cam-

po no visual representa para los usuarios en el contexto cotidiano, guarda relación con un concepto clave; el ciclo circadiano.

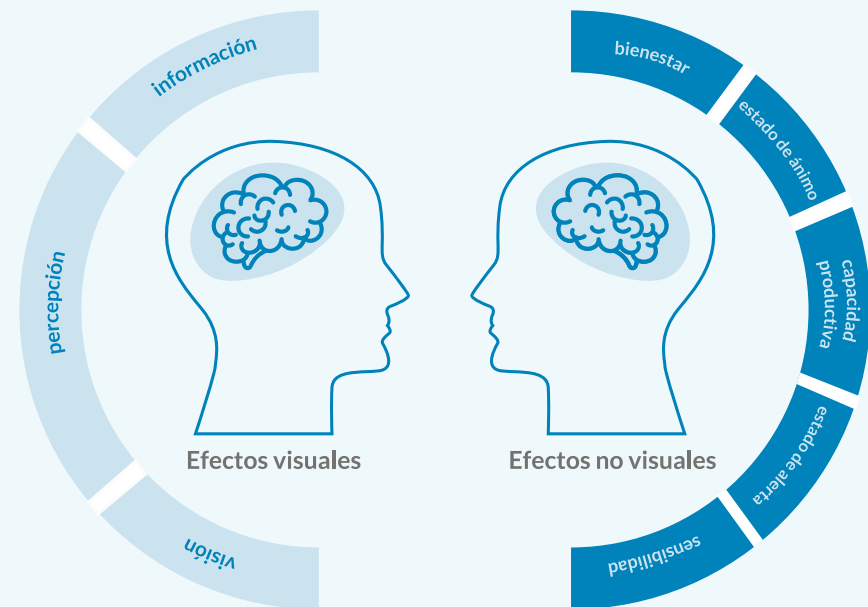


Figura 6, Efectos visuales y no visuales

1



Marco Teórico



Tal como se ha planteado anteriormente, la humanidad se ha volcado cada vez más a espacios interiores, lo que ha significado un reemplazo de la luz natural por luz eléctrica. Más grave aún es el hecho de que esta luz artificial sea utilizada de forma dañina para su organismo, su rendimiento y bienestar general. Muchos espacios arquitectónicos iluminan el entorno de acuerdo a lo funcional y lo estético pero se olvidan de lo más importante: los efectos que la luz produce en el comportamiento interno de las personas que viven esos espacios; el campo no visual de la luz.

Teniendo en cuenta los constructos descritos, resulta significativo proponer una solución que permita favorecer el ambiente de aprendizaje desde la iluminación. Se presenta la idea sobre cómo se podría modelar el ciclo natural de la luz dentro de los ambientes de aprendizaje de Jardines Infantiles, a favor de la estimulación y bienestar emocional de los niños durante la jornada, para así proporcionar

una iluminación que favorezca el bienestar emocional tanto de los niños como de los educadores.

Este estudio contempla un análisis sobre la importancia de la luz en la vida humana. Partiendo por el ciclo circadiano humano, analizando la importancia de que este ciclo permanezca siempre sincronizado con el reloj astrológico, es decir, con el día y la noche, la luz y la oscuridad. La luz causa efectos biológicos, fisiológicos y psicológicos en las personas; en la temperatura corporal, en la producción de ciertas hormonas, en el rendimiento en la ejecución de tareas, en el mantenimiento de la atención y del estado de vigilia, y en el nivel de conciencia. Además influye en la motivación, en la regulación del aprendizaje, la memoria y la sensación de recompensa. La primera infancia es decisiva para el desarrollo biopsicosocial del ser humano. De ahí la necesidad de estudiar el tema de la iluminación desde la niñez, partiendo en las aulas de los Jardines Infantiles.

**¿Cómo se podría modelar el ciclo natural de la luz dentro de los ambientes de aprendizaje de Jardines Infantiles a favor de la estimulación y bienestar emocional de los niños durante la jornada?**

# 1. LA LUZ Y EL CICLO CIRCADIANO

## 1.1 Ritmos circadianos

Se entenderá como ciclo circadiano al reloj biológico que regula las funciones fisiológicas del organismo desde el cerebro, específicamente desde los núcleos supraquiasmáticos (SCN), y se sincroniza con el entorno natural mediante el patrón diario de incidentes de luz y oscuridad en las retinas. (Thayer, A et al. 2020)

El sistema circadiano es un detector de cielo azul. En otras épocas, en que el hombre hacía coincidir sus momentos de sueño y vigilia con la presencia de luz y oscuridad natural, sus ritmos circadianos estaban naturalmente sincronizados con el día solar. De esta manera, el ser humano ha ido desarrollando un reloj biológico el cual está sincronizado con el reloj astronómico y con la principal fuente de luz natural, el sol.

El reloj maestro se encuentra ubicado en los núcleos supraquiasmáticos (SCN) en el cerebro y coordina todos los relojes biológicos de un ser viviente manteniéndolos sincronizados. Se encarga también de generar y regular los ritmos circadianos. Una forma en que los científicos pueden rastrear el tiempo de su reloj biológico es midiendo el cambio en la temperatura central de su cuerpo en el transcurso de un día. (Figueiro, 2020)

El hombre necesita un sistema que se adapte a la variabilidad del ambiente natural y que regule los patrones de sueño y vigilia, de alimento y ayuno, de la regulación de la temperatura corporal, la presión arterial y la secreción de hormonas entre otros. (Ver diagrama 7)

La información visual llega en forma de luz que es reflejada por los objetos que están a nuestro alrededor. De ahí que la optimización de la luz sea de una

importancia fundamental para una óptima visión. El análisis de la enorme cantidad de información que entrega una imagen visual, comienza en el ojo mismo, pero se procesa en el cerebro. En realidad, puede decirse que “miramos con los ojos” pero “vemos con el cerebro”. El cerebro selecciona ciertos objetos dentro del campo visual, ya que no es capaz de transformar toda la información percibida.

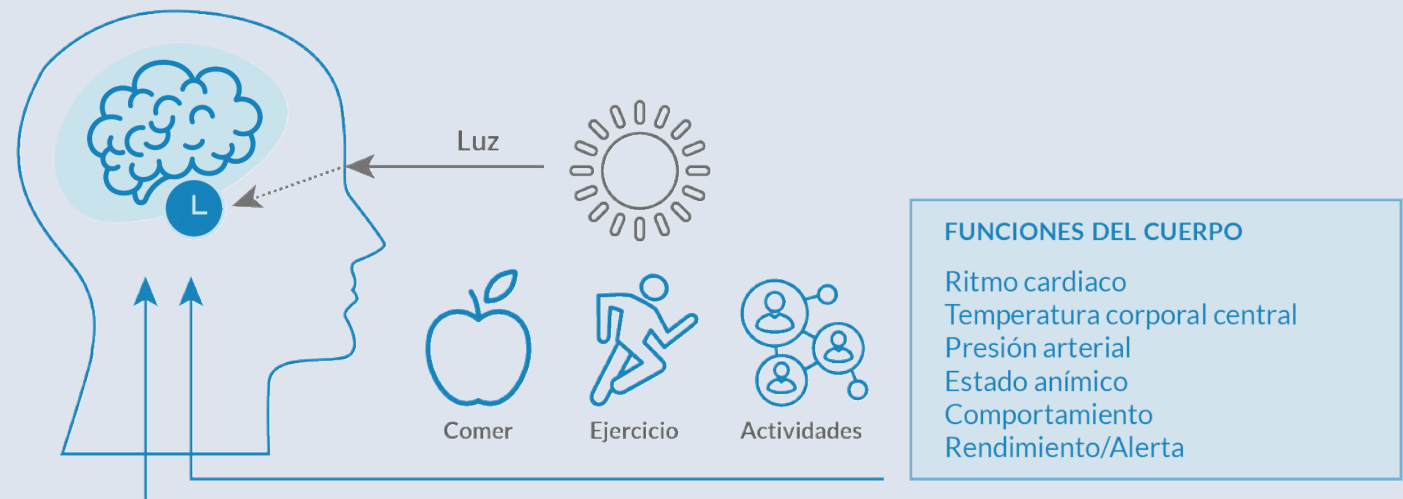


Figura 7, Dadores de tiempo según el C.Circadiano, inspirado en Lihting Research Center

## 1. LA LUZ Y EL CICLO CIRCADIANO

Durante muchos años, las investigaciones científicas señalaban a los conos y bastones como las únicas células fotorreceptoras en el ojo. Sin embargo, en el año 2002, investigadores de la Universidad de Brown (Estados Unidos) encontraron una relación directa entre un fotorreceptor específico ubicado en la retina y la parte del cerebro que controla el ciclo circadiano o reloj natural. Esta célula fotorreceptora, llamada ipRGC (intrinsic photosensitive Retinal

Ganglion Cell), tiene una conexión nerviosa con el “reloj biológico cerebral” (SCN).

Las señales visuales son transmitidas por los axones de las células ganglionares que atraviesan la capa de fibras nerviosas en la parte frontal de la retina hasta el disco óptico, donde se combinan para formar el nervio óptico que transmite señales a varios objetivos en el cerebro tales como: el reflejo pupilar a la luz (es decir, la expan-

sión y contracción de la pupila en respuesta a los cambios en los niveles de luz), la coordinación del movimiento de la cabeza y los ojos para tareas como leer o mirar deportes, y respuesta del sistema circadiano. En la respuesta del sistema circadiano, las ipRGC envían señales neurales claro-oscuros al sistema circadiano a lo largo de una vía neurológica conocida como el tracto retinohipotalámico (RHT). (Thayer, A et al., 2020)

Gracias a este descubrimiento se concluyó que **el hombre utiliza la luz para saber cuándo liberar determinadas hormonas que estimulan el cerebro. Es decir, el sistema interno del cuerpo responde de una manera biológica a la luz, y de esta manera determina cuál es la iluminación más adecuada para el cuerpo en determinadas situaciones.**

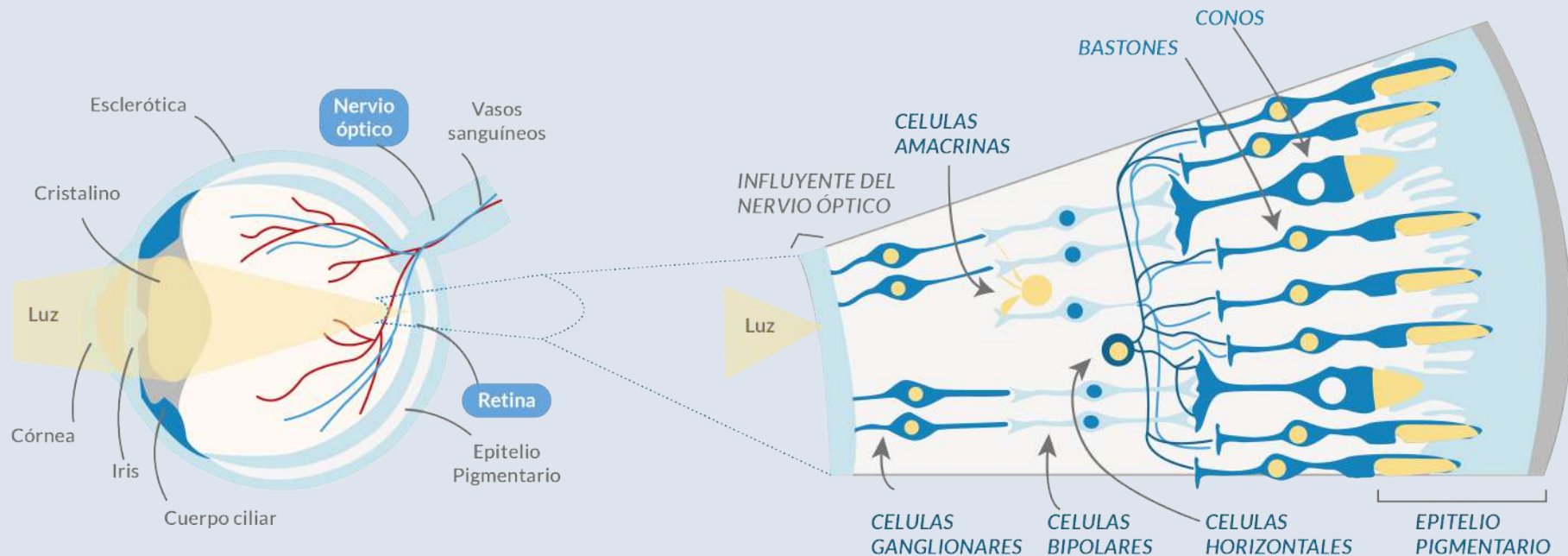


Figura 8, Proceso no visual del ojo.

## 1. LA LUZ Y EL CICLO CIRCADIANO

### Entrega y control de los estímulos circadianos

La luz azul de longitud de onda corta, vale decir, la luz azul, tiene un efecto mayor en nuestro sistema circadiano que la luz cálida o roja de longitud de onda más larga.

Poniendo todos estos efectos juntos, el LRC (Lighting Research Center) recomienda obtener un estímulo circadiano alto por la mañana con una temperatura de color blanco azulado y un estímulo bajo por la noche no más con luz blanca amarillenta tenue. (Figueiro, 2020)

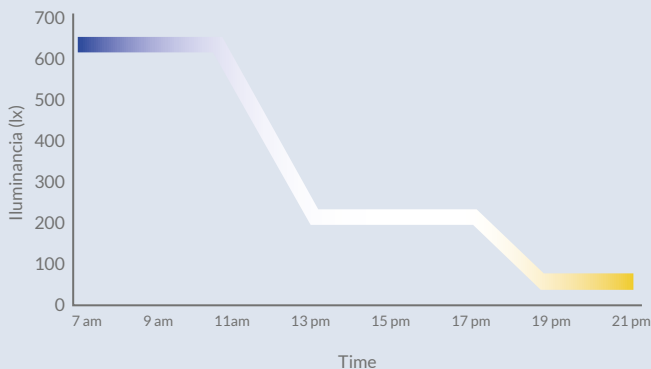


Gráfico Lighting Research Center, Figueiro 2020

### Efectos no visuales de la iluminación

Según el artículo *Illuminating the Effects of Dynamic Lighting on Student Learning* (Mott, et al., 2012)

1. Durante las primeras horas de la mañana, la luz del amanecer ayuda a despertar con menos somnolencia, tiene efectos beneficiosos sobre la inercia del sueño y puede contribuir al bienestar y el rendimiento cognitivo de las personas durante el día.
2. Durante el día, la exposición a la luz de suficiente intensidad y contenido azul puede mejorar el estado de alerta, la actividad, el rendimiento y el estado de ánimo.
3. Los patrones de luz diurna pueden afectar el sueño durante la noche siguiente. Una exposición suficiente a la luz durante el día favorece el sueño nocturno; lo mismo se aplica a suficiente oscuridad nocturna.
4. Durante el día, pero también por la noche, la exposición a una luz más intensa y rica en azul puede aumentar los sentimientos de alerta y vitalidad de las personas.
5. La exposición a la luz azul y brillante en las últimas dos horas antes de acostarse interrumpe el sueño. La luz de baja intensidad y los matices de luz más cálidos privados de azul (como el rojo y el naranja) son menos perturbadores.
6. La luz brillante y rica en azul en la noche puede retrasar el ritmo circadiano, lo que lleva a patrones de actividad retrasados al día siguiente. En contraposición a esa luz, en la noche muy tarde y temprano en la mañana, es capaz de hacer avanzar el reloj circadiano con la consecuencia de un cansancio más temprano en la noche siguiente y una hora de despertar más temprana al día siguiente. Estos efectos de cambio de fase se pueden restringir reduciendo el contenido espectral azul de la luz en momentos relevantes.
7. Durante la noche, la exposición a la luz puede reducir la secreción natural de la hormona melatonina asociada al sueño y aumentar el tiempo necesario para (re) entrar en el sueño. Las longitudes de onda más largas (como el rojo frente al azul) y el brillo más bajo ayudan a reducir el impacto de la luz nocturna en el sueño.
8. La exposición a luz brillante y rica en azul durante el día probablemente esté reduciendo la sensibilidad del sistema biológico humano a las alteraciones causadas por la luz nocturna. Además, un contraste suficiente en los niveles de luz entre el día y la noche ayuda a estabilizar el sistema del ritmo circadiano.

## 1.2 Ritmos biológicos y producción de hormonas

Si se divide el ciclo en cinco etapas, éstas serían en base al ciclo horario o astronómico.

Durante la mañana, los niveles de iluminación son muy bajos pero suficientes para estimular la liberación de cortisol y adrenalina, hormonas que hacen despertar y levantar el cuerpo, y serotonina que activa el cerebro. También, aumenta la secreción de testosterona; es por esto que se recomienda

hacer deporte por las mañanas. A medida que el día avanza, los niveles de cortisol en el cuerpo decaen, mientras que los de serotonina y adrenalina aumentan.

En el mediodía, se alcanza la temperatura de color más blanca, provocando un aumento en los niveles de serotonina, adrenalina y de la temperatura corporal. El metabolismo también aumenta provocando apetito.

Llegado el final de la tarde, la luz del ocaso es más cálida e induce a un descenso en los niveles de actividad, preparando el cuerpo para la tranquilidad de la noche y la experiencia de un sueño reparador. Esto hace decaer la temperatura corporal, y la serotonina se convierte en melatonina.

Cuando llega la madrugada, se deja de producir melatonina una vez que el cuerpo detecta los mínimos

niveles de luz solar. En este momento, la temperatura corporal está en su punto más bajo, pero en la medida que aumentan los niveles de luz, el cuerpo comienza la producción de cortisol, adrenalina y serotonina, comenzando nuevamente el ciclo.

MAÑANA	MEDIO DÍA	MEDIA TARDE	NOCHE	MADRUGADA
Liberación de cortisol y adrenalina: despertar el cuerpo. Serotonina: activación cerebro. Parada de secreción de melatonina Aumento de testosterona (deporte) Estado de alerta máxima	Temperatura de color más blanca. Decaen los niveles de cortisol. Aumento de adrenalina, serotonina y temperatura del cuerpo. Aumento del metabolismo: hambre.	Descenso en los niveles de actividad. Disminución de la energía. Disminución del funcionamiento. Disminución temperatura. Serotonina se convierte en melatonina. Preparación para la jornada del sueño.	Aumento de la melatonina. Temperatura desciende.	Dejamos de producir melatonina. Temperatura corporal en su punto más bajo. Producción de cortisol, adrenalina y serotonina. ----- COMIENZA NUEVAMENTE EL CICLO.

Figura 9, Ritmos biológicos divididos en 5 etapas del día

### Efectos biológicos

Son la respuesta de la glándula pineal a la variación de las condiciones de luz y oscuridad, a través de la producción de diferentes hormonas que regulan el ciclo circadiano. La melatonina, hormona fundamental en el ciclo del sueño, es la encargada de ralentizar las funciones corporales y disminuir los niveles de actividad para facilitar el sueño. También causa disminuciones en la temperatura corporal, en la presión sanguínea y en las pulsaciones cardíacas. El cortisol, hormona que se produce a partir de las 3:00 am en la corteza suprarrenal, estimula el metabolismo nuevamente y programa el cuerpo para el funcionamiento diurno. Los primeros rayos de luz estimulan el tercer receptor en el ojo y suprime la producción de melatonina en la glándula pituitaria (hipófisis).

### Efectos psicológicos

La serotonina actúa como mensajero motivador y elevador del estado de ánimo. Los cambios de humor son **efectos psicológicos** en nuestro cuerpo producidos por las variaciones en el color de la luz y el confort visual que ésta nos provoca. El valor de la iluminancia determinará conjuntamente con la apariencia de color de las lámparas el aspecto final. (Leonard, 2020) A la serotonina también se la conoce como la hormona de la felicidad, ya que genera sensaciones de bienestar, relajación, satisfacción y aumenta la concentración y el autoestima.

### Efectos fisiológicos

Los **efectos fisiológicos** de la luz en el cuerpo son también causados por la glándula pineal. La serotonina regula el apetito causando la sensación de saciedad; regula el apetito sexual, controla la temperatura corporal, la actividad motora, la percepción y la función cognitiva. La noradrenalina tiene una gran influencia en el rendimiento en la ejecución de tareas, en el mantenimiento de la atención, del estado de vigilia y en el nivel de conciencia. Además influye en la motivación, participando junto a la dopamina en la regulación del aprendizaje, memoria y sensación de recompensa.



### 1.3 Desincronización

**La desincronización de los dos relojes trae consigo problemas al dormir, por lo tanto, una mayor dificultad para comenzar el día. Debido a esto, el cuerpo se siente cansado y en consecuencia, disminuye el rendimiento diario.**



La exposición a la luz en forma indiscriminada es cada vez más común. El hombre vive en una sociedad donde pasa casi el 80% del día en lugares con poca o nula iluminación natural, la cual debe suplir con luz eléctrica. La incorrecta exposición a esta iluminación produce desfases en el ciclo de sueño y vigilia. La cantidad de tiempo que se vive bajo una luz eléctrica de espectro visible fijo ha causado una desincronización de los relojes biológicos, con los consiguientes problemas asociados de salud y comportamiento, disminución del rendimiento y dificultades de aprendizaje. La interrupción a largo plazo del ciclo diario natural de luz y oscuridad puede conducir a una interrupción crónica del sistema circadiano, que se ha asociado con una desregulación metabólica que puede conducir a varias enfermedades. (Thayer, A et al., 2020)

El reloj interno es muy preciso, pero depende de los estímulos adecuados para mantenerse sincronizado. Si no se reciben las

señales que el cuerpo necesita en el minuto exacto, lo más probable es que alcance el sueño y despertar unos 15 minutos más tarde todos los días. Muy pronto, el reloj biológico estará desincronizado con el horario diario. Además, recibir las señales en los momentos equivocados cambiará aún más la sincronización del reloj natural, teniendo problemas para dormir en el momento adecuado y sentirse cansado durante el día. "Si el reloj biológico no está sincronizado, es como tener jet lag todo el tiempo." (Figueiro, 2020)

La desincronización de los relojes biológico y astronómico no solo se da por un proceso artificial sino también por un proceso natural inevitable: las diferentes estaciones del año. El cuerpo recibe menos luz en invierno, lo que se traduce en dificultades para concentrarse, mayor estado de somnolencia, aumento de peso y de los niveles de azúcar en la sangre debido al aumento del apetito. Y en algunas personas el problema va más allá y padecen de una depresión llamada

SAD (seasonal affective disorder). (Burnett, circadian Adaptive Lighting, 2012, p. 25).

Si el cuerpo no recibe luz natural, el reloj biológico se desincroniza. La luz que se percibe a través del ojo va al hipotálamo, el cual regula los ritmos circadianos, diciéndole al cuerpo si es de día o de noche, invierno o verano, etc. El significado de esto se indica según la glándula pineal que secreta ciertas hormonas específicas en el cuerpo. (OSRAM, Light in it Third Dimension, 2012). La privación crónica del sueño puede conducir a una serie de otros problemas de salud, por lo que es importante mantener el reloj del cuerpo comprometido con el reloj astronómico para obtener las señales en el tiempo proporcionado.



## 1.4 Otro influyente: el buen dormir

*“High-quality, efficient sleep of adequate duration helps to consolidate memory, regulate the immune system, and coordinate neuroendocrine function. By contrast, abnormalities in sleep are thought to increase the risk of a broad range of adverse health effects, including cardiovascular disease, depression, cognitive impairment, seizures, and even overall mortality.”*

(FONDECYT, 2020)

El mejor rendimiento y productividad, en este caso del infante, no solo depende de una buena iluminación. Es indispensable una cantidad suficiente de sueño. El cuerpo debe descansar cuando el día descansa para que así el reloj biológico y el astronómico estén en sintonía. Una duración insuficiente de sueño puede causar un peor rendimiento y tener menos interés de aprender. Además del impacto directo en el rendimiento académico, la mala calidad y menos horas de sueño pueden inducir a un estado de ánimo depresivo e inestabilidad emocional. (Schlangen et al., 2014).

Durante la noche, la exposición a la luz puede reducir la secreción natural de la hormona melatonina asociada al sueño.

El hogar tiene un rol clave para el funcionamiento activo de los niños en el entorno educativo. Hoy en día, ha aumentado considerablemente el acceso de los niños a dispositivos como celulares o televisión. Los niños están expuestos a un deslumbramiento y fatiga visual no menor hasta altas horas de la noche. Los niños tienen diámetros de pupila significativamente más grandes que los adultos, así como lentes más claros, lo que permite que pase más luz

azul al ojo. Como tal, se espera que la exposición de luz a una Temperatura de Color Correlacionada (CCT) más alta tenga un impacto significativo en el rendimiento cognitivo de los niños, posiblemente más fuerte que la vista anteriormente en adultos. (M. F. Borisenkov et al. 2010).

La alineación adecuada entre el sueño y la vigilia y el tiempo biológico (circadiano interno) es crucial, no solo para la calidad del sueño sino también para la mejora del rendimiento cognitivo.

## **2. PRIMERA INFANCIA**

**“El infante posee derechos, es un constructor activo del conocimiento y es un ser social; el instructor es colaborador y co-alumno junto con el niño, guía y facilitador e investigador; y se considera que el conocimiento se construye socialmente, abarca múltiples formas de conocimiento y se compone de totalidades significativas.” Hewett, V. M. (2001)**

La primera infancia se puede dividir en 3 etapas durante las cuales el infante tiene diferentes procesos cognitivos y emocionales. El ambiente en que se desarrolla cada etapa debe ser sano y propicio para su estimulación socio-emocional. L.Vygotsky revela la importancia e influencia que tiene la estimulación en los niños y, por ende, la enseñanza y educación para el desarrollo general del ser humano. (Gutiérrez, & Glendy, 2015)

## 2.1 Etapas de desarrollo

### *Etapa uno: 0-1 años.*

En esta etapa, los padres y/o apoderados tienen un rol fundamental ya que establecen la primera conexión con el niño, formando vínculos trascendentales.

### *Etapa dos: 1-3 años.*

Este período suele coincidir con la asistencia al Jardín Infantil. En ella se producen procesos de vital importancia para la estimulación tanto en las áreas cognitiva, comunicación, socio-emocional y motora. El niño comienza a relacionarse con sus pares y es fundamental proporcionarle el ejemplo, apoyo y herramientas para que aprenda a hacerlo en forma sana y fructífera.

### *Etapa tres: 3-5 años.*

Continúa el proceso de relación e interacción con sus compañeros. Es aquí donde comienzan a tener mayor autocontrol y regulación en sus emociones. El niño debería disfrutar de la compañía de los otros niños con los que aprende a compartir. Esto sería lo esperable en niños sin dificultades personales o sociales, pero hay muchas variables involucradas en los procesos de estimulación y desarrollo, que pueden repercutir negativamente en el autocontrol de las emociones y generar conductas agresivas frente a los demás niños.

## 2.2 Importancia de la E.Parvularia

En los últimos años se ha producido un fuerte cambio en la percepción sobre la importancia de la Educación Parvularia en la educación del niño. Se ha ido erradicando la antigua creencia de que su función no pasaba más allá de brindar un espacio de cuidado y guardería del infante. Este creciente reconocimiento ha traído consigo tanto un aumento de instituciones educativas como de cobertura y mayor desarrollo de infraestructura. De ahí que los esfuerzos gubernamentales de los últimos años enfocados a avanzar en esta dirección han merecido reconocimiento internacional. (Economist Intelligence Unit, 2012; UNESCO, 2007)

Durante la Educación Parvularia se comienzan a construir los cimientos formativos de las personas. Los educadores de párvulo cumplen el rol de identificar y vincular experiencias lúdicas, gozosas, sensitivas y prácticas con actividades de exploración, creación, interacción y juego, lo que contribuye al aprendizaje de los niños, al responder a sus intereses.

**“La Educación Parvularia es el nivel educativo que atiende integralmente a niños desde su nacimiento hasta su ingreso a la educación básica, sin constituir ante- cedente obligatorio para ésta.” (Ministerio de Educación, 2018)**

## 2.2 Importancia de la E.Parvularia

El rol de los educadores de párvulos es brindar compañía con una intención pedagógica. Su manera de enseñar y promover los aprendizajes tiene que “romper el esquema de escolarización temprana” a través de actividades lúdicas o el juego posibilitando el desarrollo de las capacidades comunicativas y cognitivas tanto como las habilidades que le servirán para la vida.

Si los niños se encuentran inmersos en un ambiente de aprendizaje favorable, estos absorben mejor las prácticas pedagógicas y al mismo tiempo, desarrollan gradualmente la confianza, sus fortalezas y habilidades.

La Educación Parvularia se organiza en niveles curriculares: sala cuna (0 a 2 años); niveles medios de 2 a 4 años (menor y mayor) y el nivel de transición (de 4 a 6 años) que se divide en primer nivel (edad mínima 4 años) y segundo nivel (edad mínima 5 años).

Ciclo	Nivel	Sub-división nivel	Nombre común	Edad
Primer ciclo	Sala Cuna	Sala cuna menor	Sala Cuna	0-11 meses
		Sala cuna mayor		1-2 años
	Nivel Medio	Medio menor	J. Infantil	2 - 3 años
		Medio mayor	J. Infantil - Playgorup	3 - 4 años
Segundo ciclo	Nivel Transición	Primer Nivel de Transición	Pre-Kinder	4 - 5 años
		Segundo Nivel de Transición	Kinder	5 - 6 años

Figura 10, Fuente: Decreto Supremo N° 315, del año 2011, del Ministerio de Educación.

### **3. ILUMINACIÓN DINÁMICA EN EL AMBIENTE DE APRENDIZAJE: COMPORTAMIENTOS EN EL AULA.**

Los ambientes de aprendizaje se refieren a sistemas integrados de elementos consistentes entre sí, que generan condiciones que favorecen el aprendizaje de niños y niñas. Estos sistemas están conformados por las interacciones pedagógicas que se desarrollan en espacios educativos y en tiempos determinados.

"El ambiente físico permite espacios multipropósito y posibilidades de permanente recreación pedagógica de los objetos y espacios. Tanto para párvulos como para adultos, el espacio de la sala puede convertirse en un nuevo lugar lleno de sentidos para el aprendizaje. ¿Puede el modelamiento del espacio flexibilizarse para responder a las diferentes necesidades, desafíos e intereses que propone la experiencia de aprender?" (Adlerstein, et al.2014).

Desde la perspectiva de los ambientes físicos de aprendizaje, se observa que los Jardines Infantiles públicos están hoy poblados de mobiliario normativo que se basa en diseños que responden a requerimientos de hace más de 40 años (Córdova et al., 2002; Rojas e Illardi, 2009).

**“La iluminación en las aulas debe generar los estados energéticos más propicios para optimizar los espacios de enseñanza en función de la tarea cognitiva y el nivel de concentración requerido. Además la iluminación es un elemento modulador del estado anímico, como por ejemplo empleando una iluminación que fomenta la relación tras actividades de juego y con un alto nivel de excitación.” (Lamp, 2020)**

En la realidad de las aulas de Jardín Infantil en Chile, los dispositivos lumínicos son estáticos, es decir, tienen una iluminación fija durante toda la jornada. La iluminación eléctrica dentro del aula de los Jardines debiese ser dinámica, más semejante a como lo es la iluminación natural, para así controlar y adaptar el contenido espectral, la intensidad y la temperatura de color a favor de la estimulación emocional de los niños. La iluminación dinámica favorece la estabilidad emocional y estado de ánimo, llevando así a mejores actitudes dentro del aula. Por otro lado, aumenta la productividad, la motivación; disminuye el cansancio visual y la hiperactividad y, por último, ayuda a la memoria y la concentración, disminuyendo la ocurrencia de errores.

### 3.1 El tercer educador

Al hablar del ambiente de aprendizaje no solo se hace alusión a la infraestructura del lugar sino también al espacio en el cual se desenvuelven los niños y llevan una práctica social que va creando oportunidades de aprendizaje. ...”Los jardines infantiles y los establecimientos de educación parvularia son sistemas activos y con cierta autonomía para decidir y engendrar sus propias condiciones de existencia: vale decir, son espacios de producción y poder. (Adlerstein G, et al.,2016)

Para conocer mejor la ecología de nuestro usuario, en este caso, niños entre 2 y 6 años, se realizó un diagrama interactivo con diferentes capas que interactúan entre sí. El diagrama se divide en 3 secciones. En primer lugar, se encuentra la familia, usuario clave para el desarrollo de los niños. Es un complemento fundamental para la Educación Parvularia. En segundo lugar, se encuentran las prácticas

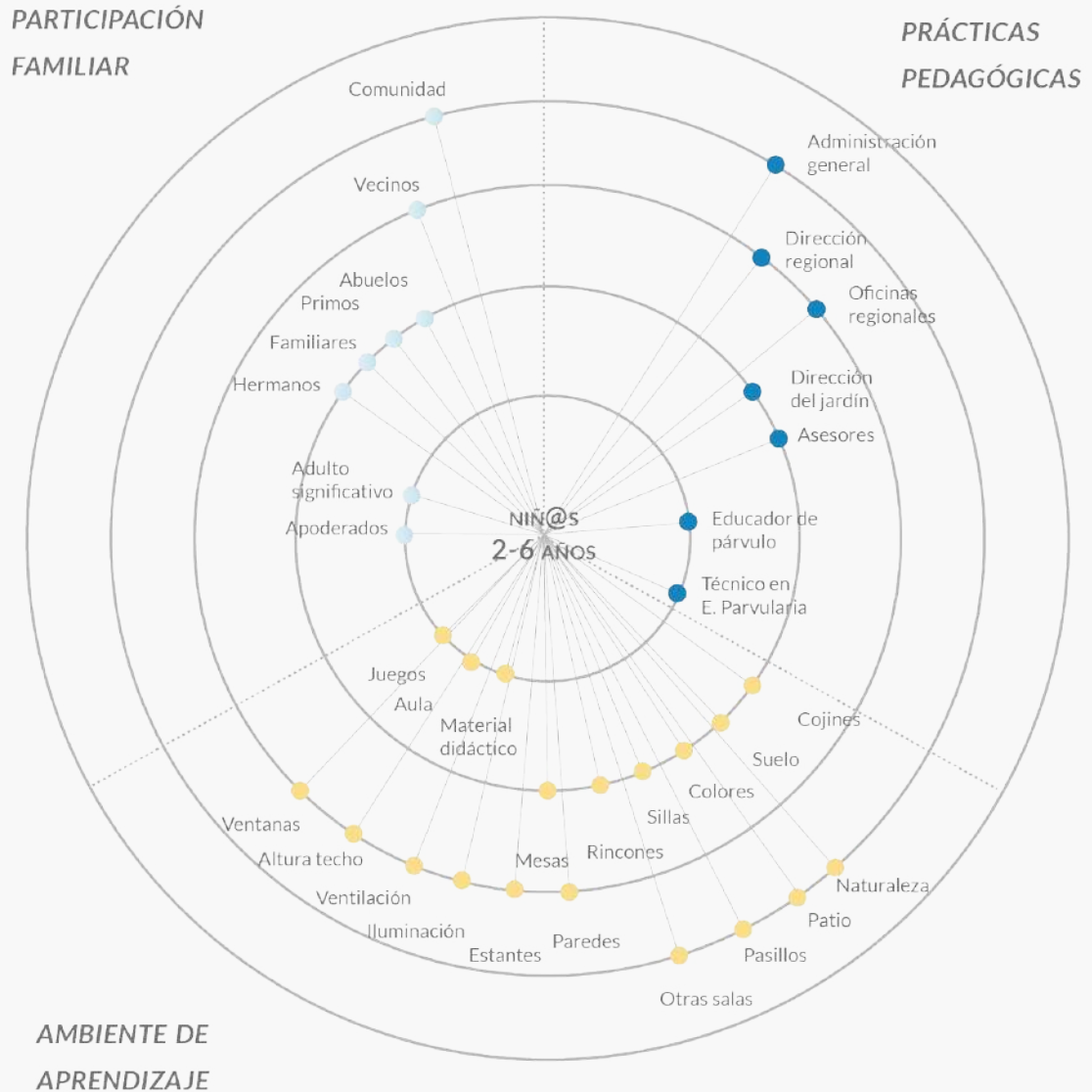


Figura 11, Ecología mapa de actores por capas



pedagógicas en donde el educador de párvulos y técnico en Educación Parvularia son actores claves para el aprendizaje y crecimiento cognitivo y social en los niños. Por último, se presenta al tercer educador, el ambiente de aprendizaje. Muchas instituciones no ven al ambiente como un factor clave para el desarrollo y bienestar de los niños. Al hablar de ambiente de aprendizaje, no se hace ilusión solamente a la infraestructura del lugar, sino que al mundo simbólico en el cual se sitúan los niños. (Adlerstein, et al., 2016; OECD, 2009; Yu, et al., 2014)

Bajo esta perspectiva, el ambiente de aprendizaje se intenta abarcar de una manera más compleja, más centrada en las interacciones y en el mundo simbólico el cual representa. En este sentido, la investigación se profundiza en la iluminación, factor clave del ambiente y favorecedor a la estimulación del niño.

El ambiente físico de aprendizaje ha sido ampliamente reconocido como el Tercer Educador -The Third Teacher-(Architects OWP/P, VS Furniture, & Bruce Mau Design, 2010; Hoyuelos, 2005; Malaguzzi, 1996), después de la familia y de los docentes. No se desconoce que en los Jardines Infantiles existe un espacio adulto (adultocéntrico) organizado y organizador de relaciones claras, previsibles e intencionadas, en el que participan tanto objetos como sujetos por definición unívoca (Delgado, 2005). En efecto, se reconoce, al igual que Mayall, que estos espacios físicos hacen que “los niños vivan sus vidas a través de infancias construidas para ellos por las interpretaciones que las personas adultas tienen de lo que son y deberían ser los niños.” (Mayall, 2002, p.1).

Actualmente, la mayoría de los entornos educativos no tienen conciencia de la importancia que tiene la iluminación en los ambientes de

aprendizaje para el bienestar y el desempeño de los niños. Las distintas temperaturas de color que varían durante el día tienen un fuerte impacto en el comportamiento y eficiencia del menor y no se puede pasar por alto. Desde el punto de vista de la educación, la iluminación circadiana es un valioso aliado para aumentar el nivel de alerta, atención, memoria y concentración durante la jornada.

Hay que tener en cuenta que no todos los ambientes de aprendizaje tienen un óptimo espacio arquitectónico con suficientes ventanas para la entrada de luz natural. La falta de ésta en los días nublados disminuye la productividad y el rendimiento de los niños. Con sistemas de iluminación biológicamente optimizados, las condiciones de aprendizaje pueden mejorar considerablemente.

**“En el interior, la iluminación con efectos no visuales puede favorecer el efecto de la luz natural. En una sociedad 24/7, juega un papel valioso en la ayuda a estabilizar el ritmo circadiano humano”. (Fördergemeinschaft, 2014, pág.17)**

Tanto los niños como educadores de párvulo pueden tener experiencias positivas o negativas en respuesta a la luz a la que están expuestos, sin estar conscientes de qué es lo que está causando tales reacciones. Por lo tanto, la iluminación de espectro completo puede cambiar la vida dentro de los entornos educativos, propiciando un mejor comportamiento y bienestar, tanto para el beneficio de los niños como para los educadores de párvulo. El espacio de aprendizaje es un educador más y hay que sacarle provecho para una mayor estimulación y desarrollo cognitivo.

Es importante tomar consideración de que hay niños que les cuesta más las lecciones de la mañana ya sea porque durmieron mal o porque se les dificulta más partir el día. Es fundamental favorecer una iluminación específica en las mañanas (y a toda hora) para activar el cuerpo y la mente, y así tener una

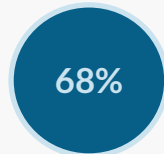
mejor productividad durante la jornada.

Diferentes estudios han demostrado que los niveles de luz y las temperaturas de color más altas (luz azul) mejoran la concentración y disminuyen errores durante varias pruebas. (Schlangen et al., 2014). Por otro lado, ayuda a tener un mejor estado de ánimo y disminuir actitudes agresivas, generando un ambiente de aprendizaje más positivo, tanto para los niños como para los educadores. No es coincidencia que el color azul esté asociado a sentimientos como la relajación, la calma, la felicidad y la comodidad. (Heller, E, 2004; Wong et al., 2011)

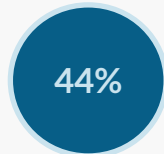
**Con sistemas de iluminación biológicamente optimizados, las condiciones de aprendizaje pueden cambiar drásticamente.**

### 3.2 Antecedentes de investigaciones

A continuación se presentan antecedentes y estudios relativos a la experiencias de investigaciones asociadas a la iluminación y vinculación con los ambientes de aprendizaje. Luego se exponen algunos antecedentes aplicados tanto en el mundo de la educación, como en otros ambientes que se han apropiado de la tecnología integral.



Usuarios sufren molestias asociadas a una inadecuada iluminación en su área de trabajo.



Usuarios aseguran que la falta de suficiente luz durante el invierno afecta negativamente en su bienestar.



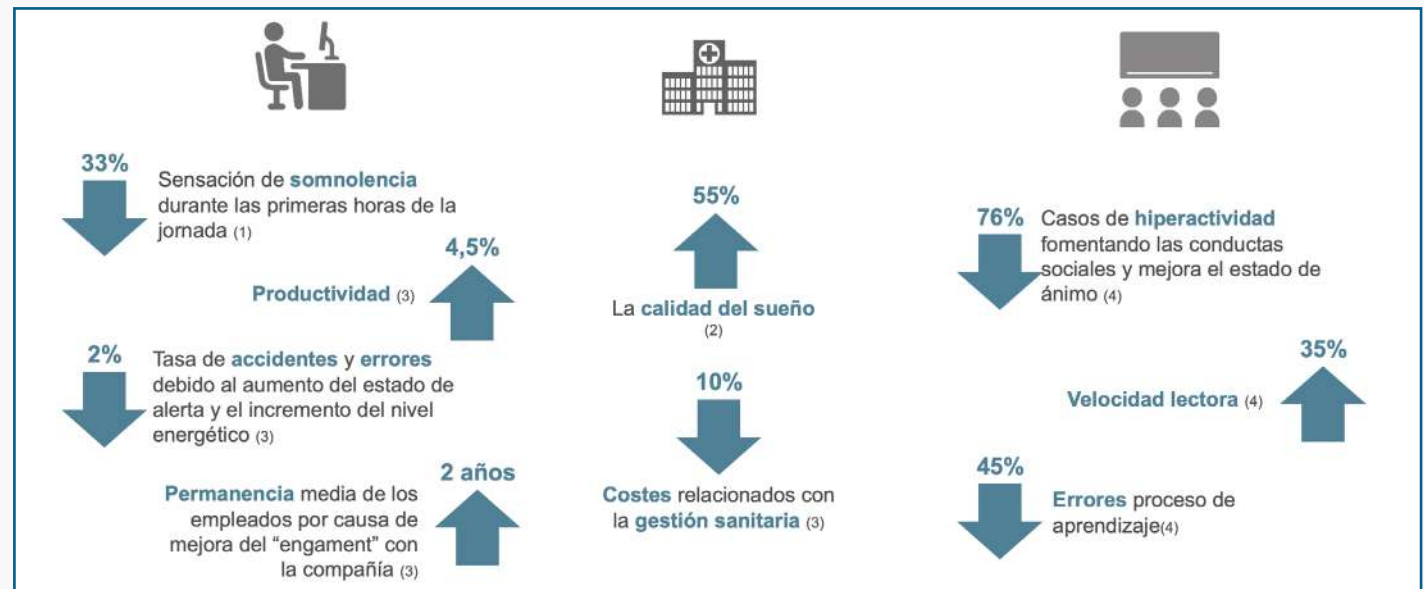
De la población sufre algún síntoma relacionado con el SAD (Desorden Afectivo Estacional)



Usuarios de espacios de oficina dicen tener una iluminación icómoda.

### Fondecyt

Douglas Leonard se encuentra realizando un Fondecyt sobre la inteligencia artificial de la luz. El estudio se realizará en la Unidad de Cuidados Intensivos polivalente del Hospital Universitario de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Lamp, empresa experta en iluminación, se une al estudio, proporcionando un servicio de iluminación integradora poniendo en el centro el bienestar del usuario final.

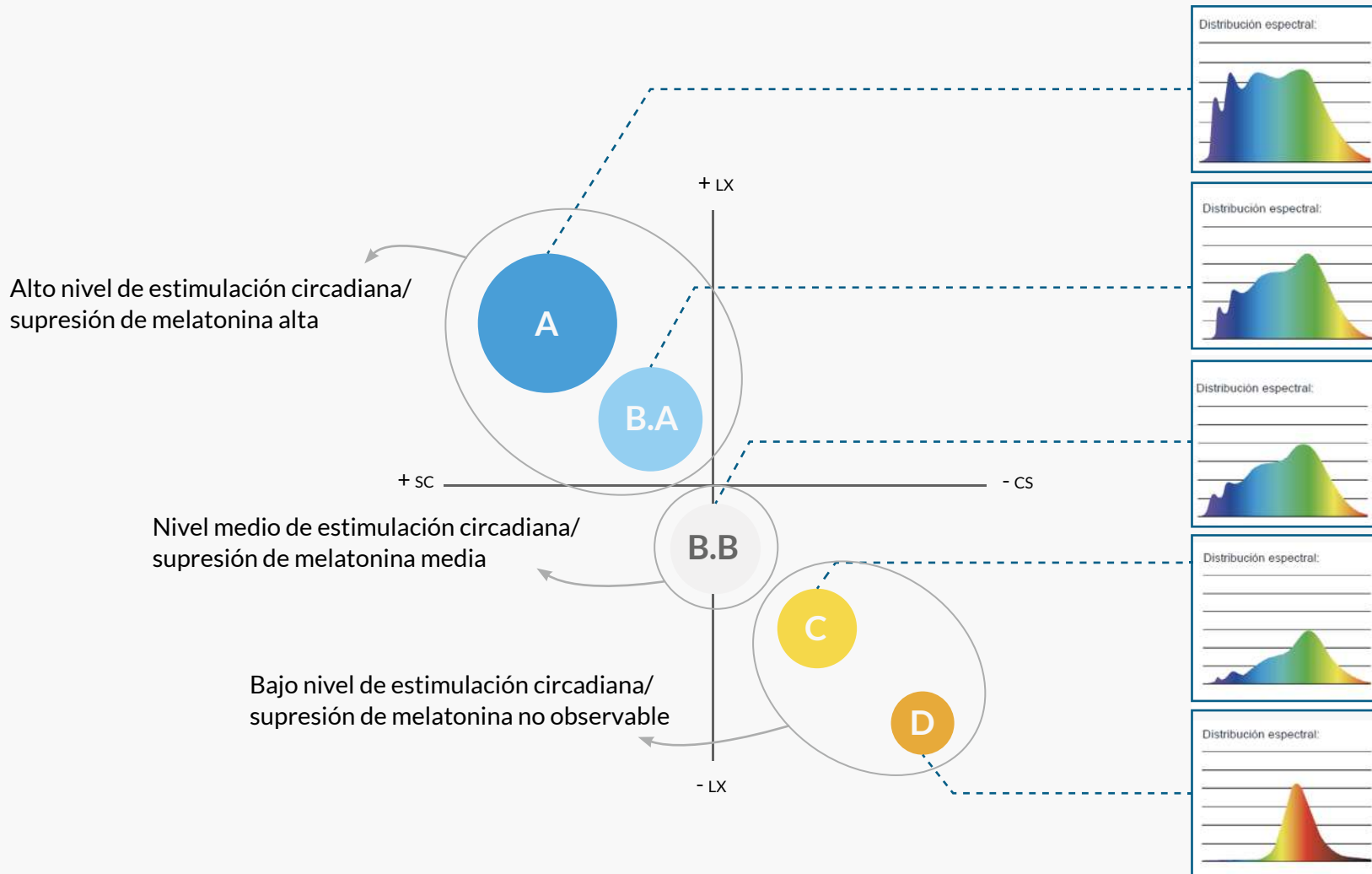


Números y porcentajes relevantes del Fondecyt. Fuente: presentación Fondecyt

### 3. ILUMINACIÓN DINÁMICA EN EL AMBIENTE DE APRENDIZAJE: COMPORTAMIENTOS EN EL AULA

DIFERENTES GRADIENTES DE ILUMINACIÓN

DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL



Matriz de la relación de iluminancias y estimulación circadiana. Fuente: presentación Fondecyt

**“In ICU, the primary purpose of lighting has been to support the treatment and monitoring of patients with severe disease. However, it has been proposed that lighting could be used to favor a home atmosphere that allows calming the patient, and facility recovery.” (Fondecyt, 2020)**

Hipótesis:

*“In critically ill patients, the use of a multifaceted intervention of environmental control in the ICU, based on dynamic light therapy, auditory masking, and rationalization of ICU nocturnal patient care activities, is associated with improved quantity and quality of sleep assessed by polysomnography and other semi-quantitative methods, compared to standard care.” (Fondecyt, 2020).*

El objetivo general del proyecto es comparar los efectos del uso de una intervención multifacética de control ambiental en la UCI, basada en la fototerapia dinámica, el enmascaramiento auditivo y la

racionalización de las actividades de atención nocturna del paciente en la UCI, versus la atención estándar, sobre la cantidad y calidad del sueño, sobre el delirio, y sobre el deterioro neuropsicológico post-cuidados intensivos, en pacientes críticos.

Dependiendo de la longitud de onda de la luz, es también el tipo de respuesta que ocurre. Esta luz puede llegar de forma controlada al sistema nervioso central y permitir la expresión de factores neuroprotectores para combatir la sintomatología de enfermedades neurodegenerativas. Estos son algunos de los conceptos y promesas que subyacen a una aproximación optogenética: el poder controlar de forma exógena y no invasiva la expresión de genes dentro de la célula. ¿Cómo hacerlo? Introduciendo en las células switches optogenéticos: factores de transcripción ortogonales que permitan la activación de genes de interés en respuesta a la luz de una cierta longitud de onda. (Leonard, 2020).

### *Sistema MAFA*

Por otro lado, el sistema MAFA© (Modelamiento del Ambiente Físico de Aprendizaje) es un dispositivo tecnológico para el modelamiento de los ambientes físicos de aprendizaje, propio de la educación parvularia pública chilena. Durante cuatro años ha sido diseñado interdisciplinariamente bajo la metodología de Human Centered Design (IDEO, 2009) y con la participación de educadores, niños y diversos agentes educativos. Se insiste en el hecho de que este es un sistema que abre posibilidades de habitar el jardín infantil, solo en tanto funciona como tal. "MAFA© como interfaz para habitar el aula, o como dispositivo para construir pedagogías conscientes del lugar es una herramienta que por sí misma carece de valor. Al igual

que un lápiz no asegura un bello poema y una cámara sofisticada no es garantía de una gran fotografía, el Sistema MAFA© funciona movilizado por el pensar, hablar y actuar de los habitantes que se lo apropian (Adlerstein, Gonzalez, Manns, 2016)

Varios estudios han abordado cómo la calidad y el color de la iluminación pueden afectar o mejorar las habilidades visuales de los estudiantes y, por lo tanto, el rendimiento académico.

Un estudio de Ott (1976) reveló que la iluminación fluorescente blanca fría en las aulas puede mejorar drásticamente el comportamiento de los estudiantes que son hiperactivos o tienen dificultades de aprendizaje. Los resultados demostraron que los estudiantes en las aulas iluminadas de espectro completo pudieron prestar mejor atención, lo que condujo a un mejor rendimiento. Ott concluyó que “la hiperactividad se debe en parte a una condición de estrés por radiación” y que cuando la exposición a la radiación de la iluminación se minimiza, el comportamiento y el rendimiento mejoran. Si la iluminación circadiana mejora los niveles de atención, no solo tiene un efecto en cada niño, sino que toda la clase se beneficia ya

que hay una mayor concentración grupal durante la jornada.

Debido a que los cambios fisiológicos ocurren cuando las personas están expuestas a la luz, el estado de ánimo y la cognición pueden verse afectados de manera indirecta y variable. Además, según Veitch y McColl (2001), los efectos cognitivos y relacionados con el estado de ánimo de la iluminación en las personas tienen implicaciones notables: (a) un mejor desempeño en tareas relacionadas con la cognición en el lugar de trabajo o en el entorno académico y (b) una mejor calidad de vida y bienestar. (Mott, et al., 2012)

Un estudio de Tanner (2008) reitera la idea de que el diseño físico de las escuelas puede afectar el rendimiento de los estudiantes. Una de las áreas de diseño discutidas fue la iluminación. El autor relata evidencia de otros estudios que han demostrado que la iluminación afecta las funciones fisiológicas, la

salud, el desarrollo y el rendimiento humano. Se utilizaron modelos de regresión para ayudar a determinar las relaciones entre los elementos del diseño de la escuela y el desempeño de los estudiantes. El resultado general expresó variaciones en el rendimiento en comparación con elementos de diseño controlados y no controlados en las escuelas, incluida la iluminación.

Heschong y col. (2002) examinaron los resultados de las pruebas de lectura y matemáticas de estudiantes de segundo a quinto grado para determinar si los efectos de la iluminación natural en las escuelas tenían un impacto en el rendimiento de los estudiantes. Se eligieron tres distritos escolares diferentes de todo el país para participar en este estudio. Las condiciones de iluminación de cada distrito escolar se clasificaron en varios conjuntos de datos. Se utilizó un análisis de regresión multivariante para diferenciar los datos altamente

variables para cada distrito escolar. La evidencia estadística reveló que los edificios escolares con la mayor capacidad de luz natural, como los que “tienen más áreas de ventanas y tragaluces”, tuvieron un efecto notable en el desempeño y el comportamiento de los estudiantes. (Mott, et al., 2012)



### 3. FORMULACIÓN DEL PROYECTO

<p>SchoolVision</p>		<p>Los profesores pueden elegir entre cuatro perfiles de iluminación para ajustar al instante la luz del aula. De este modo, los alumnos permanecen concentrados y a gusto a medida que avanza el día. Además, la iluminación se puede adaptar a las distintas actividades en el aula, como la lectura, para mejorar la participación de los estudiantes y sus resultados.</p>
<p>Ventanas Mitsubishi</p>		<p>A falta de luz natural del Sol en Mitsubishi han ideado una solución artificial: paneles LED que imitan la luz del Sol. Independientemente de que sea en un edificio o bajo tierra, estas ventanas falsas del fabricante japonés prometen un ambiente menos claustrofóbico y más luminoso gracias a los miles de LEDs que imitan un cielo despejado.</p>
<p>Aros Museum</p>		<p>Pasarela circular y panorámica que ofrece una vista fantástica de la ciudad y la bahía, una vista en todos los colores del arco iris. "... He creado un espacio que casi se puede decir que borra el límite entre el interior y el exterior, un lugar donde te vuelves un poco inseguro sobre si has entrado en una obra de arte o en una parte del museo."- Olafur Eliasson.</p>

Figura 11, Antecedentes de aplicación



## 2. FORMULACIÓN DEL PROYECTO


<p><b>Philip WakeUp-Light</b></p>	 A circular, glowing light device with a central hole, sitting on a white base. It is illuminated from within, creating a warm, yellowish glow. The device is positioned on a white surface next to a piece of fabric.	<p>Los despertadores de luz natural son despertadores digitales que presentan funciones más avanzadas a cualquier otro modelo convencional. Su fin es despertarte a través de una luminosidad progresiva que imita a la luz solar. Normalmente se utilizan para evitar abrir los ojos por medio de sonidos o vibraciones desagradables.</p>
<p><b>Philip Hue</b></p>	 A hand holding a smartphone displaying the Philips Hue app interface. The screen shows various color and brightness controls for different rooms like Living room, Dining, Kitchen, and Bedroom. The background shows a modern interior with a dining table and chairs.	<p>Combina luz LED brillante y eficiente energéticamente con tecnología intuitiva. En conjunto, la luz, el puente y los controles inteligentes cambian la manera de controlar y experimentar la luz. Te ayuda a recargar la energía, a leer, a concentrarte y a relajarte. Personaliza las rutinas diarias.</p>
<p><b>Helios Touch</b></p>	 A woman with her hair in a bun is looking at a wall of hexagonal light panels. She is touching one of the panels, which is illuminated. The panels are arranged in a grid pattern on a white wall.	<p>Los paneles led de bajo voltaje proporcionan una luz limpia, segura y ofrecen la posibilidad de regular la intensidad y la posición de la iluminación según la necesidad. Los módulos se conectan entre sí mediante contactos magnéticos, lo que permite reorganizarlos de forma muy sencilla.</p>

Figura 12, Antecedentes de aplicación

2



Formulación del Proyecto

### 2.2 Oportunidad

#### *Tecnología, salud y eficiencia*

El desarrollo de la tecnología ha sido un pilar primordial en la historia del hombre. Se aceleró fuertemente durante la revolución industrial, y desde entonces no ha dejado de acompañar cada ámbito de la vida humana. Hoy, el presuroso ritmo de desarrollo de nuevas tecnologías permite tener cada vez más soluciones novedosas para los problemas del día a día. Gracias a estos nuevos avances de la tecnología se puede lograr un control y ajuste casi ilimitado de la iluminación. Hoy en día, empresas especializadas han diseñado dispositivos que controlan la iluminación mediante tableros inteligentes, incluso creando “escenarios” preestablecidos y al alcance de un botón. Otras tecnologías ya disponibles son los sensores de movimiento, que permiten controlar el consumo al encender y apagar los artefactos lumínicos cuando detectan movimiento.

Frente a esta oportunidad surge la pregunta de investigación,

***¿Cómo podríamos modelar el ciclo natural de la luz en los ambientes de aprendizaje de Jardines Infantiles a favor de la estimulación y el desarrollo emocional de los niños durante la jornada?***

## 2.3 Objetivos

### *Objetivo General*

**Desarrollar una intervención lumínica a partir del ciclo natural de la luz, a favor del bienestar emocional de los niños y niñas en las aulas de Educación Parvularia.**

Existe una gran variedad de ventajas y beneficios que trae una iluminación circadiana como la salud, energía, buen sueño, rendimiento, productividad, motivación, desempeño, concentración, memoria... También ayuda a disminuir el cansancio, el deslumbramiento, la hiperactividad, el número de errores y el estrés visual. Sin embargo, bajo el contexto vinculado al entorno educativo, el proyecto se enfoca en ciertos conceptos específicos vinculados al bienestar emocional, el estado de alerta y de ánimo, y el comportamiento de los niños.

### *Objetivos Específicos*

1. Determinar las variables de la luz que inciden en el ambiente de aprendizaje de los niños a medida que avanza la rutina diaria.
2. Interpretar el comportamiento y el estado emocional de los niños y su vinculación con las actividades durante la jornada.
3. Controlar diferentes perfiles de iluminación dinámica en beneficio de experiencias de aprendizaje.
4. Analizar comparativamente los resultados obtenidos en función del estudio basal cruzando los resultados con la literatura.

### 2.4 Estrategia metodológica

Como se mencionó anteriormente, la iluminación no siempre ha sido implementada para el bienestar de las personas. Muchos espacios arquitectónicos iluminan el entorno de acuerdo a lo funcional y lo estético pero se olvidan de lo más importante: las personas que ocupan determinado lugar. Es por esto que la metodología de este proyecto se basa en el usuario (IDEO, 2009), para así proporcionar una iluminación que favorezca el bienestar emocional tanto de los niños como de los educadores.

La investigación experimental se aproxima desde el enfoque cuantitativo y cualitativo, reconociendo mediciones en torno al tiempo de ejecución de cada actividad, así como observaciones previas y durante el proceso de investigación.

Al definir los objetivos específicos del proyecto, se tomaron diferentes técnicas para dar respuesta y cumplimiento de estos. (Hanington, Martín, 2012)

Para el cumplimiento del primer y segundo objetivo, se realizó una exhaustiva revisión de literatura, entrevistas a expertos y educadores de párvulos, estudio fotográfico, mapa de comportamiento y un extenso análisis de toda la recopilación de información. Estas técnicas tuvieron una aproximación metodológica cualitativa.

El objetivo tres se logró mediante un experimento basal cuidadoso y extenso. Se realizaron técnicas experimentales que arrojaron resultados tanto cualitativos como cuantitativos.

Por último, el objetivo cuatro se obtuvo mediante un análisis crítico de los resultados obtenidos en el experimento basal. La metodología termina con una triangulación de datos, tomando como vértices la literatura, con el cruce de los resultados tanto cualitativos como cuantitativos.

OBJETIVOS	APROXIMACIÓN METODOLÓGICA	TÉCNICAS	ACTIVIDADES
DETERMINAR LAS VARIABLES DE LA LUZ QUE INCIDEN EN EL AMBIENTE DE APRENDIZAJE DE LOS NIÑOS A MEDIDA QUE AVANZA LA RUTINA DIARIA.	Cualitativo	Literature reviews	1. Elaboración de mapa conceptual
		Entrevistas	2. Contrucción del diálogo temático / pauta temática
			3. Crear formulario de entrevista
Photo Studies		4. Reconocer las actividades rutinarias de la jornada	
		5. Tener registro de fotografías de actividades en aula	
INTERPRETAR EL COMPORTAMIENTO Y EL ESTADO EMOCIONAL DE LOS NIÑOS Y SU VINCULACIÓN CON LAS ACTIVIDADES DURANTE LA JORNADA.		Literature reviews	6. Reconocer las actividades rutinarias de la jornada
	Mapa de comportamiento	7. Recopilar literatura sobre casos de estudios y antecedentes	
	Análisis	8. Reconocer las actividades y rutinas de jardines infantiles	
		9. Analizar el estado emocional de los niños y su vinculación con las actividades durante la jornada.	
CONTROLAR DIFERENTES PERFILES DE ILUMINACIÓN DINÁMICA EN BENEFICIO DE EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE.	Cualitativo y cuantitativo	Caso de estudio Experimento basal	10. Analizar interacciones críticas
			1. Definir las actividades pedagógicas a realizar según opiniones de parvularias en cuanto a la planificación del día en el jardín
			2. Según literatura y conversaciones con expertos, definir temperatura de color e intensidad para las diferentes pruebas de luz
			3. Crear tabla Excel con todas las variables que abarcan el diseño experimental
			4. Crear un ambiente simulado de jardín infantil en mi casa para protipar y experimentar con el usuario
			5. Ir a buscar los dispositivos de iluminación dinámica para poder testear y experimentar con los dispositivos
			6. Conocer la tecnología Casambi de los dispositivos. Jugar con la aplicación y aprender sus opciones dinámicas
			7. Traer al usuario a conocer el lugar y empezar a empatizar con este. Acomodación
		8. Comenzar actividad 1. Sacar conclusiones y reflexiones críticas	
		Técnicas experimentales cuantitativas	9. Reflexión crítica de cada prueba de luz, comportamientos en la actividad. Observación al las interacciones del usuario
			10. Evacuar el ambiente simulado debido a contagio de COVID en el hogar. Ir a vivir con el usuario
		a) Establecer línea base b) Preguntas a la Emilia	11. Nuevo ambiente experimental con mayores distracciones pero más parecido a un jardín infantil. Proceso de adaptación.
			12. Comenzar actividad 2. Repetir el proceso secuencial; desde la iluminación fija del lugar hasta la ultima prueba de color
		Mapa conceptual	13. Llevar análisis exhaustivo de todo lo que va pasando. Obervación a las respuesta del usuario
			14. Verificar los resultados y cruzarlos con la revisión de la literatura
			15. Comenzar la actividad 3para reforzar los resultados benefactores de la experimentación
			16. Volver al primer lugar de ambiente simulado.
			17. Empezar a cerrar la etapa de prototipado con el usuario y entrar a medir reflexiones de luz del lugar de trabajo.
18. Sacar conclusiones respecto a las diferentes absorciones de luz segun materiales de trabajo y color de la superficie			
ANALIZAR COMPARATIVAMENTE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN FUNCIÓN DEL ESTUDIO BASAL CRUZANDO LOS RESULTADOS CON LA LITERATURA.	Análisis de resultados	1. Sacar conclusiones, proyecciones y sugerencias sobre los resultados obtenidos	
		2. Analizar críticamente las diferentes absorciones de luz y dar sugerencias para futuras políticas públicas	
	Triangulación de datos	1. Evaluar la tecnológica - Reconocer la importancia del ciclo circadiano	

Figura 13, Metodología propia



## 2. FORMULACIÓN DEL PROYECTO

### 1. Determinar las variables de la luz que inciden en el ambiente de aprendizaje de los niños a medida que avanza la rutina diaria.

El **primer objetivo** se vincula con la comprensión del contexto de implementación. Este fue ligado al proceso de recopilación de literatura, conocimiento de los constructos, recolección de datos e inspiración desde expertos. La aproximación metodológica fue de carácter cualitativo. Estos últimos suelen utilizar métodos conversacionales para recopilar información relevante sobre un tema determinado. Se utilizaron diferentes técnicas para alcanzar la realización del primer objetivo.

### Revisión Literatura

Se realizó un mapa conceptual para ordenar y clasificar la recopilación de la información e investigación. Luego de ordenar los constructos, se disminuyó el

campo de investigación y se enfocó específicamente en la primera infancia, etapa crucial para el desarrollo y estimulación de los niños, en la importancia de la Educación Parvularia. Por otro lado, se indagó en los efectos y la percepción de la iluminación y el color en los infantes, llegando así al conocimiento del Ciclo Circadiano. El proyecto se basa dentro de este constructo ya que llegó a ser de gran interés la influencia que tiene la temperatura de color de la luz natural en el funcionamiento interno del hombre.

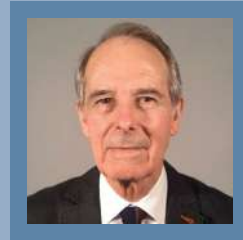
### Entrevistas

Se conversó con el Profesor de la Escuela de Diseño de la Universidad Católica, Douglas Leonard, hoy co-profesor guía del proyecto, el cual a partir de sus conocimientos y proporción de muchísima literatura sobre iluminación y el ciclo circadiano, me facilitó la introducción al mundo lumínico integral.

Por otro lado, se mantuvieron reuniones con Katerina Jofré, ex alumna del DUOC de la Universidad Católica de Chile y hoy experta en iluminación, quien me explicó el funcionamiento tecnológico de los LED y variados términos y conceptos claves para el entendimiento de todo lo que conlleva la iluminación.

También se mantuvo contacto con las empresas Lamp y Artek-nia, expertas en iluminación, las cuales brindaron tanto material de investigación como sus propios dispositivos lumínicos para poder experimentar con ellos.

## Expertos en Iluminación



**Leonard Douglas:** Ingeniero Eléctrico con Mención en Iluminación, Universidad Católica de Valparaíso; Diseñador de Iluminación Profesional de la Professional Lighting Designer Association (PLDA); Diseñador de Iluminación Profesional de Illuminating Engineering Society of North America (IESNA); miembro de Diseñadores de Iluminación Asociados, Chile (DIA)



**Katerina Jofré** lleva 12 años trabajando en Diseño de Iluminación, ha sido parte de la oficina de Douglas Leonard Lighting, Interdesign. También trabajó dos años en Londres como Lighting Designer en Arup Lighting, y en la oficina de proyectos de Targetti UK. También fue parte de la oficina de Lamp Barcelona y estuvo del Studio de Massimo Zucchi en Milán.

## Entrevistas

Se trabajó con 15 parvularias de diferentes establecimientos para conocer el relato de la jornada dentro de los Jardines. Ellas fueron las encargadas de levantar información de primera fuente para la identificación de las interacciones críticas que ocurren durante la jornada. El objetivo de estas fue poder situarse en el contexto de intervención, para así poder reconocer el ambiente de aprendizaje en los Jardines Infantiles. Se rescataron interacciones críticas influyentes y favorecedoras al proyecto, como por ejemplo, con respecto a la iluminación dentro del aula, la débil cantidad de interruptores por sala, la incorrecta implementación de temperatura de color de las luminarias y la poca versatilidad que se tiene en cuanto a la iluminación en el ambiente de aprendizaje. Se detecta entonces la poca (o casi nula) importancia que se tiene respecto al tema, dejando en claro que no hay suficiente conciencia sobre los efectos emocionales que provoca la luz en los niños.



### M. Luisa Fuenzalida

Universidad Los Andes

*Trabajó en:*

Los Alerces, Rainbow, Padre Hurtado, Betterland, Roots, High Scope

### Florencia Serrano

Universidad Católica

*Trabajó en:*

Villa Maria, Leoncito Español, Epullay, Rainbow, Los Alerces

### Antonia Somarriva

Universidad Católica

*Trabajó en:*

Padre Pedro Arrupe, Jardín UC, Rayhue, Colegio Cristobal Colón, Cantagallo

### Emilia Larraín

Universidad Los Andes

*Trabajó en:*

Sta. Teresita, Stgo. college, Santa Rosa, Nido, Copyplay, Cantagallo

### Teresita Labra

Universidad de los Andes

*Trabajó en:*

Santiago College, Greenery, San esteban mártir, Nido Londres, Los Alerces

### Sofía Balbi

### Antonia Escarnio

### Consuelo Amenazar

### Florencia correa

### Josefa Figueroa

### Josefina Alcalde

### Rosario Vásquez

### Sofía Stegn

### Victoria Muller

Otras educadoras de Párvulo que ayudaron a la recopilación de información para conocer la realidad dentro del ambiente de aprendizaje en los Jardines Infantiles.



## 2. FORMULACIÓN DEL PROYECTO

### Photo Studies

El registro de fotografías fue revelado por las educadoras de párvulo y páginas de la JUNJI e Integra. Este fue un complemento para la comprensión del contexto y el conocimiento de los diferentes lugares en el cual los niños se desenvuelven en su día a día. Esta técnica fue clave para poder reconocer las actividades y comportamiento de los niños en la jornada diaria, y por otro lado, poder sistematizar las experiencias pedagógicas dentro del aula.



Registro fotográfico de parte de las educadoras de Párvulo, JUNJI e Integra.

***2. Interpretar el comportamiento y el estado emocional de los niños y su vinculación con las actividades durante la jornada.***

### Revisión Literatura

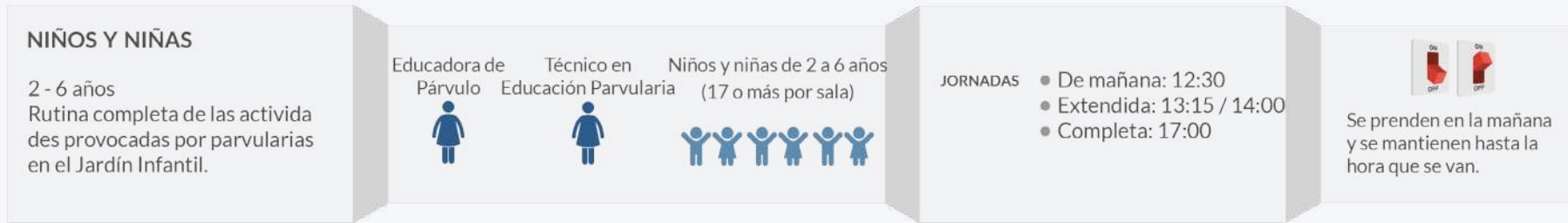
Durante todo el proyecto se mantuvo una exhaustiva revisión de literatura respecto a la iluminación y la percepción del color en los niños, el ciclo circadiano y las ventajas de la iluminación dinámica dentro del ambiente de aprendizaje.

### Mapa de comportamiento

Gracias a las entrevistas y el Photo Studies, se obtuvo información para poder realizar un mapa de comportamiento para así analizar el estado emocional de los niños y su vinculación con las actividades durante la jornada infantil.

El horario de la jornada en los Jardines Infantiles estudiados para este proyecto, es de 8:00 am hasta las 12:30 pm. aprox. La luz natural que se presenta a esas horas tiene una temperatura de color fría, tornándose en un blanco azulado.

## 2. FORMULACIÓN DEL PROYECTO



### TEMPERATURA DEL COLOR A LO LARGO DEL DÍA

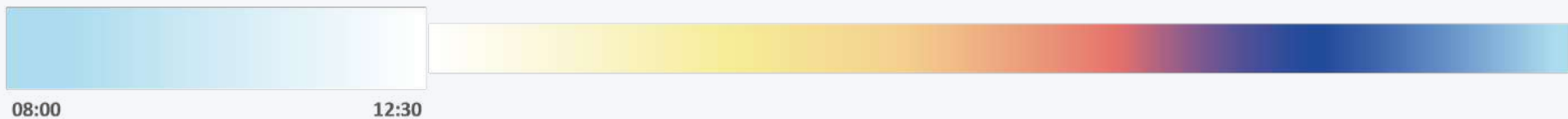


Figura 14, Mapa de comportamiento. Fuentes: parvularias / literatura.



## Análisis

Frente a la información que arrojó el mapa de comportamiento, se detectó una incoherencia del uso de temperatura de color de la luz en las aulas. Como consecuencia, se produce una disminución de secreción de hormonas; los niños están menos alerta y se disminuye el desempeño y aprendizaje durante la jornada.

El siguiente diagrama deja en claro el comportamiento de la luz natural durante el día y los efectos internos que produce en los seres humanos (línea superior), versus el mal uso de la luz artificial en los establecimientos de aprendizaje (línea inferior).

Gracias a las técnicas e instrumentos utilizados para alcanzar el cumplimiento del objetivo dos, se evidenció el sistema de iluminación eléctrica implementado en los diferentes Jardines Infantiles. La iluminación utilizada tiende a ser luz cálida durante toda la jornada (implementación contradictoria con los estudios realizados res-

pecto al tema). Estos resultados justifican la implementación de un nuevo sistema lumínico integral. La falta de luz azul dentro del aula es un gran problema y un retroceso en el aprendizaje de los niños, ya que disminuye su estado de alerta, concentración, memoria y bienestar.



Figura 15, Análisis comparativo de temperatura de color dentro y fuera del aula. Recopilado a partir de revisión de literatura y entrevistas a parvularias.

**3. Controlar diferentes perfiles de iluminación dinámica en beneficio de experiencias de aprendizaje.**

### Experimento basal

El **objetivo tres** se basó en controlar diferentes perfiles de iluminación dinámica en beneficio de experiencias de aprendizaje. Para el cumplimiento de este, se realizó un experimento basal el cual tuvo varias etapas: en primer lugar, se definieron, junto con las educadoras de párvulo, tres actividades

pedagógicas a realizar según la planificación de la jornada en un Jardín Infantil. Por otro lado, junto con la revisión de estudios se definieron tres escenas de diferentes temperaturas de color e intensidad para crear diferentes perfiles de luz en las cuales se realizarían las actividades pedagógicas. Esto con

el fin de hacer un análisis comparativo del comportamiento y estimulación de los niños dentro de las diferentes escenas de luz establecidas.

**Se creó una tabla Excel con todas las variables que abarcan el diseño experimental.** Esta tabla fue de

gran ayuda para poder visualizar mejor los resultados dentro de cada prueba de iluminación. Las variables a considerar fueron el tiempo de ejecución de la actividad y la hora de su realización. Al mismo tiempo, se registraron las observaciones antes y durante cada actividad.

VARIABLES	LÍNEA BASE	ESCENA 1	ESCENA 2	ESCENA 3
Fecha				
Hora				
Actividad				
Observaciones antes de:				
Observaciones durante:				

## 2. FORMULACIÓN DEL PROYECTO

Luego de tener establecidas las diferentes escenas de iluminación y la creación de la tabla comparativa a completar, se creó un ambiente simulado de aula de un Jardín Infantil en el hogar para poder prototipar y experimentar tanto con el dispositivo lumínico como con el usuario. Una vez listo el ambiente de estudio, se fueron a buscar los dispositivos luminosos dinámicos de Lamp y Arteknia para poder testear y experimentar con el usuario basal.

Una vez implementado el dispositivo y conocida la tecnología, se trajo al usuario a conocer el espacio para tener un proceso de acomodación antes de empezar las actividades. Este proceso fue clave ya que el usuario basal debe sentirse cómodo y empatizar con el lugar para así funcionar de una mejor manera más natural al momento de realizar las pruebas.

Unos días después, se volvió a traer al usuario basal al ambiente simulado para comenzar los tests. Se empezó con la Actividad uno y se replicó con las diferentes

escenas de iluminación. Se realizó una actividad por día para no alterar al usuario. Una vez terminada la misma actividad bajo las diferentes escenas de luz, se anotaron los resultados, haciendo una reflexión crítica. Toda la información obtenida se iba registrando en la tabla Excel. Una vez terminada la actividad bajo los diferentes perfiles de luz, se hizo una reflexión crítica de cada escena y sus respectivos comportamientos en las actividades. Por otro lado, se mantuvo una constante observación a las interacciones del usuario basal.

Después de un mes de tests, se tuvo que evacuar el ambiente simulado debido a contagio de COVID en el hogar. Este momento crítico trajo consigo una gran ventaja ya que el experimento se instaló en el hogar del usuario.

**Ir a vivir con el usuario:** Se movió uno de los dispositivos al nuevo ambiente. Este se implementó en una casita de muñecas y se volvió a repetir el proceso de acomodación. Se repitió el mismo proceso que en la actividad uno y dos.

Se siguieron sacando conclusiones, verificando los resultados y cruzarlos con la literatura.

Una vez terminado los tests, se cerró la etapa del prototipado con el usuario y se entró a medir, mediante un luxómetro, los niveles de luz de la mesa de trabajo en la cual se realizaron las actividades. Se sacaron conclusiones de las diferentes absorciones de luz según materiales de trabajo y color de la superficie.

### **4. Analizar comparativamente los resultados obtenidos en función del estudio basal cruzando los resultados con la literatura.**

El **objetivo cuatro** buscó analizar comparativamente los resultados obtenidos en función del estudio basal cruzando los resultados con la literatura. Se recurre a la triangulación de datos para corroborar las fuentes de la literatura, de los resultados cualitativos y cuantitativos.

### 2.5 Contexto

La presente investigación se enmarca proyectualmente en las aulas de Jardines Infantiles de la Subsecretaría de Educación Parvularia que forma parte del Ministerio de Educación en Chile.

La propuesta de valor cobra mayor significancia en establecimientos que actualmente poseen un sistema de iluminación deficiente, inadecuado e ineficiente energéticamente; y como muestra la realidad en nuestro país, esto involucra a jardines de distintos estratos económicos (particulares, públicos y particulares subvencionados).

Una consideración importante a tener en cuenta es que cada recinto a lo largo del país tiene condiciones geográficas y climáticas diferentes, una administración

y una metodología de enseñanza y aprendizaje propias, y usuarios de distintas edades y estratos socioeconómicos. Esto implica que la propuesta debe ser específica y pensada para cada colegio, y debe ser lo suficientemente flexible y adaptativa para lograr su propósito en espacios muy diferentes.

### 2.6 Usuario

El proyecto se enfoca principalmente en el bienestar emocional de los niños que asisten al Jardín Infantil. Mediante la iluminación provocar experiencias que ayuden a la estimulación y desarrollo emocional de los niños en el aula.

Durante este semestre, se realizó un exhaustivo trabajo de revisión de campo en cuanto al Sistema de Educación Parvularia en Chile y los efectos de la iluminación en el ambiente de aprendizaje. Gracias a la literatura se pudo analizar mejor las entrevistas ya que hay mayor conocimiento sobre el tema y la conversación se vuelve más fluida y empática.

Debido al cierre de los Jardines Infantiles durante el año 2020, se elige como caso de estudio a Emilia para poder efectuar el experimento basal.

Frente a la importancia que se le da al tercer educador, la unidad de análisis se proyecta en el aula del Jardín Infantil. El espacio en el cual se encuentran los niños y se comunican con él es muy importante. La iluminación es parte del ambiente y esta favorece a la estimulación del niño. Emilia cuenta con una casita de muñecas de 8 metros cuadrados, en la cual se logró simular un aula de aprendizaje.



Niña entre 3 y 4 años.

Al tener proximidad, confianza y una conexión ya establecida con Emilia, se elige como caso de estudio para el diseño experimental. Esto fue muy relevante en la calidad y profundidad de las observaciones más cualitativas.

Emilia va al jardín  
Vive con sus dos padres



3



Diseño Experimental

# Diseño experimental

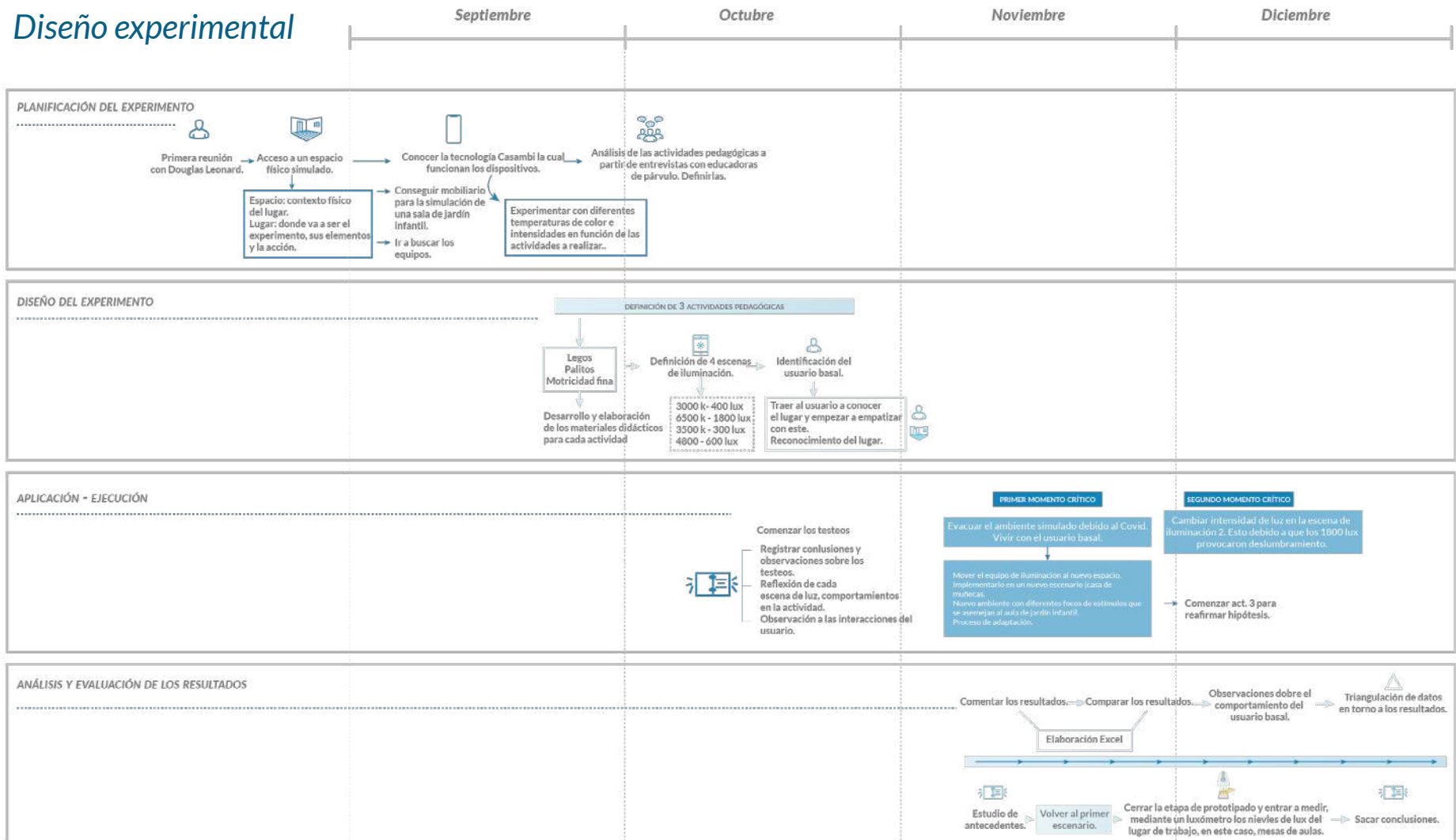


Figura 16, Diseño Experimental

## 3.1 PLANIFICACIÓN DEL EXPERIMENTO

### 3. DISEÑO EXPERIMENTAL

#### 3.1.1 Acercamiento a expertos

El proceso de estudio se inicia con periódicas reuniones y conversatorios con Douglas. Él fue un pilar muy importante en la planificación del experimento; gracias a su sabiduría y basta experiencia en el tema de iluminación y a su cercanía con proveedores, se logró crear un ambiente simulado, tanto de un aula infantil como de un laboratorio lumínico experimental. A poco andar, Douglas no solo entregó literatura y sugerencias, sino que se incorporó al proyecto como co-profesor guía, en aras de alcanzar así, un diseño experimental de excelencia.

#### 3.1.2 Acceso a un espacio simulado

Bajo el contexto de pandemia y emergencia sanitaria que se vive hoy en el país y en el mundo, los Jardines Infantiles no abrirán sus puertas hasta el 2021. Es por esto que el proyecto prioriza el enfoque metodológico, la unidad de muestra y la factibilidad de recreación del ambiente de aprendizaje pedagógico.

Debido a esto, el testeo y experimentación del proyecto, no se intervino en el contexto de la educación parvularia como tal, sin embargo, el foco siguió siendo las actividades pedagógicas que los niños realizan en las aulas del Jardín Infantil, enfocados mayormente en la estimulación emocional y la disposición al aprendizaje.

Respecto al espacio físico, vale aclarar que espacio no es lo mismo que el lugar en el cual se realizó el experimento. El espacio hace alusión al contexto físico del lugar mismo, en cambio, el lugar es en donde se ejecutará el experimento como tal. Este último abarca tanto los elementos y materiales que se requieren, como las acciones que suceden en el escenario.

El espacio intervenido tuvo ubicación en una habitación de la casa familiar. Se crearon planos y se realizaron mediciones (alto, ancho) del lugar. Se estudió el mobiliario y se decidió qué elementos mantener, cuáles eliminar y qué otros incorporar. Se despejó así el espacio, sacando todos los elementos decorativos que pudieran ser distractores.

Una vez despejada la habitación se buscó el mobiliario. Este consistió en una mesa y 2 sillas infantiles de madera ubicadas en el centro de la habitación.

Posteriormente, se consiguió el préstamo de los equipos lumínicos en las empresas Arteknia y Lamp.

Se probó y se midió con luxómetro ambos equipos y se procedió a instalar el de Lamp, por ser técnicamente superior. Se dispuso este como lámpara colgante de techo, al centro de la habitación sobre la mesita y a 80 cms de altura desde su cubierta.





Dispositivo lumínico multiespectral, Lamp

### 3.1.3 Dispositivo lumínico

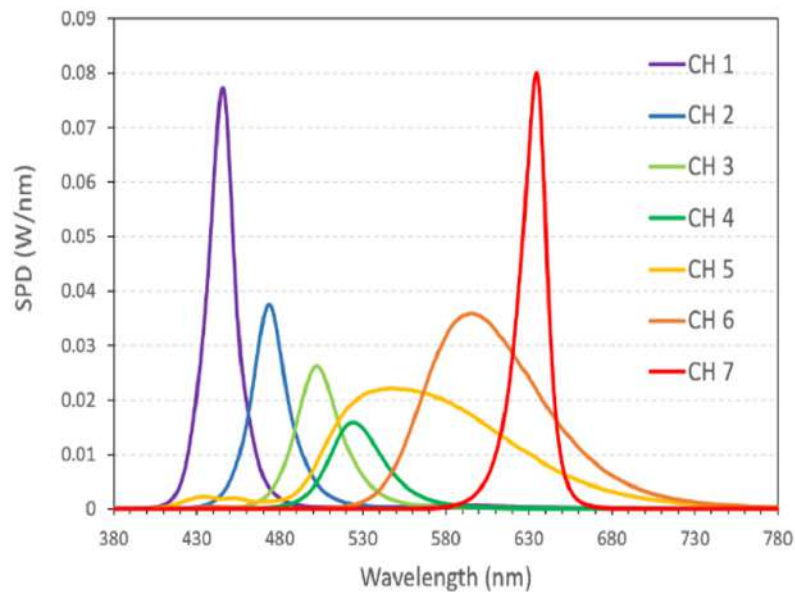
*“Estructura de superficie para suspender o adosar el modelo. Fabricado en extrusión de aluminio pintado en color negro mate con difusor de policarbonato opal. Modelo para LED MID-POWER, con temperatura de color blanco dinámico y equipo electrónico incorporado.” (Lamp, 2020)*

## Tecnología Lamp

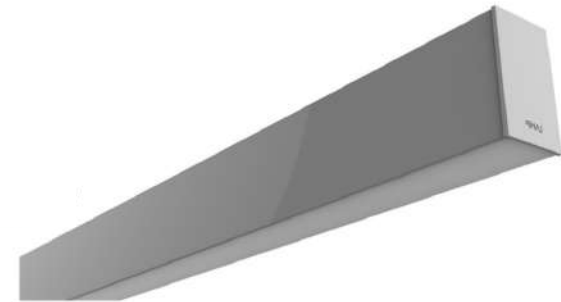
### TECNOLOGÍA

## ILUMINACIÓN MULTIESPECTRAL

*Ruptura con el paradigma de la iluminación tradicional*



Una fuente de luz que permite **reproducir cualquier espectro de luz**, a partir de la **combinación de 7 canales** diferentes.



Dispositivo lumínico multispectral, PPT Lamp+

## Tecnología Casambi

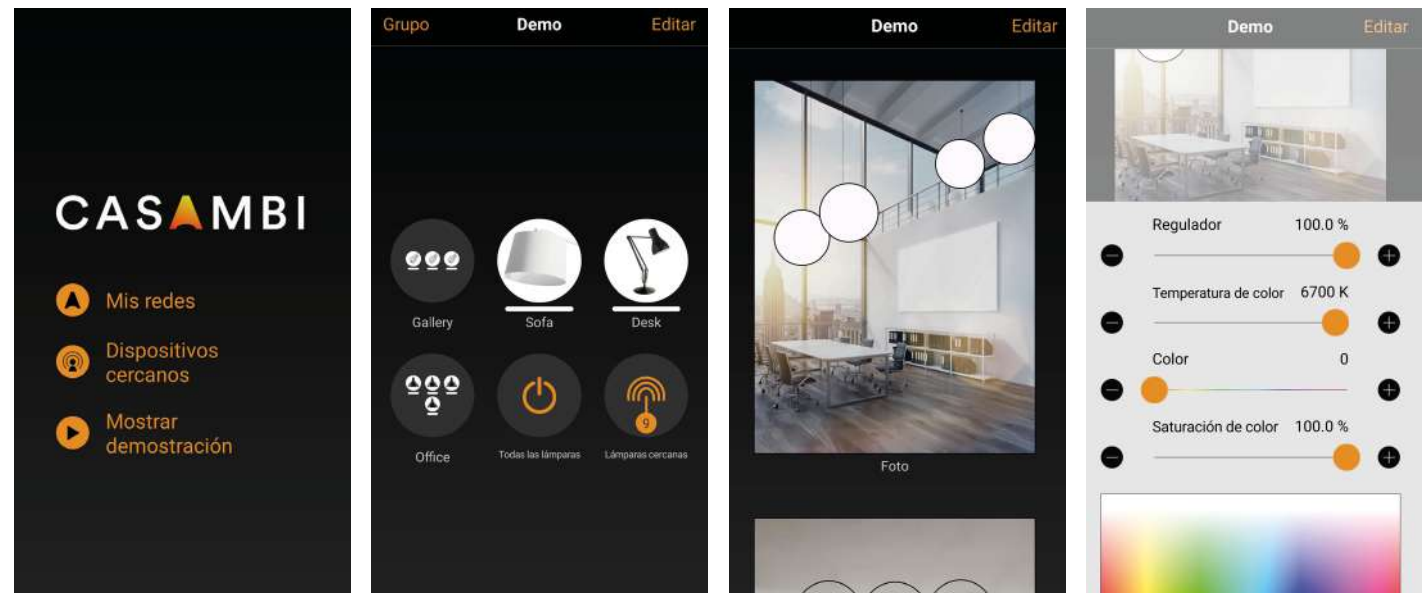
Luego de tener instalado el mobiliario y el dispositivo de iluminación, se procedió a experimentar y jugar con la tecnología que traía el dispositivo lumínico. Este funciona mediante la tecnología Casambi. Casambi es una aplicación basada en una tecnología inalámbrica avanzada y la única de bajo consumo disponible en todos los nuevos dispositivos electrónicos, convirtiéndose en el protocolo principal de radio tecnología para el futuro. (Domótica Casambi, 2020)

La aplicación y su tecnología entregan la posibilidad de configurar escenas y animaciones con diferentes grados Kelvin, vale decir, tonos fríos y/o cálidos de temperatura de color. También pueden ser programados para ser cambiados según horarios establecidos.

Se procedió a experimentar diferentes tonalidades e intensidades de color para eventualmente definir 3 escenas diferentes de luz

y poder así comparar y analizar los resultados en cada escena. Es importante aclarar que más allá del juego y la experimentación, están la literatura y el conocimiento detrás de cada decisión. Como se ha dicho anteriormente, la luz azul por las mañanas entrega diversos beneficios que mejoran

la estimulación, estados de alerta, baja hiperventilación, entre otros, que son fundamentales para este estudio.



Pantallazos del celular de la aplicación Casambi



### 3.1.4 Análisis actividades pedagógicas

A partir de varias entrevistas con diversos educadores de párvulo, se analizó y planificó la rutina diaria de los niños en un día común en el Jardín Infantil. Estas actividades deben considerar las normas exigidas por las Bases Curriculares del país y las tareas a realizar en cada espacio.

¿Qué actividades y tareas se desarrollan en cada sala? ¿Cuáles son las necesidades de los educadores de párvulo y de los niños para cada minuto de la jornada? ¿Qué elementos de la infraestructura y del mobiliario necesitan ser considerados? ¿Por qué es tan importante el ambiente de aprendizaje en el aprendizaje de los niños? De esta manera, se controlarán mayores factores que inciden en el aprendizaje.

Macarena Aqueveque, terapeuta ocupacional y educadora de párvulo del Playgroup que asistió el usuario basal durante todo el año, realizó diversas actividades a cinco niños en un predeterminado hogar, contexto diferente a un aula infantil. Macarena compartió un documento con varias planificaciones de actividades pedagógicas y estas fueron las bases para la definición de las actividades del experimento mismo. Si bien las actividades están basadas en las Bases Curriculares, estas tuvieron que modificarse ya que el contexto y espacio de trabajo se vio forzado a cambiar debido a la situación país.

Por otro lado, las tareas definidas fueron actividades centrales y de máxima atención. Si bien esta actividad, según el mapa de comportamiento y las entrevistas con las educadoras se realizan en la mañana, estas se debieron realizar al medio día ya que el usuario basal llegaba a las 12:30 - 13:00 a

su hogar. Esto trae una ventaja con respecto al ciclo circadiano y al experimento ya que al medio día, se tiene la luz más blanca del día, por lo que se tiene el máximo estado de alerta para realizar cualquier actividad.

PLAYGROUP  
CINCO

ACTIVIDADES PLAYGROUP CINCO  
MES DE AGOSTO

**Actividad: Bolsa Sensorial**  
**Área:** Desarrollo sensorial, tolerancia a texturas.  
**Instrucciones:** En una bolsa ziploc poner arroz, palitos de sésame y pegar a la mesa para luego pedirle a los niños que toquen haciendo figuras y geométricas, sintiendo la textura grandes se le puede pedir que hagan figuras de acuerdo a los materiales. Bolsa ziploc, arroz lavado, palitos de colores o lente, patrones de figuras.  
**Objetivo de logro:** Con esta actividad logramos que los niños desarrollen distintas texturas por medio de seguimiento.

**Actividad: Cuncuna sensorial**  
**Área:** Desarrollo sensorial  
**Instrucciones:** Se pondrá una gota de témpera de distintos colores a los círculos de la cuncuna y luego lo pondrán dentro de una bolsa ziploc. Una vez sellado los bordes, le pedirán al niño/a que esperzan con sus dedos la témpera por toda la cuncuna.  
**Materiales:** témperas, bolsa ziploc, masking tape, dibujo  
**Objetivo de logro:** Con esta actividad logramos que los niños tengan un desarrollo sensorial con distintas texturas como es la témpera y su consistencia.

**Actividad: Túneles**  
**Área:** Motoridad gruesa, lenguaje  
**Instrucciones:** Hacer túneles con cartulina de diferentes colores con masking tape, para que posterior los niños lancen e inserten los túneles. Para complejizar la actividad se le puede pedir a los niños que los nombren al adulto.

**Actividad: Cangrejos locos**  
**Área:** Lógico matemático, Motoridad fina, Lenguaje  
**Instrucciones:** En la mesa habrá círculos con ojos de diferentes colores, se les pedirá a los niños que coloquen los perritos de colores correspondiente al color del círculo. Para complejizar la actividad al medio del círculo de color se puede escribir (con plumón de pizarra) un número del 1 al 5 y pedirles a los niños que pongan la cantidad perritos de acuerdo con el número escrito.  
**Materiales:** Perritos de ropa de colores, cartulina y números  
**Objetivo de logro:** Con esta actividad logramos que los niños usen la pista palpéjelo al tomar el perrito, también ayudarán categorías de colores y por último aprender números y al asociar número con cantidad de perritos.

**Actividad: Globos emocionales**  
**Área:** Texturas y reconocimiento de emociones  
**Instrucciones:** Pasarles a los niños globos emocionales que tendrán hanna con cantos de distintas emociones, deberán manipularlos e imitar la cara que tenga el globo.  
**Materiales:** Globos de colores, plumones de pizarra, masking tape  
**Objetivo de logro:** Con esta actividad logramos que los niños tengan un desarrollo sensorial con distintas texturas al tocar el globo con hanna además del reconocimiento de emociones.

a los niños fotos de distintas frutas para que las pinten, se le pasará un puzle desordenado con la misma fruta y foto. Para complejizar la actividad se puede pasar fruta que fruta es, e ir de piezas de menos numerosas a frutas dibujadas, fotos de frutas acordes, lápices los niños aprenderán categorías semánticas, (fruta)

Documento de actividades compartido por Macarena.



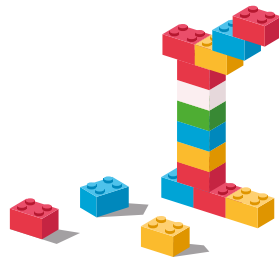
## 3.2 DISEÑO DEL EXPERIMENTO

### 3.2.1 Actividades pedagógicas

El diseño experimental consistió en la ejecución de 3 actividades pedagógicas propuestas por educadores de párvulo. Estas actividades se repitieron 4 veces cada una, con los diferentes parámetros de temperatura de color de luz y de su intensidad para poder analizar diferentes interacciones dentro de cada iluminación.

Durante el transcurso del experimento, fue necesario incorporar mejoras y hacer diversas modificaciones en base a los feedbacks que la realización de las actividades iban arrojando y con el objetivo de mejorar la estimulación del menor.

## LEGOS



Esta actividad consistió en un trabajo de segmentación de colores y construcción de bloques de un solo color. Los juegos de construcción traen consigo muchos beneficios. (Universidades.cr,2016)

Desarrollan la coordinación y la motricidad fina.

Ayudan a comprender las formas geométricas, los colores, tamaños y los conceptos espaciales, como alto o bajo, angosto o ancho y largo o corto.

Estimulan aptitudes como la concentración, la atención, la creatividad y la imaginación.

Requieren una planificación, un esquema o modelo a seguir.

Fomentan la comprensión de la realidad y la representación de roles y funciones, dado que jugando con otros niños pueden simular que están trabajando en una construcción.

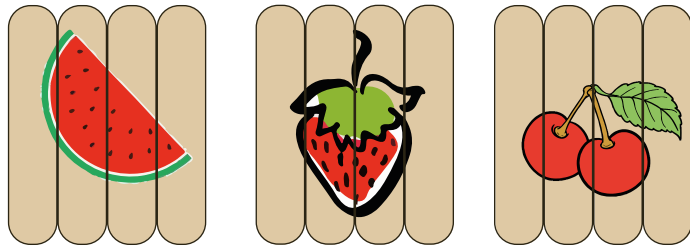
Ayudan a familiarizarse con leyes físicas como la gravedad y el equilibrio y con las acciones posibles: la palanca, el uso de un plano inclinado o, en niveles avanzados, de poleas.

Colaboran en el aumento de la autoestima y la confianza del niño. La realización de objetivos y la valoración de su esfuerzo y de los resultados por parte de los padres (algo que es fundamental) lo harán sentir orgulloso y motivado para superarse.

Generan un hábito de orden, siempre que se les enseñe a recoger los materiales una vez finalizada la jornada de juego.

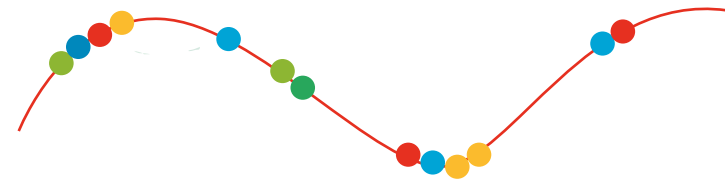
#### 3.2.1 Actividades pedagógicas

##### PUZZLE



Esta actividad consistió en mostrar al usuario primeramente fotos de elementos que ellos debieron identificar y nombrar y luego entregarle un puzzle desordenado con esos mismos elementos para que lo ordenara guiándose por la foto. Para complejizar la actividad se les puede entregar las piezas del puzzle sin la foto para que ellos descubran que fruta es, o aumentar la cantidad de piezas en los puzzles.. Se utilizaron palos de helado con frutas dibujadas, fotos de frutas, acordes, lápices y pinturas. El objetivo de esta actividad es aprender categorías semánticas. La función de las categorías semánticas es no hacer depender la gramática de las palabras utilizadas para expresar las consultas en lenguaje natural, es decir, independizar, en cierta medida el léxico de los modelos gramaticales utilizados para la comprensión.

##### MOTRICIDAD FINA



Consiste en pasar elementos perforados por un hilo. “Esta actividad ayuda a la motricidad fina de los niños. Esto facilita el desenvolvimiento de tareas cotidianas donde se utilizan de manera simultánea: ojos, manos, dedos, boca, lengua, pies, como vestirse, atarse los cordones, soplar, cepillarse los dientes, comer, rasgar, cortar, pintar, apilar objetos, colorear, escribir, entre otros.” (Espacios de Ser, 2020)

### 3.2.2 Definición de cuatro escenas de iluminación

Lighting Research Center sugiere una temperatura de color alta durante el día, proporcionando 500 lux aproximadamente con una temperatura de color casi blanca, de un rango entre 2700-5000 K. Como se ha dicho anteriormente, el espectro de luz azul en el día, beneficia el trabajo, efectuando un mayor estado de alerta, rendimiento (velocidad), una disminución de errores, para lograr así una mayor productividad. Por otro lado, propone una iluminación ambiental relativamente tenue, de aproximadamente 30 lux durante la noche para así bajar los niveles de actividad. (Thayer et al.,2020)

Durante la madrugada hasta mediodía, se tiene un espectro de luz que varía entre azul hasta llegar a blanco, variando desde los 4.000 K hasta los 10.000 K. Por otro lado, al atardecer, se alcanzan temperaturas cálidas, en donde se alcanza llegar hasta los 1000 K.

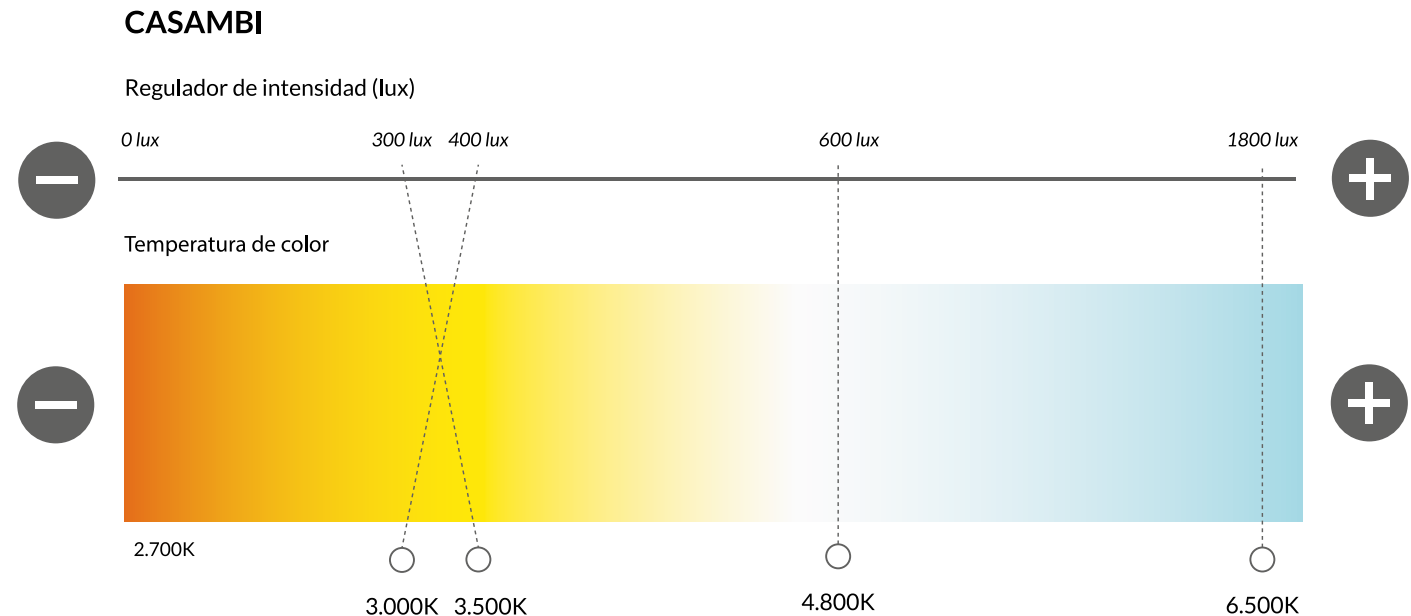
La línea base hace alusión al escenario lumínico simulado de un aula infantil. Por otro lado, las otras tres escenas son propuestas para la investigación.

El objetivo de crear diferentes escenas de experimentación fue para diferenciar y evidenciar los distintos comportamientos del usuario bajo cada temperatura de color. Se

definieron 3 escenas de iluminación; una de temperatura de color cálida y las otras dos con temperatura de color fría, similares a la luz del exterior en ese momento.

Como escena 0 (línea base), se dejó la iluminación fija del lugar de trabajo, simulando la iluminación que existe hoy en el aula de un Jardín Infantil.

Línea Base: 3000 K - 400 lux  
Escena 1: 6500K - 1800 lux  
Escena 2: 3500 K - 300 lux  
Escena 3: 4800 K - 600 lux



#### 3.2.3 Identificación del usuario basal

Se llevó al usuario basal a conocer el lugar. El reconocimiento del lugar es sumamente importante ya que es fundamental lograr que el usuario se adapte satisfactoriamente a este, que empatice, se sienta cómodo e interactúe fácilmente con él, para que así se desenvuelva de manera natural. De esta manera se logran mayores y mejores interacciones, análisis y conclusiones.

*4 escenas de iluminación*

Línea Base

Escena 1

Escena 2

Escena 3

3000 K - 400 lux

6500 K - 1800 lux

3500 K - 300 lux

4800 K - 600 lux



### 3. DISEÑO EXPERIMENTAL

## Antecedente experimental




NIVEL DE REFLEXIÓN MESA BLANCA					NIVEL DE REFLEXIÓN MESA DE MADERA					NIVEL DE REFLEXIÓN MESA MULTI-COLOR					
															
3000 k - 400 lux		6500 k - 1800 lux		3000 k - 300 lux		4000 k - 600 lux		3000 k - 400 lux		6500 k - 1800 lux		3000 k - 300 lux		4000 k - 600 lux	
LEGO					LEGO					LEGO					
Mesa sola	79	85,8	47,7	67,6	Mesa sola	59	64	36	57	Mesa sola	50.1	88.2	50.2	76.6	
Mesa con material	62,4	69,5	24,5	64,5	Mesa con material	41	69,5	24,5	54	Mesa con material	49.1	77.3	49.1	61.8	
PUZZLE					PUZZLE					PUZZLE					
Mesa sola	79	85,8	47,7	67,6	Mesa sola	59	64	36	57	Mesa sola	50.1	88.3	50.2	76.6	
Mesa con material	86	77,4	47,4	67,4	Mesa con material	40	77,4	47,4	56	Mesa con material	49	85.7	48	75.8	
MOTRICIDAD FINA					MOTRICIDAD FINA					MOTRICIDAD FINA					
Mesa sola	79	85,8	47,7	67,6	Mesa sola	59	64	36	57	Mesa sola	50.1	88.2	50.1	76.6	
Mesa con material	74	80	42	62	Mesa con material	58	80	42	52	Mesa con material	50	87	49	75	

Figura 17, Tabla comparativa de luminancia según materiales y colores

Dentro de este proyecto se incluyó una experimentación con diferentes materiales y colores de las mesas de trabajo en las que se realizaron las actividades, para poder comparar las distintas reflexiones que la luz provoca sobre cada una

de ellas. Luego de varios testeos, se llegó a la conclusión de que la mesa blanca mate melaminada es una de las mejores opciones de superficie para trabajar ya que es la que menos absorbe luz.

## 3.3 APLICACIÓN - EJECUCIÓN - REGISTRO



El usuario basal llegaba a medio día para desarrollar la última actividad pedagógica de la jornada infantil. (8:30 - 12:30). Durante las semanas de Septiembre se llevó a cabo la actividad uno; los legos. La actividad se repitió 4 veces, cada una con las diferentes escenas de luz para así analizar los comportamientos del usuario basal y poder registrar sus interacciones. Durante Octubre y Noviembre se llevaron a cabo las actividades dos: puzzles y tres: collares. Una vez completada las actividades 1,2 y 3, se compararon los efectos que tuvieron las diferentes escenas de luz en el comportamiento y desempeño del usuario.

#### PRIMER MOMENTO CRÍTICO

A principios de Octubre hubo que evacuar el ambiente simulado de experimentación, debido al contagio de COVID en el hogar familiar. Frente a esto, se instaló el equipo de iluminación dinámico de Artekna en el hogar del caso de estudio. Este nuevo espacio de experimentación dio lugar a una casa de muñecas, con diferentes focos de estímulos que se asemejan más al aula de Jardín Infantil. Este momento crítico obtuvo grandes ventajas, ya que se vivió 24/7 con el usuario basal, en donde se observaron los efectos de iluminación en todo momento.

#### SEGUNDO MOMENTO CRÍTICO

Luego de una semana de trabajo en el nuevo ambiente, (casa de muñecas), se evidenció que la intensidad de la luz de la escena dos causaba deslumbramiento en el usuario basal. Esta situación se solucionó disminuyendo la intensidad de la luz de 1800 a 900 lux. Los resultados de esta modificación fueron muy favorables para el usuario.

### 3. DISEÑO EXPERIMENTAL

## Registro

VARIABLES	LÍNEA BASE			ESCENA 1			ESCENA 2			ESCENA 3		
	3000 k - 400 lux			6500 k - 1800 lux			3500k - 300 lux			4800 k - 600 lux		
	Ambiente Simulado	Casita de muñecas		Ambiente Simulado	Casita de muñecas		Ambiente Simulado	Casita de muñecas		Ambiente Simulado	Casita de muñecas	
Fecha	24 - 09	26 - 10	05 - 11	29 - 09	28 - 10	06 - 11	25 - 09	29 - 10	07 - 11	26 - 09	30 - 10	08 - 11
Hora	12:00	12:30	12:30	12:00	12:30	12:30	12:30	12:30	12:30	12:30	12:30	12:30
Actividad	Legos	Puzzle	M. Fina	Legos	Puzzle	M. Fina	Legos	Puzzle	M. Fina	Legos	Puzzle	M. Fina
Observaciones antes de:	<i>Transición a la adaptación para la actividad : 10 / 20 minutos. - Ninguna intervención de luz. - Equipo situado a 80 cm del cielo.</i>											
Observaciones durante:	Dispersa. Construcción de torres de muchos colores. Pérdida de interés.	Hiperventilada. Movimientos bruscos y torpes con los palos. Frustrada.	Desconcentrada. Falta de atención e interés. 4 círculos	Mayor interés. Lo hizo en menor tiempo.	Frustrada pero con ganas de seguir. Mayor cautela en nivelar los palitos	Mayor motivación. 7 círculos.	Interrumpía. Desconcentrada y dispersa. Precipitada. Trabajo no prolijo.	Dispersa. Confundida y poca seguridad.	Frustración. 3 círculos	Concentrada y mirada fija. Mejor sentada y ojos bien abiertos. Presición. Trabajo prolijo.	Entusiasmada. Mucho más segura. Empoderamiento.	12 círculos. Aprendió a contar hasta el 20.
Tiempo:	3 min, 31 seg	3 min, 27 seg	5 min	2 min, 37 seg	7 min	3 min, 10 seg	4 min, 38 seg	4 min, 10 seg	4 min	2 min	1 min, 19 seg	3 min, 15 seg

Figura 18, Registro de resultados abreviados. Tabla completa en los Anexos.

## Registro

El registro de la aplicación y ejecución del experimento se evidenció en una tabla comparativa, la cual permitió visualizar y parangonar mejor los resultados.

En la primera línea horizontal de la tabla se encuentran las diferentes escenas de luz; la línea base hace referencia a la temperatura e intensidad de color de la ampolleta del hogar, vale decir la iluminación fija del ambiente simulado. Las escenas 1, 2 y 3 fueron las diferentes pruebas de luz que se realizaron con los dispositivos de iluminación integral en cada actividad pedagógica. La segunda línea horizontal permite mostrar las mediciones realizadas en los dos ambientes utilizados; el ambiente simulado en el hogar familiar y en la casa de muñecas.

Por su parte, la primera columna de la tabla comparativa muestra las variables de fecha, tiempo y tipo de actividad. El tiempo fue el

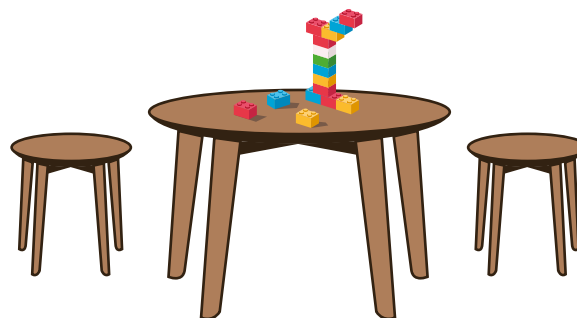
eje organizador a lo largo del experimento. Una variable crucial fue la hora de ejecución de las actividades. Las actividades pedagógicas se realizaron al medio día, hora en que la temperatura de color en ambiente natural es más blanca.

Como se mencionó anteriormente, al mediodía se alcanza el máximo estado de alerta: aumentan los niveles de adrenalina y cortisol, hormonas que generan un estado de alerta, aumento en la capacidad de concentración, energía física, precisión y capacidad resolutive.

Cabe mencionar que antes de comenzar cualquier actividad, se decidió implementar un proceso de transición a la adaptación del escenario de luz, de 10 a 20 minutos aproximadamente. Esta resolución fue clave para la acomodación visual, biológica, fisiológica y psicológica del usuario basal, ya que el cuerpo se comporta de manera diferente frente a las diferentes temperaturas de color.

### *Actividad 1: Los Legos*

La actividad consistió en construir torres de un mismo color con piezas de lego. Se dejaba el juego completo, con piezas de lego de varios colores encima de la mesa de estudio y el usuario basal debía edificar con ellos, discriminando colores y formas.

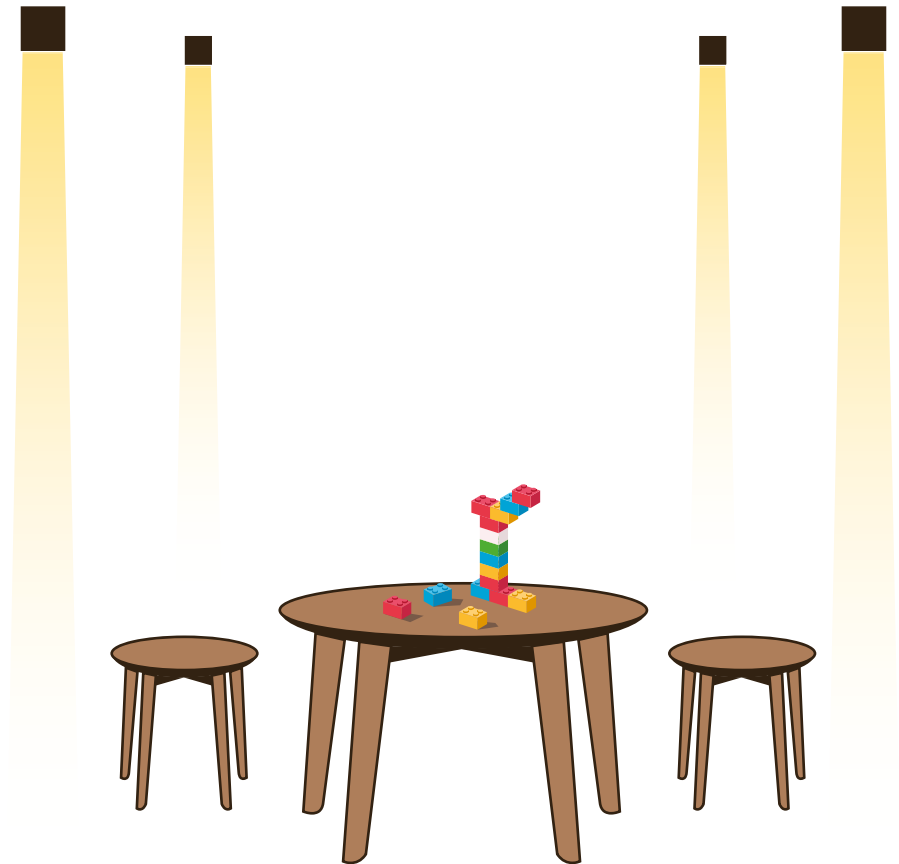


*Línea base:*  
3000K - 400 lux



El usuario basal se encontraba muy disperso. Cuando se le dieron las instrucciones, no mostró interés en escucharlas. Tampoco mostró interés en realizar la actividad. Como no prestó atención a las instrucciones, comenzó a hacer torres con piezas de diferentes colores. Además el trabajo

fue poco prolijo; las torres que construyó no tenían una base sólida y por lo tanto, todo lo que edificó no se pudo levantar. Cuando había utilizado todos los legos, habían pasado 3 minutos, 31 segundos y en ningún momento tuvo interés en obedecer y seguir las instrucciones.

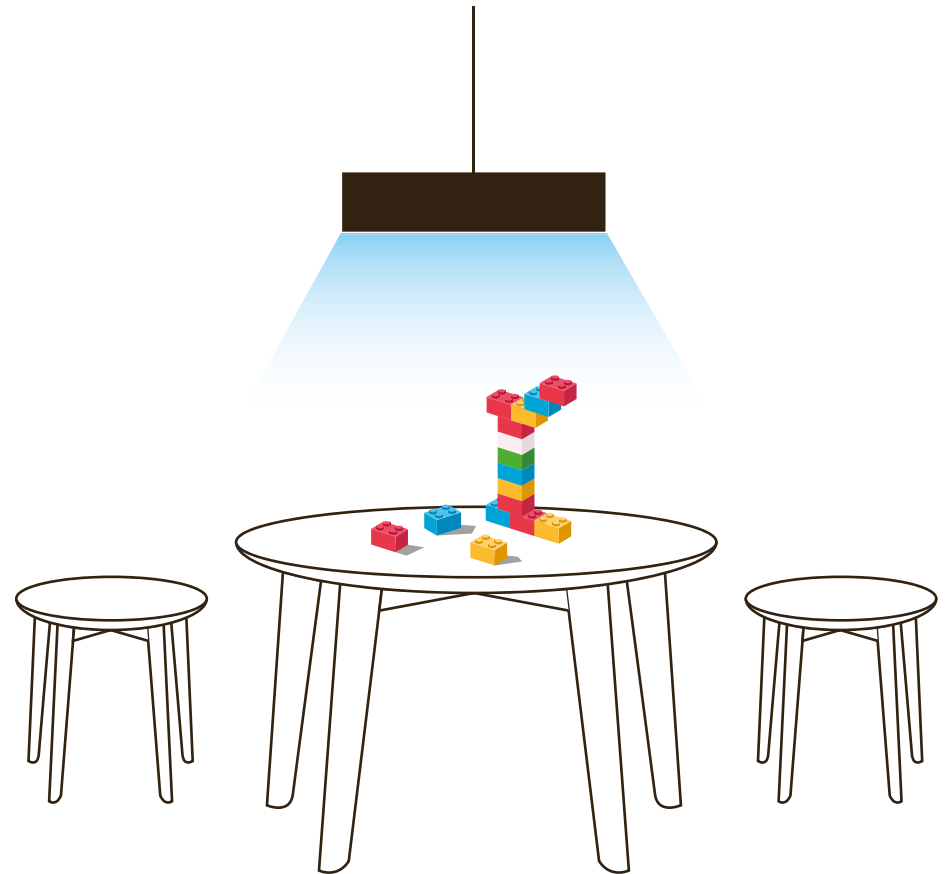


### 3. DISEÑO EXPERIMENTAL

*Escena 1:*  
6500K - 1800 lux



En esta ocasión el usuario se mostró mucho más interesado en la actividad y permaneció concentrada en todo momento. Terminó antes del tiempo asignado y quería repetir el juego.

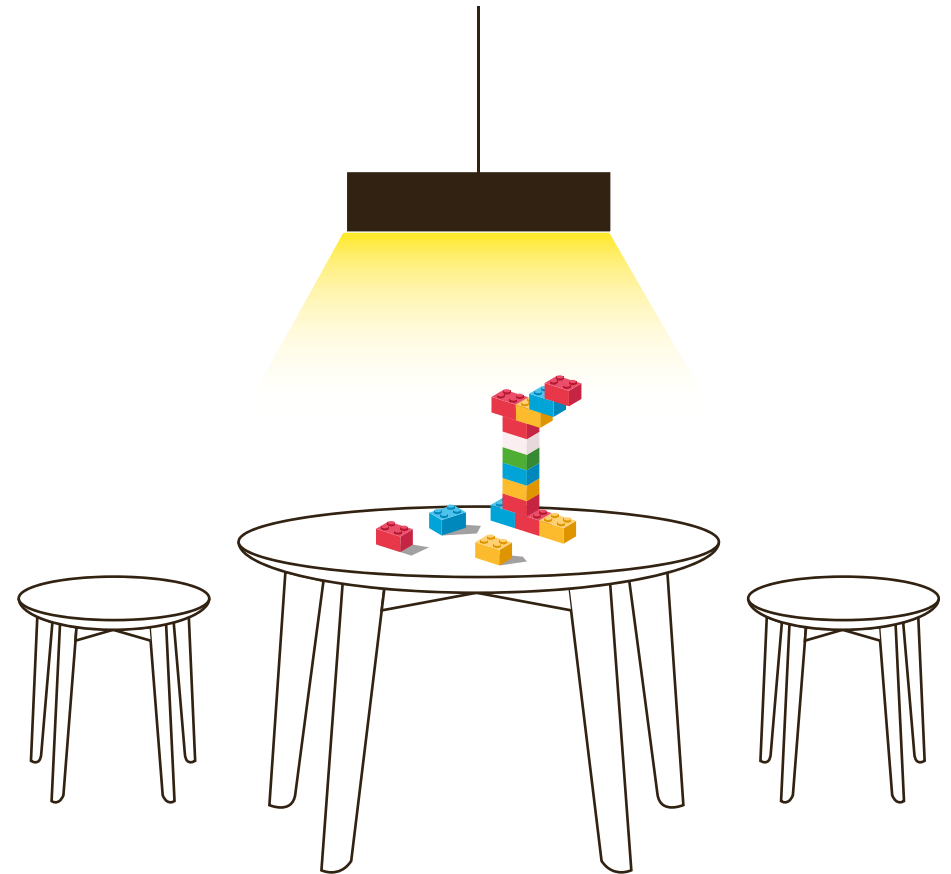


*Escena 2:  
3500K - 300 lux*



Esta vez fue más difícil darle las instrucciones; interrumpió con preguntas sobre los legos, sus colores, sus formas, etc. Se levantó de la mesa de trabajo a ver los legos del canasto y conversaba con su conejo. Pero pese a que no prestó mucha atención, sí entendió la

actividad. Partió el tiempo y se precipitó. Creyó que era una actividad contra el tiempo y trabajó muy rápido levantando las torres de cualquier forma. Sólo quería terminar. Se demoró poco pero su trabajo fue poco prolijo.



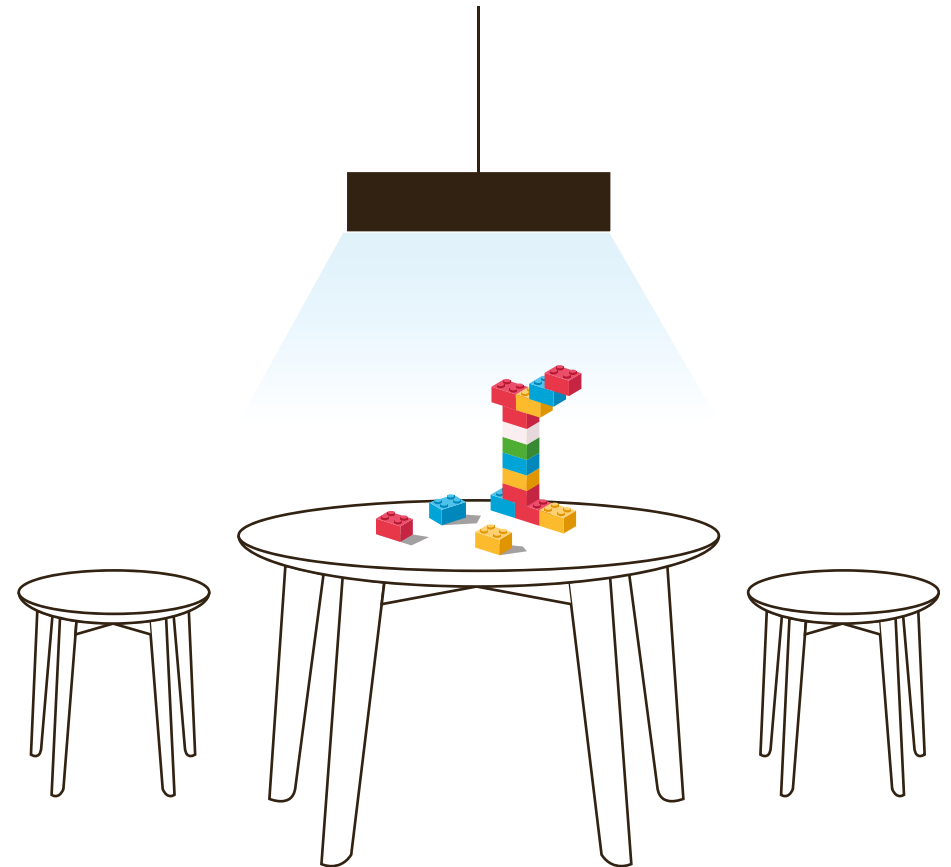


*Escena 3:  
4800K - 600 lux*



En este escenario ella se encontraba más tranquila y atenta a las instrucciones. De manera inconsciente, estuvo mejor sentada, más derecha y ya no prestó atención a su conejo que fue un elemento muy distractor en otras ocasiones. Al inicio de la actividad se quedó mirando los legos y comenzó a trabajar muy lentamente. Aunque se demoró más que en ocasiones anteriores, la precisión

y las formas logradas fueron de categoría muy superior. Todas las torres tenían una buena base y lograban mantenerse edificadas. Hubo más calma y por consiguiente un trabajo mejor hecho y mucho más razonado. Al terminar se dispuso a ordenar los legos y pidió seguir jugando, pero inmediatamente se retractó al recordar que era su hora de almuerzo.

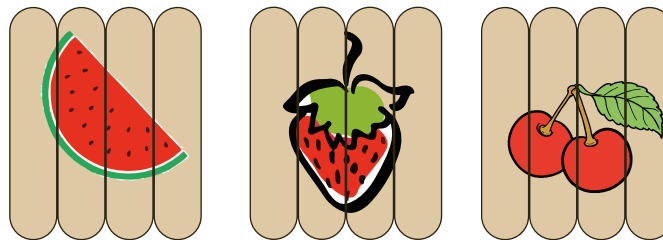






## Actividad 2: Puzzle

Se le entregó un “puzzle” fabricado con palitos de helado de madera con frutas pintadas.



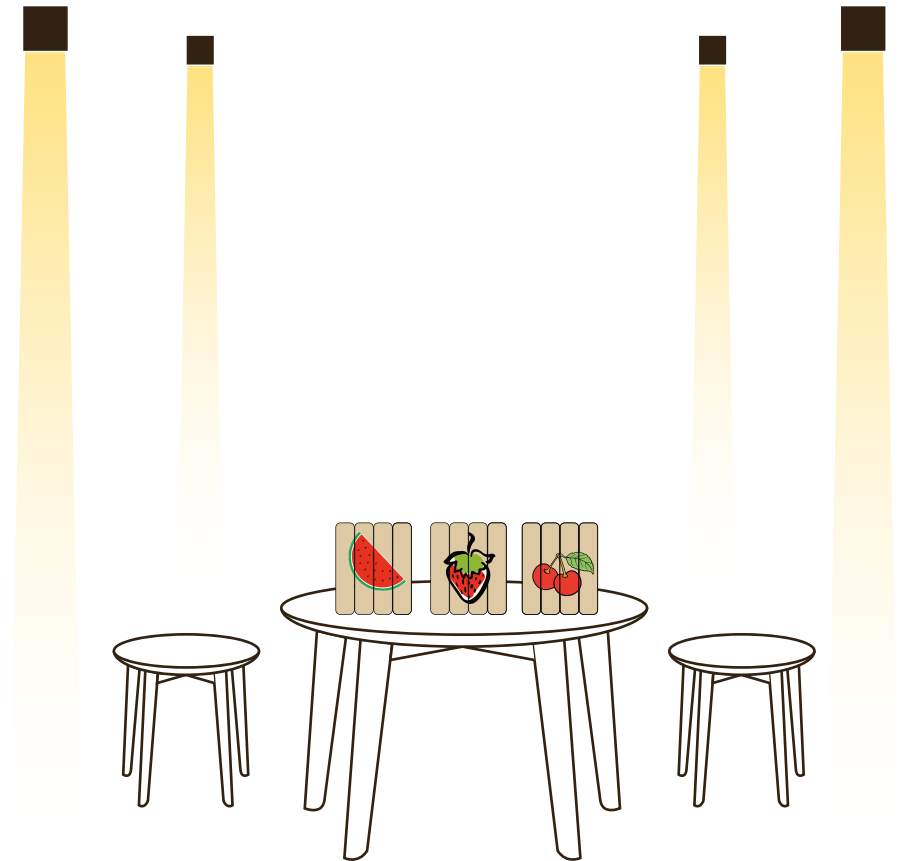
### 3. DISEÑO EXPERIMENTAL

*Línea base:*  
3000K - 400 lux



El usuario llegó muy disperso e hiperactivo. Al ver la fruta en el puzzle se enfocó en ésta y no en la actividad misma. Buscaba frutas dentro del espacio de trabajo. Finalmente trabajó con el puzzle moviendo las piezas con

poca coordinación. No captó las instrucciones, no lograba armar el puzzle, se frustró y no quiso continuar.



### 3. DISEÑO EXPERIMENTAL

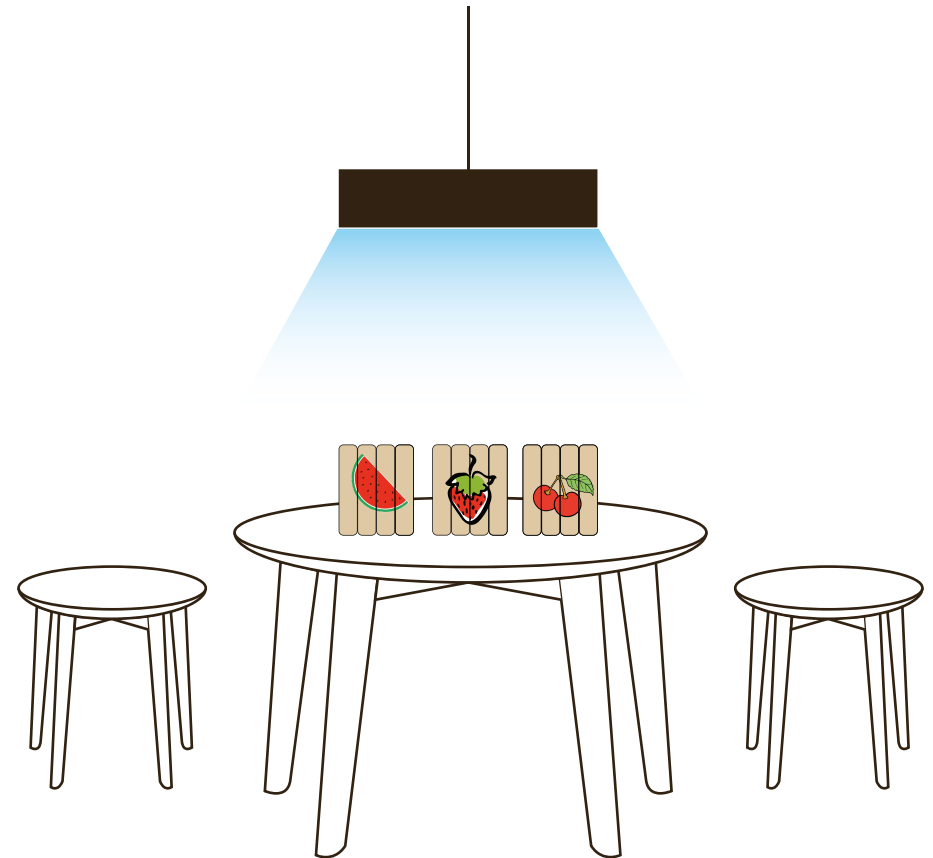
*Escena 1:*  
*6500K - 1800 lux*

Observaciones durante:



El usuario se mostraba nuevamente desconcentrado. Comenzó a preguntar por el dispositivo lumínico, qué era, cómo funcionaba... Se le volvieron a dar las instrucciones del día anterior y las escuchó y repitió. No logró completar el puzzle en el tiempo requerido, pero se mostraba dispuesta a seguir inten-

tándolo. No se dio por vencida, pidió ayuda y finalmente, tras 7 minutos y con ayuda lo logró armar. Posteriormente pudo hacerlo sola varias veces. Requiere más tiempo del asignado, pero trabajó concentrada y fue más cautelosa y prolija al nivelar los palitos.



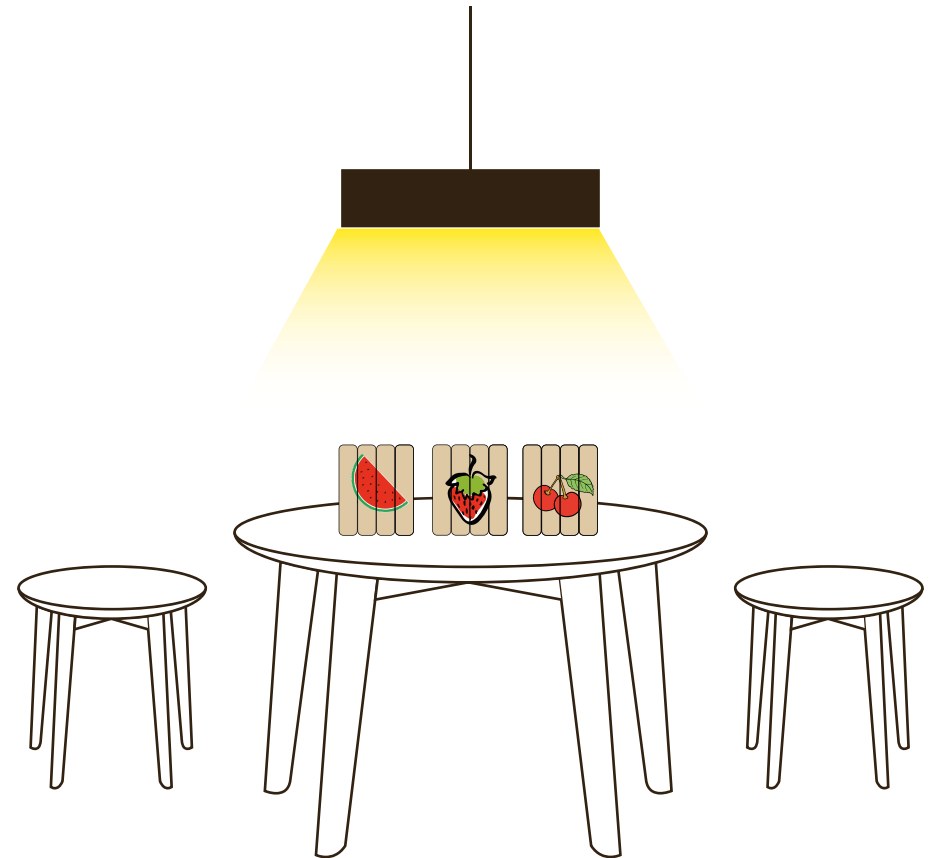
*Escena 2:  
3500K - 300 lux*

Observaciones durante:



La situación se presentó muy similar al día anterior. Nuevamente repitió las instrucciones luego de que se las dieron, y pidió ayuda para realizar la actividad. Se mostró insegura.

Al negársele la ayuda solicitada, asegurándose de que es capaz de lograrlo sola, comenzó a trabajar y fue adquiriendo mayor seguridad y confianza.



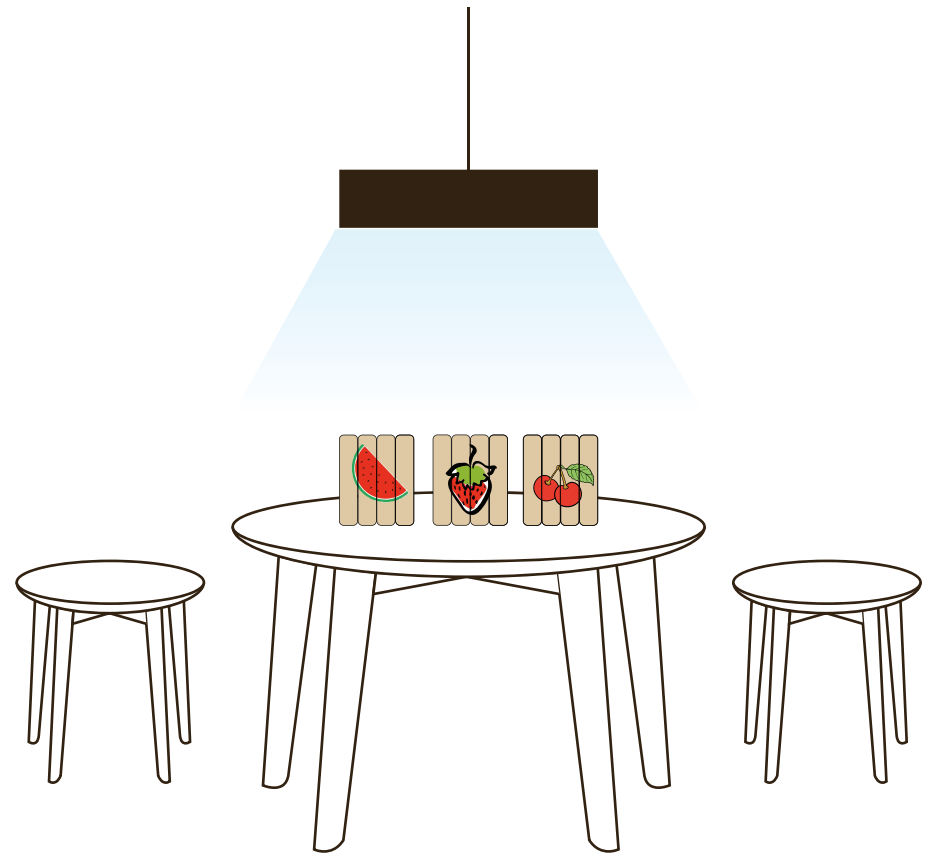
*Escena 3:  
4800K - 600 lux*

Observaciones durante:



Se presenta entusiasmada y concentrada, al punto que es ella quien recuerda y pide que comience la actividad. Solicita por cuenta propia los 3 puzzles (12 palitos). Se tomó el tiempo tranquilamente para mirarlo, analizarlos

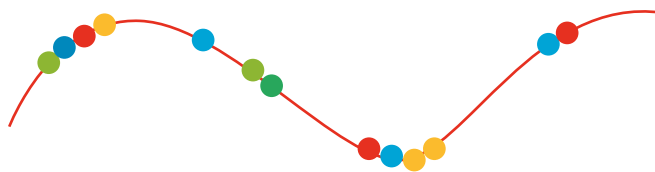
y separarlos en los 3 grupos de 4 palitos cada uno. Fue una actividad más difícil y compleja, la que realizó rápida, segura y correctamente. Pidió repetirla varias veces. Al terminar solicitó comer las mismas frutas que había en los puzzles.



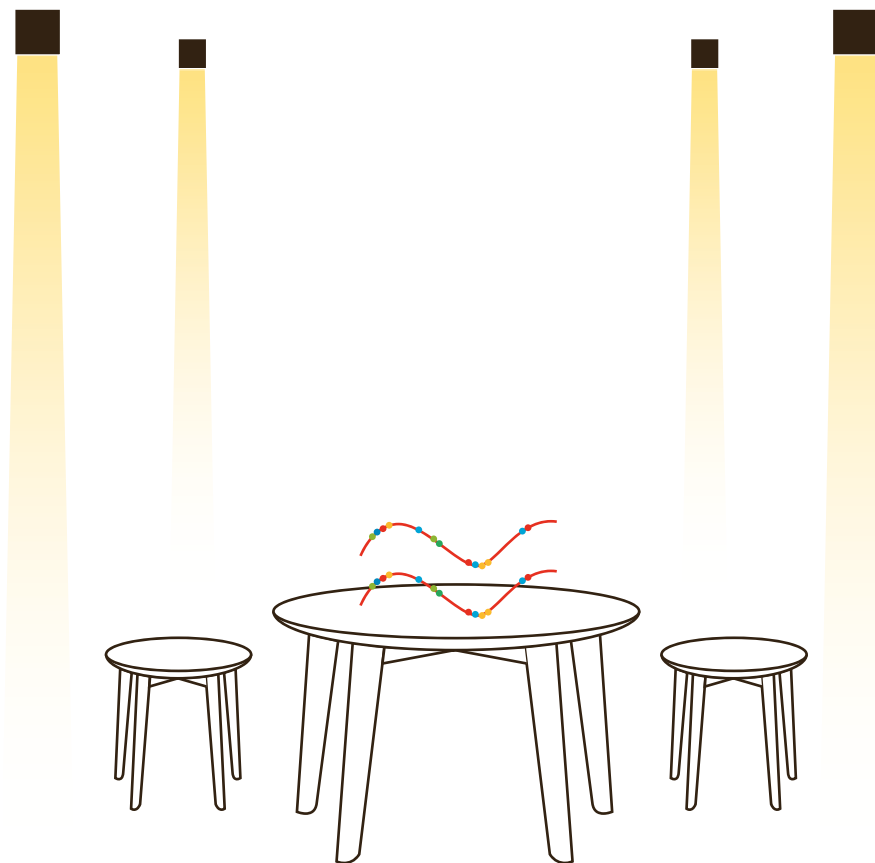


### *Actividad 3: Motricidad fina*

Consiste en pasar elementos perforados por un hilo. Esta actividad ayuda a la motricidad fina de los niños. Esto facilita el desarrollo de tareas cotidianas donde se utilizan de manera simultánea: ojos, manos, dedos, boca...



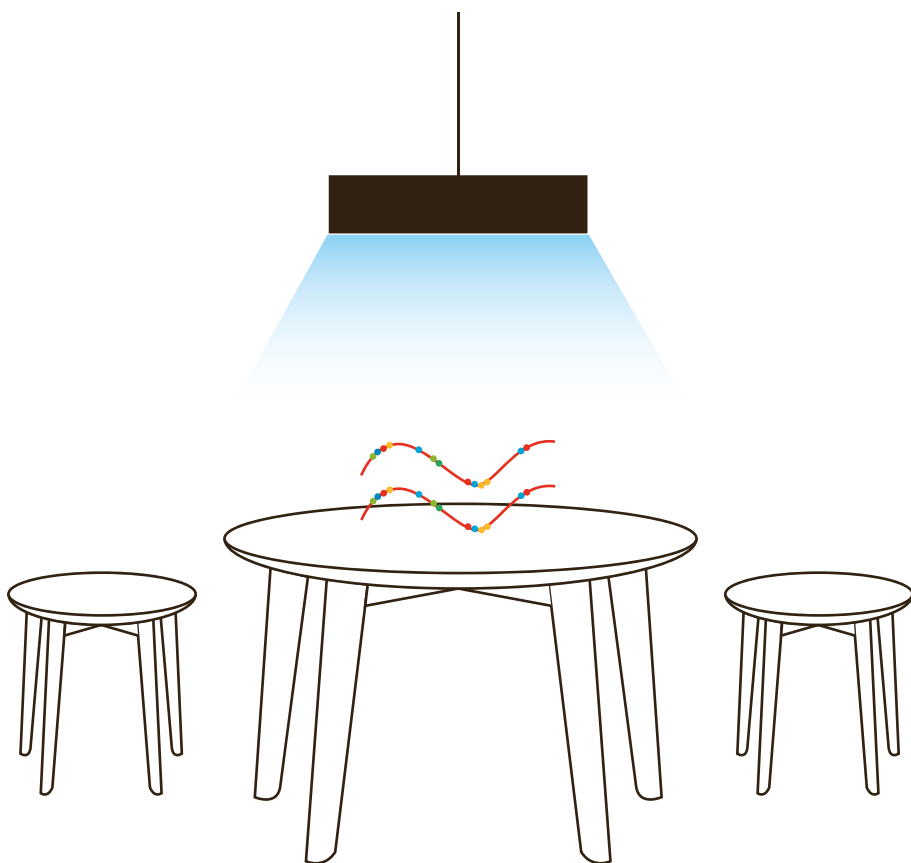
Línea base:  
3000K - 400 lux



### Observaciones durante:

El inicio de esta actividad fue difícil; el usuario no quería comenzar a trabajar. Se notaba cansada y de mal humor. Decía que NO a todo. Se distrajo con cada estímulo existente en la casita de muñecas y sólo logró insertar 4 círculos en el cordel.

Escena 1:  
6500K - 1800 lux



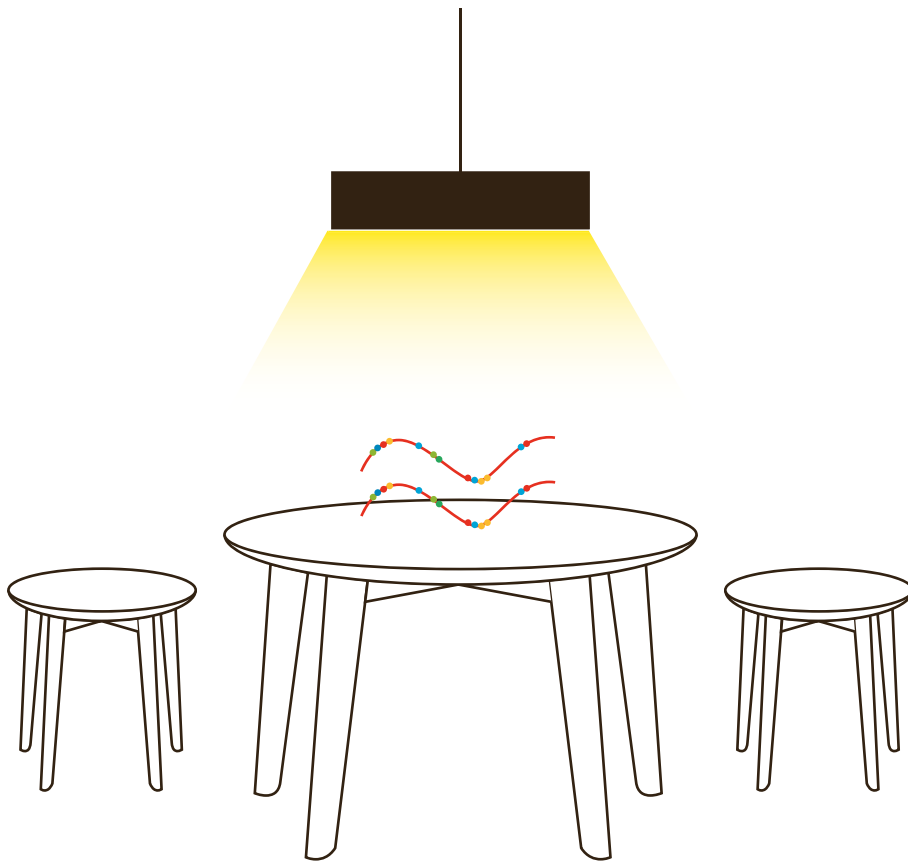
### Observaciones durante:

En este escenario se mostró con ganas y entusiasmo, ansiosa por comenzar la actividad.

Paso 7 cuentas por el cordel y quiso repetir la actividad. Se notaba más animada y cómoda con el material de juego.



Escena 2:  
3500K - 300 lux

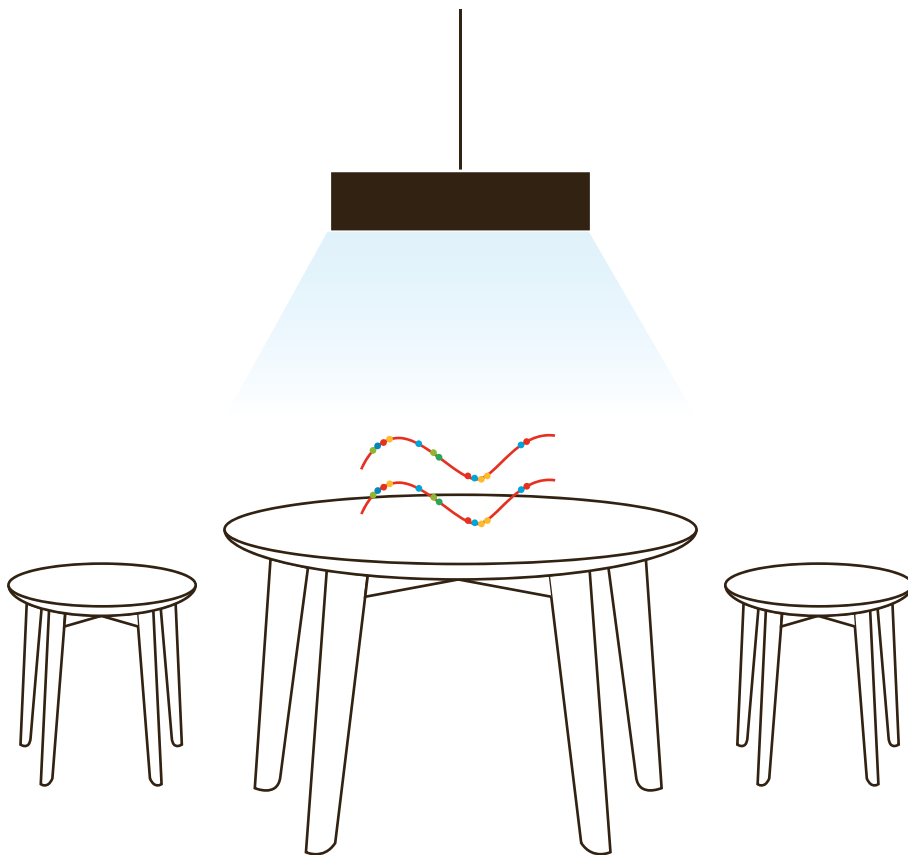


### Observaciones durante:

El usuario volvió a presentarse desganada, desmotivada con el juego que se le proponía. Sin embargo, aceptó a realizar la actividad.

A pesar de todo el esfuerzo realizado y el deseo de hacerlo bien, su desempeño fue pobre, solo logró pasar 3 cuentas en 4 minutos. Su frustración fue evidente.

Escena 3:  
4800K - 600 lux



Observaciones durante:

En este escenario se obtuvieron excelentes resultados. El usuario logró pasar 12 cuentas en tiempo récord. Su alto nivel de concentración ayudó en la precisión con la cual realizó la actividad, en el desarrollo de su motricidad fina y memoria. (Sabía contar hasta 10 y terminó contando hasta 20)

## 3.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

## Análisis

En efecto, el comportamiento es variable y dependiente de los diferentes escenarios lumínicos. Se pudieron observar instancias tanto ventajosas como perjudiciales; un evidente aumento en cuanto a la motivación, bienestar, correctas posturas, un gran desarrollo de la motricidad fina, entre otros.

Las temperaturas cálidas (línea base y escena 2) fueron menos favorecedoras en cuanto a los estados de alerta y motivación al momento de realizar las actividades. En el ambiente de trabajo iluminado con la línea base, el usuario se mostraba distraído, cansado, desconcentrado y sin motivación para realizar las actividades. Las mismas actitudes se evidenciaron en la escena dos, (temperatura de color similar a la línea base), en donde el usuario basal no realizó las actividades de manera sobresaliente. Esta observación es válida

a lo largo de todo el experimento y en todas las actividades realizadas con el usuario.

La introducción de la iluminación dinámica, de diferentes intensidades y tonos más fríos, hizo evidente aumento en el estado de alerta, concentración, estimulación y bienestar durante las actividades pedagógicas realizadas. Esto fue muy evidente en la realización de puzzles; de un alto grado de desconcentración y frustración presentado con la línea base y la escena 2, el usuario cambia por completo su actitud al iluminar el ambiente de trabajo con escenas de iluminación de luz azul.

Con la implementación de las escenas 1 y 3, el usuario basal se motivó, concentró, analizó y realizó la actividad en forma correcta, prolija y rápida. Sin embargo, el usuario basal comenzó a sentirse

intranquilo con la primera escena de luz fría, ya que la intensidad y el color eran muy intensos.

En la escena 3 en particular, se evidenció además una disminución en la hiperactividad, número de errores, desconcentración, cansancio y deslumbramiento durante el proceso de aprendizaje. Así mismo se obtuvieron resultados favorables en torno a una disminución en el tiempo de ejecución y en la calidad del trabajo realizado durante las actividades. En la confección de collares, por ejemplo, pasó de una completa desmotivación en la línea base a destacados resultados en cuanto a estimulación, rapidez y memoria.

Cabe mencionar el momento previo a ejecutar las actividades. Frente a la iluminación azul hubo una mejor predisposición para comenzar cada actividad. El usuario

tuvo un tiempo de transición a la adaptación antes de comenzar el trabajo. Esto ayudó a acomodar visualmente al usuario basal y prepararlo para el desarrollo de las actividades.

Al mismo tiempo, con la iluminación de longitud de onda corta, vale decir una luz azul, el usuario tenía mayor motivación e intención de repetir y continuar con las actividades. Esto fue un resultado clave ya que la hora de ejecución de las actividades correspondía al horario cierre de la jornada extendida. La concentración e interés sorprendieron pese a la hora de cierre de la jornada.

A continuación se presentará el análisis focalizado de cada escenario lumínico.

### 3. DISEÑO EXPERIMENTAL

*Línea Base: 3000 K - 400 lux*

Dentro de la línea base se detectó un fuerte grado de desconcentración e hiperventilación. El usuario al estar disperso no entendió las instrucciones, mostró escaso interés en las actividades propuestas y una conducta errática. En consecuencia, el trabajo fue desprolijo y lento. En base a las observaciones del estudio, se concluye que esta temperatura e intensidad de color no es la óptima para realizar actividades pedagógicas.

*Escena 1: 6500 K - 1800 lux*

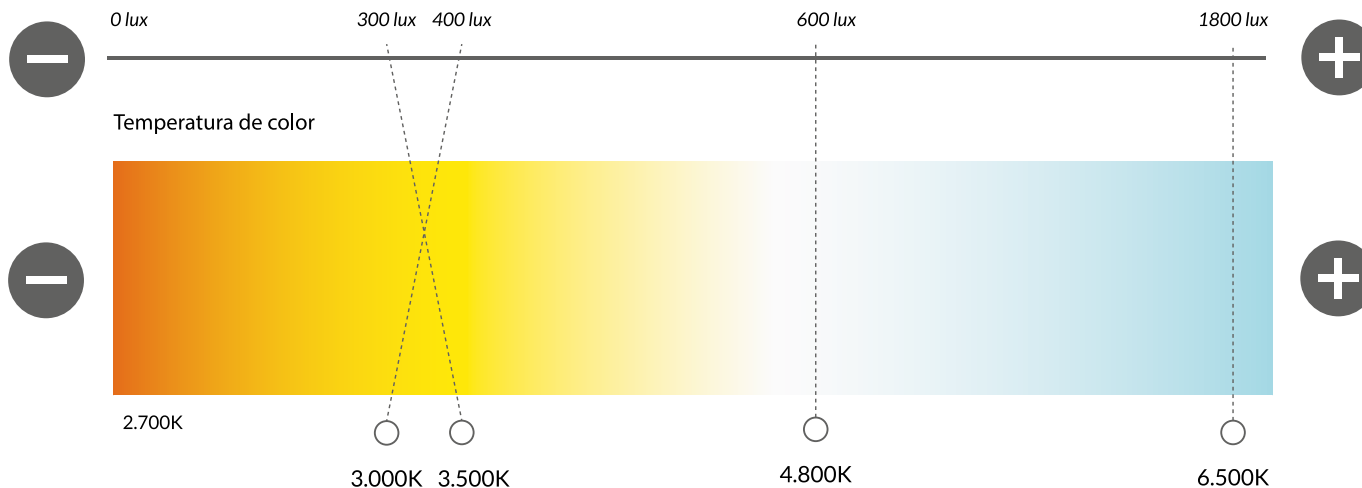
Logró un resultado más aceptable principalmente en las actividades con legos y collares. La temperatura de color se aproxima a la temperatura de color del medio día. Sin embargo, la intensidad de la luz fue muy alta, provocando deslumbramiento, desconcentración y fatiga visual al usuario basal. Estos resultados obligaron a disminuir la intensidad de 1800 a 900 lux. Solucionado el deslumbramiento con la disminución de intensidad los resultados mejoraron, aumentando la comodidad del usuario basal.

*Escena 2: 3500 K - 300 lux*

La escena 2 fue muy similar a la línea base, por lo que los resultados no mostraron gran diferencia con ésta. El usuario interrumpió las instrucciones constantemente, lo que impidió la correcta realización de las actividades. Trabajó sin método y en forma desprolija. Por otro lado, la línea base tiene una temperatura e intensidad de color muy diferente a la de la luz natural a esa hora del día. Según la literatura, al medio día se alcanza la temperatura de color más blanca.

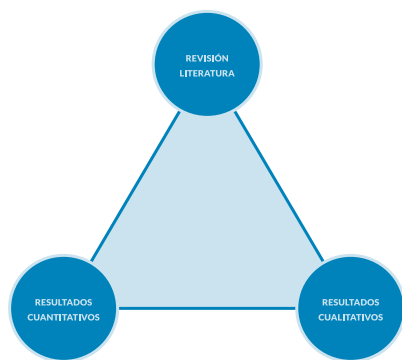
*Escena 3: 4800 K - 600 lux*

La escena 3 fue la escena significativamente más estimulante y positiva. El usuario basal se detuvo a reflexionar mucho más tanto antes como durante la realización de las actividades. Esta temperatura e intensidad de luz permitió ejecutar la actividad correctamente, oír y entender las instrucciones, trabajar pausadamente y en forma prolija logrando muy buenos resultados. El usuario se acomodó a la escena lumínica, sintió un mayor confort visual, lo que benefició los resultados de la actividad; aumentando la rapidez, la concentración, el buen desempeño, y el interés en aprender y realizar el trabajo de la mejor manera.



## 3.5 TRIANGULACIÓN DE DATOS

## Triangulación de datos



La triangulación de datos se enfrentó desde el cruce entre lo que dice la literatura, las observaciones (lo cualitativo) y lo que se mide (cuantitativo).

A la luz de las observaciones recogidas durante el estudio se concluye que efectivamente, el diseño experimental produjo grandes beneficios para el usuario basal en su aprendizaje, motivación y bienestar general.

Los resultados obtenidos durante el diseño del experimento fueron

favorables respecto a la literatura, los estudios y antecedentes de investigaciones. Efectivamente, una iluminación dinámica y controlada favorece la estimulación del infante en el ambiente de aprendizaje, en contraposición a lo que existe hoy dentro de las aulas de los Jardines Infantiles.

Los hallazgos relacionados con el estado de concentración y definición de la actividad, propician que los niños puedan realizar la actividad de forma más reflexiva ya que hay un mayor y mejor proceso cognitivo.

Como se ha reiterado anteriormente, la exposición a la luz de contenido azul mejora el estado de alerta, el rendimiento y disminuye el estado de ánimo depresivo e inestabilidad emocional, entre otros. Estos aspectos se evidenciaron en el experimento ya que el usuario basal se siente más cómodo a una determinada temperatura

e intensidad de luz en las actividades predeterminadas.

En la escena 3, con 4800 K y 600 lux, el usuario trabajó favorablemente en las tareas, evidenciando una mayor estimulación y menor hiperactividad. Asimismo, hubo mayor interés en realizar la actividad, mayor estado de alerta en escuchar las instrucciones, y por tanto, un trabajo más prolijo y razonado. Al escuchar y pensar antes de iniciar, afectó en el tiempo de ejecución de la actividad.

Cabe destacar nuevas ventajas cualitativas evidenciadas en el caso de estudio. El usuario, de manera inconsciente, al estar trabajando con luz azul, comenzó a tener posturas adecuadas al momento de la realización de la actividad y con la mirada atenta y fija al material didáctico en juego.

La literatura deja en evidencia que una iluminación integradora, pro-

voca una disminución de errores y estrés visual al momento de trabajar. El usuario, bajo una luz superior a las 4000 K, se destaca en una mayor coordinación, prolijidad y desarrollo en su motricidad fina. El trabajo fue más prolijo y pensado, llevando a resultados de una mejor calidad, y al mismo tiempo, mayor efecto en el aprendizaje.

## Triangulación de datos

Además de investigar mediante la literatura, entrevistas y otros, el experimento basal arrojó nuevos resultados beneficiosos para el desarrollo y estimulación del infante.

En primer lugar, se evidenció un aumento en el interés al momento previo y durante la actividad. La prolijidad y el raciocinio, la motivación, una gran mejora en la correcta postura al momento de estar sentada, la paciencia y precisión, generando mejores resultados y por último, un aumento y desarrollo en la motricidad fina.

Asimismo, se evidenció una disminución en las interrupciones del usuario al momento de presentar las instrucciones y durante el tiempo de ejecutar la actividad, una disminución en la inseguridad, provocando menos dispersión y frustración, generando así mejores resultados.



Figura 19, Pirámide gradiente tecnológico. Fuente: PPT Lamp



## 3.6 Discusión

A la luz de las observaciones recogidas durante el estudio se concluye que efectivamente, el diseño experimental produjo grandes beneficios para el usuario basal en varios ámbitos; confirmando la literatura existente. Hubo un aumento en los estado de alerta, memoria, concentración, estimulación y bienestar durante las actividades pedagógicas realizadas. Sin embargo, el diseño experimental arrojó nuevos y prometedores resultados.

En algunas actividades, el entusiasmo fue creciendo fuertemente a medida que se variaron las condiciones de luz. En los puzzles por ejemplo la evolución fue inmensa; de una completa apatía, desconcentración y desinterés, pasó a mostrar gran motivación. Fue en esta misma actividad donde se evidenció un creciente interés en realizar la tarea, al punto de solicitarla ella con mucho entusiasmo.

Hubo otros cambios en el usuario que sorprendieron como las posturas. Esta fue cambiando con las distintas escenas de luz. En ambientes de luz dinámica comenzó a enderezarse y mantuvo una postura derecha y correcta.

La motricidad fina por su parte, fue otra de las habilidades de sorprendente evolución. Esta habilidad fue desarrollada básicamente con la actividad de pasar cuentas de collares y fue rechazada de plano por el usuario en un principio. A través de la experimentación con diferentes escenarios de luces, el desarrollo de la motricidad fina fue notable y los resultados excelentes. En esta misma actividad se destacó además una fuerte mejoría en la virtud de la paciencia. La frustración mostrada en un principio quedó atrás al ver que tras intentar con calma y paciencia varias veces una actividad que le resultaba en extremo difícil, ésta iba resultando cada vez más fácil.

Al inicio de cada sesión y en ambiente de iluminación base, el usuario se mostraba disperso e hiperactivo; no escuchaba las instrucciones, se levantaba de la silla e interrumpía constantemente. Estos problemas fueron desapareciendo a medida que entraron las escenas de luz fría, simulando la luz natural. En particular, la escena 3 fue la mejor evaluada, ya que produjo grandes resultados.

## 3.7 Valor de realidad

Actualmente estamos siendo testigos de un gran cambio en la industria lumínica. Una importante y necesaria evolución en dirección a la salud y bienestar de las personas más que en la eficiencia energética y visual. Un enfoque que considera los efectos tanto visuales como no visuales de la luz y su impacto en la salud y el bienestar humano.

Se necesita crear conciencia y evidenciar la importancia de una iluminación integrada en el ambiente de interiorismo artificial en el que se ha instalado el hombre cada vez en mayor medida. Un viaje hacia una iluminación que funcione en armonía con nuestros ritmos circadianos con miras a mejorar el desarrollo y estimulación, el rendimiento cognitivo, el sueño, el estado de ánimo, la energía y la salud.

## 3.8 Proyecciones

### 3.8.1 Futuras investigaciones

**“Los diseños de iluminación interior deben proporcionar una iluminación óptima para admitir la imagen y las funciones que no forman imagen” (Schlangen, et al.,2014). Para cumplir con esto, las condiciones de luz deberán cambiarse durante el día utilizando enfoques dinámicos para controlar y adaptar el contenido espectral, la intensidad, la duración y el tiempo de la luz durante el día y la noche.**

Este estudio basal puede extrapolarse a diversas situaciones y realidades. A la luz de los estudios existentes y de los resultados del estudio, (pese a que se haya experimentado con solo un usuario basal) se sugiere implementar este tipo de iluminación en las aulas de los Jardines Infantiles. Los efectos en el aprendizaje y a nivel con-

ductual de esta implementación a nivel nacional serían de gran valor inmediato y a futuro.

Por otro lado, la nueva situación de pandemia que se vive hoy en todo el mundo, ha obligado a las personas a un mayor encierro, buscando un distanciamiento social y volcando a vivir aun mas que antes en espacios interiores. El teletrabajo es ya una realidad. Este hecho provoca mayor desincronización con el reloj astrológico por lo que es fundamental poner en valor los efectos y las posibilidades que hoy nos entrega la iluminación orientada al bienestar de las personas.

## 3.8 Proyecciones

### 3.8.2 Implementación Proyectual

En cuanto a sugerencias de implementaciones a futuro se encauzan ciertas recomendaciones que pueden ser parte de términos de referencia para implementar soluciones en las etapas tempranas de aprendizaje.

#### ***Infraestructura no es una limitante:***

Implementar este proyecto es simple y económico. No es necesario modificar la infraestructura de los Jardines Infantiles, solo se requiere cambiar las luminarias existentes por equipos con la tecnología Casabi y programar la iluminación dinámica a través de una aplicación gratuita. Obtener las múltiples ventajas de una iluminación que simula el ciclo natural de la luz dentro del aula, no requiere de una reestructuración del ambiente de aprendizaje como tal.

La tecnología que utilizan estos nuevos dispositivos lumínicos está al alcance de todos.

#### ***Política pública:***

La efectividad y mayor productividad del comportamiento del individuo en función de los tiempos del ciclo circadiano, son evidentes. Los resultados de este estudio vienen a ratificar las conclusiones de la vasta literatura recopilada sobre el tema de esta investigación e incluso arrojan nuevos hallazgos que nos permiten proyectar aún mejores resultados de aprendizaje que lo pensado inicialmente. La mayor estimulación y desarrollo del infante frente al aprendizaje, bajo una iluminación dinámica concordante con su ciclo circadiano, permiten sugerir una implementación de este sistema a nivel nacional.

Durante la Educación Parvularia se comienzan a construir los cimientos formativos de las personas, por lo que es muy aconsejable incluirlo dentro de una política pública y/o de las Bases Curriculares. El desafío es implementarlo a través de de Integra o la Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI), organismo vinculado al Ministerio de Educación, al aula de Jardines Infantiles de todo el país.

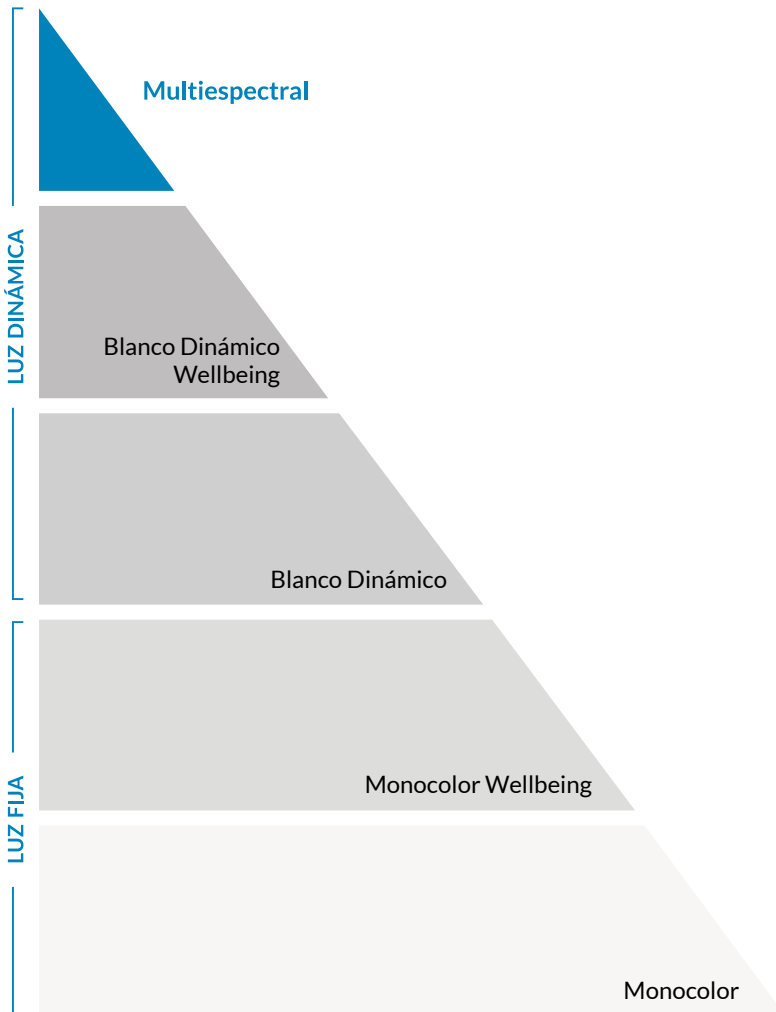


Figura 20, Pirámide gradiente tecnológico. Fuente: PPT Lamp

### *Tecnología y equipos lumínicos*

La tecnología actual ya ha desarrollado y producido equipos lumínicos capaces de proveer luz tanto al campo visual como al no visual. Este tipo de iluminación, al ser dinámica, permite alcanzar una mayor sincronización del reloj biológico humano, con los consiguientes beneficios biológicos, fisiológicos y psicológicos. Los equipos y el software que los comandan son simples de instalar y aplicar en cualquier ambiente que requiera iluminación eléctrica.

En la siguiente tabla, Lamp muestra las diferentes tecnologías disponibles y su eficiencia en las distintas categorías estudiadas. En ella queda de manifiesto la conveniencia de la luz dinámica multiespectral dentro de un ambiente de aprendizaje. Esto viene a reafirmar los resultados obtenidos en este estudio.

### 3. DISEÑO EXPERIMENTAL

En este experimento, quedan en evidencia 4 conceptos de la tabla, los cuales confirman las ventajas del dispositivo dinámico multiespectral.

Iluminancias aptas para tareas de concentración (1). Este aspecto se evidencia fuertemente en el escenario 3, provocando un aumento del estado de alerta y foco en las actividades.

Regulación de nivel de iluminación (2) y simulación espectral de la luz natural (3). Al poder regular la iluminación, se tuvo mayor flexibilidad para ir testeando y definiendo qué temperatura e intensidad de luz era más benefactora en cuanto a los resultados.

La sincronización con la iluminación natural (4) y la estimulación circadiana (5), para una mejor productividad y eficiencia, simulando la temperatura e intensidad de color al espacio exterior para tener una mayor sincronización y armonía.

	MONOCOLOR	MONOCOLOR WELLBEING	BLANCO DINÁMICO	BLANCO DINÁMICO WELLBEING	MULTIESPECTRAL
ILUMINANCIAS APTAS PARA TAREAS DE CONCENTRACIÓN	●	●	●	●	●
CONTRASTES DE LUMINANCIAS	●	●	●	●	●
CRI>80	●	●	●	●	●
R9>50	—	●	—	●	●
REGULACIÓN DE NIVEL DE ILUMINACIÓN	●	●	●	●	●
SINCRONIZACIÓN CON ILUMINACIÓN NATURAL (CCT VARIABLE)	—	—	●	●	●
ITINERARIOS LUMÍNICOS	—	—	—	●	●
SIMULACIÓN ESPECTRAL DE LA LUZ NATURAL	—	—	—	●	●
ESTIMULACIÓN CIRCADIANA (CCT VARIABLE)	—	—	—	●	●
COLORÍMETRO INTEGRADO	—	—	—	—	●
DISEÑO ESPECTRAL	—	—	—	—	●
DIGITALIZACIÓN Y REPRODUCCIÓN DE ESPECTROS	—	—	—	—	●

Tabla. Presentación de cumplimientos respecto a cada dispositivo lumínico. Fuente: PPT Lamp

4



Reflexión crítica

## 4. REFLEXIÓN CRÍTICA

Figura 21, Síntesis del proyecto. Inspirado en Lamp



### 4.4 Reflexión crítica

Para mantener el máximo bienestar y salud es necesario que el sistema circadiano funcione correctamente. La luz es el principal sincronizador del sistema circadiano y por lo tanto, es esencial que el día sea día y la noche sea noche. Esto implica un adecuado uso de la iluminación tanto en el interior, como en el exterior. Mi estudio se enfoca en la iluminación interior en las aulas de los Jardines Infantiles porque me parece que sería maravilloso ayudar a las personas desde su infancia y en su primera etapa de formación y desarrollo culmine socio-emocional.

Lograr que se tome conciencia de la importancia de la iluminación multiespectral desde nuestros inicios para brindar un mayor bienestar y estimulación. La niñez es una etapa tan importante en la educación y tan definitoria en la formación y salud física y mental de las personas.

La iluminación eléctrica, desde su invención, ha ido reemplazando cada vez en mayor medida a la luz natural. Sin embargo, el hombre no ha logrado adaptarse íntegramente a este ambiente artificial, estático, que le permite ver, pero

que como se ha explicado anteriormente, le causa dañinos efectos en otras funciones fisiológicas, psicológicas y biológicas y a una desincronización de sus ciclos corporales.

Como hemos visto durante este estudio, la luz es un factor clave en el funcionamiento interno del hombre. Es por esto que podemos y debemos implementar una iluminación integradora en donde se tenga en consideración tanto a los efectos visuales (agudeza visual, productividad, percepción) como los no visuales, incorporando

los ritmos circadianos, el estado anímico y la sustentabilidad. Afortunadamente la tecnología actual ya nos provee los equipos y los programas necesarios para implementarla.

Con una iluminación integral que simula el ciclo natural de la luz, logramos múltiples efectos positivos como el bienestar físico, mental y emocional, una reconexión con la naturaleza, y al mismo tiempo, una sincronización con los ciclos naturales de nuestro cuerpo.

Por otro lado, se logra una mejor conexión de los espacios interiores con el ambiente natural a través de la sincronía con el dinamismo de la iluminación natural.

Debido a la importancia y a los efectos que pueden derivar de un correcto diseño del ambiente en la vida humana, nosotros como diseñadores tenemos la misión de crear ambientes no solo enfocados en la estética, sino también en el bienestar de las personas, creando experiencias y atmósferas que conectan emocionalmente con el usuario.

Por último, me parece necesario mirar la iluminación bajo los prismas del ecodiseño y la economía circular, dentro de las cuales la tecnología LED, ha venido a ocupar un destacado papel, disminuyendo significativamente el costo, el consumo y la contaminación de la industria eléctrica.





## DIPLOMA: ESTIMULACIÓN TEMPRANA

*“Participación en las actividades desarrolladas de estimulación temprana durante el segundo semestre del 2020 en Playgroup Cinco”*

Este diploma recibido en el Playgroup al que asistió durante el año, en el que se destaca al usuario basal de este estudio por su participación en las actividades de estimulación temprana, viene a corroborar la importancia y el efecto de una iluminación biológicamente optimizada en el infante. Dado que Emilia trabajó por 3 meses con una iluminación adecuada al ciclo natural, tuvo efectos a largo plazo, en donde se destacó por su estimulación temprana.

5



Glosario

# GLOSARIO

---

## A

**Absorción:** Transformación de energía radiante en otra forma de energía por interacción con la materia.

**Acomodación:** Modificación de los elementos ópticos del ojo, generalmente espontánea, a fin de tener agudeza visual a diferentes distancias.

**Apariencia de color:** temperatura de color.

## B

**Bastones:** células receptoras del ojo. Funcionan con la luz débil para producir las sensaciones acromáticas de la visión nocturna.

**Brillo:** Efecto luminoso sobre superficies brillantes o materiales transparentes. El brillo se produce por reflexión de la fuente de luz o refracción; depende de la luz dirigida de fuentes puntuales.

## C

**Color:** es una longitud de onda, dentro del espectro visible del espectro electromagnético.

**Confort visual:** calidad de una iluminación en cuanto a iluminancia, ausencia de deslumbramiento y reproducción cromática.

**Contrastes:** comprobación subjetiva de la diferencia en apariencia de dos partes de un cuerpo de visión observados simultáneamente.

## D

**Deslumbramiento:** Excesivo brillo que puede causar molestia, disconfort o pérdida de visibilidad.

**Dimmer:** Dispositivo en circuito eléctrico de las lámparas.

## E

**Energía:** Es el insumo que permite desarrollar prácticamente todas las actividades del ser humano, por lo que la posibilidad o falta de esta repercute directamente en ámbitos, económicos, sociales y medioambientales.

**Espectro electromagnético:** Distribución de las ondas electromagnéticas que se extiende desde las radiaciones de longitud de onda, como los rayos gamma y los rayos X, ultravioleta la luz visible, los rayos infrarrojos y ondas de radio.

## I

**Iluminancia:** Relación entre el flujo luminoso que llega a una superficie y el tamaño de esta superficie.

**Incandescencia:** Emisión de la radiación óptica mediante el proceso de radiación térmica.

**Intensidad luminosa:** Es la cantidad de luz radiada en una dirección determinada. Se mide en candelas.

## K

**Kelvin:** Es la unidad de temperatura de la escala creada por William Thomson (Lord Kelvin), en el año 1848, sobre la base del grado Celsius, estableciendo el punto cero en el cero absoluto (-273,15°C) y conservando la misma dirección calórica que Celsius.

## L

**LED:** Light Emitting Diode (diodos emisores de luz), es un dispositivo semiconductor que emite luz.

**Longitud de onda:** Distancia entre dos puntos sucesivos de una onda periódica, en dirección de la propagación, en los cuales la oscilación tiene la misma fase.

**Luminancia:** Relación entre la intensidad luminosa de una superficie (que irradia, refleja, o transmite luz) y la superficie aparente desde un lugar de observación.

**Luz:** onda electromagnética generada por oscilaciones de campos eléctricos

magnéticos. Ocupan una parte muy pequeña del espectro, con una longitud de onda que va desde los 380 a los 780 nm.

## R

**Radiación:** Emisión o transporte de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas.

**Reflexión:** Ocurre cuando los rayos de luz que inciden en una superficie chocan en ella, se desvían y regresan al medio que salieron formando un ángulo igual al de la luz incidente.

**Refracción:** Cambio de la dirección de propagación de la radiación, al pasar de un medio a otro.

## T

**Temperatura de color:** Se refiere a la temperatura a la cual un cuerpo negro emite energía luminosa del mismo color que la luz considerada.

6



Referencias Bibliográficas

Adlerstein G., C., Manns Gantz, P., González Ramos, A. (2016). Pedagogías para habitar el jardín infantil: Construcciones desde el modelamiento del ambiente físico de aprendizaje (MAFA).

Allison Thayer. (May, 2020). Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute. March, 2020, de Lighting Research Center. All Rights Reserved Sitio web: <https://www.lrc.rpi.edu/healthyliving>

Architects OWP/P, VS Furniture, & Bruce Mau Design. (2010). The Third Teacher: 79 ways you can use design to transform teaching and learning. New York: NY. Abrams.

Barkmann, C., Wessolowski, N., & Schulte-Markwort, M. (2012). Applicability and efficacy of variable light in schools. *Physiology & behavior*, 105(3), 621-627.

Burnett, D. (2012). Circadian Adaptive Lighting: A landmark paradigm shift with unprecedented ROI potential.

CIE. (1986). Comisión Internacional de l' Eclairage. Colorimetry.

Córdova, V., Muñoz, M., Aguirre, L., Celedón, A., & Almagia, A. (2002). Evaluación del Mobiliario Utilizado por Párvulos de JUNJI Basada en un Estudio de Antropometría. Comparación con la Normativa de Mobiliario Institucional. *Boletín Científico de la Asociación Chilena de Seguridad*, 42-49.

Czeisler, C. A., Duffy, J. F., Shannahan, T. L., Brown, E. N., Mitchell, J. F., Rimmer, D. W., & . . .Kronauer, R. E. (1999). Stability, precision, and near 24-hour period of the human circadian pacemaker. *Science*, 284, 2177-2181.

Domótica Casambi. (2020). EVO-LUX Lighting Co. <https://evolux.cl/casambi2>

Douglas Leonard Lighting Designers. (2016). Presentación Centro de Innovación.

Economist Intelligence Unit. (2012). Starting well. Benchmarking early childhood education across the world. Lien Foundation.

Espacios de Ser. (s. f.). importancia de practicar la motricidad fina en los niños. Recuperado

de 26 de diciembre de 2020, de [https://www.google.com/search?sxsrf=ALeKk017kXs-0degqIJHj0SSUgMAFZ0H2k-Q%3A1609018958608&ei=T-q7nX52tJOHW5OUP8u2QkA0&q=importancia+depracticar+la+motricidad+fina+en+los+ni%C3%B1os&oq=importancia+depracticar+la+motricidad+fina+en+los+ni%C3%B1os&gs\\_lcp=CgZwc3k-tYWIQAziECCEQCjoHCAAQR-xCwA1CAN1jXQ2D6RGgAcA-J4AIABWYgByweSAQIxNJgBAKA-BAaoBB2d3cy13aXrIAQjAAQE&scclient=psy-ab&ved=0ahUKEwidjN-vbzuztAhVhK7kGHfl2BNIQ4dUD-CA0&uact=5](https://www.google.com/search?sxsrf=ALeKk017kXs-0degqIJHj0SSUgMAFZ0H2k-Q%3A1609018958608&ei=T-q7nX52tJOHW5OUP8u2QkA0&q=importancia+depracticar+la+motricidad+fina+en+los+ni%C3%B1os&oq=importancia+depracticar+la+motricidad+fina+en+los+ni%C3%B1os&gs_lcp=CgZwc3k-tYWIQAziECCEQCjoHCAAQR-xCwA1CAN1jXQ2D6RGgAcA-J4AIABWYgByweSAQIxNJgBAKA-BAaoBB2d3cy13aXrIAQjAAQE&scclient=psy-ab&ved=0ahUKEwidjN-vbzuztAhVhK7kGHfl2BNIQ4dUD-CA0&uact=5)

Evolux Lighting. (2020). Casambi Bluetooth Low Energy. 2020, de Evolux Lighting Sitio web: <https://evolux.cl/contacto>

Figueiro, M. (2018, agosto,6). Circadian rhythms. Recuperado de: [https://www.youtube.com/watch?v=noJnpGmWEPk&list=PL\\_X9R-KGy9RIZmgzoJwHZsQmpPW6O-1fLu3](https://www.youtube.com/watch?v=noJnpGmWEPk&list=PL_X9R-KGy9RIZmgzoJwHZsQmpPW6O-1fLu3)

Fördergemeinschaft. (2012). Good Lighting for a Better Learning environment. Nro. 02. Recuperado de:

[www.licht.de/en](http://www.licht.de/en)

Fördergemeinschaft. (2012). Good Lighting for Schools and Educational Establishments. Nro. 02. ISBN: 3-926 193-25-5

Fördergemeinschaft. (2014). Impact of Light on Human Beings. Nro. 19. ISBN no. PDF edition (english) 978-3-926193-99-5.

Fördergemeinschaft. (2016). Lighting with Artificial Light. Nro. 1. ISBN no. PDF edition (english) 978-3-945220-05-4.

Günes, Ö., Olguntürk, N. Color-emotion associations in interiors. *Color Res Appl.* 2020;45:129-141. <https://doi.org/10.1002/col.22443>

Gutiérrez, L., & Glendy, E. (2015). Influencia del color en la sensación de los niños de la Escuela Estatal de Menores N° 30238. ISO 690

Gregory, Richard L. (2007) *Eye and Brain, The psychology of seeing* (5ta ed.). Nueva York, Estados Unidos: Oxford University Press.

Gronfier, C., *The good blue and chronobiology: light and non-visual*

functions, Points de Vue, International Review of Ophthalmic Optics, N68, Spring, 2013

Hanington, B., & Martin, B. (2012). Universal methods of design: 100 ways to research complex problems, develop innovative ideas, and design effective solutions. Rockport Publishers.

Hartstein, L. E., LeBourgeois, M. K., & Berthier, N. E. (2018). Light correlated color temperature and task switching performance in preschool-age children: Preliminary insights. PloS one, 13(8).

Heller, E. (2004). Psicología del color: cómo actúan los colores sobre los sentimientos y la razón. Barcelona: Gustavo Gili.

Hewett, V. M. (2001). Examining the Reggio Emilia approach to early childhood education. Early childhood education journal, 29(2), 95-100.

IDEO. (2009). Human Centered Design, Toolkit. Recuperado de <http://www.designkit.org/resources/1>  
Lightroom, R. (2020, 12 mayo). ¿Qué es la luz? [lightroom.lighting](https://lightroom.lighting).

<https://lightroom.lighting/que-es-la-luz/> Lirola, C. (2020, 16 febrero). Iluminación natural y artificial, tipos y sistemas. Autopromotores. <https://www.autopromotores.com/como-iluminar-una-casa/>

Lamp +. (s. f.). Iluminación y bienestar. Recuperado 24 de diciembre de 2020, de <https://www.lamp.es/es/lampplus#escuelas>

Leonard, Douglas. Manual Práctico De Iluminación. 2018. Print. Textos Universitarios.

Luengas, L., Garcia, D. F., & Calvo, A. (2014). Sipco-test cromático visual software de diagnóstico en la percepción del dolor. Revista vínculos, 11(2), 80-91.

M. F. Borisenkov, E. V. Perminova, and A. L. Kosova, 'Chronotype, Sleep Length, and School Achievement of 11- to 23-Year-Old Students in Northern European Russia', Chronobiol Int, 27 (2010), 1259- .70

Ministerio de Educación, Subsecretaría de Educación Parvularia, República de Chile. (2018). Trayectorias, Avances y Desafíos de

la Educación Parvularia en Chile. Santiago: Centro de Estudios MI-NEDUC.

Mott, Michael S, Robinson, Daniel H, Walden, Ashley, Burnette, Jodie, and Rutherford, Angela S. "Illuminating the Effects of Dynamic Lighting on Student Learning." SAGE Open 2.2 (2012): 215824401244558. Web.

OECD. (2009). International pilot study on the evaluation of quality in educational spaces (EQES). User manual. Final version. Paris: CELE.

OSRAM (2011). Light In Its Third Dimension: The biological aspects of lighting design for better quality of life. Recuperado en mayo de 2016 de: <http://www.osram.com/media/resource/HIRES/337329/1927191/application-brochure-light-and-quality-of-life-gb.pdf>

Öztürk, E., Yilmazer, S., & Ural, S. E. (2012). The effects of achromatic and chromatic color schemes on participants' task performance in and appraisals of an office environment. Color Research & Application, 37(5), 359-366.

Papanek, V., & Fuller, R. B. (1972). Design for the real world (p. 22). London: Thames and Hudson.

Park, Jin Gyu "Phillip", and Park, Changbae. "Color Perception in Pediatric Patient Room Design: American versus Korean Pediatric Patients." HERD: Health Environments Research & Design Journal 6.4 (2013): 10-26. Web.

Philips (2011). Theory of Light and Lighting. Recuperado de: [http://www.lighting.philips.com/main/connect/lighting\\_university/](http://www.lighting.philips.com/main/connect/lighting_university/)

Prof.dr.ir. Anthonie Meijers (TU/e, chair) Prof.ir. Daan van Eijk (TUD) Prof.dr.ir. Caroline Hummels (TU/e) Prof. Diploma.-Ing. Christian Rapp (TU/e) Prof.dr.ir. Lara Schrijver (Universiteit Antwerpen) Drs. José Teunissen (ArtEZ) Dipl.-Phys. Margriet Jansz (STW) Dr. Elske Gerritsen, followed by Drs. Janneke van Kersen (NWO- GW). (21 April 2015). Research Through Design Architecture, Industrial Design, Fashion. STW website: Guidelines for funding proposals for research under the Research Through Design Program.

Rainha, P. (2005). The influence of lighting on colour perception in interior environments. University of London, University College London (United Kingdom).

Tenera, L. A. C. (2009). Características del desarrollo cognitivo y del lenguaje en niños de edad preescolar. *Psicogente*, 12(22).

Thayer, A., & Michael Morrison- software development, David Pedler & Mariana Figueior- Editors. (2020, abril). Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute. Lighting Research Center. All Rights Reserved. <https://www.lrc.rpi.edu/healthyliving>

Sabrina Devia Astorga. (2017). Particularidades de la Educación Parvularia. 2020, de Intendencia de Educación Parvularia Sitio web: [https://www.supereduc.cl/wp-content/uploads/2017/12/%C3%9Altima-versi%C3%B3n\\_Particularidades-Educaci%C3%B3n-Parvularia\\_12\\_17\\_web.pdf](https://www.supereduc.cl/wp-content/uploads/2017/12/%C3%9Altima-versi%C3%B3n_Particularidades-Educaci%C3%B3n-Parvularia_12_17_web.pdf)  
Schlangen, L., Lang, D., Novotny, P., Plischke, H., Smolders, K., & Halonen, L. (2014). Lighting for health and wellbeing in education, workplaces, nursing homes, domestic

applications and smart cities. FP7-ICT-2013- 11-619249. Accelerate SSL innovation for Europe. Deliverable 3.2 and 3.4.

Scott-Webber, L. (2004). Environmental behavior research and the design of learning spaces. Society for college and university planning (SCUP), An Arbor, MI.

Universidades.cr. (2016, 17 agosto). 7 beneficios de jugar y aprender con piezas de Lego. <https://www.universidadescr.com/blog/jugar-con-legos/>

Wong, M., Axelrod, Larry, & Tarry, Hammond. (2011). The effects of environment colour and lighting on individual comfort. ProQuest Dissertations Publishing.

You, H., Osborne, L., & Franz, J. (2014). Reflecting on Reggio: An evaluation of design intent in an early childhood learning environment. Prague, Czech Republic.: Creative Engagements: Thinking with Children.

7



Anexos



# ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Figura 1

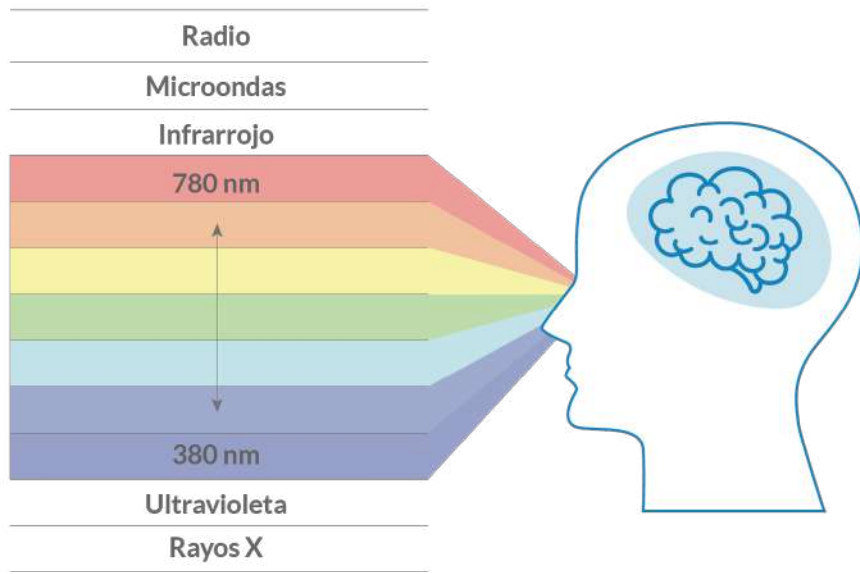


Figura 2

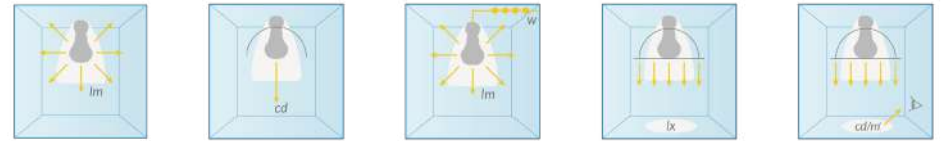


Figura 3

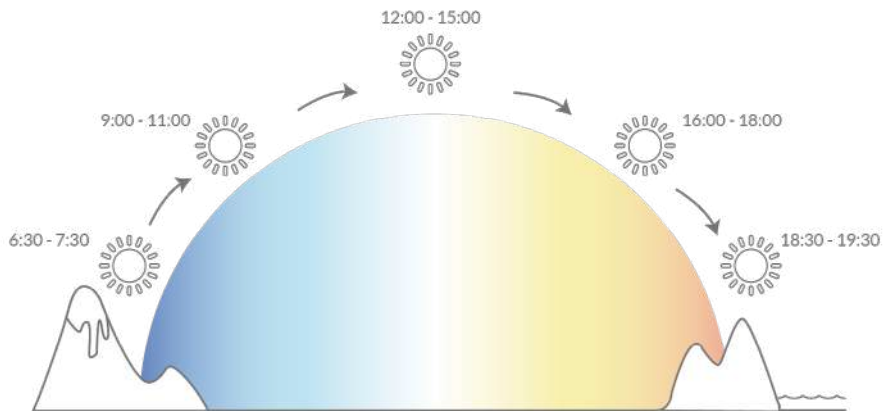


Figura 4

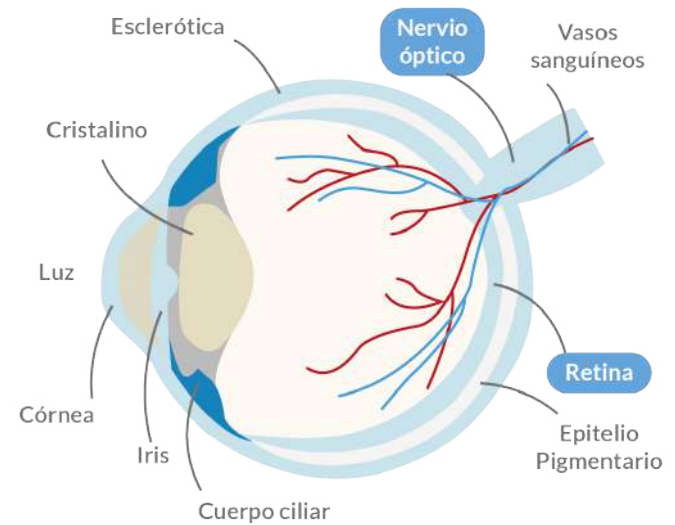


Figura 5



Figura 6

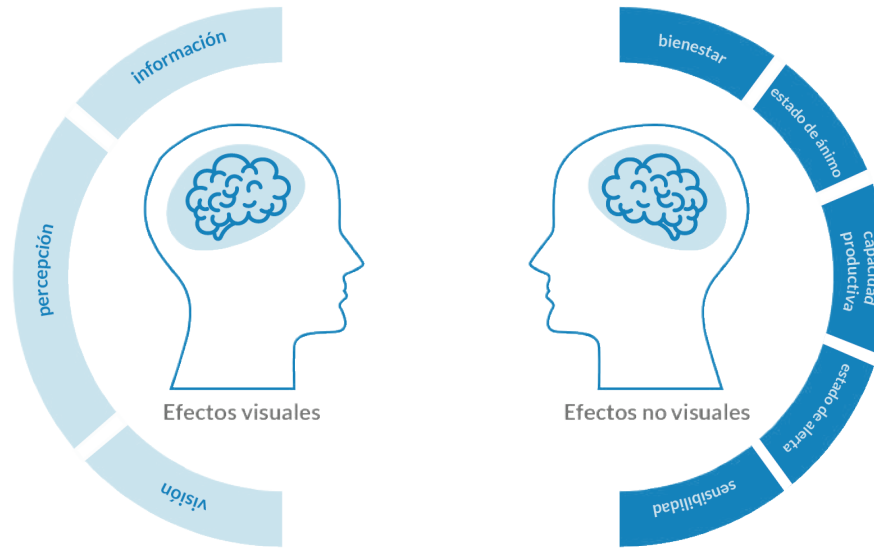
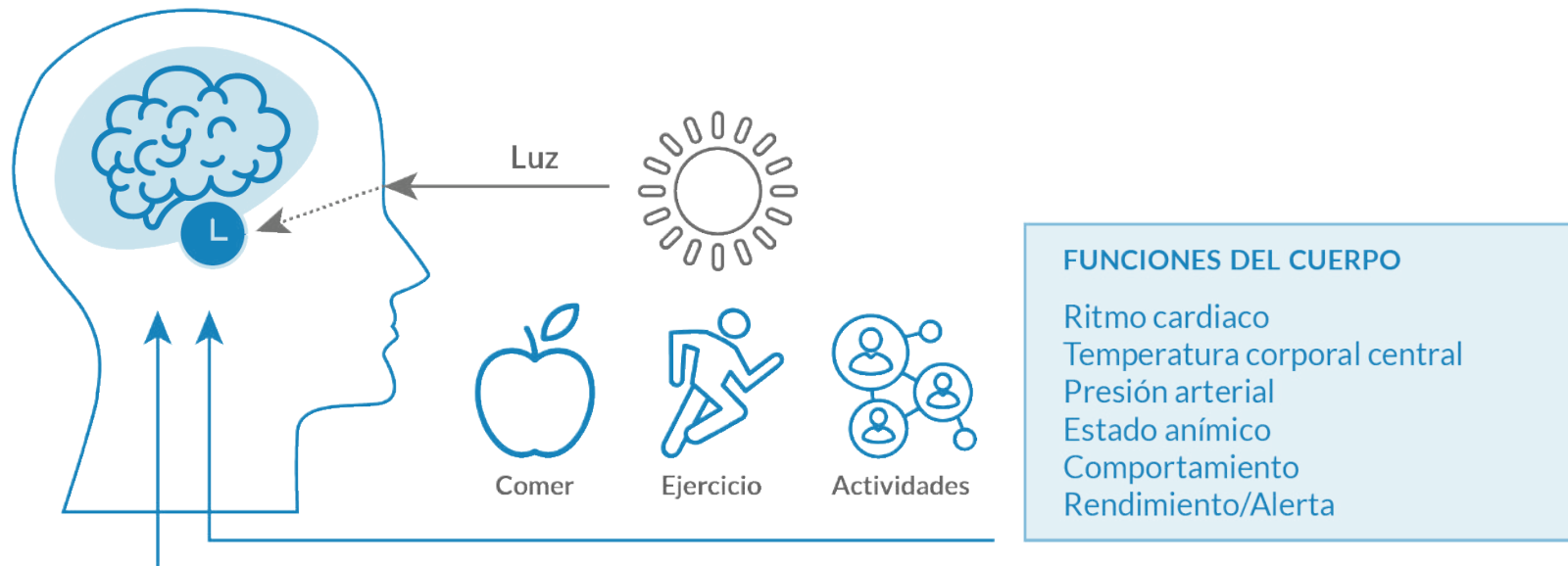


Figura 7



**FUNCIONES DEL CUERPO**

- Ritmo cardiaco
- Temperatura corporal central
- Presión arterial
- Estado anímico
- Comportamiento
- Rendimiento/Alerta

Figura 8

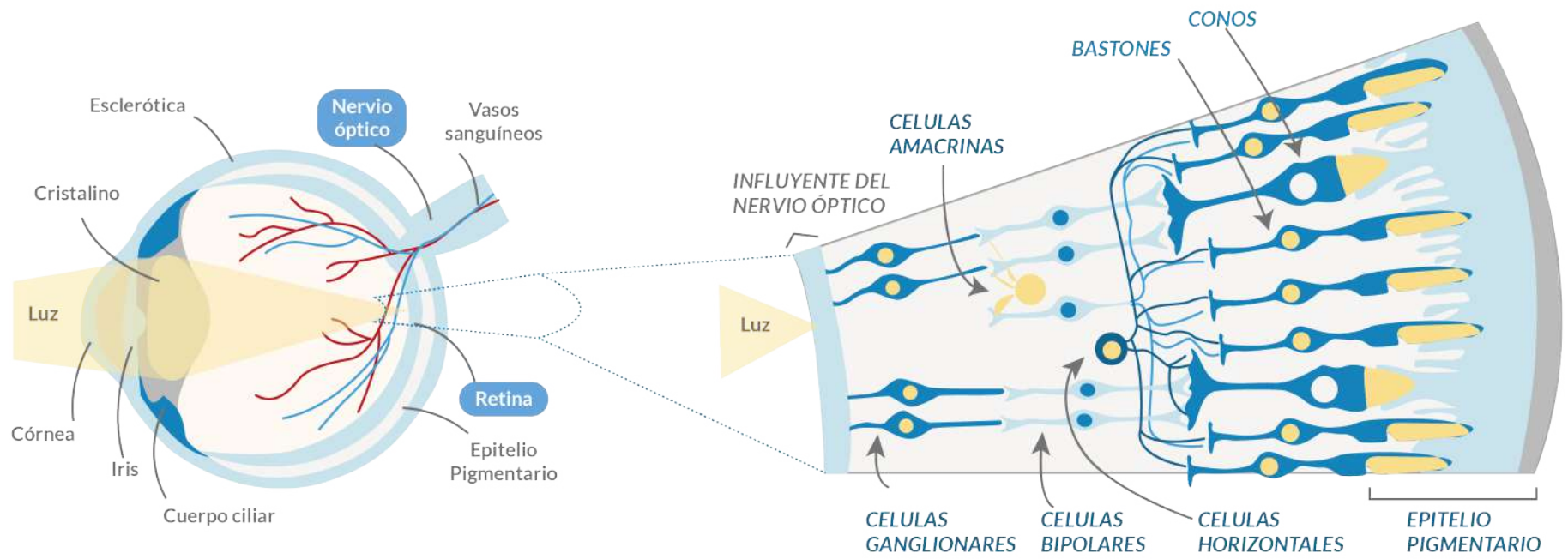


Figura 9

MAÑANA	MEDIO DÍA	MEDIA TARDE	NOCHE	MADRUGADA
<p>Liberación de cortisol y adrenalina: despertar el cuerpo.</p> <p>Serotonina: activación cerebro.</p> <p>Parada de secreción de melatonina</p> <p>Aumento de testosterona (deporte)</p> <p>Estado de alerta máxima</p>	<p>Temperatura de color más blanca.</p> <p>Decaen los niveles de cortisol.</p> <p>Aumento de adrenalina, serotonina y temperatura del cuerpo.</p> <p>Aumento del metabolismo: hambre.</p>	<p>Descenso en los niveles de actividad.</p> <p>Disminución de la energía.</p> <p>Disminución del funcionamiento.</p> <p>Disminución temperatura.</p> <p>Serotonina se convierte en melatonina.</p> <p>Preparación para la jornada del sueño.</p>	<p>Aumento de la melatonina.</p> <p>Temperatura descende.</p>	<p>Dejamos de producir melatonina.</p> <p>Temperatura corporal en su punto más bajo.</p> <p>Producción de cortisol, adrenalina y serotonina.</p> <p>.....</p> <p>COMIENZA NUEVAMENTE EL CICLO.</p>

Figura 10

Ciclo	Nivel	Sub-división nivel	Nombre común	Edad
Primer ciclo	Sala Cuna	Sala cuna menor	Sala Cuna	0-11 meses
		Sala cuna mayor		1-2 años
	Nivel Medio	Medio menor	J. Infantil	2 - 3 años
		Medio mayor	J. Infantil - Playgorup	3 - 4 años
	Segundo ciclo	Nivel Transición	Primer Nivel de Transición	Pre-Kinder
Segundo Nivel de Transición			Kinder	5 - 6 años

Figura 11

<p>SchoolVision</p>		<p>Los profesores pueden elegir entre cuatro perfiles de iluminación para ajustar al instante la luz del aula. De este modo, los alumnos permanecen concentrados y a gusto a medida que avanza el día. Además, la iluminación se puede adaptar a las distintas actividades en el aula, como la lectura, para mejorar la participación de los estudiantes y sus resultados.</p>
<p>Ventanas Mitsubishi</p>		<p>A falta de luz natural del Sol en Mitsubishi han ideado una solución artificial: paneles LED que imitan la luz del Sol. Independientemente de que sea en un edificio o bajo tierra, estas ventanas falsas del fabricante japonés prometen un ambiente menos claustrofóbico y más luminoso gracias a los miles de LEDs que imitan un cielo despejado.</p>
<p>Aros Museum</p>		<p>Pasarela circular y panorámica que ofrece una vista fantástica de la ciudad y la bahía, una vista en todos los colores del arco iris. "... He creado un espacio que casi se puede decir que borra el límite entre el interior y el exterior, un lugar donde te vuelves un poco inseguro sobre si has entrado en una obra de arte o en una parte del museo."- Olafur Eliasson.</p>



Figura 12




<p><b>Philip WakeUp-Light</b></p>	 A circular, glowing smart light device with a white base and a translucent top, emitting a warm, yellowish light. It is placed on a white surface next to a bed.	<p>Los despertadores de luz natural son despertadores digitales que presentan funciones más avanzadas a cualquier otro modelo convencional. Su fin es despertarte a través de una luminosidad progresiva que imita a la luz solar. Normalmente se utilizan para evitar abrir los ojos por medio de sonidos o vibraciones desagradables.</p>
<p><b>Philip Hue</b></p>	 A hand holding a smartphone displaying the Philips Hue app interface. The screen shows various room settings like 'Living room', 'Dining', 'Kitchen', and 'Bedroom' with corresponding color swatches and sliders. Text on the left side of the image reads 'Personal de lámprica' and 'mente con tecnología intuitiva. En conjunto, la luz, el puente y los controles inteligentes cambian la manera de controlar y experimentar la luz.'	<p>Combina luz LED brillante y eficiente energéticamente con tecnología intuitiva. En conjunto, la luz, el puente y los controles inteligentes cambian la manera de controlar y experimentar la luz. Te ayuda a recargar la energía, a leer, a concentrarte y a relajarte. Personaliza las rutinas diarias.</p>
<p><b>Helios Touch</b></p>	 A woman's hand touching a wall-mounted light fixture composed of several hexagonal panels. Some panels are illuminated, while others are dimmed. The woman is seen from the side, looking at the light panels.	<p>Los paneles led de bajo voltaje proporcionan una luz limpia, segura y ofrecen la posibilidad de regular la intensidad y la posición de la iluminación según la necesidad. Los módulos se conectan entre sí mediante contactos magnéticos, lo que permite reorganizarlos de forma muy sencilla.</p>

Figura 13




OBJETIVOS	APROXIMACIÓN METODOLÓGICA	TÉCNICAS	ACTIVIDADES	
DETERMINAR LAS VARIABLES DE LA LUZ QUE INCIDEN EN EL AMBIENTE DE APRENDIZAJE DE LOS NIÑOS A MEDIDA QUE AVANZA LA RUTINA DIARIA.	Cualitativo	Literature reviews	1. Elaboración de mapa conceptual 2. Contrucción del diálogo temático / pauta temática	
		Entrevistas	3. Crear formulario de entrevista 4. Reconocer las actividades rutinarias de la jornada	
		Photo Studies	5. Tener registro de fotografías de actividades en aula 6. Reconocer las actividades rutinarias de la jornada	
Literature reviews		7. Recopilar literatura sobre casos de estudios y antecedentes		
Mapa de comportamiento		8. Reconocer las actividades y rutinas de jardines infantiles		
Análisis		9. Analizar el estado emocional de los niños y su vinculación con las actividades durante la jornada. 10. Analizar interacciones críticas		
INTERPRETAR EL COMPORTAMIENTO Y EL ESTADO EMOCIONAL DE LOS NIÑOS Y SU VINCULACIÓN CON LAS ACTIVIDADES DURANTE LA JORNADA.	Cualitativo y cuantitativo	Caso de estudio Experimento basal	1. Definir las actividades pedagógicas a realizar según opiniones de parvularias en cuanto a la planificación del día en el jardín 2. Según literatura y conversaciones con expertos, definir temperatura de color e intensidad para las diferentes pruebas de luz 3. Crear tabla Excel con todas las variables que abarcan el diseño experimental 4. Crear un ambiente simulado de jardín infantil en mi casa para protipar y experimentar con el usuario 5. Ir a buscar los dispositivos de iluminación dinámica para poder testear y experimentar con los dispositivos 6. Conocer la tecnología Casambi de los dispositivos. Jugar con la aplicación y aprender sus opciones dinámicas 7. Traer al usuario a conocer el lugar y empezar a empatizar con este. Acomodación 8. Comenzar actividad 1. Sacar conclusiones y reflexiones críticas	
Técnicas experimentales cuantitativas			9. Reflexión crítica de cada prueba de luz, comportamientos en la actividad. Observación al las interacciones del usuario 10. Evacuar el ambiente simulado debido a contagio de COVID en el hogar. Ir a vivir con el usuario	
			11. Nuevo ambiente experimental con mayores distracciones pero más parecido a un jardín infantil. Proceso de adaptación. 12. Comenzar actividad 2. Repetir el proceso secuencial; desde la iluminación fija del lugar hasta la ultima prueba de color 13. Llevar análisis exhaustivo de todo lo que va pasando. Obervación a las respuesta del usuario	
Mapa conceptual			14. Verificar los resultados y cruzarlos con la revisión de la literatura 15. Comenzar la actividad 3 para reforzar los resultados benefactores de la experimentación 16. Volver al primer lugar de ambiente simulado. 17. Empezar a cerrar la etapa de prototipado con el usuario y entrar a medir reflexiones de luz del lugar de trabajo. 18. Sacar conclusiones respecto a las diferentes absorciones de luz segun materiales de trabajo y color de la superficie	
ANALIZAR COMPARATIVAMENTE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN FUNCIÓN DEL ESTUDIO BASAL CRUZANDO LOS RESULTADOS CON LA LITERATURA.			Análisis de resultados	1. Sacar conclusiones, proyecciones y sugerencias sobre los resultados obtenidos 2. Analizar críticamente las diferentes absorciones de luz y dar sugerencias para futuras políticas públicas
			Triangulación de datos	1. Evaluar la tecnológica - Reconocer la importancia del ciclo circadiano



Figura 14


**NIÑOS Y NIÑAS**

2 - 6 años  
Rutina completa de las actividades provocadas por parvularias en el Jardín Infantil.

Educadora de Párvulo  Técnico en Educación Parvularia  Niños y niñas de 2 a 6 años (17 o más por sala) 

**JORNADAS**

- De mañana: 12:30
- Extendida: 13:15 / 14:00
- Completa: 17:00



Se prenden en la mañana y se mantienen hasta la hora que se van.

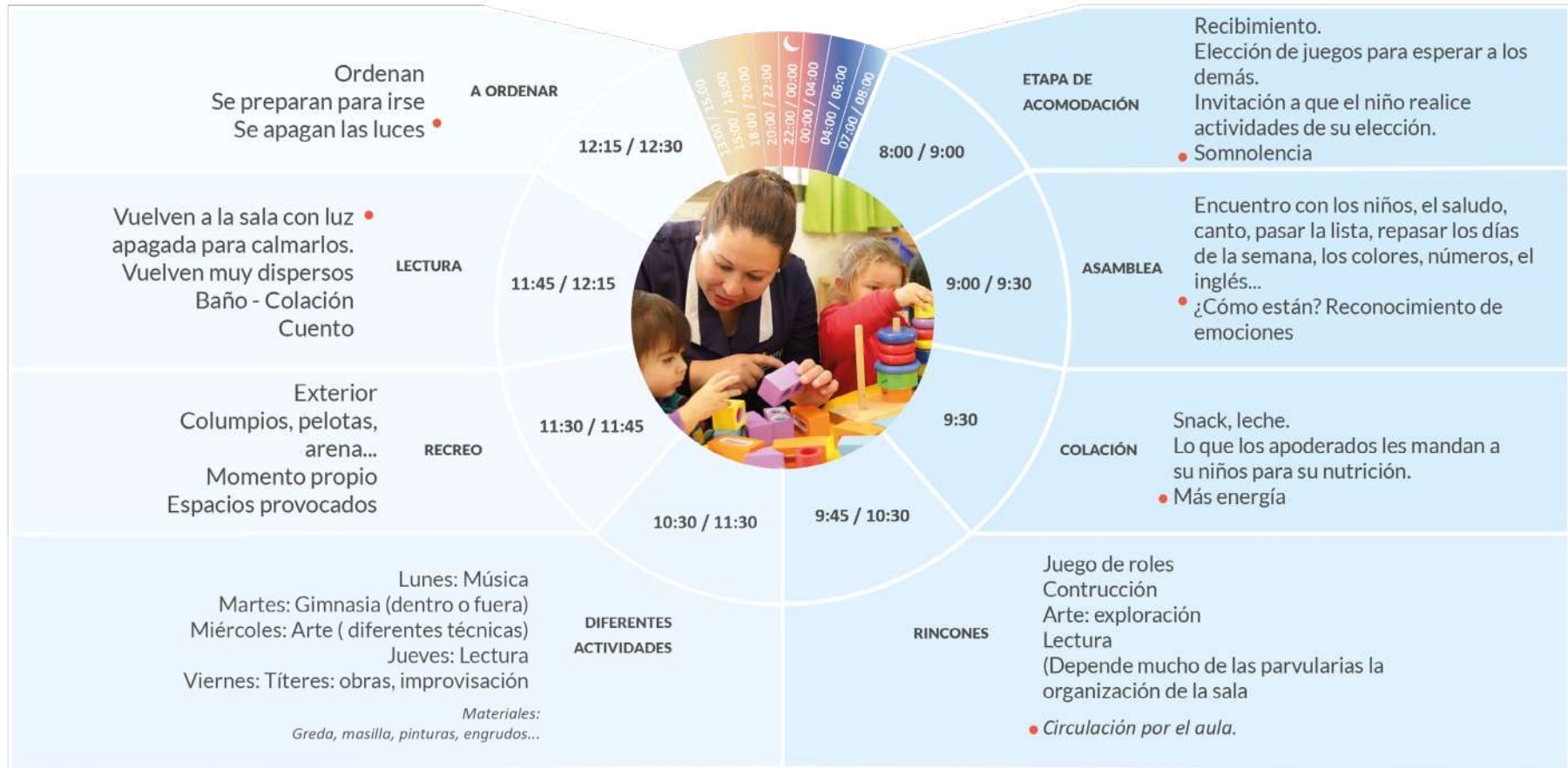


Figura 15



Figura 16

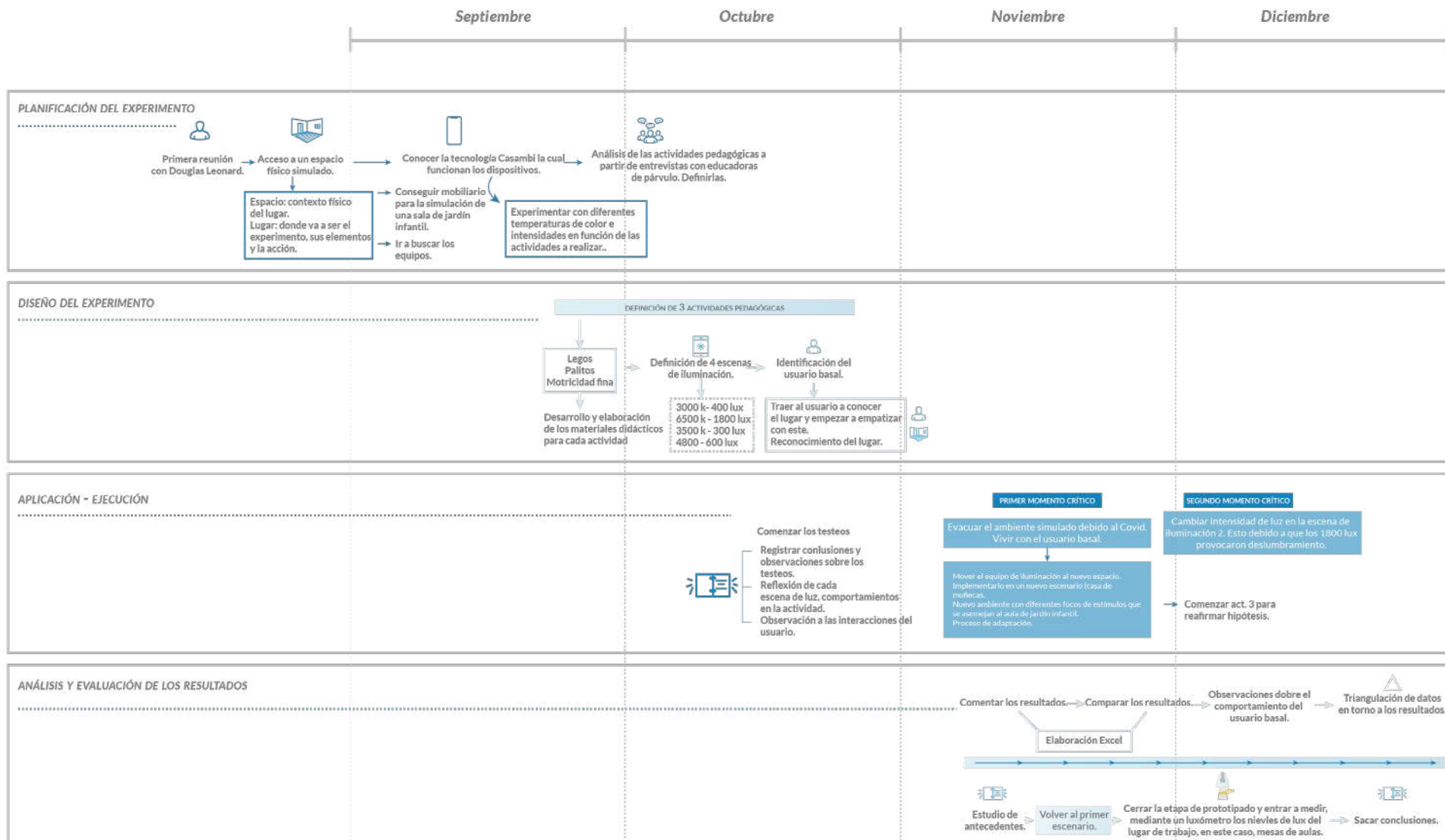


Figura 17

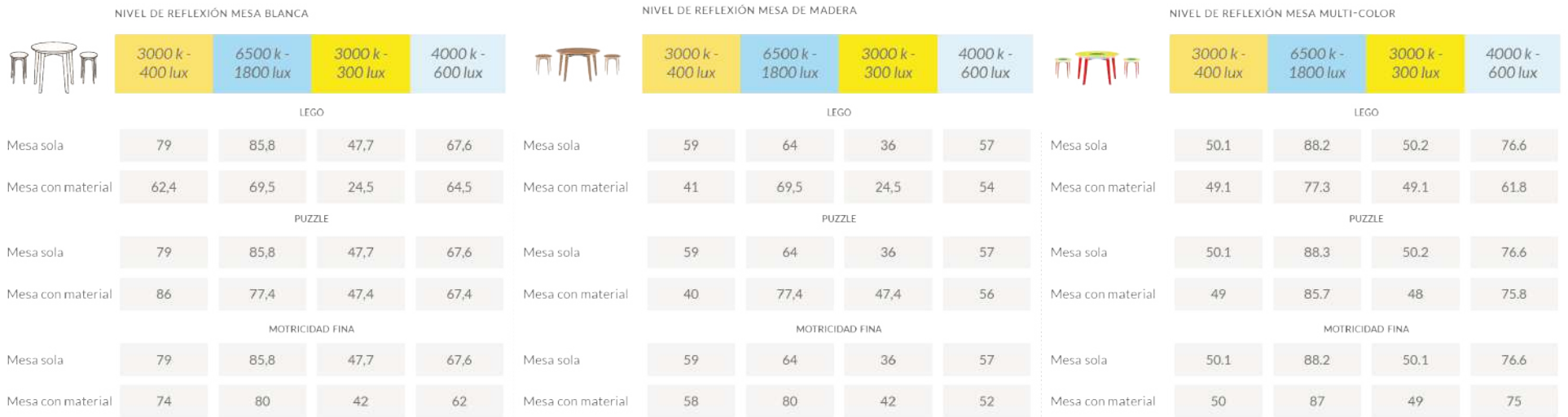


Figura 18

	LÍNEA BASE			ESCENA 1			ESCENA 2			ESCENA 3		
	3000 k - 400 lux			6500 k - 1800 lux			3500k - 300 lux			4800 k - 600 lux		
VARIABLES	Ambiente Simulado	Casita de muñecas		Ambiente Simulado	Casita de muñecas		Ambiente Simulado	Casita de muñecas		Ambiente Simulado	Casita de muñecas	
Fecha	24 - 09	26 - 10	05 - 11	29 - 09	28 - 10	06 - 11	25 - 09	29 - 10	07 - 11	26 - 09	30 - 10	08 - 11
Hora	12:00	12:30	12:30	12:00	12:30	12:30	12:30	12:30	12:30	12:30	12:30	12:30
Actividad	Legos	Puzzle	M. Fina	Legos	Puzzle	M. Fina	Legos	Puzzle	M. Fina	Legos	Puzzle	M. Fina
Observaciones antes de:	<b>Transición a la adaptación para la actividad : 10 / 20 minutos. - Ninguna intervención de luz. - Equipo situado a 80 cm del cielo.</b>											
Observaciones durante:	Dispersa. Construcción de torres de muchos colores. Pérdida de interés.	Hiperventilada. Movimientos bruscos y torpes con los palos. Frustrada.	Desconcentrada. Falta de atención e interés. 4 círculos	Mayor interés. Lo hizo en menor tiempo.	Frustrada pero con ganas de seguir. Mayor cautela en nivelar los palitos	Mayor motivación. 7 círculos.	Interrumpía. Desconcentrada y dispersa. Precipitada. Trabajo no prolijo.	Dispersa. Confundida y poca seguridad.	Frustración. 3 círculos	Concentrada y mirada fija. Mejor sentada y ojos bien abiertos. Presión. Trabajo prolijo.	Entusiasmada. Mucho más segura. Empoderamiento.	12 círculos. Aprendió a contar hasta el 20.
Tiempo:	3 min, 31 seg	3 min, 27 seg	5 min	2 min, 37 seg	7 min	3 min, 10 seg	4 min, 38 seg	4 min, 10 seg	4 min	2 min	1 min, 19 seg	3 min, 15 seg

Figura 19



Figura 20

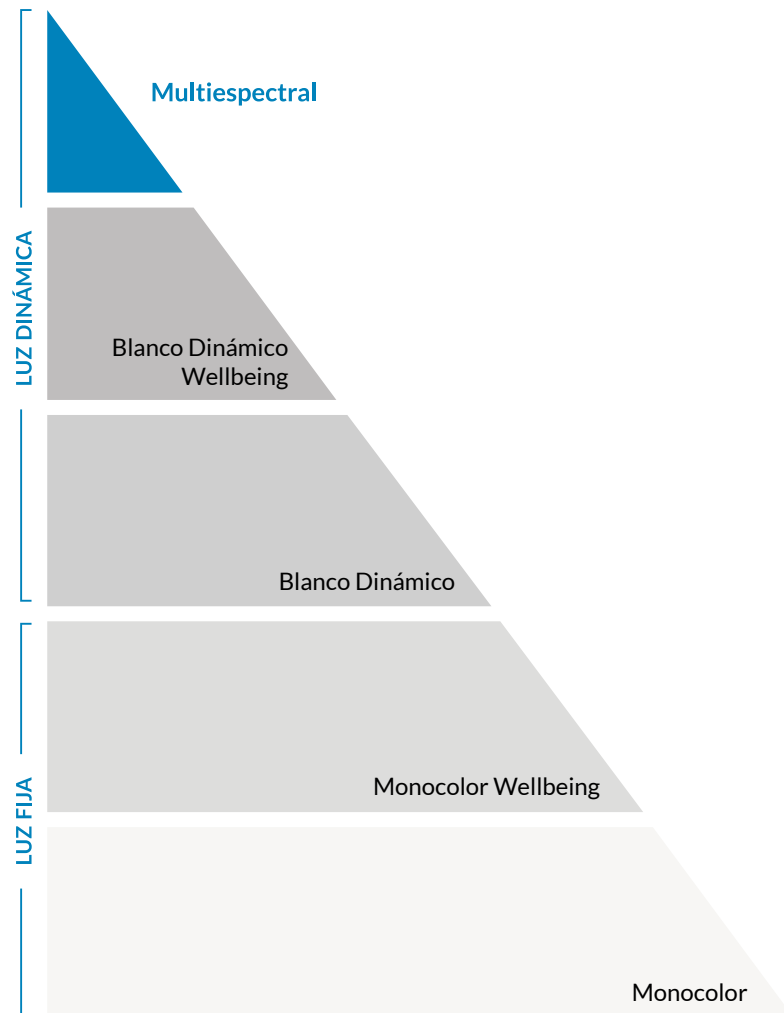




Figura 21



# TABLA COMPLETA REGISTRO

VARIABLES	LÍNEA BASE			ESCENA 1			ESCENA 2			ESCENA 3		
	3000 k - 400 lux			6500 k - 1800 lux			3500k - 300 lux			4800 k - 600 lux		
Fecha	24 - 09	26 - 10	05 - 11	29 - 09	28 - 10	06 - 11	25 - 09	29 - 10	07 - 11	26 - 09	30 - 10	08 - 11
Hora	12:00	12:30	12:30	12:00	12:30	12:30	12:30	12:30	12:30	12:30	12:30	12:30
Actividad	Legos	Puzzle	M. Fina	Legos	Palitos	M. Fina	Legos	Puzzle	M. Fina	Legos	Puzzle	M. Fina
<b>Transición a la adaptación para la actividad : 10 / 20 minutos. - Ninguna intervención de luz. - Equipo situado a 80 cm del cielo.</b>												
Observaciones antes de:	Mesa de madera	Mesa blanca	Mesa blanca	Mesa de madera	Mesa blanca	Mesa blanca	Mesa blanca	Mesa blanca	Mesa blanca	Mesa blanca	Mesa blanca	Mesa blanca
Observaciones durante:	Super dispersa. Le costó entender las instrucciones. Construía las torres con diferentes colores. Perdida y con ganas de ir a hacer otra cosa.	Muy hiperventilada. Me mostraba sus vestidos y todo lo que tuviera frutas (acorde a la actividad). Tenía movimientos muy bruscos con los palitos. No entendía mucho el orden de las frutas ni qué había que hacer. En un minuto me dijo que no podía y se frustró. Dejé la actividad para el día siguiente.	Emilia no quería comenzar la actividad. Se notaba cansada y de mal humor. Decía que NO a todo. Al no tener interés en ejecutar la actividad, se distrajo con cada estímulo y juguetes dentro de la casita de muñecas. Sólo logró meter 4 círculos al cordel.	Mucho más metida en la actividad. Terminó antes y quería jugar otra vez. Siguió concentrada a pesar de que se haya terminado la actividad. Se veía interesada a seguir. Cuando me fui se levantó a buscarme.	Me empezó a preguntar por la luz, qué era, cómo funcionaba... Me empezó a repetir las instrucciones. Tampoco lo logró pero tenía ganas de seguir tratando. No se dio por vencida y me decía que lo hicieramos juntas. La ayudé y lo logramos después de 7 minutos. Luego de eso lo pudo hacer sola y varias veces. Lo hizo en más tiempo pero mucho más concentrada y con más cautelosidad en nivelar los palitos.	El usuario tuvo ganas y entusiasmo en comenzar la actividad. Cruzó 7 círculos por el cordel y quiso repetir la actividad. Se notaba más animada y cómoda con el material de juego.	Interrupción en las instrucciones. Se levantó a ver los legos al canasto, le hablaba a su conejo y no prestó mucha atención pero se acordaba en qué consistía. Partió el tiempo y se precipitó. Creyó que era una carrera y lo hizo muy rápido y las torres de cualquier forma. Sólo quería terminar las torres. Se demoró poco pero un trabajo menos prolijo.	Dispersa. Me vuelve a repetir las instrucciones. Me pide que la ayude pero le dije que ella podía hacerlo sola. (Empoderamiento y guiar el trabajo). Con más seguridad.	El usuario volvió a no sentirse con ganas de realizar la actividad. Sin embargo, quiso realizar la actividad. Tenía ganas de hacerlo mejor pero la frustración sólo le permitió cruzar 3 círculos en 4 minutos.	Menos hiperventilada y mirándome fijo para esperar a que yo hablara. De manera inconsciente esta mejor sentada y los ojos bien abiertos. Partió la actividad y no hizo nada. Se quedó mirando los legos y comenzó super lento. La precisión y las formas fueron de otra categoría. Todas las torres tenían una buena base y todas se paraban. Hubo más calma y por lo tanto un trabajo mejor hecho y mucho más pensado.	Mucho más entusiasmada. Me acordó a mí que teníamos que ir a hacer la actividad. Me pidió los tres dibujos para analizarlos y ver cuales iban con cuales (muy difícil, 12 palitos). Fue muy rápida y me pidió hacerlo varias veces. Terminó en menos tiempo y mucho más segura. Después me pidió si podíamos ir a comer las frutas dobujadas en los palitos.	El usuario logró cruzar 12 círculos en tiempo récord. Su nivel de concentración ayudó en la precisión con la cual realizó la actividad. Esto ayudó muchísimo a desarrollar su motricidad fina y memoria, ya que también aprendió a contar hasta el número 20, sabiendo hasta ese momento solo contar hasta el 10.
Tiempo:	3 min, 31 seg	3 min, 27 seg	5 min	2 min, 37 seg	50 seg	3 min, 10 seg	4 min, 38 seg	4 min, 10 seg	4 min	2 min	1 min, 19 seg	3 min, 15 seg



# COLUMNA PARVULARIAS

Comentarios	Preguntas	Conclusiones / Observaciones personales			
<p>Conceptos clave de cada respuesta:</p> <p>1. Jornada extendida: Talleres; gimnasia, lecturas... no son clases.</p> <p>2. Planificación: 2.1 Planificación mensual; ej. Mes del dinosaurio. Todas las áreas se vinculan con el animal. Trabajo por rincones. 2.2 Planificación semanal 8-9: tiempo de adaptación 9: ordenar 9 – 9:20: saludo, clima, emociones 10 - 10:20: Colación en mesas. 10:20 – 11: Patio. Juego libre. 11-12: actividades 12: orden</p> <p>2.3 8:00: juego libre: escogen material de la sala y esperar a que los demás lleguen 9:00: Saludo. Actividad en grupo grande. 9:30: se sale al patio 9:45: se vuelve a entrar a la alfombra. 10: colación en mesas 10:15: se vuelve a la alfombra a jugar</p> <p>12:15 – 13:30: almuerzo, siesta y otros hasta las 14:00 15:30: se van</p> <p>3. Metodologías 3.2: Aprendizaje guiado. Ellos exploran</p> <p>3.3 De todo un poco.. Rincones</p> <p>4. De qué sirve 4.1 Son esponjas de los 2 a 8 años Formación con experiencias Socializar Internalizar desde chicos 4.3 El niño desarrolla su cerebro, base de todo lo que él va a ser en los primeros 8 años de vida. todas las primeras interacciones que tengan, van a</p>	<p>PARVULARIAS</p> <p>M.Luisa Fuenzalida Florencia Serrano Teresita Labra Dolores Alvarado Antonia Somarriva Sofía Balbi Antonia escarnio Consuelo amenazar Emilia Larraín Florencia correa Josefa Figueroa Josefina alcalde Rosario Vasquez Sofía stegen Victoria muller</p> <p>1. Comentar sobre los diferentes horarios de jornada. (Jornada completa, jornada extendida...) y qué actividades se realizan luego de la 12:30 pm.</p> <p>2. Compartir la planificación del día, si la cambian semanal o mensualmente / En qué consiste / Qué es lo que pasa en un día. La idea es que yo me sitúe en el lugar y poder imaginarme qué es lo que pasa a cada hora, desde las 8 de la mañana hasta el medio día:</p> <p>3. Comentar sobre las actividades pedagógicas / metodologías utilizadas (Reggio Emilia, Montessori...) y en qué consisten / cómo aprenden los niños:</p> <p>4. De qué sirve el jardín infantil / por qué es importante que comencemos el aprendizaje a esa edad.</p> <p>5. Materiales didácticos, juegos, rincones, métodos de aprendizaje (como aprenden):</p> <p>6. Explayarse en todos los momentos sumamente importantes, especificados con timings. (Ej: en la mañana el saludo dura tantos minutos, cómo están los niños, si es que llegan</p>	<p>Jardines subvencionados; jornada extendida: desayuno, almuerzo, té Jardines privados: 12:30 – 13:00</p> <p>Concordancia</p> <p>Parvularias preparan el ambiente, no las actividades. Deja libertad en el aprendizaje.</p> <p>Momentos críticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo de llegada : 3 dicen que si, 2 que no..</li> <li>- Después del patio: energéticos pero cansados.</li> <li>- Después de la colación. Volver a sentarse es un proceso más lento porque se soltaron. Hay que llamar la atención con una actividad muy wow:5de 5</li> <li>- Al final del día están cansados: 5 de 5</li> </ul> <p>Momento de concentración super corto Al final del día están cansados – lectura Am: workshop: materiales concretos movimiento: mayor concentración story time: bajar revoluciones flash cards: memoria</p> <p>Porqué es importante ir al jardín: El niño desarrolla su cerebro, base de todo lo que él va a ser en los primeros 8 años de vida. todas las primeras interacciones que tengan, van a transformarse en su persona misma. Todo lo que se vive en estos años, el cerebro es una esponja. Seguridad en sí mismo, Optimismo y metas a futuro.</p> <p>Los primeros años de vida son fundamentales en el aprendizaje y desarrollo del niño, su cerebro está en el pick de la plasticidad neuronal entonces es mucho más fácil aprender. El cerebro modifica sus estructuras en base a las nuevas experiencias que reciben los niños en el colegio. Además, es un lugar en donde se comienza a interactuar con pares, se aprenden habilidades blandas necesarias para vivir en sociedad.</p> <p>Discordancia Tipos de actividades pedagógicas Planificación semanal o mensual Metodologías y tiempos. Algunos salen al patio antes, otras actividades...</p>	<p>transformarse en su persona misma. Todo lo que se vive en estos años, el cerebro es una esponja. Seguridad en sí mismo, Optimismo y metas a futuro.</p> <p>5.1 Am: workshop: materiales concretos movimiento: mayor concentración story time: bajar revoluciones flash cards: memoria 5.4 puzzles, encajes, domino</p> <p>7. Momentos más críticos: 7.1 Momento de concentración super corto. Mezclar una act de concentración con alguna de movimiento (Patrones y después recreo por ej.) PM: super cansados: lectura</p> <p>7.2 Después del patio: energéticos pero cansados. Am: hay niños que llegan super cansados.</p> <p>9. Iluminación 9,1 Luz prendida todo el día Aula super oscura Mucho desorden</p> <p>9,2 2 interruptores prendidos todo el día Depende mucho el color de la sala.</p> <p>9,3 2 - 4 interruptores Por ley: todos tienen una muralla entera de ventana. Está la intención pero normalmente no llega el sol. Cuando entra el sol les molesta muchísimo el sol directo. Que llegue luz y no el sol. (Roller)</p>	<p>muy dormidos, en qué minutos del día están más dispersos, cuándo cuesta más tenerlos concentrados... etc.)</p> <p>7. Momentos de la jornada que son más difíciles tanto para las parvularias como para los niños:</p> <p>8. Comportamiento a medida que pasa la jornada / comunicación de emociones:</p> <p>9. Iluminación dentro de la sala: cuántos interruptores / si están prendidos toda la jornada...</p>	<p>Infraestructura: 2 de 5: buena iluminación 3 de 5: aulas muy oscuras.</p>

F41SF112MOOP8TWDB

FIL45 SUR 1120 2800 TW OPAL DALI BK.



**Descripción:**

Estructura de superficie para suspender o adosar modelo FIL45 SUR 1120 2800 TW OPAL DALI BK. de la marca LAMP. Fabricada en extrusión de aluminio pintado en color negro mate con difusor de policarbonato opal. Modelo para LED MID-POWER, con temperatura de color blanco dinámico y equipo electrónico incorporado. Con un grado de protección IP20, IK07. Clase de aislamiento I. Seguridad fotobiológica grupo 0.

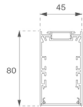
**Acabado:** Negro mate RAL 9011

**Dimensiones:** 1.120 x 45 x 80 mm

**Peso:** 2.606 g

**IEE:** A+

**Instalación:** Superficie



**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:**

**Flujo de salida:** 2.935 lm

**K:** TW

**Plum:** 30.6W

**IRC:** 80

**Eficacia:** 95,9 lm/w

**MacAdam:** 3

**Fuente de Luz:** MID POWER OSRAM

**Alimentación:** 220-240V 50/60Hz

**Horas de vida led:** 50.000 L80 B10

**Equipo:** Regulable DALI

**Pied:** 27W



**Opciones Personalizables:**

**DATOS FOTOMÉTRICOS :**

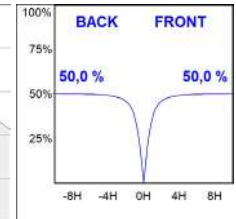
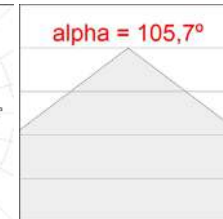
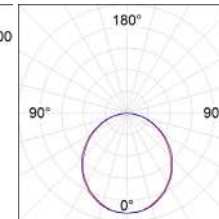
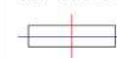
F41SF112MOOP8TWDB\_400

$\eta = 100\%$

$I_{max} = 367 \text{ cd/klm}$

UTE: 1,00E

CIE: 48 79 96 100 100

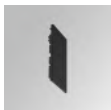


ACCESORIOS :

Montaje



**Cód. producto:** F4JO **Descripción:** FIL45 ACC. INTM JOINT B



**Cód. producto:** F4SUECB **Descripción:** FIL45 ACC. SUR END COVER BK.



**Cód. producto:** F4SUECG **Descripción:** FIL45 ACC. SUR END COVER GR.



**Cód. producto:** F4SUECW **Descripción:** FIL45 ACC. SUR END COVER WH.



**Cód. producto:** F4TORFG **Descripción:** FIL45 ACC. TOOL REMOVE REFLECTOR

ACCESORIOS :

Suspensión



**Cód. producto:** F4SUCAEMFA10 **Descripción:** ACC. ELECMEC FIL45 QUICK SUSP 1M BK.  
F4SUCAEMFA40 ACC. ELECMEC FIL45 QUICK SUSP 4M BK.



**Cód. producto:** F4SUCAEMFA10 **Descripción:** ACC. ELECMEC FIL45 QUICK SUSP 1M GR.  
F4SUCAEMFA40 ACC. ELECMEC FIL45 QUICK SUSP 4M GR.



**Cód. producto:** F4SUCAEMFA10 **Descripción:** ACC. ELECMEC FIL45 QUICK SUSP 1M WH.  
F4SUCAEMFA40 ACC. ELECMEC FIL45 QUICK SUSP 4M WH.



**Cód. producto:** F4SUCAWI1000D **Descripción:** ACC. ELECMEC FIL45 QUICK SUSP 1M 5P BK.  
F4SUCAWI4000D ACC. ELECMEC FIL45 QUICK SUSP 4M 5P BK.



**Cód. producto:** F4SUCAWI1000D **Descripción:** ACC. ELECMEC FIL45 QUICK SUSP 1M 5P GR.  
F4SUCAWI4000D ACC. ELECMEC FIL45 QUICK SUSP 4M 5P GR.



**Cód. producto:** F4SUCAWI4000D **Descripción:** ACC. ELECMEC FIL45 QUICK SUSP 4M 5P WH.

