



**fau**

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

DISPOSITIVO DE  
VISUALIZACIÓN DE  
EXPOSICIÓN SOLAR

D-ves

VISUALIZAR PARA VISIBILIZAR

**Memoria para optar al título de Diseñador Industrial**

**Matías Rodríguez Bastías**

Profesor Guía: Pablo Domínguez  
Santiago de Chile, 2023





DISPOSITIVO DE  
VISUALIZACIÓN DE  
EXPOSICIÓN SOLAR

D-ves

VISUALIZAR PARA VISIBILIZAR

**Memoria para optar al título de Diseñador Industrial**

Matías Rodríguez Bastías

Profesor Guía: Pablo Domínguez

Santiago de Chile, 2023



Foto por Matías Rodríguez.





# AGRADECIMIENTOS

---

A mi Madre, por su infinito apoyo y fe en mis capacidades.

A mi Padre, por su preocupación.

A mi Hermano Nacho, por proporcionarme el alcance hacia lugares indispensables para este proyecto.

A mi hermano Benja por su comprensión y compañía.

A mi Lela por sus aportes.

A mi mejor amigo Mati, por tenerme siempre fe.

A María, por su grandísimo apoyo emocional en tiempos difíciles.

A Nacho, por su orientación tecnológica.

Y a Cali, por su apoyo incondicional, un gran pilar que hizo posible este proyecto, sin duda una persona muy especial.



# RESUMEN

Este proyecto aborda la falta de atención al déficit de vitamina D en el personal de salud desde una perspectiva del diseño. Actualmente, se enfatiza la prevención con respecto a exposición solar debido a décadas de campañas que promueven el cuidado de la piel ante los riesgos de sobreexposición. Sin embargo, existe poca atención a la falta de exposición solar, y por ello este proyecto propone una herramienta que se integra en el contexto de riesgo en el que se encuentra el personal de salud.

A través de la investigación de métodos de medición solar y el uso de recursos tecnológicos de fuente abierta, se logró una convergencia entre la dosimetría UV y el ecosistema de Arduino. Esto resultó en un producto que se incorpora a la indumentaria clínica, aprovechando la visibilidad y obligatoriedad de la credencial según las normativas.

Para desarrollar una propuesta funcional, se investigaron y sistematizaron diferentes métodos y etapas para la fabricación de placas de circuito, creando una guía de producción clara y accesible, siempre buscando la mejora continua. Dado el alto costo y la dificultad de acceder al conocimiento necesario para fabricar circuitos de manera no industrial, este proyecto se posiciona como una opción viable y efectiva para producir placas de circuito impreso (PCB) en pequeña y mediana escala, sin desvincular al productor del material y proporcionando los conocimientos necesarios durante el proceso.

El dispositivo de visualización de exposición solar, D-ves, permite visualizar los tiempos de exposición para destacar una problemática que ha pasado desapercibida.

## PALABRAS CLAVE

---

Invisibilización, Déficit de vitamina D, Personal de salud, Prevención, Dosimetría UV, Arduino, Indumentaria clínica, Visualización.





## INTRODUCCIÓN

MOTIVACIÓN

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

OBJETIVOS



## 1 ¿QUÉ ES LA LUZ NATURAL?

1.1 ¿QUÉ ES LA LUZ NATURAL?

1.2 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO



## 2 SOL Y SER HUMANO

2.1 DICTOMÍA SOLAR



## 3 ¿QUÉ ES LA LUZ NATURAL?

3.1 VITAMÍNA D

3.2 VITAMÍNA D Y CICLO CIRCADIANO

3.3 DÉFICIT DE VITAMÍNA D EN CHILE

3.4 DÉFICIT DE VITAMÍNA D EN EL PERSONAL DE SALUD



## 4 COMUNICACIÓN VISUAL

4.1 DISEÑO PARA EL COMPORTAMIENTO



## 5 ANÁLISIS DE USUARIO

5.1 AMBIENTE LABORAL

5.2 RESULTADOS DE LA ENCUESTA

5.3 MAPA DE EMPATÍA



## 6 CONCEPTUALIZACIÓN

6.1 ¿QUÉ ENTENDEMOS POR INDUMENTARIA?

6.1.1 CÓDIGO DE VESTIMENTA

6.2 IDENTIFICACIÓN Y VISUALIZACIÓN

6.3 REQUERIMIENTOS ESTÉTICOS

6.4 SIMBOLOGÍA

## 7

### ESTADO DEL ARTE

#### 7.1 VITAMÍNA D

7.1.1 LANYARD

7.1.2 BROCHE TIPO CAIMÁN

#### 7.2 PRODUCTOS DE MONITORIZACIÓN UV

7.2.1 AUTOCUIDADO

7.2.2 PREVENCIÓN PÚBLICA

7.2.3 PREVENCIÓN ÁREA LABORAL O USO PROFESIONAL

7.2.4 MONITORIZACIÓN PERSONAL EN CONTEXTO HOSPITALARIO

#### 7.3 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

#### 7.4 RECURSOS

7.4.1 RECURSOS TECNOLÓGICOS ACTIVOS

7.4.2 RECURSOS TECNOLÓGICOS REACTIVOS

## 8

### PROCESO DE DISEÑO

#### 8.1 MEDICIÓN UV

8.1.1 SENSOR UV

PROTITIPO SENSOR UV

#### 8.2 LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO

8.2.1 TIEMPOS MÍNIMOS DE EXPOSICIÓN

NIVEL DE ÍNDICE UV

ACUMULACIÓN DE TIEMPO

FOTOTIPO

#### 8.3 PROTOTIPADO DE CIRCUITO

8.3.1 SELECCIÓN DE COMPONENTES

8.3.2 CONFECCIÓN PLACA DE CIRCUITOS IMPRESOS

8.3.2.1 TRASPASO DE TINTA

8.3.2.2 ENSAMBLAJE DE COMPONENTES

PROTOTIPO FUNCIONAL VERSIÓN 1

#### 8.4 DISEÑO DE INTERFAZ

8.4.1 DISTRIBUCIÓN DE LA INFORMACIÓN

PROTOTIPO FUNCIONAL VERSIÓN 2

8.4.2 DISEÑO DE LA INFORMACIÓN

PROTOTIPO FUNCIONAL VERSIÓN 3

#### 8.5 CARCASA

PROTOTIPO DE CARCASA

#### 8.6 FUENTE DE ALIMENTACIÓN

PROTOTIPO CON FUENTE DE ALIMENTACIÓN VERSIÓN 1

PROTOTIPO DE CARCASA CON FUENTE DE ALIMENTACIÓN VERSIÓN 1

8.7 COSTOS DE PRODUCCIÓN PROTOTIPO FUNCIONAL

8.8 PROTOTIPO FORMAL

8.9 ENCUESTA DE RETROALIMENTACIÓN

9

## **PRODUCCIÓN**

## **CONCLUSIÓN**

PROYECCIONES

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**



# ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

## FIGURAS

FIGURA 1: Espectro solar. Elaboración propia.	25
FIGURA 2: Espectro electromagnético. Elaboración propia.	26
FIGURA 3: Línea de tiempo luz solar. Elaboración propia.	30
FIGURA 4: Línea de tiempo luz solar. Elaboración propia.	31
FIGURA 5: Vitamina D2. Elaboración propia.	35
FIGURA 6: Vitamina D3. Elaboración propia.	35
FIGURA 7: Formación de Vitamina D. Elaboración propia.	36
FIGURA 8: Fuentes de vitamina D. Elaboración propia.	37
FIGURA 9: Gráfico déficit vitamina D frente a temporada. Elaboración propia.	39
FIGURA 10: Dr. BJ Fogg fundador del Laboratorio de diseño de comportamiento de la Universidad de Stanford. Fuente: Behavior Model.	45
FIGURA 11: Modelo para el comportamiento de Fogg. Fuente: Behavior Model.	46
FIGURA 12: Mapa de actores. Elaboración propia.	51
FIGURA 13: Gráficos resultados encuesta. Elaboración propia.	54
FIGURA 14: Gráficos resultados encuesta. Elaboración propia.	55
FIGURA 15: Mapa de empatía. Elaboración propia.	58
FIGURA 16: Indumentaria clínica. Elaboración propia.	60
FIGURA 17: Relación usuario, contexto, exposición y credencial. Elaboración propia.	61
FIGURA 18: Moodboard contextual. Elaboración propia.	62
FIGURA 19: Moodboard conceptual. Elaboración propia.	63
FIGURA 20: Íconos sol. Fuente: Flaticon.	64
FIGURA 21: Escala ATES. Fuente: Montaña Segura.	65
FIGURA 22: Semáforo. Fuente: Radio Sago.	65
FIGURA 23: Escala de dolor. Fuente: Prensa Libre.	66
FIGURA 24: Íconos acumulación. Fuente: Flaticon.	67
FIGURA 25: Credencial. Fuente: Color Project.	70
FIGURA 26: Credencial negra. Fuente: World Brand Desing.	70
FIGURA 27: Credencial con broche caimán. Fuente: Shutterstock.	71
FIGURA 28: Broche caimán con tecnología retráctil. Fuente: Shutterstock.	71
FIGURA 29: Monitor de exposición solar personal . Fuente: Qsun.	72
FIGURA 30: Dispositivo de monitoreo. Fuente: Sunsense.	72
FIGURA 31: Pulseras fotocromáticas. Fuente: Ips	74
FIGURA 32: Detector UV. Fuente: Ips.	74
FIGURA 33: Tarjeta de protección para perros. Fuente: Ips.	74
FIGURA 34: Tarjeta alerta solar. Fuente: Ips.	74

FIGURA 35: Solmáforo. Fuente: Municipalidad de San Felipe.	75
FIGURA 36: Sensor UV profesional. Fuente: Detectores.com	76
FIGURA 37: Dosímetro pd3. Fuente: Negocios.cchen.cl	77
FIGURA 38: Dosímetro anillo. Fuente: Negocios.cchen.cl	77
FIGURA 39: Dosímetro pd3 (600-700). Fuente: Negocios.cchen.cl	77
FIGURA 40: Dosímetro tipo fílmico. Fuente: Fine art America.	78
FIGURA 41: Dosímetro de muñeca. Fuente:.	78
FIGURA 42: Dosímetro para abdomen. Fuente: Dosimetría.com	78
FIGURA 43: Dosímetro para abdomen. Fuente: Dosimetría.com	78
FIGURA 44: Arduino UNO. Fuente: Bovem Industrial.	82
FIGURA 45: Catálogo Arduinos. Fuente: Xataka.	82
FIGURA 46: GUYA-S12SD. Fuente: Amazon.	83
FIGURA 47: ML8511. Fuente: Sparkfun.	83
FIGURA 48: Placa PCB perforada de 1 y dos caras. Fuente: Maxelectrónica.	84
FIGURA 49: Placa PCB industrial. Fuente: Hardzone.	84
FIGURA 50: Placa PCB manufactura personal. Fuente: Hardzone.	84
FIGURA 51: Pintura reactiva. Fuente: Solar active.	85
FIGURA 52: Pintura reactiva. Fuente: Solar active.	85
FIGURA 53: Plástico reactivo. Fuente: Solar active.	85
FIGURA 54: Hilo reactivo. Fuente: Solar active.	86
FIGURA 55: Hilo reactivo. Fuente: Solar active.	86
FIGURA 56: Tela reactiva. Fuente: Solar active.	86
FIGURA 57: Prototipo de circuito de medición UV. Elaboración propia.	91
FIGURA 58: Prototipo medición UV. Elaboración propia.	91
FIGURA 59: Sensor de medición UV y pantalla LED. Elaboración propia.	91
FIGURA 60: Interior receptáculo. Elaboración propia.	91
FIGURA 61: Vista digital del circuito del dispositivo de medición uv. Fuente: Circuito.io.	92
FIGURA 62: Escala UV con nivel 0. Elaboración propia.	93
FIGURA 63: Determinación de niveles UV. Elaboración propia.	94
FIGURA 64: LED RGB común. Fuente: Afel.	99
FIGURA 65: Diodo LED común. Fuente: Afel.	99
FIGURA 66: Fragmento del código, colores LED's. Elaboración propia.	
FIGURA 67: Esquemático LED'S y resistencias. Elaboración propia.	
FIGURA 68: LED'S y resistencias. Elaboración propia.	
FIGURA 69: Tipos de piel. Fuente: Shutterstock.	
FIGURA 70: Protoboard. Fuente: Mcielectronics.	

FIGURA 71: Botón pulsador. Fuente: Mcielectronics.	105
FIGURA 72: Resistencia 330 oms. Fuente: Mcielectronics.	105
FIGURA 73: LED RGB. Fuente: Afel.	106
FIGURA 74: Cables para prototipado. Fuente: Afel.	106
FIGURA 75: Diodo LED común. Fuente: Afel.	106
FIGURA 76: Arduino UNO. Fuente: Afel.	106
FIGURA 77: Prototipado del circuito. Elaboración propia.	107
FIGURA 78: Placa PCB de producción industrial. Elaboración propia.	107
FIGURA 79: Placa PCB de producción semi profesional. Elaboración propia.	107
FIGURA 80: Vista protoboard. Elaboración propia.	108
FIGURA 81: Arduino NANO y protoboard. Elaboración propia.	108
FIGURA 82: Vista esquemática. Elaboración propia.	108
FIGURA 83: Logos software especializados. Fuente: Shutterstock.	109
FIGURA 84: Vista PCB. Elaboración propia.	109
FIGURA 85: Diseño de circuito estilo 1. Elaboración propia.	110
FIGURA 86: Diseño de circuito estilo 2. Elaboración propia.	110
FIGURA 87: Diseño de circuito estilo 3. Elaboración propia.	110
FIGURA 88: Papel couché. Fuente: Serikat diseño..	111
FIGURA 89: Papel de transferencia. Fuente: Electronicadiy.	111
FIGURA 90: Papel vinilo de impresión. Fuente: Lumen.	111
FIGURA 91: Referencia roceso traspaso de tinta. Fuente: @grabadoconburil.	112
FIGURA 92: Tinta traspasada. Elaboración propia. Fuente: @grabadoconburil.	112
FIGURA 93: Impresión en couché. Elaboración propia.	112
FIGURA 94: Pieza limpiada. Elaboración propia.	113
FIGURA 95: Espuma verde de la esponja. Elaboración propia.	113
FIGURA 96: Virutilla fina. Elaboración propia.	113
FIGURA 97: Proceso traspaso de tinta. Elaboración propia.	114
FIGURA 98: Proceso traspaso de tinta. Elaboración propia.	115
FIGURA 99: Proceso traspaso de tinta. Elaboración propia.	116
FIGURA 100: Estañado. Elaboración propia.	117
FIGURA 101: Placa doble faz PCB fibra de vidrio 1.5 mm. Fuente: Tienda Poirot.	118
FIGURA 102: Botón pulsador. Fuente: Mcielectronics.	118
FIGURA 103: Resistencia 330 oms. Fuente: Afel.	118
FIGURA 104: Diodo LED blanco. Fuente: Afel.	119
FIGURA 105: LED RGB. Fuente: Afel.	119
FIGURA 106: Arduino NANO. Fuente: Maxelectronica.	119



FIGURA 107: Módulo medición uv. Fuente: Afel.	119
FIGURA 108: Proceso de soldadura. Elaboración propia.	119
FIGURA 109: Reverso placa PCB soldadura. Elaboración propia.	119
FIGURA 110: Parte trasera prototipo funcional. Elaboración propia.	120
FIGURA 111: Diseño placa PCB. Elaboración propia.	120
FIGURA 112: Diseño de circuito estilo 2. Elaboración propia.	121
FIGURA 113: Prototipo funcional V.2. Elaboración propia.	122
FIGURA 114: Parte trasera prototipo funcional. Elaboración propia.	122
FIGURA 115: Diseño caras prototipo funcional. Elaboración propia.	122
FIGURA 116: Close-up nivel UV en modelo 3D. Elaboración propia.	123
FIGURA 117: Close-up acumulación de tiempo en modelo 3D. Elaboración propia.	124
FIGURA 118: Close-up fototipo en modelo 3D. Elaboración propia.	124
FIGURA 119: Parte trasera prototipo funcional V.3. Elaboración propia.	125
FIGURA 120: Diseño placa prototipo funcional. Elaboración propia.	125
FIGURA 121: Semi cortes. Elaboración propia.	126
FIGURA 122: Sensor UV soldado. Elaboración propia.	126
FIGURA 123: LED's bajo superficie. Elaboración propia.	127
FIGURA 124: Biselado sensor UV. Elaboración propia.	127
FIGURA 125: Empalmes. Elaboración propia.	127
FIGURA 126: Haza para lanyard. Elaboración propia.	127
FIGURA 127: Orificio ON/OFF. Elaboración propia.	127
FIGURA 128: Impresión 3D rotada. Elaboración propia.	128
FIGURA 129: Prototipo carcasa en explosión. Elaboración propia.	128
FIGURA 130: Pila Energizer A27. Elaboración propia.	129
FIGURA 131: Prueba prototipo portapilas. Elaboración propia.	129
FIGURA 132: Vista superior prototipo portapilas. Elaboración propia.	129
FIGURA 133: Integración portapilas en la PCB. Elaboración propia.	130
FIGURA 134: Prototipo con fuente de alimentación modelo 3D explosión y close-up tapa deslizable para pila. Elaboración propia.	130
FIGURA 135: Aplicación masilla mágica . Elaboración propia.	131
FIGURA 136: Carcasa sin circuito. Elaboración propia.	131
FIGURA 137: Modelo 3D prototipo funcional. Elaboración propia.	134
FIGURA 138: Clip trasero de sujeción. Elaboración propia.	135
FIGURA 139: Prototipo formal. Elaboración propia.	135
FIGURA 140: Módulo entrevista. Elaboración propia.	137
FIGURA 141: Arduino NANO. Fuente: Aliexpress.	141

FIGURA 142: Módulo sensor UV GYML8511. Fuente: Adrirobot.it.	142
FIGURA 143: LED's SMD 0805. Fuente: Almrose.it.	142
FIGURA 144: LED's SMD RGB PLCC-6. Fuente: Mouser.cl.	142
FIGURA 145: Resistencias SMD. Fuente: Electroart.	143
FIGURA 146: Pila de botón de litio LIR2032 recargable. Fuente: Aliexpress.	143
FIGURA 147: Botón pulsador SMD. Fuente: MSI electronics.	143

## TABLAS

TABLA 1: Requerimientos de uso. Elaboración propia.	81
TABLA 2: Requerimientos de función. Elaboración propia.	81
TABLA 3: Requerimientos estructurales. Elaboración propia.	81
TABLA 4: Registro medidas UV. Elaboración propia.	92
TABLA 4: Límites valores UV para cada nivel. Elaboración propia.	94
TABLA 5: Valores UV espacios techados. Elaboración propia.	94
TABLA 6: Despeje mW/cm2 max nivel 1. Elaboración propia.	95
TABLA 7: Valores mW/cm2 min. y max. niveles 0 a 11. Elaboración propia.	95
TABLA 8: Dosis vitamina D para cada tipo de piel. Elaboración propia.	97
TABLA 9: Tiempos de exposición según fototipo y nivel UV. Elaboración propia.	97
TABLA 10: Tiempos de exposición para cada fototipo. Elaboración propia.	98
TABLA 11: Niveles UV y sus respectivos colores. Elaboración propia.	100
TABLA 12: Estado y latencia de cada nivel. Elaboración propia.	100
TABLA 13: Estado barra acumulación de tiempo. Elaboración propia.	101
TABLA 14: Resumen lógica de funcionamiento. Elaboración propia.	103

# INTRODUCCIÓN

Debido a la dicotomía histórica de la luz solar, con respecto a sus beneficios y consecuencias para el ser humano, se ha vuelto complejo determinar qué es una exposición adecuada. Diversos organismos internacionales de la salud, como la OMS (Organización Mundial de la Salud) han llegado a diferentes conclusiones sobre la exposición solar adecuada y en consecuencia, los niveles de vitamina D, por lo que no se tiene un consenso sobre un umbral saludable. Prevenir complicaciones médicas por la radiación solar y su exposición excesiva es fundamental para mantener una salud adecuada, pero al no concientizar de manera efectiva a la población sobre las complicaciones que genera la carencia de exposición, la principal fuente de obtención de Vitamina D, el déficit de esta se ha vuelto una epidemia en la actualidad .

Esta problemática afecta a diferentes grupos de riesgo, entre los que se encuentran profesionales que pasan una gran parte del día privados de exposición solar.

Si bien se ha notado una tendencia en la población a preocuparse por su bienestar y los factores que lo afectan, como son la alimentación, actividad física o salud mental, el ritmo actual y la dinámica del mundo laboral, privan de los beneficios de la luz solar a las personas confinadas en espacios interiores y reemplazándola por luz artificial. Esta realidad afecta a diferentes sectores de la población, destacando al personal de salud de hospitales y clínicas. Además esto puede traer graves consecuencias que derivarán en alteraciones de distintos ritmos circadianos como el de la temperatura corporal, el estado de ánimo y en el ritmo sueño-vigilia (Jiménez, 2011), además de verse afectada la capacidad de reacción (Arendt, 2010).

En este proyecto se busca aprovechar los recursos visuales de la comunicación y el diseño con el fin de orientarse hacia un diseño conductual que busca contribuir de manera positiva a las acciones, decisiones y hábitos del personal de Salud, grupo altamente afectado por esta problemática. Su propósito es beneficiar al personal de la salud a través de la visualización de la situación, entendiendo que este maneja un nivel de conocimientos que le permitirá actuar en virtud. Además de comunicar su situación no sólo a sí mismos, sino también al resto de sus colegas e interacciones, buscando generar instancias de reflexión y diálogo al respecto.

# MOTIVACIÓN

Cuando comencé mi proyecto de título, lo único que tenía claro era que quería usar la luz a través del diseño para aportar al bienestar de las personas.

En mi experiencia personal, la vida universitaria, semi laboral y el confinamiento en interiores me ha permitido experimentar las consecuencias de la carencia de luz solar. Decidí investigar el porqué y la importancia de esto, y a través de los años me he encontrado con gran cantidad de personas que han vivido experiencias similares. Realicé mi práctica profesional en INCA (Instituto de Neurocirugía Dr. Asenjo) y además por relaciones cercanas con personas que se desenvuelven en esta área, identifiqué que la privación de la luz es una realidad y una problemática muy generalizada en el área de la salud. Ahora que tengo las herramientas necesarias, no puedo quedarme de brazos cruzados si puedo contribuir aunque sea en lo más mínimo a esta situación.

Como primeros acercamientos sobre lo que quería hacer, me preguntaba cómo podría traer la luz solar hacia el interior, pero tras analizar el contexto, este recurso se imposibilitaba y me propuse buscar la oportunidad de diseño de cómo llevar a las personas a la luz del sol, comprendiendo las grandes limitaciones que impone el rubro y su sistema de turnos, además de la gran precaución que se debe tener al incentivar la exposición solar.

# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

Generar un producto y su guía de producción que visibilice la falta de exposición solar sistemática del personal de salud y permita generar un diálogo al respecto.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Conocer la relevancia de la Vitamina D en el cuerpo humano para destacar sus implicancias en el ritmo circadiano.
2. Conocer las dinámicas del personal de salud del caso de estudio para determinar el nivel de exposición solar en su jornada laboral.
3. Sistematizar los procesos de producción para una propuesta que incentive el diálogo en torno a la exposición solar a través de su visualización en el personal de salud por medio de un proceso de desarrollo que considere sus necesidades específicas.



# PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

---

1. ¿De qué manera se podría incentivar al personal de salud a tener una exposición solar consciente y saludable a través de un producto de diseño?
2. ¿Qué recursos de producción tecnológicos y visualización permiten la medición y representación de la radiación ultravioleta?





Foto por Matías Rodríguez.



## CAPÍTULO 1

# LUZ

# NATURAL

**1.1** ¿QUÉ ES LA LUZ NATURAL?

**1.2** ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

## 1.1 ¿QUÉ ES LA LUZ NATURAL?

La luz solar se define en términos amplios como el espectro electromagnético proveniente del Sol. Es esencial para el funcionamiento de los organismos y sistemas del planeta.

La luz natural se considera la luz emitida por el Sol durante el periodo de día del ciclo día-noche y varía según las estaciones del año y la zona del planeta. En zonas más cercanas a los polos, la luz natural también se puede apreciar en periodos de noche o ser totalmente nula durante los meses de invierno.

## 1.2 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

La radiación electromagnética solar es un conjunto de ondas electromagnéticas y materia que el sol irradia hacia el espacio. La tierra recibe esta radiación y parte de ella es reflejada al llegar a la atmósfera terrestre y no entra a la superficie. Otra parte penetra y es absorbida parcialmente, llegando atenuada a la troposfera<sup>1</sup>.

La luz solar que llega a la tierra se compone principalmente de radiación infrarroja, visible y ultravioleta (UV).

Douglas Leonard define que la luz está formada por un conjunto de ondas que se propagan en campos de fuerza eléctricos y magnéticos, y se diferencian en sus propiedades según su

<sup>1</sup> Capa inferior de la atmósfera.

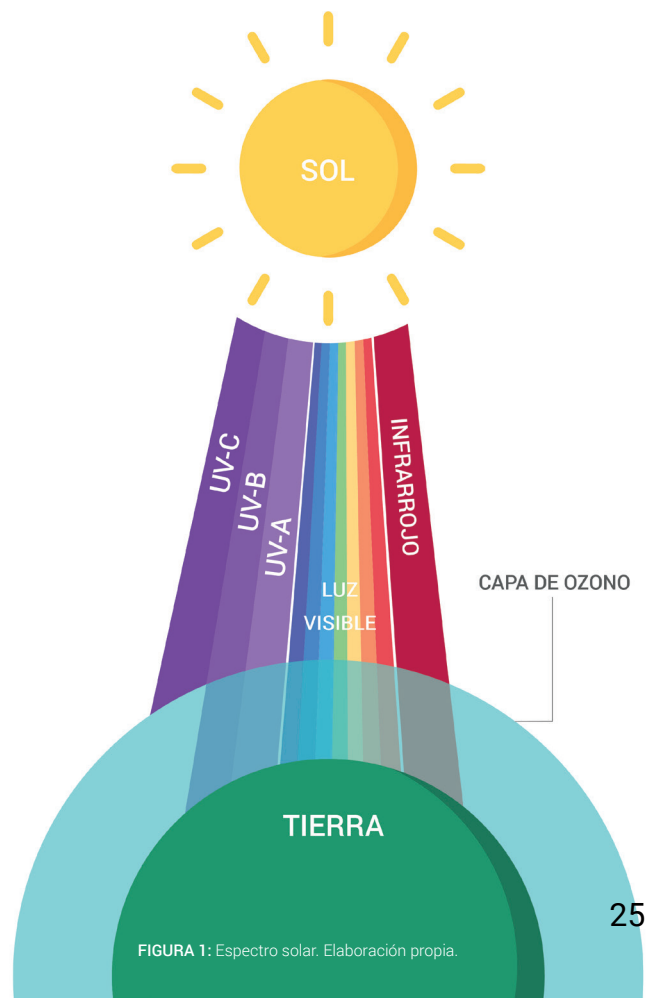


FIGURA 1: Espectro solar. Elaboración propia.

longitud de onda (Leonard, 2018, en Hernández, 2020).

El espectro electromagnético clasifica las ondas electromagnéticas según su frecuencia y ondulación.

El espectro visible, parte de la radiación solar, es la radiación que puede percibir el ojo humano e incluye los colores y solo ocupa una pequeña sección de las radiaciones existentes.

Al lado derecho del espectro visible (FIGURA 2), con mayor longitud de onda, se encuentran los rayos infrarrojos (IR), que son emitidos por cuerpos térmicos como ondas de calor. Los IR se encuentran constantemente alrededor y no son dañinas ni peligrosas para la salud.

A la izquierda del espectro visible se encuentra la radiación ultravioleta (UV) (FIGURA 2), que

corresponde aproximadamente a un 7% del espectro (Bohórquez-Ballén y Pérez, 2007, p. 98). Esta se encuentra subdividida en tres clasificaciones de longitud de onda de manera ascendente: UV-C, UV-B y UV-A. En el recorrido de la radiación hacia tierra, la radiación UV-C y el 90% de la UV-B es absorbida por gases como el ozono, vapor de agua, oxígeno y dióxido de carbono (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], s.f.).

La radiación UV que llega a la superficie de la tierra es en su mayor parte UV-A y un pequeño porcentaje de UV-B. La radiación UV que alcanza la troposfera tiene la capacidad de interactuar con las moléculas, siendo la principal gestora de los cambios foto químicos terrestres (IDEAM, s.f.).

Las radiaciones IR y UV no son visibles, pero son esenciales para el desarrollo de la vida.

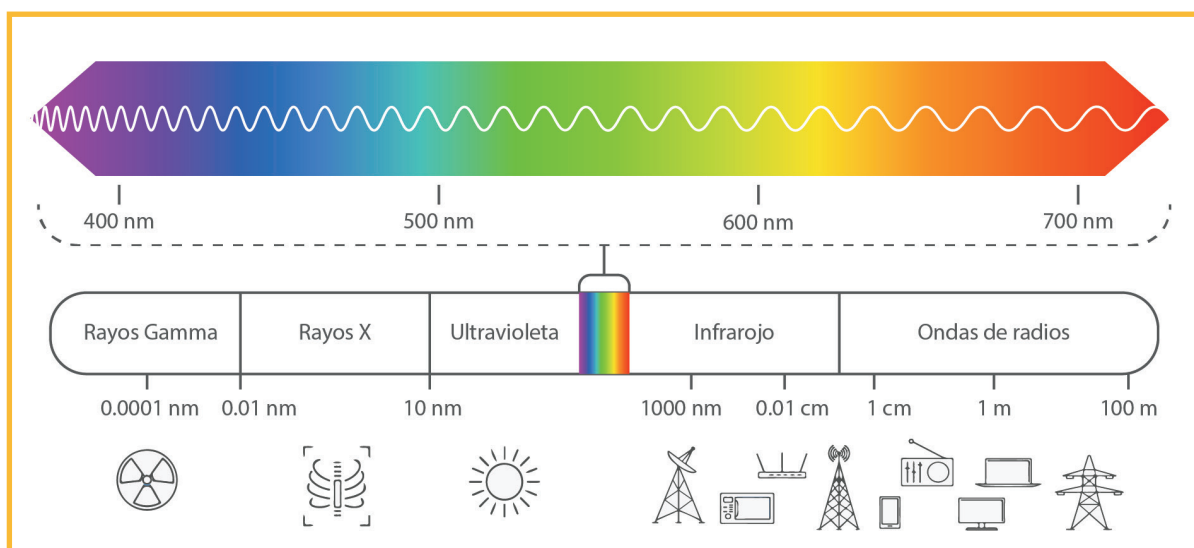


FIGURA 2: Espectro electromagnético. Elaboración propia.

## **CONCLUSIÓN**

La luz solar se define en términos amplios como el espectro electromagnético proveniente del Sol. Es esencial para el funcionamiento de los organismos y sistemas del planeta. La luz natural se considera la luz emitida por el Sol durante el periodo de día del ciclo día-noche y varía según las estaciones del año y la zona del planeta. En zonas más cercanas a los polos, la luz natural también se puede apreciar en periodos de noche o ser totalmente nula durante los meses de invierno.





Foto por Matías Rodríguez.



CAPÍTULO 2

# SOL & SER HUMANO

## 2.1 DICTONOMÍA SOLAR

## 2.1 DICOTOMÍA SOLAR



FIGURA 3: Línea de tiempo luz solar. Elaboración propia basado en Cabrera, Lissi, E., & Honeyman Mauro, J. (2005). Radiación ultravioleta y salud.

La luz proveniente del sol ha sido objeto de veneración durante toda la historia de la civilización humana como creadora de vida y fuente de energía. Han existido diferentes deidades asociadas al astro rey, para los antiguos Griegos y Romanos, Apolo era Dios del Sol y la Luz, fuente de vida y curación, capaz tanto de darla como quitarla. Para el Antiguo Egipto la deidad solar era Ra, símbolo de la luz solar, dador de vida, así como responsable del ciclo de la muerte y la resurrección.

El concepto del Sol en la historia humana siempre ha sido dicotómico, relacionándose tanto con la vida, como con la muerte. En la actualidad en el campo de la medicina se ha llegado a una conclusión similar respecto a los beneficios y consecuencias de la exposición solar para el ser humano.

Durante el periodo grecorromano, Hipócrates prescribió los baños solares (helioterapia) no solo con fines médicos, sino también psicológicos, práctica adoptada por otros eruditos de la época, como Herodoto.

En el siglo XVII en Europa, se evidenciaron efectos negativos de la exposición solar bajo algunas circunstancias, como en pacientes que habían contraído viruela. A partir de esto en Europa y parte de Asia, se comenzó a prescribir a los pacientes minimizar la exposición solar.

Sin embargo, la primera evidencia científica surgió en 1832, cuando un grupo de soldados, luego de contraer el virus, fueron puestos en

cuarentena en un túnel sin acceso a luz solar, recuperándose sin presentar supuraciones o marcas importantes en la piel.

Entre los siglos XVII y XIX, los avances científicos permitieron empezar a comprender lo que hoy en día es conocido como el espectro solar. En 1614, Sala comprobó la capacidad de la luz solar de reaccionar químicamente con cristales de nitrato de plata, cuando estos se ennegrecen al entrar en contacto, descubriendo así que la luz visible no era el único componente de la luz solar.

En 1777, Scheele llegó a una conclusión parecida con una solución de cloruro de plata y papel. Posteriormente realizó el famoso experimento del prisma y la descomposición de la luz del sol, observando que la zona violeta del espectro era la más activa.

En 1801, gracias a las investigaciones anteriores, Ritter acuñó el término “rayos” para referirse a lo que hoy conocemos como radiación ultravioleta, la zona del espectro más activa químicamente, llamándolos en una primera instancia “rayos químicos”.

Desde este punto, el concepto de luz solar se asocia a algo beneficioso para los seres vivos, como agente activo de reacciones químicas. A finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, se considera la exposición solar como positiva para la salud humana.

Las investigaciones apuntaban a descubrir la

naturaleza real de la luz solar y su relación con el espectro ultravioleta. No fue hasta 1928, que Lewis plantea el concepto de fotón como partícula elemental de la luz, gracias a los aportes de Bohr y Einsten.



FIGURA 4: Línea de tiempo luz solar. Elaboración propia basado en de Cabrera, Lissi, E., & Honeyman Mauro, J. (2005). Radiación ultravioleta y salud.

## **CONCLUSIÓN**

La relación entre la luz solar y los seres vivos ha sido objeto de veneración, estudio y cambio de percepciones a lo largo de la historia. Se reconoce su importancia vital, pero también se ha aprendido a manejar los riesgos asociados con la exposición solar, prevaleciendo el enfoque preventivo en la actualidad que incentiva la baja exposición por sobre la alta.



Foto por Matías Rodríguez.

CAPÍTULO 3

# SALUD & LUZ SOLAR

- 3.1 VITAMINA D
- 3.2 VITAMINA D Y CICLO CIRCADIANO
- 3.3 DÉFICIT DE VITAMINA EN CHILE
- 3.4 DÉFICIT DE VITAMINA EN EL PERSONAL DE SALUD

## 3.1 VITAMINA D

Si bien la vitamina D forma parte del grupo de Vitaminas liposolubles<sup>1</sup>, se le considera como una hormona debido a su obtención a través de la bioconversión cutánea (Barberán, et al., 2014), además de tener similitudes moleculares con la estructura de hormonas esteroides clásicas, como por ejemplo la aldosterona, estradiol y cortisol (Norman, 1988).

Existen dos clasificaciones para esta vitamina: El colecalciferol, o vitamina D<sub>3</sub>, y el ergocalciferol, o vitamina D<sub>2</sub>. La Vitamina D<sub>3</sub> (VD<sub>3</sub>) se sintetiza en la piel por la acción de la luz ultravioleta B (UVB) sobre el 7-dehidrocolesterol, siendo esta la principal fuente de esta vitamina para los humanos. La VD<sub>3</sub> también puede obtenerse a través de la ingesta de algunos alimentos, pero es muy escasa en su mayoría y son pocos los alimentos que presentan una mayor concentración (López et al., 2010). La vitamina D<sub>2</sub>, a su vez, se adquiere con el consumo de plantas que reciben radiación UVB, por lo que

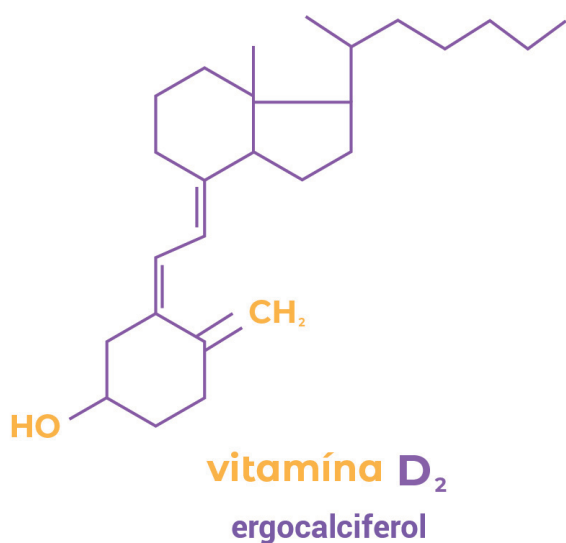


FIGURA 5: Vitamina D<sub>2</sub>. Elaboración propia.

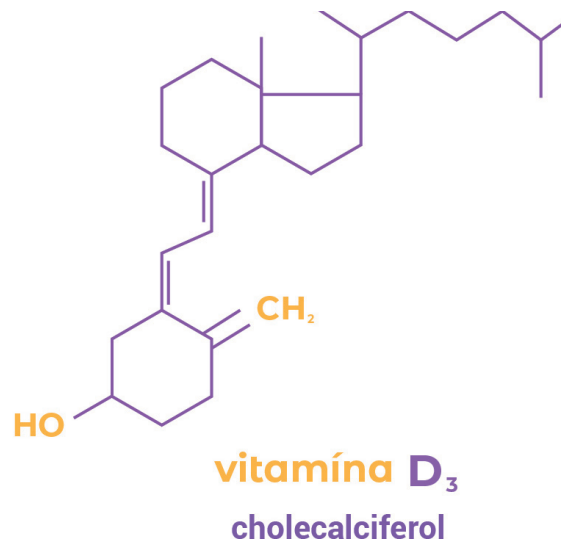


FIGURA 6: Vitamina D<sub>3</sub>. Elaboración propia.

la obtención de vitamina a través de la ingesta de alimentos representa solo un 10% para el humano (Calderón et al., 2012).

Como se mencionó en el párrafo anterior, la VD<sub>3</sub> inicia su proceso de síntesis gracias a la acción de los UVB sobre el 7-dehidrocolesterol, lo que da como resultado la pre-vitamina D<sub>3</sub>. Por el calor de la piel, la previtamina D<sub>3</sub> comienza a transformarse en VD<sub>3</sub> y tras unirse a la vitamina de unión D, se transporta al hígado para convertirse en 25-hidroxicolecalciferol (25-OH-D) o calcidiol, que a su vez se transforma en 1,25 dihidroxicolecalciferol (1,25(OH)<sub>2</sub>D) o calcitriol en el riñón (Wagner, 2008).

Si bien el 25-OH-D<sup>2</sup> es la forma circulante de mayor abundancia (López et al., 2010), es 1,25(OH)<sub>2</sub>D la forma activa de la Vitamina D. Este tiene participación directa con la homeostasis calcio/fósforo<sup>3</sup>, regulando la absorción de

1 Son un grupo de vitaminas que se disuelven en grasas y aceites.

2 Sus concentraciones en la sangre se utilizan para evaluar el estado de la vitamina D.

3 Estado de equilibrio entre los sistemas del cuerpo que se necesitan para sobrevivir y funcionar correctamente.

estos elementos en el intestino, se relaciona a su vez con la hormona paratiroides (PTH)<sup>1</sup>, contribuyendo a la mineralización del esqueleto y la función muscular (Calderón et al., 2012; Bosomworth, 2011).

Como hemos visto, la Vitamina D cumple un rol importante para el organismo y sus niveles se relacionan con los de PTH. El promedio de PTH en relación al nivel de vitamina D es alrededor de 35 pg/ml (PTH) por 30 ng/ml (VD). Entonces, mientras más nos acerquemos a niveles de vitamina D sobre 30, la PTH alcanza su valor normal mínimo equivalente a 35 pg/ml. Valores menores de vitamina D se correlacionan con aumento de la secreción de PTH y determinan un aumento de resorción ósea<sup>3</sup>. (Trincado, 2013)

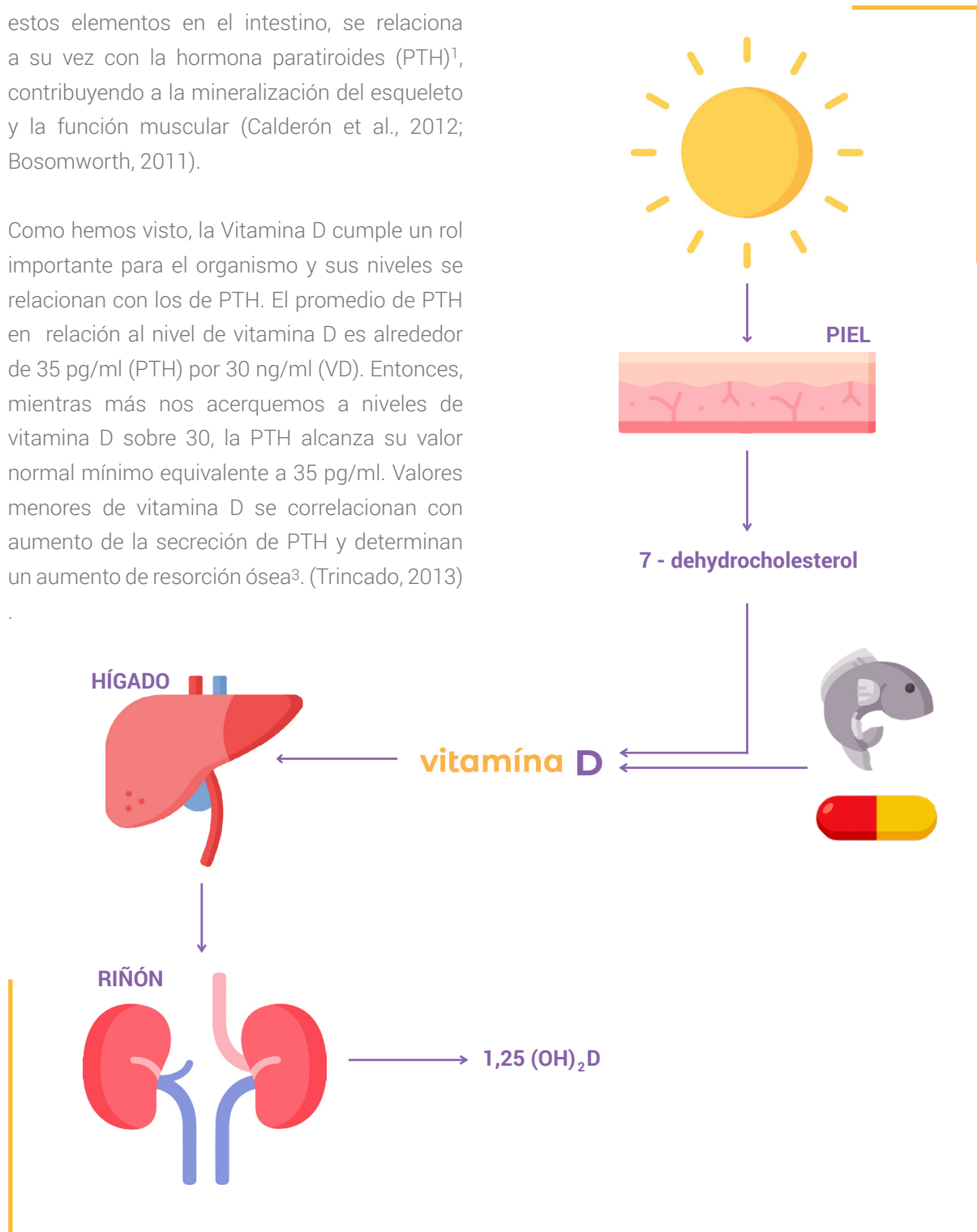


FIGURA 7: Formación de Vitamina D. Elaboración propia.



## 3.2 VITAMINA D Y CICLO CIRCADIANO

Como se mencionó anteriormente, la luz solar afecta diferentes mecanismos biológicos del ser humano a través de procesos fotoquímicos.

Un lapso de 15 a 20 minutos de exposición solar diaria (Salum, et al., 2008) es lo recomendado para obtener la síntesis necesaria de Vitamina D (entre 30 y 40 ng/ml) (Barberán, et al., 2014) a través de la bioconversión cutánea de la UV-B, que regula la absorción de calcio y fósforo en el intestino, la mineralización del esqueleto y la función muscular (Bosomworth, 2011).

Existen dos fuentes de obtención de vitamina D para el ser humano, síntesis cutánea, como se mencionó anteriormente, y a través de ingesta de alimentos, pero es muy escasa en su mayoría y son pocos los alimentos que presentan una mayor concentración, representando solo un 10% de la obtención de vitamina D requerida. (Barberán, et al., 2014). La mayor causa de deficiencia de vitamina D es debido a una inadecuada exposición a la luz solar.

La sensibilidad de la piel estudiada en la escala Fitzpatrick clasifica los fototipos cutáneos según su interacción con la UV-B, permitiendo medir la cantidad de radiación incidente por mJ/cm<sup>2</sup> en la piel para la obtención de vitamina D requerida, teniendo en cuenta las diferentes tipos pigmentación existentes y el DEM (dosis eritémica mínima) para producir enrojecimiento de la piel (Salum, et al., 2008, p. 58).

Si bien se han demostrado los múltiples beneficios de la luz solar para nuestro organismo, no se pueden pasar por alto los efectos nocivos



FIGURA 8: Fuentes de vitamina D. Elaboración propia.

que provoca la sobreexposición. El exceso de sol representa un gran peligro para salud, puede generar consecuencias inmediatas como quemaduras, y serios problemas a largo plazo como cataratas y cáncer, además de acelerar el envejecimiento de la piel e inhibir el sistema inmunitario según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, EPA por sus siglas en inglés (EPA, 2015).

Según constata la OMS en su informe "Carga mundial de morbilidad por radiación solar ultravioleta" del año 2006, en el año 2000 hubo 1,5 millones de AVISA, además de haberse perdido 60.000 vidas debido a la exposición excesiva a radiación ultravioleta. En contraste, este mismo informe también respalda que una muy baja exposición a la radiación UV se traduciría en 3,3 millones de AVISAS y 300.000 vidas perdidas, que atribuye en su gran mayoría a insuficiencia de vitamina D y al riesgo de osteoporosis y osteomalacia.

---

Recalcando lo peligrosa que podría resultar la baja o nula exposición solar (Departamento de epidemiología, 2008)

La exposición solar tiene participación en diferentes ritmos como el de regulación de temperatura corporal, estado de ánimo y el ritmo sueño-vigilia, que forman parte del ciclo circadiano (Jiménez, 2011), además de verse afectada la capacidad de reacción. El ciclo circadiano es el conjunto de ritmos biológicos como es el ciclo de sueño-vigilia, ritmo cardíaco, presión arterial y metabolismo, además de los mencionados anteriormente. Adaptados al ciclo de 24 horas de rotación de la tierra, es decir ciclo día-noche. El *Zeitgeber*<sup>1</sup> más importante para la regulación de los periodos de 24 horas es el ciclo de luz y oscuridad, que como ha sido mencionado, afecta diferentes sistemas del organismo.

Un organismo que se desajuste a estos ciclos, presentará un periodo de reajuste que puede variar dependiendo de la persona y de las señales ambientales en las que se encuentre. Algunos factores que pueden afectar los ciclos son el momento de dormir, junto con otros factores no fóticos, es decir que no tienen relación con el ciclo luz y oscuridad, como pueden ser ejercicio, la ingesta de alimentos, las señales sociales y la hora del reloj. El contenido de las comidas también pueden tener algún tipo de influencia en la desregulación. Podemos definir una respuesta en el ciclo circadiano como un cambio de fase derivado de un desfase producto de una alteración en los ciclos y depende de la

fuerza y el tiempo del estímulo.

El reloj circadiano puede presentar una variabilidad considerable de cambios de fase frente a cambios rápidos en el horario de trabajo o de la zona horaria. En el caso del cambio de zona horaria, conocido como *Jet Lag* el reloj circadiano requiere de un día por cada hora de desfase para adaptarse, es decir, que para un viaje en avión hacia una zona con 6 horas de desfase horario, el cuerpo requeriría de 6 días para adaptarse, este valor puede variar según el organismo (Arednt, 2010).

En el caso de un cambio abrupto en el horario de trabajo, el proceso de adaptación puede ser muy variable. Los ritmos endógenos, es decir, ritmos internos tienen una sincronización con el ambiente externo y no se correlacionan con los *Zeitgeber* (desincronización externa). También puede darse el caso de que estos ritmos se desfases entre sí, presentando una fase anormal transitoria (desincronización interna) a la que se le denomina como "desincronía circadiana".

---

<sup>1</sup> Término alemán para "reloj biológico interno".

### 3.3 DÉFICIT DE VITAMINA D EN CHILE

Los estudios publicados en América Latina y el Caribe que evalúan el estado de los niveles de vitamina D son escasos y en algunas regiones inexistentes. Estudios internacionales realizados abordan muestras de estudio pequeñas y muestran una prevalencia de insuficiencia de vitamina entre un 40,2% y 98,8% (Barberán, et al., 2014).

En nuestro país los estudios enfocados a evaluar el déficit de vitamina D en la población o grupos de riesgo son escasos. En el año 2006, Gonzales y colaboradores realizaron un estudio en el que se evalúa la prevalencia de déficit de vitamina D en mujeres pre y postmenopáusicas con adecuada exposición solar sin fortificación con vitamina D en sus dietas en invierno y verano, y los resultados oscilaron entre un 46,7% y 63,3% de prevalencia de déficit de vitamina D, entre los meses de invierno-verano respectivamente (FIGURA 9) (González, et al., 2007). En el año 2013 se realizó un estudio que evidencia la falta de vitamina D en preescolares de Coyhaique que oscila entre 64% y 67,3% a lo largo del año (Le Roy, et al., 2013).

No existe evidencia de la deficiencia a mayor escala de la deficiencia de vitamina D en Chile. Las campañas a nivel estado son de carácter prevencionista con respecto a una exposición desmesurada y de las medidas a tomar para evitarla.

En la Primera Encuesta Nacional de empleo, salud y calidad de vida de los trabajadores y trabajadoras de Chile (ENETS 2009-2010)

se incluyó un apartado sobre los factores psicosociales, específicamente la demanda sensorial que incluye la exposición a falta de luz natural o artificial que dificulta la realización adecuada del trabajo, pero ambos factores de riesgo son generalizados y combinados y no se indaga mas al respecto. Existen programas dirigidos a prevenir la exposición como los son el Programa de protección y prevención contra la exposición ocupacional a radiación UV de origen solar, específicamente en el contexto laboral.

A partir de esto se identifica una invisibilización a nivel sistemático de la problemática del déficit de vitamina D a partir de una indebida exposición solar.

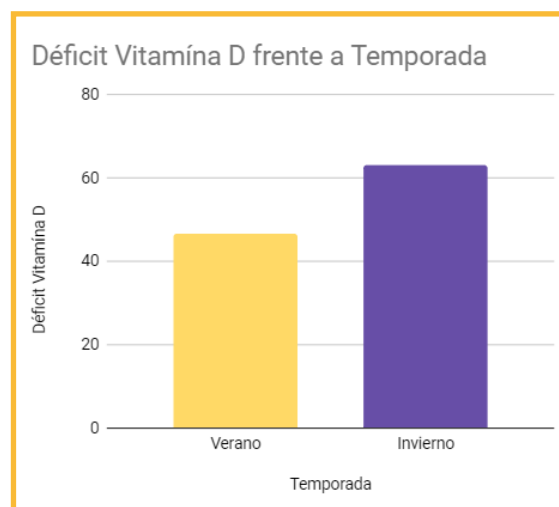


FIGURA 9: Gráfico déficit vitamina D frente a temporada. Elaboración propia.

## 3.4 DÉFICIT DE VITAMINA D EN EL PERSONAL DE SALUD

Dentro de los grupos de riesgo a sufrir déficit de vitamina D por falta de exposición solar se encuentran los trabajadores que realizan sus labores mayormente bajo techo. Un grupo de alto riesgo es el personal de salud, que cuenta con horarios laborales de modalidad de turnos, por lo que comúnmente se ven privados de luz natural una gran parte del día. El contexto de cada infraestructura también suma una dificultad para que el personal mantenga una rutina de exposición adecuada y es una problemática a nivel sistémico en relación a las consideraciones de salud básicas para los trabajadores y trabajadoras del área de salud.

El personal de la salud de la muestra del centros médicos se desenvuelve en una modalidad de turnos que se divide en la variable “Diurno” y “Cuarto Turno”, este último permite la presencia de personal las 24 horas del día, los 7 días de la semana, para ello, cada ciclo de trabajadores se renueva regularmente cada 12 horas, disponiendo de dos variables, la variante conocida como “turno larga” cuyo horario de ingreso es a las 8 am y su salida es a las 8 pm, y su contraparte, conocida como “turno noche”, que posee un horario de ingreso a las 8 pm y de salida a las 8 am, teniendo ambos 1 hora de colación de la queden disponer durante un lapso de 3 horas en el centro de su jornada. Esta variable, dada su administración horaria no posee días de fin de semana efectivos, pues entre sus dos variables tiene un descanso de 12 horas y posterior a eso, cuando tiene su “Turno Noche” la salida es a las 8 am, desde ahí tiene

el resto del día y el que sigue como descanso, para luego volver a entrar la mañana posterior al siguiente turno.

La rotativa que se apega a este horario dentro del recinto médico rota con otro grupo de profesionales de las mismas áreas. Tras pasar 4 de estas rotativas, se cumple la atención a pacientes las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

Por otro lado, la variable “Diurno” asiste de lunes a viernes con un horario de 8 am a 4:30 pm, por lo que en su caso, si posee dos días de fin de semana efectivos.

Si bien existe un conocimiento adecuado con respecto a los efectos de la exposición solar en el personal de salud, esto no siempre se traduce en la toma de medidas efectivas según uno de los primeros estudios realizados en Chile alrededor del tema, con un enfoque prevencionista (Contreras, et al., 2016).

## **CONCLUSIÓN**

La vitamina D desempeña un papel esencial en el organismo, y su obtención a través de la exposición solar adecuada y la ingesta de alimentos es crucial para mantener niveles óptimos de esta. Además, la exposición solar también influye en la regulación de los ritmos biológicos y la salud en general, por lo que la alteración de sus niveles deriva en un alto riesgo para las personas, destacando la importancia de una equilibrada exposición. En este aspecto destaca el personal de la salud como un grupo de riesgo, y si bien maneja los conocimientos, en Chile existe una falta de investigación al respecto, lo que deriva en un problema sistemático que les juega en su contra.





Foto por Matías Rodríguez.

CAPÍTULO 4

# COMUNICACIÓN VISUAL

## 4.1 DISEÑO PARA EL COMPORTAMIENTO

---

El concepto de comunicación visual es el encuentro entre los diferentes tipos de estimulación visual existentes y su influencia en el comportamiento de las personas, junto con la psicología crítica del Diseño, vinculando el lenguaje de la información con la semiótica. De esta forma se busca utilizar las herramientas de la comunicación visual en un enfoque de diseño de comportamiento para modificar las conductas indeseadas con el fin de incentivar características y comportamientos positivos para la calidad de vida de las personas, facilitando su ejecución e incentivando de manera individual o colectiva a través de los mensajes que se entregan.

En el contexto de problemáticas socioculturales este recurso puede resultar provechoso, pues incentivar rutinas y hábitos positivos a través de la comunicación visual, tiene un potencial con respecto a la solución a corto plazo del problemas, además de visualizar la problemática y generar debate, permitiendo cuestionar los paradigmas actuales.



## 4.1 DISEÑO PARA EL COMPORTAMIENTO

Behavioral Design (Diseño Conductual) o Diseño para el cambio de comportamiento (DpCC) se refiere a la práctica de diseñar productos, servicios y estrategias que a través de la interacción con sus usuarios, asistan su cambio de comportamiento según define el Instituto Mexicano de Economía del Comportamiento. En esta práctica, el diseño es entendido como una herramienta capaz de influir positivamente en el comportamiento de las personas (Velasquez et.al, 2017).

Los objetivos del Diseño Conductual (DC) están orientados a consumir una menor cantidad de recursos y también a evitar los impactos sociales negativos (Retamozo et.al, 2020) , encuentra su fortaleza en la resolución de estos problemas con ayuda multidisciplinar como la psicología o la sociología (Velasquez et.al, 2017).

En el texto de Niedderer et al. (2014) se describen diferentes maneras de generar estos cambios: se puede facilitar que los usuarios adopten un comportamiento deseado a través de dificultades de acción para que el usuario lleve a cabo un comportamiento indeseado, promoviendo que la persona quiera un comportamiento deseado o provocando que los usuarios no quieran un comportamiento indeseado. El DC analiza a los usuarios desde sus actitudes, percepciones y acciones reales, por lo que contempla su psicografía (Retamozo et al, 2020).

Esta interpretación de la interacción entre el diseño y las personas a sido abordada por diversos autores, que han ido presentando las

bases del mismo con el tiempo .

El DC reflexiona teorías que respectan al comportamiento humano, diferenciándolas en el enfoque individual y el contexto. Según Niedderer et. al (2014), estas teorías pueden enfocarse de tres maneras: modelos individualistas de elección racional, el estructuralismo social y los enfoques combinados. Si bien existen diferentes enfoques, el DC integra recursos de ambos modelos para generar prácticas humanas deseables comprendiendo una realidad en donde lo individual y social se encuentran interconectados.

Entre varias de las posibilidades que ofrece el DC respecto a su enfoque, destaca un recurso llamado “tecnología persuasiva”, la que a investigado diferentes formas en que las personas responden a las tecnologías y la informática, y cómo es que estas pueden



FIGURA 10: Dr. BJ Fogg fundador del Laboratorio de diseño de comportamiento de la Universidad de Stanford.  
Fuente: Behavior Model.

implementarse para influir o cambiar el rendimiento de conductas objetivo o respuestas sociales (Niedderer 2014).

La tecnología persuasiva encuentra su definición como “cualquier sistema informático interactivo para diseñar las actitudes o comportamientos de las personas” (Fogg, 2003, en Niedderer 2014).

El modelo de tecnología persuasiva de Fogg, denominado como “Modelo de comportamiento Fogg” (FBM por sus siglas en inglés) fue reconocido por el World Economic Forums’s Wellness Workplace Alliance como el marco de trabajo idóneo para ser utilizado en el diseño de cambio de comportamiento. El FBM tiene como ejes centrales la motivación, la capacidad y los factores desencadenantes (*Triggers*) para alentar o desalentar a los usuarios a actuar de la manera deseada (FIGURA 11). Por ejemplo, la reducción y la tunelización según Fogg pueden verse como

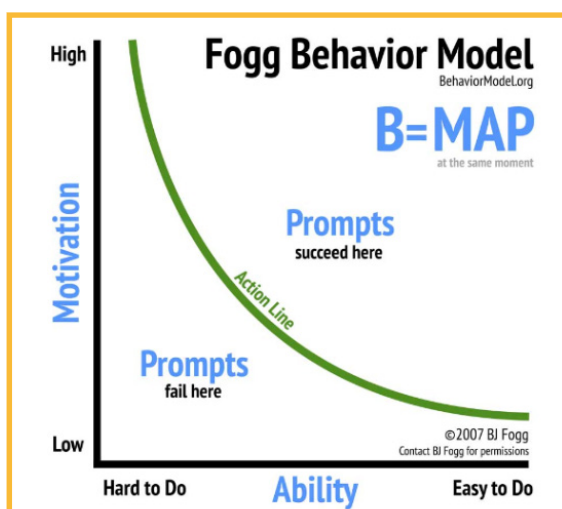


FIGURA 11: Modelo para el comportamiento de Fogg.  
Fuente: Behavior Model.

disparadores o *triggers* para permitir comportamientos haciéndolos más simples (Niedderer et al 2014).

El modelo tiene una matriz para guiar a los diseñadores sobre las herramientas a utilizar en función de si lo que se desea es fomentar o desalentar actividades puntuales o continuas del comportamiento.

Si bien las aplicaciones del FBM surgen principalmente de la interacción humano-computadora, este puede ir más allá. Utilizando como base la tecnología persuasiva, se han desarrollado múltiples aplicaciones y prototipos cuyo objetivo es ayudar a las personas a adoptar o mantener un estilo de vida más saludable, demostrando lo prometedoras que pueden llegar a ser estas intervenciones de carácter interactivo (Niedderer et al 2014).

Como se ha mencionado, FBM nos muestra que motivación, habilidad y gatillador son los tres elementos que debe haber en simultáneo para poder cambiar un comportamiento.

Se declara que si llegase a faltar uno de estos tres elementos, el comportamiento deseado no ocurre. Con el fin de esclarecer cuáles son las carencias, se planean las siguientes preguntas:

¿Está la persona lo suficientemente motivada?

Una persona puede tener una motivación alta o baja y se reconocen tres tipos de motivadores:

- Sensación: Este apartado se divide en dos,

---

placer y dolor. Las personas demuestran la tendencia a buscar experiencias placenteras y evitar las que causan dolor. Este motivador se diferencia de los otros por su carácter generalmente inmediato.

- **Anticipación:** Este apartado reconoce dos tipos de anticipación. Primero está la esperanza o expectativa de que sucederá algo bueno. Lo segundo es la expectativa o temor de que algo malo sucederá, mayormente siendo este una pérdida. Este motivador puede tener mayor impacto que sensación, dada la tendencia de las personas a aceptar el dolor presente con el fin de evitar algún evento negativo en el futuro. Como ejemplo encontramos la situación de la vacuna, donde las personas prefieren soportar el dolor de la inyección con tal de evitar problemas de salud en el futuro.
- **Pertenencia:** Declara que las personas buscan aceptación social y evitan el rechazo, lo que las impulsa a actuar de una determinada manera con tal de ser aceptado por los demás.

¿Tiene las capacidades para realizar el comportamiento deseado?

Lo que hace posible que una persona realice una determinada acción es si ésta posee las habilidades para realizarla, de lo contrario esto se vuelve imposible. Existen casos en los que se da por hecho que las personas poseen un nivel

de habilidad superior a la que en realidad poseen.

Un ejemplo es la dificultad para cambiar una conducta frente a los regímenes alimenticios o el lanzamiento de productos que no sepan las personas que los adquieren. No obstante se reconocen dos formas de mejorar la habilidad de alguien, ya sea a través de entrenamiento o facilitar la tarea.

Respecto a la simplificación de la tarea, existen seis factores a considerar: Tiempo, dinero, esfuerzo físico, esfuerzo mental, aceptación social y el factor rutinario.

¿Les hemos solicitado o hecho recordar que deben llevar a cabo la acción?

Aquí el gatillador entra en acción como un llamado a la acción o señal que provoca a alguien para que actúe de una determinada forma, por lo que debe ser accionable y de fácil reconocimiento. En otras palabras, la persona debe poder identificar el gatillador y saber actuar al respecto, como por ejemplo detenerse al ver la luz roja del semáforo.

## **CONCLUSIÓN**

La comunicación visual basada en el diseño de comportamiento tiene el potencial de influir en el comportamiento humano, fomentando conductas positivas y abordando problemáticas socioculturales. Ante esto el DpCC utiliza el diseño como una herramienta para modificar el comportamiento de las personas, buscando consumir menos recursos y evitar impactos sociales negativos, se apoya en enfoques multidisciplinarios, reflexiona sobre teorías del comportamiento humano y utiliza recursos como la tecnología persuasiva para lograr prácticas humanas deseables. En este ámbito se halla el modelo de Comportamiento Fogg, que ofrecen un enfoque efectivo para diseñar intervenciones persuasivas que influyeran positivamente el comportamiento de las personas a través de la comprensión de su motivación, capacidades y gatilladores con la finalidad de ayudar a las personas a adoptar comportamientos deseados y mejorar la calidad de vida.

Esto presenta un enriquecimiento en la manera de abordar las problemáticas, considerando una variedad de aspectos que potencian el impacto en las personas.





Foto por Matías Rodríguez.



## CAPÍTULO 5

# ANÁLISIS DE USUARIO

- 5.1 AMBIENTE LABORAL
- 5.2 RESULTADOS DE LA ENCUESTA
- 5.3 MAPA DE EMPATÍA
- 5.4 CUADRO DE FACTOR EMOCIONAL

## 5.1 AMBIENTE LABORAL

Para una mejor percepción del ambiente laboral se consultó con un miembro del personal en una entrevista conversada, quien coincide con el perfil del usuario al desenvolver sus labores en la modalidad de “cuarto turno”.

Como primera acotación para comprender el ambiente, cabe destacar que cada Turno es diferente a nivel personal, si bien todos se forman por 2 enfermeras(os), 3 TENS, 1 Kinesiólogo(a) y 1 Doctor(a) de cabecilla y un número indefinido de interconsultores (médicos con especialidades que van y vienen), el ambiente que se genera depende de factores personales de cada grupo.

El entrevistado afirma que su grupo tiene una buena convivencia y comunicación, pero reconoce que en otros grupos hay conflictos y roces, aunque el ambiente general es “bueno”.

Con respecto a la praxis en el establecimiento, se perciben situaciones en las que la mala toma de decisiones afecta tanto la salud de los pacientes como la agilidad administrativa.

También percibe ausencia de protocolos<sup>1</sup> y la mala recepción ante las peticiones del personal por parte de las jefaturas. Estos se niegan a aceptar nuevas propuestas, lo que ha provocado la idea de que estos velan más por los intereses de la Clínica que por los del Personal. El entrevistado describe su situación como ejemplo de esto, pues explica que legalmente por jornada, al kinesiólogo le toca supervisar 6 camas de pacientes, pero actualmente la Clínica le responsabiliza por 9.

La sensación de sobre exigencia se vuelve notable tanto en el turno diurno como en el nocturno; Durante el día los “tiempos muertos” son ínfimos y solo se posee una hora durante las 12 que dura la jornada para la colación. En su contraparte, el horario nocturno posee más de estos “tiempos muertos”, pero se debe invertir para compensar la ausencia de personal de ese horario monitorizando a los pacientes. El horario de la noche también conlleva un peso extra por el traspaso que significa y para compensarlo, el personal llegó a un convenio entre sí, permitiéndose dormir 3 horas de la jornada, esto es posible gracias a que se cubren entre sí para lograr dichas horas de descanso, pues afirma que la clínica nunca les daría ese tipo de instancia sistemáticamente hablando.

Respecto a la relación con los pacientes, declara que es bastante profesional y cordial, con excepciones menores de pacientes complicados.

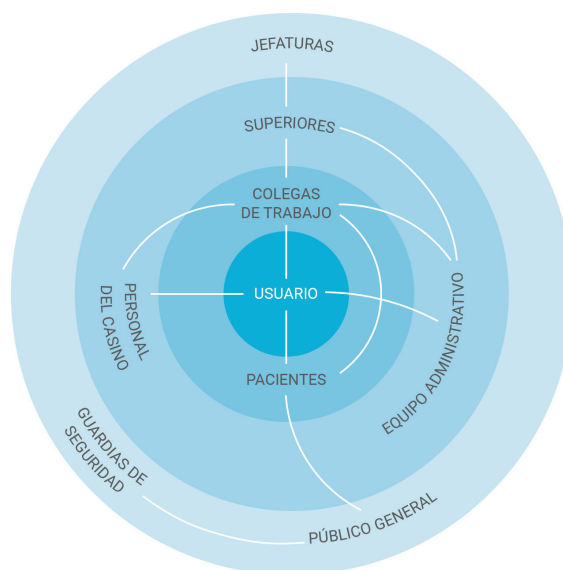


FIGURA 12: Mapa de actores. Elaboración propia.

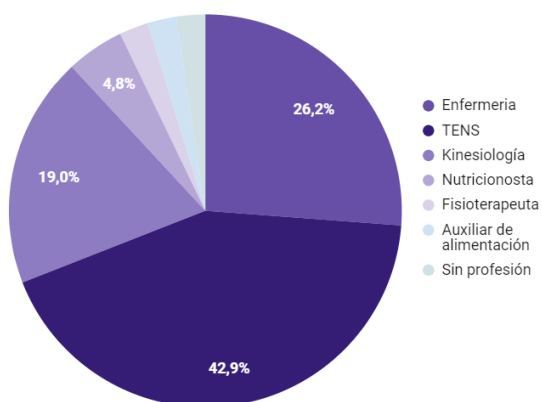
1 Comprendiendo protocolos como flujogramas y preparativos para determinadas situaciones.

## 5.2 RESULTADOS DE LA ENCUESTA

En primera instancia, se realizó una encuesta al personal de salud de la institución con el propósito de confirmar los supuestos hechos al identificarlos como grupo de riesgo respecto a su situación solar. Con una muestra de 42 encuestados se destacan los siguientes resultados:

- El 69% se rige por el horario de "Cuarto turno", mientras que el 31% por el "Diurno"
- El 47,6% personaliza aspectos de su credencial institucional, desde la implementación de protectores de plástico, pasando por la implementación de pins hasta el cambio de Lanyard.
- Casi el 90% declara su horario como responsable de su baja exposición
- Respecto a las instancias de salida del recinto, estas se emplean en su mayoría para trámites cortos, tomar aire o un café.
- Un 82,9% declaró no salir más de 10 minutos, 9,8% no más de 15 minutos, por otro lado un 7,3% se toma más de 20 minutos.
- En lo que respecta a la ventana temporal de la colación del mediodía, un 57,1% no se toma más de 45 minutos para dicha tarea y un 38,1% emplea más de esa cantidad de tiempo.
- El 26,2% percibe que se expone menos de 15 minutos al día, mientras que el 69% no se expone nada. El 88% identifica el horario laboral como responsable de esta situación.
- El 7,1% de los encuestados toma baños de luz natural como medida preventiva.
- Los comentarios más frecuentes de la sección de observaciones fueron respecto a la baja cantidad de ventanas y espacios al aire libre que dispone el recinto, haciendo énfasis en lo difícil que resulta tomar luz solar durante la jornada.

Profesión



Tipo de turno

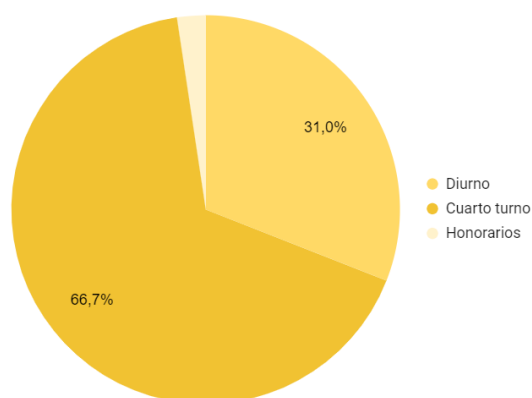
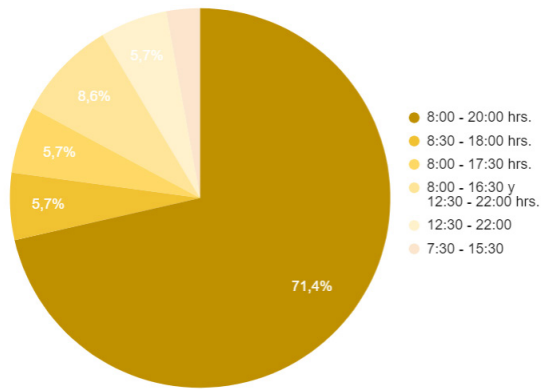


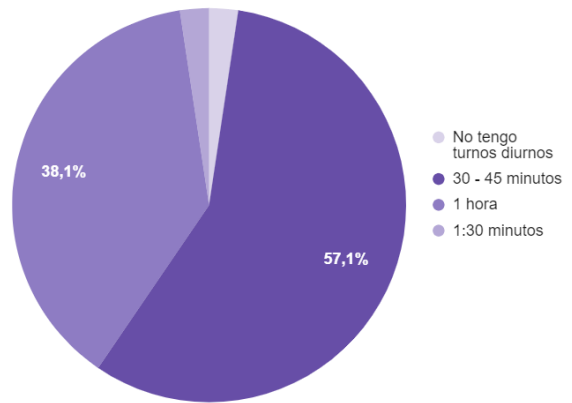
FIGURA 13: Gráficos resultados encuesta. Elaboración propia.



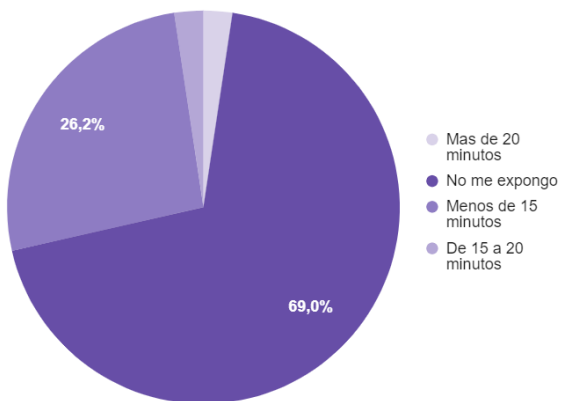
### Horario de ingreso y salida



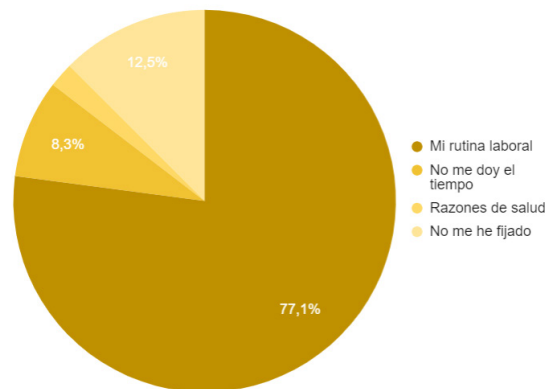
### Tiempo de colación en turno diurno



### Tiempo de exposición durante el turno



### Razones de la baja exposición



### Credencial personalizada

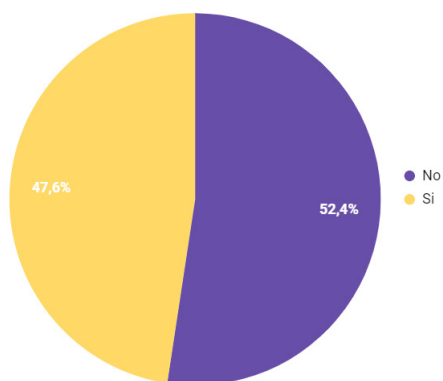


FIGURA 14: Gráficos resultados encuesta. Elaboración propia.

## 5.3 MAPA DE EMPATÍA



FIGURA 15: Mapa de empatía. Elaboración propia.

## **CONCLUSIÓN**

Si bien el ambiente laboral que se genera depende de los factores personales de cada grupo de trabajo, hay un factor de sobreexigencia e irresponsabilidad hacia ellos a nivel institucional percibido por el personal que podría dificultar las labores, a pesar de esto, ellos se organizan para adaptar estas limitaciones y así poder velar lo más posible por su salud, todo esto manteniendo un cordial trato con los pacientes.

La encuesta confirma la necesidad de una intervención, destacando la notablemente baja exposición solar del personal tanto por sus dinámicas laborales, como por la falta de espacios para ello.

El personal de la salud demuestra una gran capacidad de resiliencia y compromiso con sus pacientes, equilibrando sus rutinas y salud personal para cumplir.



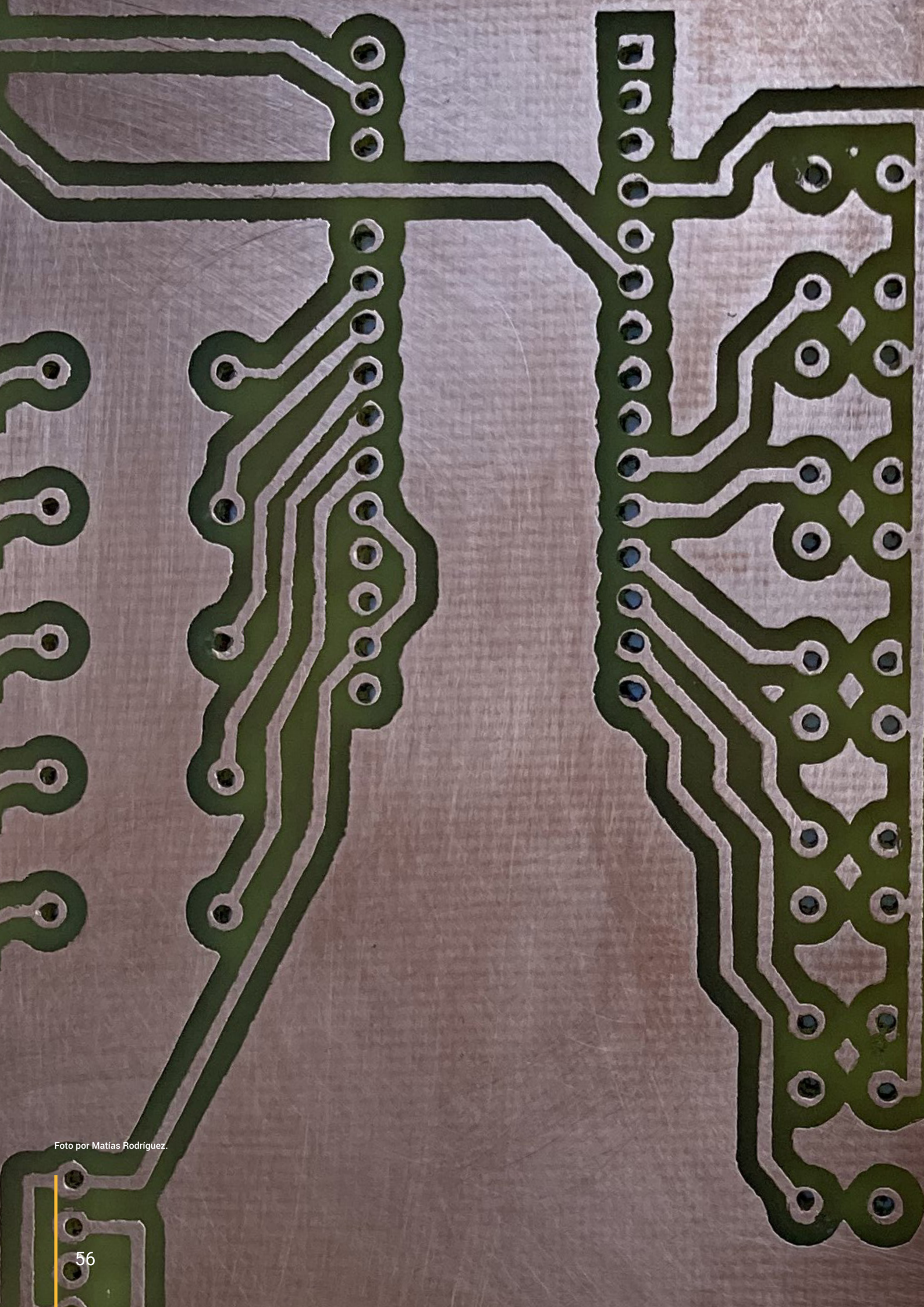


Foto por Matías Rodríguez.





## CAPÍTULO 6

# CONCEPTUALIZACIÓN

- 6.1 ¿QUÉ ENTENDEMOS POR INDUMENTARIA?
- 6.2 IDENTIFICACIÓN Y VISUALIZACIÓN
- 6.3 REQUERIMIENTOS ESTÉTICOS
- 6.4 SIMBOLOGÍA

## 6.1 ¿QUÉ ENTENDEMOS POR INDUMENTARIA?

El personal de la salud se desenvuelve en un entorno clínico, destacando la limpieza y protección como principales requisitos de su indumentaria, además, dado su extensa jornada, la comodidad y confort cumplen un rol importante para el desenvolvimiento del profesional tras tantas horas activo(a).

El servicio salud del paciente inicia apenas el profesional de la salud entra en contacto visual con el paciente, cabe destacar la importancia que tiene en este punto la transmisión de confianza y seguridad hacia la persona que será tratada. Se busca llevar una apariencia que transmita estas emociones.

### 6.1.1 CÓDIGO DE VESTIMENTA

Reconociendo la indumentaria como vital en el desenvolvimiento óptimo de las labores en este contexto se esperaría encontrar una detallado código de vestimenta desde organismos como el MINSAL (Ministerio de Salud) o la Superintendencia de Salud, pero no existe ninguna como tal que declare de manera explícita y clara los requerimientos, pero si se haya reglamentación entorno a aspectos como la credencial y el color del uniforme correspondiente a cada área de desenvolvimiento.





Antiparra - Protector Facial

### LANYARD CON CREDENCIAL

En el ambiente laboral, digital, cotidiano, se define credencial como un documento que acredite el nombramiento a un cargo determinado o pertenencia a un grupo y lo notifica a la comunidad. Podemos encontrar credenciales desde el nombre bordado en el delantal de un niño hasta una medalla de un deportista de alto rendimiento. En el área de la salud una credencial es de carácter obligatorio, como establece la superintendencia de salud en el artículo 9° de la ley N° 20.584:

“Toda persona tiene derecho a que todos y cada uno de los miembros del equipo de salud que la atiendan tengan algún sistema visible de identificación personal, incluyendo la función que desempeñan”.

Que los funcionarios de salud porten una credencial en el establecimiento que acredite tanto su pertenencia en la institución y su competencia en el cargo es fundamental; el formato de estas está estandarizado en forma de galletas, con o sin lanyard. Además, en el artículo 14 del Decreto Supremo (D.S) N° 38 de la Superintendencia de Salud dispone que: “los prestadores individuales deberán portar una credencial de identificación, visible y de fácil comprensión por parte de los usuarios, en la cual se establezca su nombre y apellidos, función e institución a la que pertenecen. Los prestadores institucionales deberán proporcionar a la totalidad de su personal, tenga o no relación directa con las personas en los procesos de atención de salud, una credencial de esas características”.

Un aspecto importante de la credencial es la continuidad en su uso durante el horario laboral, ya que el personal debe contar con su identificación en la totalidad desde su ingreso hasta su salida.

Pechera Clínica

Guantes

FIGURA 16: Indumentaria clínica. Elaboración propia.



## 6.2 IDENTIFICACIÓN Y VISUALIZACIÓN

Identificarse en un ambiente específico significa reconocer y demostrar la identidad de una persona diferenciándose del resto, pudiendo distinguirse y encontrarse. En el ámbito laboral es necesario identificar y establecer los miembros partícipes, además de ser obligatoria una credencial de identificación clara y visible.

El usuario, identifica su identidad a través de una credencial, visualizándola a su contexto. En el análisis de usuario realizado se observó que existe una constante comunicación recíproca entre el usuario y su ambiente laboral, ya sea, conversaciones con colegas, requerimientos y entregas de insumos, emociones y sensaciones, lo que da y lo que recibe de su contexto, un constante diálogo verbal y no verbal.

Dada la problemática planteada en el presente, surge la necesidad de encontrar una oportunidad de diseño que se caracterice por ser personal y permanente durante todo el horario laboral para el usuario, ya que de esta forma se facilita la toma de las mediciones individuales necesarias para conocer el estado de todo el personal sin generalizar ni buscar un promedio y no desplazar la problemática de salud individual. Considerando el contexto, integrar un elemento externo y nuevo es complejo, ya que corre el riesgo de entorpecer las labores y/o generar un foco extra de contaminación, pues se busca minimizar la indumentaria del personal.

En la cotidianidad, esta es una problemática que no se aborda, llegando a ser invisibilizada. Los recursos visuales son altamente efectivos frente a esta situación ya que permiten comunicar

un mensaje, visualizándolo de forma rápida y clara en un ambiente donde no se cuenta con los espacios ni tiempos para instaurar apropiadamente el tema.

A partir de esto, la gafeta se propone como una oportunidad de diseño que cumple con todas las facultades necesarias, ligando la identificación personal con una problemática individual sistematizada en el colectivo, permitiendo visualizarlo de manera provechosa en el contexto, para generar diálogo entre los usuarios y las diferentes actores de la institución de salud, proyectándose como una herramienta de cambio para la invisibilización sistemática de la falta de exposición solar del personal de salud.



FIGURA 17: Relación usuario, contexto, exposición y credencial. Elaboración propia.

## 6.3 REQUERIMIENTOS ESTÉTICOS

Dado el contexto de uso, hay una serie de factores indispensables para desarrollar la estética de los productos situados en un **contexto hospitalario**.

1. No debe ser disruptivo, es decir, que no entorpezca la realización de labores y comunicación entre personal o paciente siguiendo la visualidad de su entorno.
2. Debe representar los valores asociados al área clínica a través de sus terminaciones, como la limpieza, confianza, seguridad y pulcritud.
3. Debe ser claro de comprender, la información transmitida debe ser clara y fácil de interpretar
4. Debe transmitir el propósito y generar diálogo, interacciones y/o reflexiones al respecto

### COLORES DEL CONTEXTO



FIGURA 18: Moodboard contextual. Elaboración propia.

# MOODBOARD CONCEPTUAL



FIGURA 19: Moodboard conceptual. Elaboración propia.

## 6.4 SIMBOLOGÍA

Dada la intencionalidad del proyecto, la simbología se vuelve un punto de alta prioridad, la condición visual comunicativa del dispositivo se relaciona con el entendimiento del usuario y quienes lo rodean respecto a su situación actual, lo que hace de la simbología uno de los principales influyentes en este aspecto. Para expresar esta sección,

entenderemos el símbolo como un “Signo que establece una relación de identidad con una realidad, generalmente abstracta, a la que evoca o representa” (Diccionario de Oxford), además de apreciar los puntos simbólicos claves para el proyecto, como son el “Sol”; la “seguridad y el riesgo”; y la “acumulación”.

### A SOL

Como ha sido mencionado, dada la historia que el ser humano ha tenido con el sol, este “astro rey” toma múltiples connotaciones y significados. Para la connotación de esta sección, se traduce esencialmente en una alta gama de simbología respecto al mismo, pues sumando un solo adjetivo u otro, la comprensión de este llega a tomar direcciones completamente distintas, por ejemplo:

Representaciones del sol sumado a conceptos:



**Sol**  
(representante  
“popular/universal”)



**Girasol**  
(representante “conductual”)



**Astrología**  
(representante espiritual)



**Dios del Sol Tonatiuh**  
(representante “Divinidad”)

FIGURA 20: Iconos sol. Fuente: Flaticon.

## B SEGURIDAD Y RIESGO

Estos dos conceptos tienen un vasto historial individualmente junto con la sociedad, pero esta sección respecta a la unión de ambos polos en una sola representación. Para este proyecto destaca además, el factor cromático que acompaña a dichos conceptos. Cabe mencionar que encasillar este apartado en solo “seguridad y riesgo” sería sesgar demasiado lo que se busca comunicar, pues se busca expresar la transición del punta A al B a través de un negativo a un positivo y viceversa.

- **Escala ATES**

La escala ATES (*Avalanche Terrain Exposure Scale*) es un sistema de clasificación, que diferencia entre distintos tipos de terreno en función de su grado de exposición a aludes. Como resultado se obtiene una cartografía en la que se representan mediante colores estos distintos tipos de terreno.

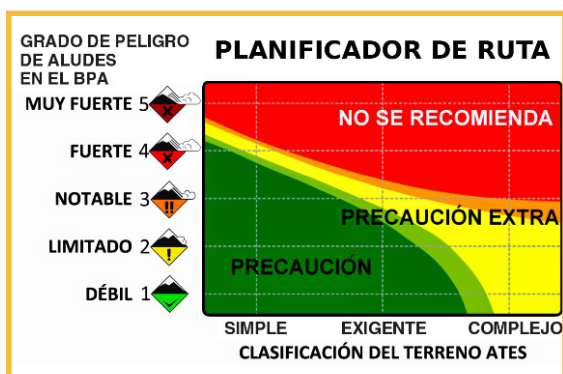


FIGURA 21: Escala ATES. Fuente: Montaña Segura.

- **Semáforo**

La escala que representa este dispositivo de tránsito ampliamente es conocido por la sociedad, cuenta de tres colores asociados a tres estados de alerta: la calma, precaución y alerta, para indicar si el peatón o el automovilista puede continuar con su camino o apurarse cuidadosamente o detenerse y esperar su turno.



FIGURA 22: Semáforo. Fuente: Radio Sago.

- **Escala de dolor**

Este es un método creado por la OMS para la escala o puntuación que se le asigna a un dolor según su intensidad. Puede interpretarse de distintas formas, una es la propia “escala analgésica del dolor”, representada mediante peldaños. Otra, es la enumeración de 1 a 10, siendo el “1” el dolor más leve y “10” el dolor más severo. De igual forma, suele incorporar elementos gráficos como rostros y colores que ayudan a expresar la intensidad.



FIGURA 23: Escala de dolor. Fuente: Prensa Libre.

### Observaciones

Se logra observar la influencia perceptiva que gira entorno al factor cromático, conocido como “psicología del color”, pues las transiciones del A al B comparten un patrón constante que reconoce al color verde de manera positiva o segura, así, se forma una transición hacia los colores cálidos, reconocidos de manera cada vez más negativa o riesgosa.



## C ACUMULACIÓN

La acumulación se define como la acción y efecto de acumular, que a su vez se puede definir como “Juntar o añadir una cosa a otra que contribuye al mismo efecto”(Oxford). Situado en el contexto de este proyecto, se atribuye a la necesidad de representar la cantidad de exposición solar que se lleva, primordial para que el usuario pueda conocer su estado actual y visibilizarlo.

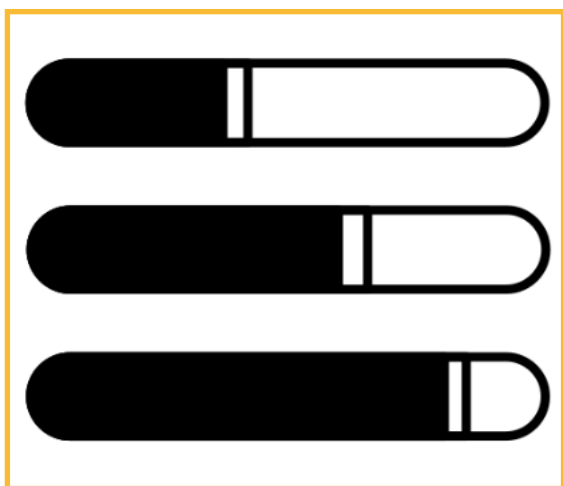
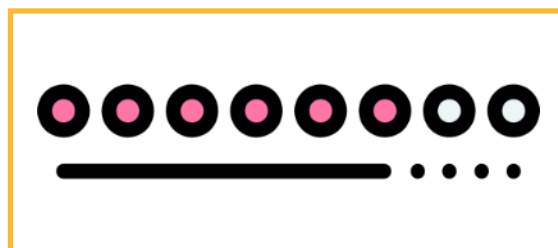


FIGURA 24: Íconos acumulación. Fuente: Flaticon.

## **CONCLUSIÓN**

La indumentaria, la protección y en específico la credencial son elementos esenciales en el ambiente laboral del personal de salud, contribuyendo a la confianza, seguridad y profesionalismo en el trato con los pacientes y si bien no existe un código de vestimenta específico, se establecen regulaciones en relación con las credenciales y los uniformes, lo que marca una clara pauta para el desarrollo del proyecto.

De la mano de las normativas en torno a la credencial es que se presenta la oportunidad de diseño para sacar provecho de su visibilidad en el entorno laboral, es en este aspecto donde se enmarca el desarrollo del proyecto, aprovechando recursos simbólicos complementados por la psicología del color respetando el contexto en el que se desenvuelve.



Foto por Matías Rodríguez.

## CAPÍTULO 7

# ESTADO DEL ARTE

- 7.1 PRODUCTOS DE IDENTIFICACIÓN ID**
  - 7.1.1 LANYARD
  - 7.1.2 BROCHE TIPO CAIMÁN
  
- 7.2 PRODUCTOS DE MONITORIZACIÓN UV**
  - 7.2.1 AUTOCUIDADO
  - 7.2.2 PREVENCIÓN PÚBLICA
  - 7.2.3 PREVENCIÓN ÁREA LABORAL
  - 7.2.4 PRODUCTOS EN CONTEXTO HOSPITALARIO
  
- 7.3 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS**
  
- 7.4 RECURSOS**
  - 7.4.1 RECURSOS TECNOLÓGICOS ACTIVOS
  - 7.4.2 RECURSOS TECNOLÓGICOS REACTIVOS



## 7.1 MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN ID

Como ha sido mencionado, en el ámbito laboral, las credenciales de trabajo son proporcionadas a todos los miembros del personal para que se les identifique tanto al ingresar como al salir de su jornada de funciones.

Como dicta el D.S N°18, debe cumplir con cierto requisitos respecto a su visibilidad, además de ser fácil de comprender y contar con el nombre, apellidos, función e institución a la que se pertenece, en algunos casos también se incluye información como el área de desempeño y fecha de vigencia de la credencial. En el reverso suele

encontrarse detalles que respecta al tipo de credencial y datos para su devolución en caso de extravío.

A partir de esto se encuentran diferentes formas de implementar dicha identificación según la tecnología con la que se complementa; como la banda magnética, identificador de emisores, circuitos integrados con y sin contacto, código de barra, entre otros. Si bien la variación de estas tecnologías repercute en el porte y uso cotidiano de la identificación, los parámetros no se alejan mucho entre sí.

### 7.1.1 LANYARD

Dado su largo, el *lanyard* da movilidad a la credencial, facilitando su uso de poseer tecnologías de proximidad o uso visual, suele conectar con la credencial a través de un porta credencial o bien directamente con la credencial perforada, en caso de poseer una banda magnética.

#### A MEDIANTE PORTA-CREDCENCIAL



FIGURA 24: Credencial. Fuente: Color Project.

#### B DIRECTAMENTE A CREDCENCIAL PERFORADA



FIGURA 25: Credencial negra. Fuente: World Brand Desing.

## 7.1.2 BROCHE TIPO CAIMÁN

A diferencia del *lanyard*, el broche de tipo caimán se implementa directamente al lado del pecho del funcionario debido a su corto tamaño y a cambio de su visibilidad se dificulta en gran parte a las tecnologías que requieran manipulación de la identificación, dado el caso, existe un tercer elemento que permite aumentar el alcance operativo de la credencial sin sacrificar su posición gracias a su tecnología retráctil.

### A BROCHE CAIMÁN



FIGURA 26: Credencial con broche caimán. Fuente: Shutterstock.

### B BROCHE CAIMÁN CON TECNOLOGÍA RETRÁCTIL

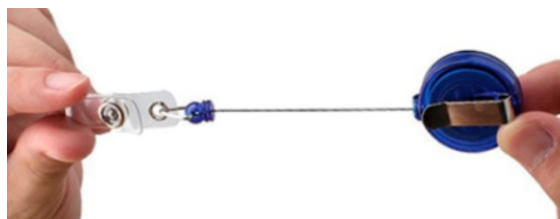


FIGURA 27: Broche caimán con tecnología retráctil. Fuente: Shutterstock.



## 7.2 PRODUCTOS MONITORIZACIÓN UV

### 7.2.1 AUTOCUIDADO

#### **A** MONITOR DE EXPOSICIÓN UV PERSONAL

Centrado en el cuidado personal y familiar, el monitoreo a través de este tipo de artefactos permite conocer los horarios óptimos de toma de sol según la locación específica en la que se encuentre el usuario, además de alertar la necesidad de resguardo cuando detecta niveles peligrosos de exposición en cuanto a tiempo e índice UV del momento.



FIGURA 28: Monitor de exposición solar personal . Fuente: Qsun.

Estos dispositivos llevan el monitoreo un poco más allá y ofrecen funciones como tiempos de bronceado personalizados, tipo de protector solar necesario para cada usuario y algunos modelos ofrecen una función respecto a los niveles de vitamina D recibidos de la luz solar.



FIGURA 29: Dispositivo de monitoreo. Fuente: Sensesense.

---

### **Observaciones**

Los productos de monitotización UV presentan en la mayoría de los casos un carácter preventivo.

En el caso del dispositivo de exposición solar personal de Qsun, se volvía a buscar el producto luego de un tiempo y ya no se encontraba disponible.

## B ACCESORIOS REACTIVOS A LA RADIACIÓN SOLAR

Al igual que la tecnología cibernética descrita anteriormente se encuentra una serie de productos que también son capaces de detectar la radiación proveniente del sol. Si bien no cuentan con la gran cantidad de funciones que los monitores de exposición mencionados, estos indicadores resultan altamente útiles para conocer el riesgo de exposición del momento sin necesidad de una fuente de energía propia.

La naturaleza reactiva de estos productos es gracias que contienen un elemento conocido como tinte "fotocromático", cuyas moléculas reactivas a los rayos uv provocan un cambio de color que es aprovechado para indicar la intensidad de estos al momento de la exposición. Bajo estos parámetros se ofrecen diferentes funciones, pero todas giran en torno a la aplicación de protección solar o al resguardo de los rayos solares.



FIGURA 30: Pulseras fotocromáticas. Fuente: Ips.



FIGURA 31: Detector UV. Fuente: Ips.



FIGURA 32: Tarjeta de protección para perros. Fuente: Ips.

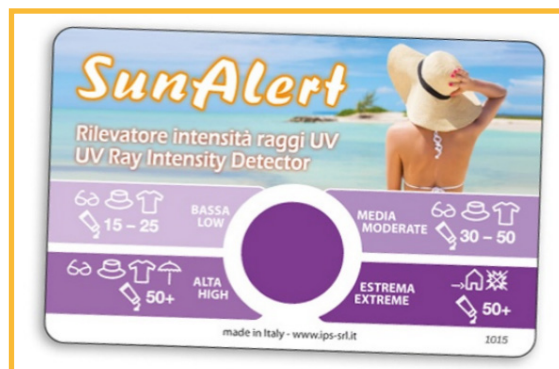


FIGURA 33: Tarjeta alerta solar. Fuente: Ips.

## 7.2.2 PREVENCIÓN PÚBLICA

Centrado en el cuidado personal y familiar, el monitoreo a través de este tipo de artefactos permite conocer los horarios óptimos de toma de sol según la locación específica en la que se encuentre el usuario, además de alertar la necesidad de resguardo cuando detecta niveles peligrosos de exposición en cuanto a tiempo e índice uv del momento.

Estos dispositivos llevan el monitoreo un poco más allá y ofrecen funciones como tiempos de bronceado personalizados, tipo de protector solar necesario para cada usuario y algunos modelos ofrecen una función respecto a los niveles de vitamina D recibidos de la luz solar.



FIGURA 34: Solmáforo. Fuente: Municipalidad de San Felipe.

### Observaciones

A pesar de ser un producto que cuenta con una gran simpleza, éste comunica de una manera directa y sencilla de comprender el índice de radiación uv del momento a través de señales lumínicas, además de contar con una ficha explicativa y consejos de prevención según cada nivel del índice que señala.

### 7.2.3 PREVENCIÓN ÁREA LABORAL O USO PROFESIONAL

Esta categoría de productos de medición tiene como principal característica su precisión, ya que recabar datos sobre la radiación ultravioleta del ambiente y llevar un control de esta es su principal objetivo. Son especialmente indicados para conocer la radiación a que se exponen los trabajadores de faenas al aire libre. También presentan utilidad en piscinas y recintos deportivos al aire libre.



FIGURA 35: Sensor UV profesional. Fuente: Detectores.com

#### Observaciones

Cuenta con una interfaz sencilla y funcional, además de poseer características en torno a la funcionalidad, como registrar picos de radiación y su flujo. Al igual que los dispositivos anteriormente mencionados, este tipo de artefactos tiene una orientación preventiva respecto a los altos niveles de radiación.



## 7.2.4 PRODUCTOS DE MONITORIZACIÓN PERSONAL EN CONTEXTO HOSPITALARIO

Respecto a la monitorización en el entorno laboral hospitalario, se encuentra el “dosímetro”, un aparato cuyo propósito es medir la exposición a la radiación que tanto el paciente como el funcionario reciben, ya sean rayos x, ionizantes y ultravioleta durante cada sesión de radioterapia. Cabe mencionar que este dispositivo de monitoreo no es de aplicación exclusiva para el entorno hospitalario, pues debe implementarse de manera obligatoria en todas las situaciones en las que el trabajador se vea en contacto con radiaciones ionizantes durante su jornada, como dicta el Ministerio de Salud en el D.S. N°3, de 1985 (Delgado, 2017, Departamento de Salud Ocupacional). La efectividad con la que puedan tomarse las medidas dependerá del propósito del dosímetro, pues la medida para el cuerpo general no es la misma que para un órgano en específico, por eso se encuentran varios tipos, para varias zonas y usos.



FIGURA 36: Dosímetro pd3. Fuente: Negocios.cchen.cl

La Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) cuenta entre sus productos solo con cuatro tipos de dosímetros:

- **Dosímetro anillo**



FIGURA 37: Dosímetro anillo. Fuente: Negocios.cchen.cl

- **Dosímetro pd3 y Dosímetro pd3 (600-700):**



FIGURA 38: Dosímetro pd3 (600-700). Fuente: Negocios.cchen.cl



- **Dosímetro tipo filmico:**

Indica los niveles de radiación cuando una película se ennegrece con diferentes campos de filtro, se diferencia de los otros por no poseer una monitorización digital, ya que sus contra partes suelen almacenar datos que son controlados por algún organismo regulador.



FIGURA 39: Dosímetro tipo filmico. Fuente: Fine art America.

Además de los ejemplos mencionados, cabe destacar sus otras formas de aplicación, como:

- **Dosímetro de Cristalino**



FIGURA 40: Dosímetro de cristalino. Fuente: Fine art America.

- **Dosímetro de muñeca**



FIGURA 41: Dosímetro de muñeca. Fuente:.

- **Dosímetro para abdomen**

Se calibra bajo las mismas medidas que el dosímetro de cuerpo completo, pero se sitúa específicamente en el abdomen para personas embarazadas y así controlar la cantidad de radiación que haya podido absorber el feto, suelen diferenciarse de los dosímetros de cuerpo completo por su color.



FIGURA 42: Dosímetro para abdomen. Fuente: Dosimetría.com



FIGURA 43: Dosímetro para abdomen. Fuente: Dosimetría.com

---

## Observaciones

En esta sección es posible apreciar que la aplicación de estos dispositivos no conlleva una carga muy grande para el usuario, el dispositivo se reconoce como ligero y efectivo y su implementación no es muy diferente a la de algunos tipos de credenciales, compartiendo tanto su posicionamiento como su sistema de acople a cuerpo, lo que refuerza puntos respecto a la aplicación de un dispositivo en este ámbito. También se destaca el cuidado con las medidas y cantidades dependiendo de la zona del cuerpo, extrapolando esto para fines del proyecto, confirma la necesidad de reconocer el efecto del sol en los diferentes tipos de piel.

Todos tienen en común la prevención del exceso de radiación y solo uno, el más costoso y de uso personal considera la ausencia de exposición como un factor de necesario control para la salud.

## 7.3 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

### USO

	Accesorio para el personal de salud que registra y visualiza si el usuario se ha expuesto el tiempo suficiente a la luz solar (20 minutos cada 24 horas)
<b>Conveniencia</b>	<b>Comportamiento producto usuario</b>
	A través de indicadores visuales el producto genera en el usuario noción y atención sobre su exposición solar
<b>Seguridad</b>	<b>Ausencia de riesgos para el usuario en el manejo, aplicación o dosificación</b>
	Que no entorpezca la labor Que no incentive la sobre exposición a niveles inadecuado Que sus terminaciones sean seguras para el usuario, su vestimenta y otras posibles interacciones
<b>Mantenimiento</b>	
	Fácil acceso a la fuente de energía para recarga Material fácil de limpiar Que sea a prueba de líquidos (hermético)
<b>Refacción</b>	
	Que el usuario no tenga acceso a sus componentes internos ( para fidelidad de las mediciones)
<b>Manipulación</b>	
	Portable Fácil de sostener
<b>Antropometría</b>	
	Tamaño pequeño, no más de aproximadamente 5x5 cm
<b>Ergonomía</b>	
	Silencioso Luz que no incomode a la vista ni destaque perjudicialmente para las labores diarias Comunicación visual no disruptiva Ligero
<b>Captación</b>	
	Fácil acceso a la fuente de energía para recarga Material fácil de limpiar Que sea a prueba de líquidos (hermético)

TABLA 1: Requerimientos de uso. Elaboración propia.

## FUNCIÓN

<b>N° de componentes</b>	<b>Cantidad de elementos esenciales (9 de momento)</b>
	ISensor uv Panel led o luz led Gancho o clip (sistema de acople) Fuente de poder Placa arduino Cableado Carcasa 2 piezas (ideal) Material difusor para luz
<b>Carcasa</b>	<b>Medio de protección de mecanismos, partes, o componentes</b>
	Carcasa de resina o PLA Material aislante para salpicaduras
<b>Unión</b>	<b>Sistema de integración de componentes</b>
	Que se adhiera a todo tipo de uniforme del personal Que no solo mida, sino que comunica los niveles actuales de exposición Que genere recordatorios esporádicos en los que llame un poco más la atención del usuario o su entorno
<b>Centro de gravedad</b>	<b>Estabilidad funcional, posiciones de uso</b>
	Posición 1: Agarre primario para las manos de usuario Posición 2: Agarre pasivo en el uniforme u accesorio
<b>Funciones de cada componente</b>	<b>Estructuralidad de elementos, modulación</b>

TABLA 2: Requerimientos de función. Elaboración propia.

## ESTRUCTURALES

<b>N° de componentes</b>	<b>Cantidad de elementos esenciales (9 de momento)</b>
	ISensor uv Panel led o luz led Gancho o clip (sistema de acople) Fuente de poder Placa arduino Cableado Carcasa 2 piezas (ideal) Material difusor para luz
<b>Carcasa</b>	<b>Medio de protección de mecanismos, partes, o componentes</b>
	Carcasa de resina o PLA Material aislante para salpicaduras
<b>Unión</b>	<b>Sistema de integración de componentes</b>
	Que se adhiera a todo tipo de uniforme del personal Que no solo mida, sino que comunica los niveles actuales de exposición Que genere recordatorios esporádicos en los que llame un poco más la atención del usuario o su entorno
<b>Centro de gravedad</b>	<b>Estabilidad funcional, posiciones de uso</b>
	Posición 1: Agarre primario para las manos de usuario Posición 2: Agarre pasivo en el uniforme u accesorio
<b>Funciones de cada componente</b>	<b>Estructuralidad de elementos, modulación</b>

TABLA 3: Requerimientos estructurales. Elaboración propia.

## 7.4 RECURSOS

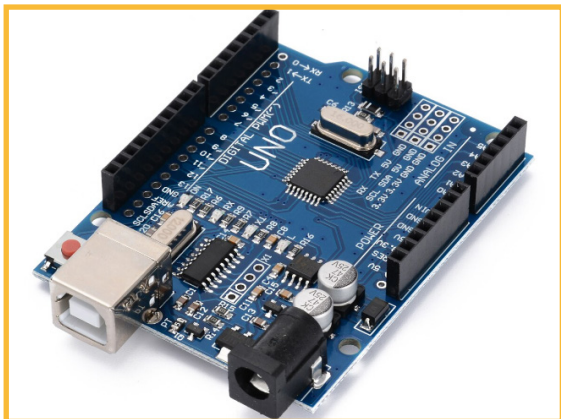


FIGURA 44: Arduino UNO. Fuente: Bovem Industrial.

### 7.4.1 RECURSOS TECNOLÓGICOS ACTIVOS

Existen diferentes recursos tecnológicos capaces de captar las mediciones externas y pasarlas a datos cuantificables, ya sea datos sobre la temperatura, posición, luz, sonido, entre una gran variedad de datos captables, ara el presente caso, la medición de la radiación UV.

#### **A** ARDUINO

Primero que todo, para hablar de arduino es necesario comprender el término de “Hardware Libre” y “Software libre”. El *hardware* libre hace alusión a aquellos dispositivos cuyos diagramas y especificaciones son de acceso público, por lo que cualquier persona puede replicarlos. El software libre se refiere a los programas informáticos cuyo código es de libre acceso para que cualquiera pueda modificarlo y utilizarlos. Ahora bien, Arduino corresponde a una plataforma de creación electrónica cuyo código es abierto, basada en *Hardware* y *Software* libre, flexible y de fácil uso para desarrolladores

y creadores. Esta es una plataforma que posibilita la creación de diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a la cual se le pueden dar diferentes tipos de uso. Este sistema ofrece un entorno de desarrollo integrado “Arduino IDE”, para programar y crear aplicaciones para las placas Arduino.

Con todos estos conceptos claros, podemos comprender que Arduino es una placa basada en un microcontrolador. Los microcontroladores se constituyen por circuitos integrados, los cuales son capaces de almacenar instrucciones, escritas en un lenguaje de programación dentro del entorno Arduino IDE para posteriormente interactuar con los circuitos de la placa y sus componentes asociados (Arduino.com).

Existen varios tipos de placas que se adaptan según los requerimientos de cada proyecto.

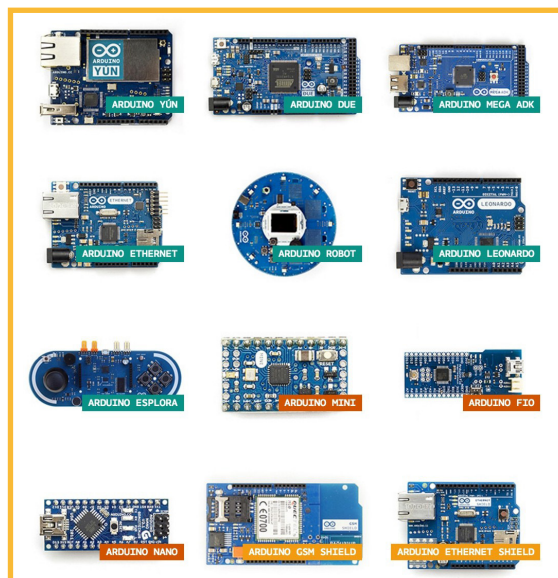


FIGURA 45: Catálogo Arduinos. Fuente: Xataka.

## B SENSOR UV

Los sensores uv son sensores analógicos que nos permiten detectar la radiación ultravioleta a través de la longitud de onda. Estos resultados en conjunto con arduino permiten procesar y trabajar la información para los diferentes usos que sean requeridos.

Existen diferentes tipos de sensores fabricados por diferentes empresas, pero los más populares fueron desarrollados por la empresa "Adafruit" y "Sparkfun", que sirvieron de inspiración para

- **GUVA-S12SD:** Este sensor funciona a razón de 5 voltios, tiene la capacidad de medir longitudes de onda entre 240 y 370 nm, es decir, que puede captar todo el espectro UVB y la mayor parte del UVA, pero posee otros modelos de diseño que son para medir solo tipo UVA o solo tipo UVB dependiendo de su controlador.

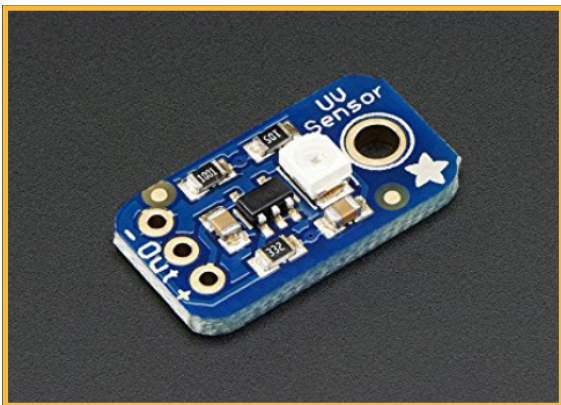


FIGURA 46: GUVA-S12SD. Fuente: Amazon.

**Se entiende módulo como:** Elemento con función propia concebido para poder ser agrupado de distintas maneras con otros elementos constituyendo una unidad mayor. (diccionario Oxford)

otros fabricantes inspirando los módulos GUVA-S12SD (FIGURA 46) y ML8511 (FIGURA 47) respectivamente. Estos módulos poseen dos grandes diferencias, la primera tiene que ver con las longitudes de ondas que son capaces de detectar y la segunda corresponde al voltaje con el cual trabajan.

- **ML8511:** Este sensor funciona a razón de 3.3 voltios, tiene la capacidad de medir longitudes de onda entre 280-390 nm, es decir, que puede captar gran parte el espectro UVB y la mayor parte del UVA, pero a diferencia del módulo GUVA, no posee otros modelos de diseño para medir solo tipo UVA o solo tipo UVB, lo que compensa con una mayor precisión en la lectura de ondas.

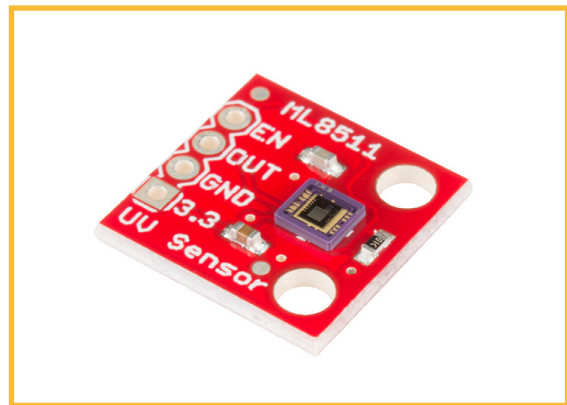


FIGURA 47: ML8511. Fuente: Sparkfun.



## C PCB

Viene del término en inglés Printed Circuit Board, correspondiente a una placa cuyo circuito se encuentra impreso, esta soporta y conecta los componentes electrónicos, con caminos o pistas de un material conductor, como cobre u oro. El mercado ofrece más de un tipo de placa PCB dependiendo de los requerimientos del sistema, variando tanto el número de caras impresas, como la cantidad de capas de circuitos. En la actualidad, la mayoría de los productos electrónicos, ya sean digitales o análogos, cuentan con este componente.

- **Placa PCB perforada:** Útil tanto para prototipado de circuitos como para ser utilizada en un producto de mayor elaboración.

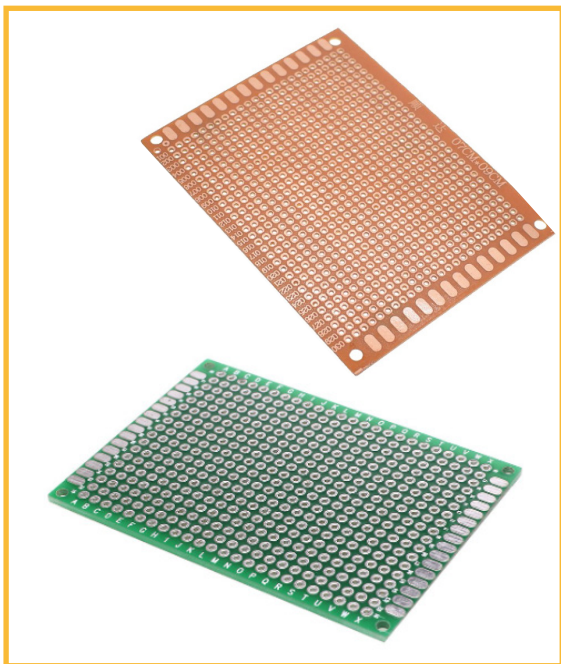


FIGURA 48: Placa PCB perforada de 1 y dos caras. Fuente: Maxelectrónica.

- **Placa PCB impresa:** La placa impresa es la que se encuentra en gran parte de los sistemas modernos y si bien en su mayoría son manufacturadas industrialmente en masa, existen opciones personalizadas al detalle o manufacturadas personalmente.

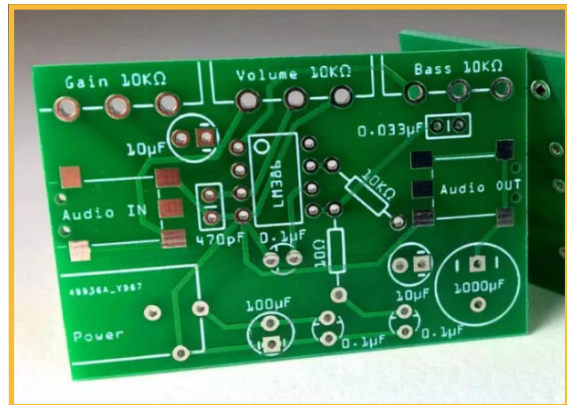


FIGURA 49: Placa PCB industrial. Fuente: Hardzone.

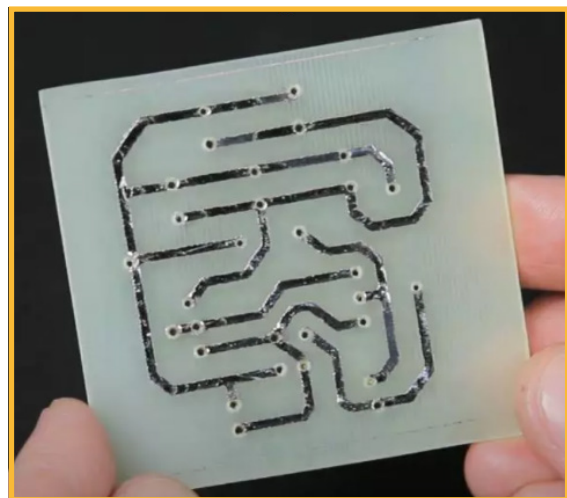


FIGURA 50: Placa PCB manufactura personal. Fuente: Hardzone.

## 7.4.2 RECURSOS TECNOLÓGICOS REACTIVOS

Dentro de las tecnologías capaces de detectar la radiación ultravioleta, se encuentra una amalgama de materiales reactivos a esta, que como se menciona anteriormente, emplean un tinte fotocromático que cambia su color al entrar en contacto con los rayos ultravioletas.

La versatilidad de este tinte permite ser aplicado en múltiples tipos de recursos, como:

### A PINTURA



FIGURA 51: Pintura reactiva. Fuente: Solar active.



FIGURA 52: Pintura reactiva. Fuente: Solar active.

### B PLÁSTICO



FIGURA 53: Plástico reactivo. Fuente: Solar active.

## C HILO



FIGURA 54: Hilo reactivo. Fuente: Solar active.



FIGURA 55: Hilo reactivo. Fuente: Solar active.

## D TELA



FIGURA 56: Tela reactiva. Fuente: Solar active.

### Observaciones

Dada su versatilidad, la amalgama de productos que pueden implementar esta tecnología es bastante grande, y debido a su particularidad entretenida y llamativa se ha aprovechado en muchos otros campos, más que en el área de la salud y el autocuidado.







Foto por Matías Rodríguez.



## CAPÍTULO 8

# PROCESO DE DISEÑO

- 8.1 MEDICIÓN UV
- 8.2 LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO
- 8.3 PROTOTIPADO DE CIRCUITO
- 8.4 DISEÑO DE INTEFAZ
- 8.5 CARCASA
- 8.6 FUENTE DE ALIMENTACIÓN
- 8.7 COSTOS DE PRODUCCIÓN
- 8.8 PROTOTIPO FORMAL
- 8.9 ENCUESTA DE RETROALIMENTACIÓN



## 8.1 MEDICIÓN UV

### OBJETIVOS:

- Realizar mediciones análogas de la radiación ultravioleta incidente.
- Determinar el criterio de selección de rangos de valores para los niveles del índice uv.
- Determinar la diferenciación ente la exposición al nivel 1 y espacios cerrados bajo techo (nivel 0) del recinto.

*“Crear un sistema capaz de medir el nivel uv fue el primer acercamiento a la manufactura con arduino y con el apoyo del software libre y su gran comunidad de programadores fue posible materializar la medición de la información base para el funcionamiento del producto.*”

*Se destaca que comprender los valores crudos que entregaba el sensor requirió de una gran cantidad de análisis y desempolvar un poco de matemáticas... ”*

### 8.1.1 SENSOR UV

Para realizar una medición precisa de la incidencia de los rayos uv sobre la superficie, se utilizó un sensor uv, específicamente el módulo ML8511 (FIGURA 47), que es capaz de percibir e interpretar la energía solar para conocer la longitud de onda de la misma. A través de la programación de arduino, el sensor emite una señal analógica sobre la medición de la radiación ultravioleta incidente, utilizando la unidad de medida  $\text{mW/cm}^2$  (corresponde a 0,000001 Watts de potencia por cada  $\text{cm}^2$ ).

La medición analógica del sensor uv fue utilizada en campo para registrar la incidencia de la radiación uv en diferentes espacios del Hospital.

## PROTOTIPO SENSOR UV

Utilizando el ecosistema de prototipado que brinda arduino, se realizó el prototipo de medición uv utilizando el siguiente esquema.

La medición analógica realizada por el sensor uv se entrega en la pantalla led integrada en el prototipo.

Para cohesionar todos los elementos del sistema, considerando que será usado en campo, se utilizó la herramienta de impresión 3D para confeccionar un receptáculo (12x12x10cm) que alberga los componentes internos y utiliza la pantalla led a modo de interfaz. El sensor fue posicionado en el exterior de la caja para poder realizar adecuadamente la medición, además de incluir una fuente de poder externa en formato batería portátil recargable tipo usb.

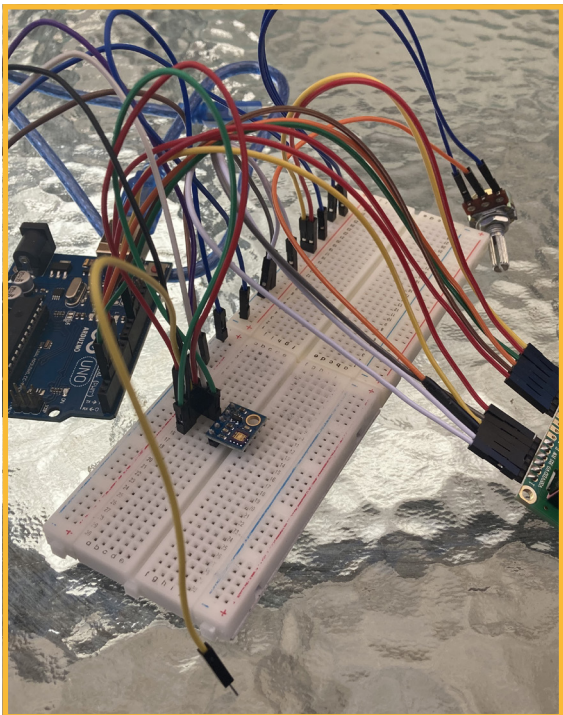


FIGURA 57: Prototipo de circuito de medición UV. Elaboración propia.



FIGURA 58: Prototipo medición UV. Elaboración propia.

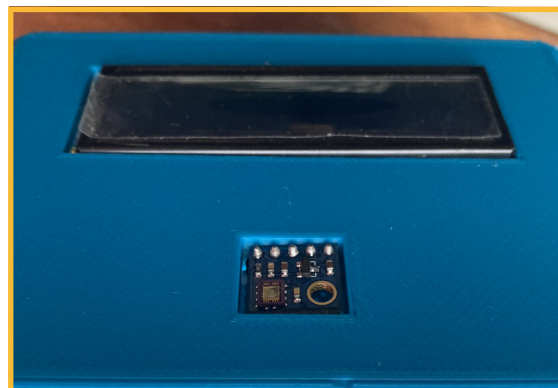


FIGURA 59: Sensor de medición UV y pantalla LED. Elaboración propia.

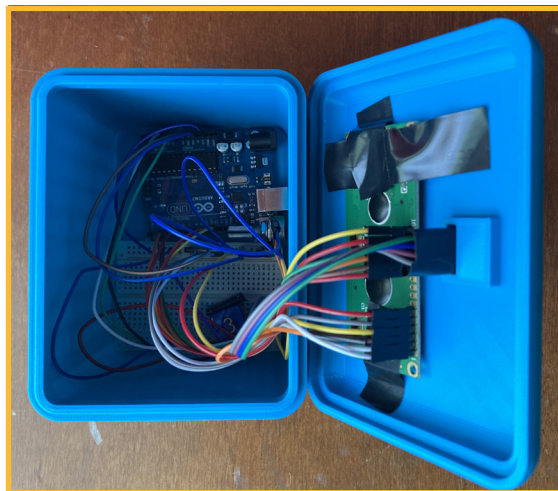


FIGURA 60: Interior receptáculo. Elaboración propia.

El modo de uso del prototipo de medición uv 1 consiste en portarlo en una o ambas manos y exponerlo en el lugar en el que se desee hacer la medición, acto seguido registrar el valor análogo que entrega la pantalla led, además del contexto de la exposición, por ejemplo: “Día despejado y muy soleado, en la sombra del exterior”.

Junto con la asistencia de un funcionario del recinto médico, se tomó la medida de las zonas de trabajo habituales y las de tránsito, además de los eventos clave en varias ocasiones en el mes de junio del 2022. A continuación se exponen los valores de estas mediciones.

Lugar	mW/cm <sup>2</sup>
UPC	0.14
Estar 4° piso	0.10
Pasillo 4° piso	0.13
UTI	0.13
Pasillo 3° piso	0.09
Mesón 3° piso	0.13
2° piso	0.12
1° piso	0.9 - 0.12
Escaleras	0.10
Comedor	0.09
Ascensor	0.09

TABLA 4: Registro medidas UV. Elaboración propia.

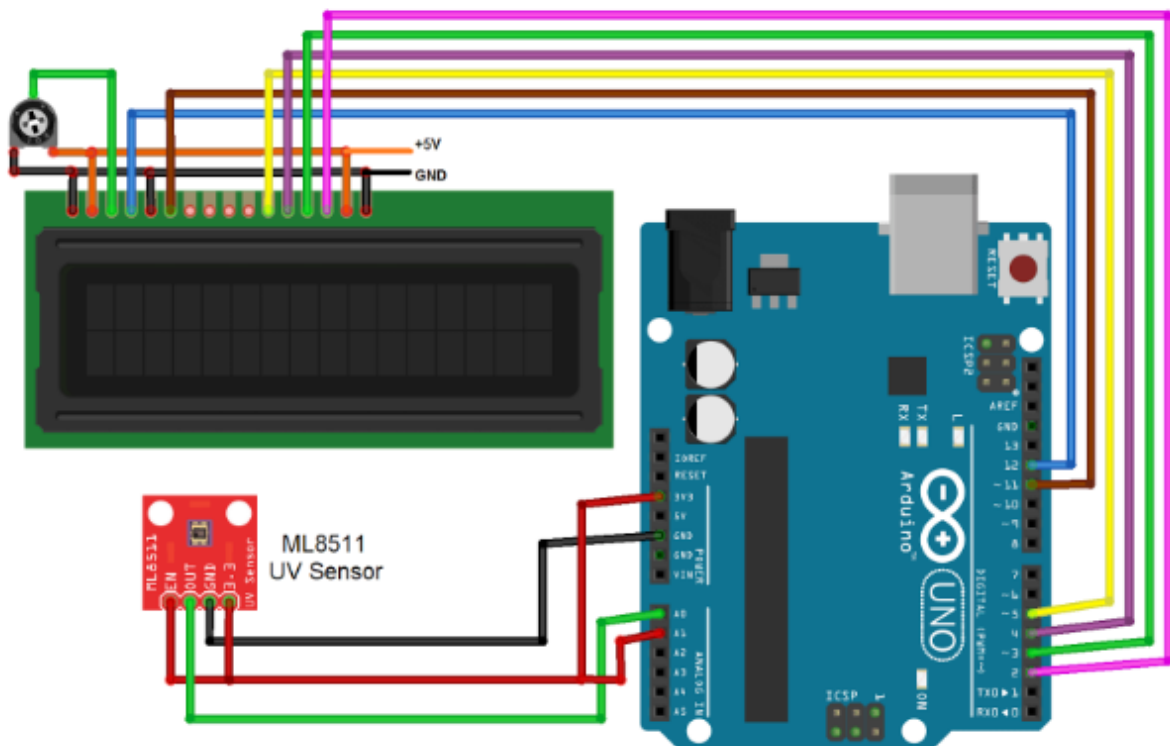


FIGURA 61: Vista digital del circuito del dispositivo de medición uv. Fuente: Circuito.io.

El módulo ML8511 registra el valor mínimo de  $0.08 \text{ mW/cm}^2$ , muy cercano a los valores registrados en las zonas de interior del recinto hospitalario. A partir de esto es necesario determinar qué valores registrados se identificarán como “zona interior” o “zona exterior” y poder relacionar los valores con la escala uv establecida. Es importante determinar cuáles serán estos rangos y sobre todo, cuáles serán los valores correspondientes a las zonas techadas para poder generar un código válido. Esta diferenciación entre el Nivel 1 y la nula o casi inexistente radiación ultravioleta no fue el foco prioritario al momento de la creación y utilización de la escala UV, por lo que en el presente trabajo se incluyó y se corroboró a través de los criterios expuestos a continuación.

Se determinó el rango de valores entre  $0.08$  y  $0.21 \text{ mW/cm}^2$  para la zona interior, es decir, en donde no se recibe una radiación ultravioleta incidente efectiva, ya que el valor  $0.22 \text{ mW/cm}^2$  fue el mínimo registrado en exterior a la sombra durante un día nublado. Este rango se denominó Nivel 0, teniendo en cuenta que la escala uv inicia en el Nivel 1.

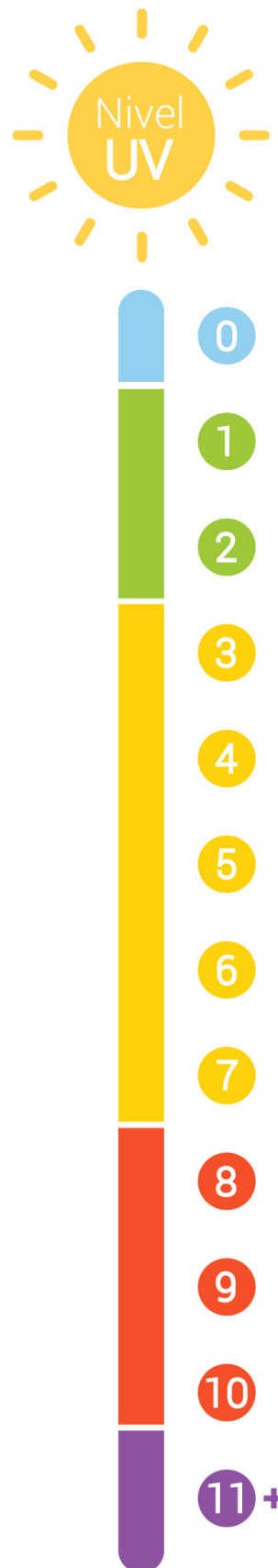
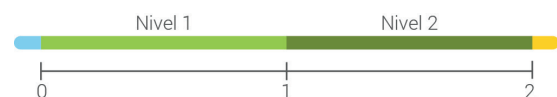


FIGURA 62: Escala UV con nivel 0. Elaboración propia.

La investigación arrojó que el crecimiento de los valores de los índices UV, se comporta de manera lineal, por lo que podemos determinar los rangos de valores de cada nivel por despeje. Estos valores fueron corroborados a través de la transformación del voltaje de salida medido a  $W/m^2$ , para posteriormente calcular el Índice UV de acuerdo a la normativa de la “Organización internacional de la estandarización (ISO 17166:1999 )”, la “Comisión internacional de Iluminación” (CIE S007/E-1998).

#### Niveles UV escala tradicional



#### Nueva escala niveles UV



FIGURA 63: Determinación de niveles UV. Elaboración propia.

En la siguiente tabla se determinan los límites inferiores y superiores del Nivel 1 al Nivel 11.

	IUV min	IUV max
Nivel 0		
Nivel 1	0,88	1,49
Nivel 2	1,5	2,49
Nivel 3	2,5	3,49
Nivel 4	3,5	4,49
Nivel 5	4,5	5,49
Nivel 6	5,5	6,49
Nivel 7	6,5	7,49
Nivel 8	7,5	8,49
Nivel 9	8,5	9,49
Nivel 10	9,5	10,49
Nivel 11	10,5	11,49

TABLA 4: Límites valores UV para cada nivel. Elaboración propia.

Los valores de los espacios techados quedaron delimitados en la siguiente tabla.

	$mW/cm^2$ min	$mW/cm^2$ max
Nivel 0	0,08	0,21

TABLA 5: Valores UV espacios techados. Elaboración propia.

A través de la conversión del voltaje de entrada, se obtuvo que el valor  $0,22 \text{ mW/cm}^2$  (TABLA 4), que se determinó como el rango inferior del nivel 1, corresponde al valor 0,88 de la escala UV.

Obteniendo el valor de índice UV del límite inferior del Nivel 1 (0,88), surgen algunas preguntas sobre cómo determinar estos rangos, ya que la escala original no lo aborda. Así como 0,88 pertenece al Nivel 1, por su proximidad, se razonó que un valor de 3,6, en la práctica pertenecería al nivel 4 de esta nueva interpretación de la escala. Es así que se utilizó el método de aproximación por redondeo para determinar los nuevos rangos, ya que, por ejemplo, el valor 2,9 está realmente más cercano al rango 3, que al 2.



Una vez establecido el Índice UV máximo del Nivel 1, utilizando la regla de despeje de tres simple, se obtuvieron los valores en mW/cm<sup>2</sup> máximos medibles.

	mW/cm <sup>2</sup> min	mW/cm <sup>2</sup> max	IUV min	IUV max
Nivel 0	0,08	0,21		
Nivel 1	0,22	0,373	<b>0,88</b>	1,49

TABLA 6: Despeje mW/cm<sup>2</sup> max nivel 1. Elaboración propia.

Repitiendo estos cálculos en el resto de niveles, se obtuvieron los valores en mW/cm<sup>2</sup> mínimos y máximos que se miden analógicamente a través del sensor.

	mW/cm <sup>2</sup> min	mW/cm <sup>2</sup> max	IUV min	IUV max
Nivel 0	0,08	0,21		
Nivel 1	0,22	0,373	0,88	1,49
Nivel 2	0,38	0,623	1,5	2,49
Nivel 3	0,63	0,873	2,5	3,49
Nivel 4	0,88	1,123	3,5	4,49
Nivel 5	1,125	1,373	4,5	5,49
Nivel 6	1,38	1,623	5,5	6,49
Nivel 7	1,63	1,873	6,5	7,49
Nivel 8	1,88	2,123	7,5	8,49
Nivel 9	2,13	2,373	8,5	9,49
Nivel 10	2,38	2,623	9,5	10,49
Nivel 11	2,63	2,873	10,5	11,49

TABLA 7: Valores mW/cm<sup>2</sup> min y max niveles 0 a 11. Elaboración propia.

## Observaciones

En este caso lo importante era saber cómo interpretar y utilizar la información que el sensor entrega, ya que la implementación del módulo es de baja complejidad.

## 8.2 LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO

### OBJETIVOS:

- Establecer los parámetros de funcionamiento.
- Determinar la fórmula para calcular los tiempos mínimos de exposición en cada tipo de piel.
- Establecer la lógica de transmisión de la información.
- Generar un código que considere la lógica establecida.

*“...Se tenía una idea clara de la información que se quería que entregara el producto, pero no como llevarla a cabo a través de la programación. Con la ayuda de Ignacio Passalacqua y Aaron Montoya, ayudante y profesor respectivamente de la FAU, se logró materializar el código, se llegó con la idea de que la información se transmitiera de manera lumínica a través de leds. Con esa base Ignacio confeccionó un código inicial que se fue corrigiendo en vivo. Fue emocionante comprender y ver como iba funcionando cada componente.”*

Una vez comprobado el prototipo de medición UV, es necesario retomar nuestra problemática inicial: La falta de exposición solar del personal de salud y su invisibilización.

Para poder determinar la exposición solar o su falta, debemos establecer los tiempos de exposición mínima (minutos) para cumplir la dosis mínima de vitamina d ( $\text{mJ}/\text{cm}^2$ ).

Los cálculos de tiempo de exposición normalmente utilizan la Dosis de Eritema Mínima

(DEM), que es el tiempo mínimo que tarda la piel en quemarse sin fotoprotección, dependiendo del nivel de radiación y del tipo de piel.

Para realizar los cálculos en el presente proyecto se optó por utilizar la dosis mínima de vitamina D para cada tipo de piel, de esta manera previene la sobreexposición y el daño cutáneo al mismo tiempo que garantiza la exposición mínima requerida.

## 8.2.1 TIEMPOS MÍNIMOS DE EXPOSICIÓN

Para calcular los tiempos de exposición mínima se dividió la dosis mínima de vitamina D [DMVD] para cada tipo de piel, con el índice de cada nivel UV en relación a 1 minuto (Gramsch, s.f.). El IUV corresponde a los Joules [J] por cada m<sup>2</sup>, acumulados durante 1 hora; en este proyecto, se necesita el valor en relación a minutos, por lo que el valor de IUV es dividido en 60. Para el nivel 1 son 100 [J/m<sup>2</sup>] acumulados en una hora, 200 [J/m<sup>2</sup>] para el nivel 2 y así sucesivamente.

$$\frac{DMVD [mJ/cm^2]}{IUV \div 60 [J/cm^2]}$$

Al igualar las unidades de medida nos quedaría:

$$\frac{DMVD \times 10^{-3} [J/cm^2]}{IUV \div 60 \times 10^{-4} [J/cm^2]}$$

Las dosis de vitamina D para cada fototipo se encuentran en la siguiente tabla. Los niveles 5 y 6, cuentan con la misma dosis, por lo que se tomó la decisión de considerarlos como un solo nivel.

Tipo de piel	Dosis VitD
Tipo 1	3,7
Tipo 2	4,7
Tipo 3	5,6
Tipo 4	8,4
Tipo 5	11
Tipo 6	11

TABLA 8: Dosis vitamina D para cada tipo de piel. Elaboración propia.

Tabla de tiempos de exposición en minutos según fototipo y nivel UV.

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5 Y 6
Nivel 1	22,2	28,2	33,6	50,4	66
Nivel 2	11,1	14,1	16,8	25,2	33
Nivel 3	7,4	9,4	11,2	16,8	22
Nivel 4	5,55	7,05	8,4	12,6	16,5
Nivel 5	4,44	5,64	6,72	10,08	13,2
Nivel 6	3,7	4,7	5,6	8,4	11
Nivel 7	3,17	4,03	4,8	7,2	9,43
Nivel 8	2,78	3,53	4,2	6,3	8,25
Nivel 9	2,47	3,13	3,73	5,6	7,33
Nivel 10	2,22	2,82	3,36	5,04	6,6
Nivel 11	2,02	2,56	3,05	4,58	6

TABLA 9: Tiempos de exposición según fototipo y nivel UV. Elaboración propia.

A partir de estos valores se analizó cuál debía ser el tiempo de exposición para cada tipo y se determinó un promedio del tiempo entre los nivel UV adecuados, estos serían desde el nivel 1 hasta el nivel. Desde el nivel 8 no se consideraron los tiempos en la operación, ya que sería poco prudente incluir los momentos en donde la exposición a la luz solar es peligrosa para la salud.

Se sacaron los promedios de tiempo en minutos para cada tipo de piel: para el tipo 1 son 8,22 minutos en promedio, para el tipo 2 son 10,45 minutos, para el tipo 3 son 12,45 minutos, para el tipo 4 son 18,67 minutos y para el nivel 5 y 6 son 24,46 minutos.

---

Estos promedios funcionan como valores umbrales, en donde no se estimula la sobreexposición o la falta de esta, pero se cumplen los tiempos mínimos de exposición en los niveles más comunes durante la jornada.

Se decidió usar el método de promedios en vez de que cada nivel calcule el tiempo de exposición de manera separada, por temas de facilidad de programación.

También se consideró el caso de que el usuario no conozca o no esta seguro de su fototipo, por lo que sería necesario brindar un tipo de piel estándar, al que se denominó promedio universal y se obtuvo al promediar los tiempos de exposición mínima de cada fototipo, que resultó en 14,58 minutos, un valor muy cercano a los 15 minutos recomendados de manera estándar para todo tipo de piel por la ONU. Esta similitud entre ambos tiempos, sustenta el proceso matemático utilizado para obtener los valores.

Tipo de piel	Tiempo total
Promedio universal	15 min
1	8 min
2	10 min
3	12 min
4	18 min
5 y 6	24 min

TABLA 10: Tiempos de exposición para cada fototipo. Elaboración propia.

## 8.2.2 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO

Teniendo los tiempos de cada fototipo y los niveles UV definidos, se necesita una interfaz que transmita esta información de manera clara, pero no disruptiva. Se escogió transmitir la información a través del recurso lumínico que ofrecen los LED's, utilizando variaciones de colores y latencias.

Los leds son componentes electrónicos semiconductores, también denominados diodos, que son capaces de emitir radiación electromagnética para generar luz. El propio desglose de las siglas LED así lo determina: L "Light" E "Emitting" D "Diodo". Es decir, Diodo emisor de Luz.



FIGURA 64: LED RGB común. Fuente: Afel.

La interfaz debe registrar de manera visual el tiempo de exposición efectiva de los usuarios, sin promover la exposición peligrosa, además de adecuarse a cada fototipo según los tiempos definidos anteriormente.

Para generar los prototipos se escogieron los LED's comunes y LED's comunes RGB.

La interfaz que se busca cuenta con tres principales focos de información que se denominaron: Nivel de índice UV, Tiempo de exposición y Fototipo.

En esta sección del capítulo solo se abordará el funcionamiento de los focos de información de la interfaz.



FIGURA 65: Diodo LED común. Fuente: Afel.



## A NIVEL DE ÍNDICE UV

Es importante promover una exposición responsable y segura. Siguiendo la escala uv existente, se determina que es seguro exponerse entre los niveles 1 y 7, considerando las recomendación internacionales de la OMS, como el uso de bloqueador o protector solar. A partir del nivel 8, el riesgo de sufrir eritema o daño cutáneo se eleva drásticamente, por lo que se tomó la decisión de excluir los niveles superiores a partir del nivel 8 en el tiempo de acumulación efectiva de exposición.

Se necesita comunicar el nivel uv al que el usuario se esta exponiendo, por lo se implementa un único LED RGB para representar los colores de la escala UV.

Índice UV	Color led
0 (bajo techo)	-
1	Verde
2	Verde
3	Amarillo
4	Amarillo
5	Amarillo
6	Amarillo
7	Amarillo
8	Rojo
9	Rojo
10	Rojo
11+	Rojo

TABLA 11: Niveles UV y sus respectivos colores. Elaboración propia.

El LED de índice UV tiene cinco estados diferenciados por el color.

- Bajo techo: apagado
- Nivel 1 y 2: Verde
- Nivel 3, 4, 5,6 y 7: Amarillo
- Nivel 8, 9 y 10: Rojo
- Nivel 11 y superiores: Morado

En los niveles de exposición peligrosa, correspondientes al rojo y morado, el LED transmite esta alerta a través de luz intermitente.

Índice UV	Led Estado UV		
	Color led	Estado	Latencia
0 (bajo techo)	-	Off	-
1	Verde	On	Fija
2	Verde	On	Fija
3	Amarillo	On	Fija
4	Amarillo	On	Fija
5	Amarillo	On	Fija
6	Amarillo	On	Fija
7	Amarillo	On	Fija
8	Rojo	On	Intermitente
9	Rojo	On	Intermitente
10	Rojo	On	Intermitente
11+	Rojo	On	Intermitente

TABLA 12: Estado y latencia de cada nivel. Elaboración propia.

Para llevar a cabo estas acciones y las demás necesarias, se utilizó el ecosistema de prototipado digital Arduino.

Para expresar los diferentes colores necesarios en un LED RGB se utiliza el sistema de composición basado en la edición de los tres colores primarios de la luz: rojo, verde y azul. Dependiendo el porcentaje de cada uno de estos se pueden obtener diferentes colores.

A nivel de programación, para obtener los colores deseados se expresa de la siguiente manera.

```

168     else if(uvIndex >= 1 && uvIndex <= 2) {
169         //GREEN
170         analogWrite(6, 0); // R
171         analogWrite(5, 30); // G
172         analogWrite(3, 0); // B

```

FIGURA 66: Fragmento del código, colores LED's. Elaboración propia.

El ejemplo de la imagen 66 muestra el seteo del color verde entre los niveles 1 y 2.

## B ACUMULACIÓN DE TIEMPO

Utilizando los tiempos de exposición definidos para cada fototipo en la sección anterior, se busca visualizar la acumulación en tiempo real. Para esto la barra de progreso, que es un elemento de interfaz, permite visualizar la progresión de una tarea o proceso en curso, en este caso el cumplimiento de tiempo de exposición efectiva.

Se disponen 5 LED's alineados que representan la barra de progreso. Esta acumulación solo se efectuara entre los niveles que permitan una exposición segura, es decir, entre los niveles 1 y 7 (segmento verde y amarillo). Bajo techo, no se realizara acumulación.

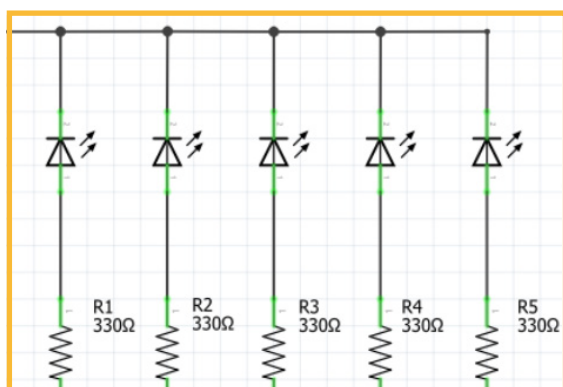


FIGURA 67: Esquemático LED'S y resistencias. Elaboración propia.



FIGURA 68: LED'S y resistencias. Elaboración propia.

Se determina que la barra de progreso tiene dos estados: Acumulando y No acumulando. Mientras no esté acumulado los leds de la barra estarán con luz fija; y cuando se encuentre en proceso de acumulación, la luz será intermitente.

Índice UV	Leds Barra de tiempo	
	Estado	Acumulación de tiempo
0 (bajo techo)	On	No
1	On	Si
2	On	Si
3	On	Si
4	On	Si
5	On	Si
6	On	Si
7	On	Si
8	On	No
9	On	No
10	On	No
11+	On	No

TABLA 13: Estado barra acumulación de tiempo. Elaboración propia.

Para cada fototipo existe un tiempo de exposición ideal, por lo que la velocidad de la barra de progreso será variable. El tiempo ideal es el 100% de tiempo y se puede saber con más exactitud el tiempo actual de exposición en minutos dividiendo el tiempo ideal en 5 y multiplicando por la cantidad de LED's encendidos en la barra de progreso.

## C FOTOTIPO

Un factor muy importante es el fototipo, que determina el tiempo de exposición ideal. Esta información es brindada por el usuario, por lo que debe existir una forma en la que se pueda escoger el tipo de piel. Se planteó en un inicio la posibilidad de generar versiones del producto para cada fototipo y dar la posibilidad de que cada usuario escoja el perteneciente a su fototipo. Esta idea se descartó debido a que se determinó que no sería conveniente ni para el proceso productivo, ni en la práctica, ya que se requeriría otro tipo de estudio para determinar cuál es el porcentaje de cada fototipo en el recinto; además, está la posibilidad de que no existan los suficientes de algún tipo. Otra problemática es que pierde la cualidad de poder seguir en circulación y traspasarse a otros usuarios.

A partir de esto, se eligió que la interfaz tenga un elemento de entrada que le permita al usuario escoger su fototipo. Este elemento será una interacción directa con el usuario y es la primera experiencia con el producto.

Se establecieron cinco fototipos o tipos de piel, además de un fototipo universal, teniendo un tiempo de exposición promedio para usuarios que desconozcan su tipo de piel o no quieran especificarlo. Cuando el usuario seleccione su fototipo, el tiempo ideal cambiará y se comenzará a acumular tiempo en función a la selección. La velocidad de acumulación visualmente será diferente; quien sea tipo 1, acumulará visualmente mucho más rápido que el tipo 6.

El ecosistema de prototipado ofrece un elemento básico de entrada, que son los botones.

Se utilizará este elemento como entrada analógica de información.



FIGURA 69: Tipos de piel. Fuente: Shutterstock.

## RESUMEN

Indice UV	Valores sensor uv [mW/cm2]		Led Estado UV			Leds Barra de tiempo	
	Valor min	Valor max	Color led	Estado	Latencia	Estado	Acumulación de tiempo
0 (bajo techo)	0,08	0,21	-	Off	-	On	No
1	0,22	0,39	Verde	On	Fija	On	Si
2	0,4	0,64	Verde	On	Fija	On	Si
3	0,65	0,89	Amarillo	On	Fija	On	Si
4	0,9	1,14	Amarillo	On	Fija	On	Si
5	1,15	1,39	Amarillo	On	Fija	On	Si
6	1,4	1,64	Amarillo	On	Fija	On	Si
7	1,65	1,89	Amarillo	On	Fija	On	Si
8	1,9	2,14	Rojo	On	Intermitente	On	No
9	2,15	2,39	Rojo	On	Intermitente	On	No
10	2,4	2,64	Rojo	On	Intermitente	On	No
11+	2,65	2,89	Rojo	On	Intermitente	On	No

TABLA 14: Resumen lógica de funcionamiento. Elaboración propia.

## 8.3 PROTOTIPADO DE CIRCUITO

### OBJETIVOS:

- Establecer el *hardware* necesario para materializar el prototipo.
- Sistematizar la confección de una placa de circuitos en pasos establecidos.
- Explorar procesos productivos viables.

*“A lo largo de la carrera, los procesos de diseño utilizados han sido divergentes a las formas de enseñanza, ya que estos consisten en un sistema de ensayo y error con avances fundamentales entre ellos, pero es muy difícil comunicarlo y visualizarlo de la manera correcta. Nunca ha sido fácil visibilizar los errores y requirió esfuerzo corregirlos durante el proceso de este proyecto de título.*”

*Esta etapa del proyecto fue la más emocionante y a la vez desafiante, pues comunicar de la manera correcta los ensayos y errores es fundamental para el relato...”*

Una vez definida la lógica de funcionamiento en la anterior sección, se consideran los requerimientos de uso para materializar el sistema diseñado en todas las dimensiones de su *hardware*, considerando su arquitectura, su usabilidad, accesibilidad y diseño visual.

El sistema de prototipado de arduino y la realización del código, permitió definir la gama de componentes necesarios.

### 8.3.1 SELECCIÓN DE COMPONENTES

Gracias al asesoramiento de Ignacio, se pudo contar con una lista clara de componentes, priorizando la disponibilidad y compatibilidad con el código.

Como resultado, la lista de materiales para esta etapa es la siguiente:

- 1 Protoboard
- 5 Resistencias de 330 oms
- Cables
- 6 Botones
- 1 Arduino UNO
- 1 Diodo RGB
- 5 Diodos

Una vez definidos los componentes, se utiliza el ecosistema de prototipado para administrar las conexiones según el código.

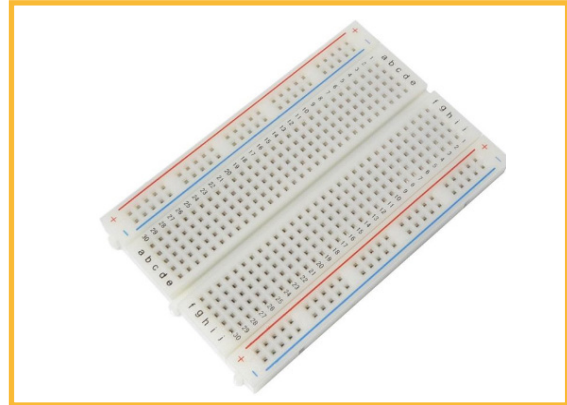


FIGURA 70: Protoboard. Fuente: Mcielectronics.



FIGURA 71: Botón pulsador. Fuente: Mcielectronics.



FIGURA 72: Resistencia 330 oms. Fuente: Mcielectronics.





FIGURA 73: LED RGB. Fuente: Afel.

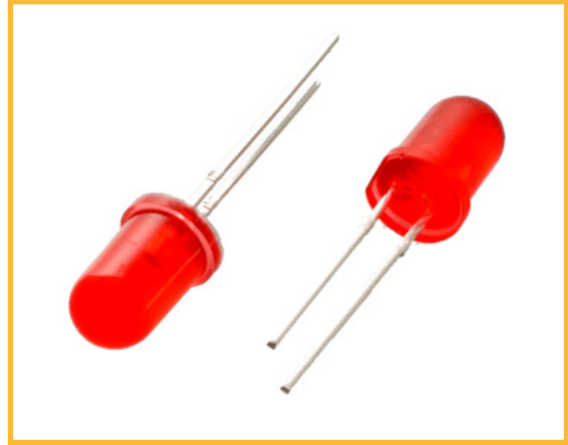


FIGURA 75: Diodo LED común. Fuente: Afel.

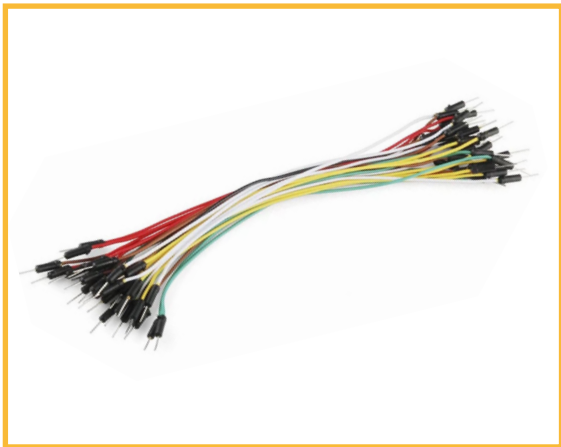


FIGURA 74: Cables para prototipado. Fuente: Afel.

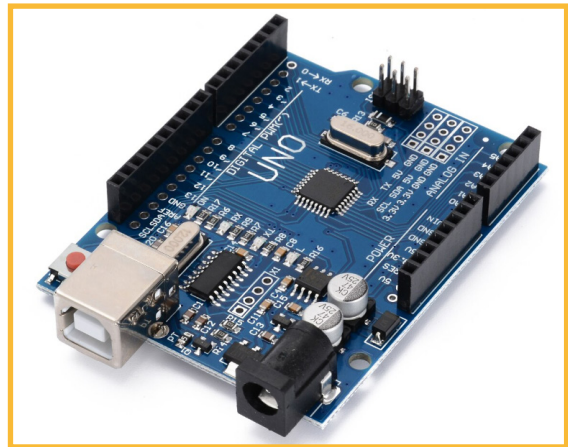


FIGURA 76: Arduino UNO. Fuente: Afel.

## 8.3.2 CONFECCIÓN PLACA DE CIRCUITOS IMPRESOS

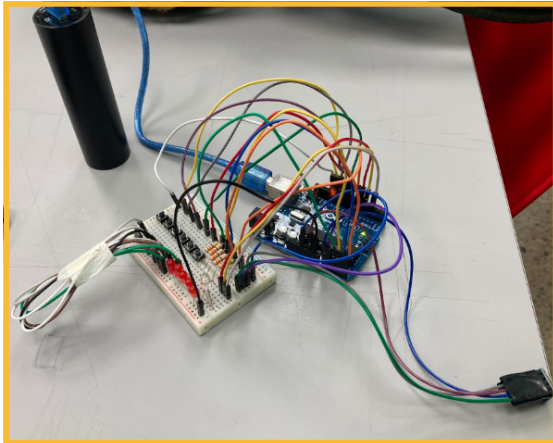


FIGURA 77: Prototipado del circuito. Elaboración propia.

Se realizó el ensamble de los componentes bajo la orientación del asesor y una vez compuesto el circuito, se corrigieron todos los errores que presentaba el código en virtud del *hardware* que se estaba aplicando, de manera que todo quedó funcionando según lo previsto por las tablas descritas en la sección anterior.

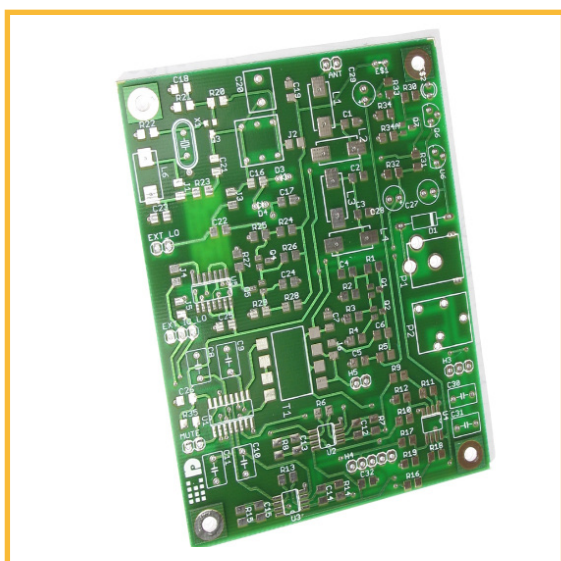


FIGURA 78: Placa PCB de producción industrial. Elaboración propia.

Ya con el código y el hardware comprobados, es necesario evolucionar el prototipo en una estructura que sea más compatible con el contexto de uso del dispositivo y de mayor fidelidad, para acercarlo en la mayor medida posible a su versión de hardware profesional, de manera que se opta por implementar una PCB (printed circuit board) o placa de circuitos impresos.

El foco principal era la reducción del tamaño, priorizando la portabilidad y consistencia.

Debido a que el estándar de fabricación de PCB es mandarlo a hacer a servicios especializados que tienen un alto costo al por menor, se investigó el nicho de la producción casera de esta tecnología.

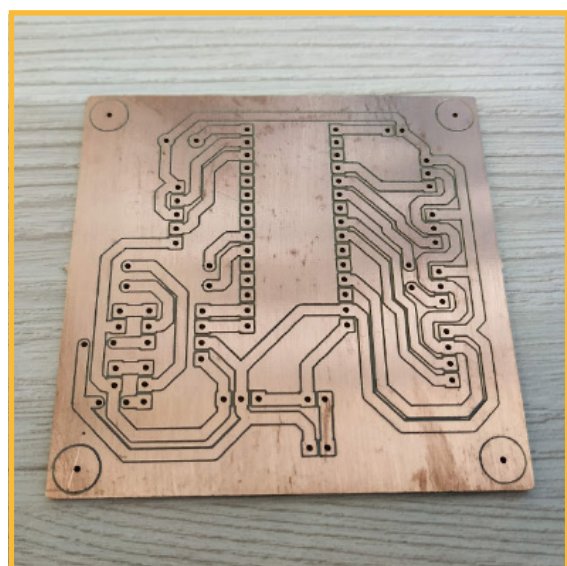


FIGURA 79: Placa PCB de producción semi profesional. Elaboración propia.

La producción casera de pcb no está estandarizada y cada persona desarrolla sus técnicas según sus medios y comparte sus resultados a través de internet; se investigó exhaustivamente diferentes técnicas y métodos encontrados para poder implementarlos en el proceso de diseño.

En primera instancia para hacer un diseño (profesional o casero) de manera óptima, se requiere el uso de software de diseño de PCB. Existen softwares de diferentes niveles de complejidad según la experticia del usuario y los requerimientos del proyecto, pero en general constan de tres principales **“vistas del circuito”**. Una vez teniendo el maquetado de circuito inicial, este se puede digitalizar, ubicando todos los elementos y su distribución dentro del ecosistema del programa, originando la **“vista protoboard”** (FIGURA 80).

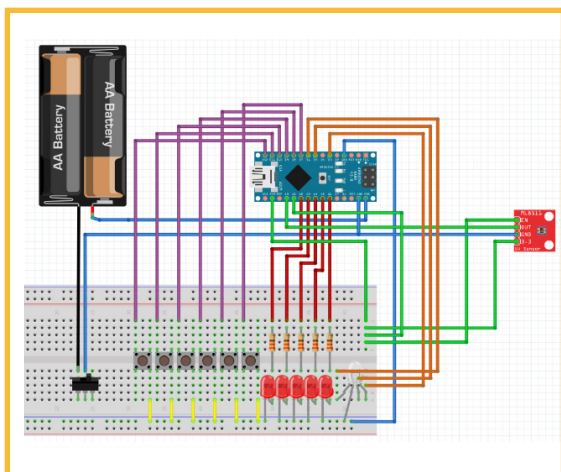


FIGURA 80: Vista protoboard. Elaboración propia.

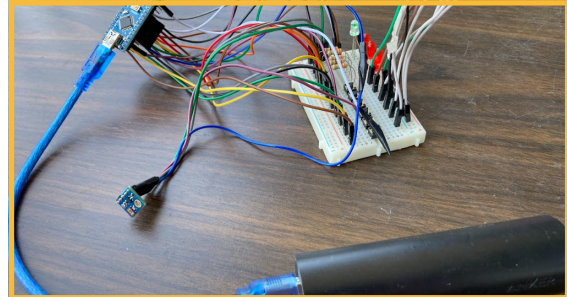


FIGURA 81: Arduino NANO y protoboard. Elaboración propia.

El prototipo digital permite digitalizar la lógica del circuito y los programas asisten en el proceso evitando errores en las conexiones a la hora de esquematizar el sistema, dando origen a la **“vista esquemática”** o **“esquemático”** (FIGURA 82). El esquemático es un diagrama electrónico que representa de manera simple a través de símbolos normados las conexiones de alimentación y de señal en los diferentes dispositivos, y no necesariamente corresponden a las ubicaciones físicas de los componentes en el dispositivo.

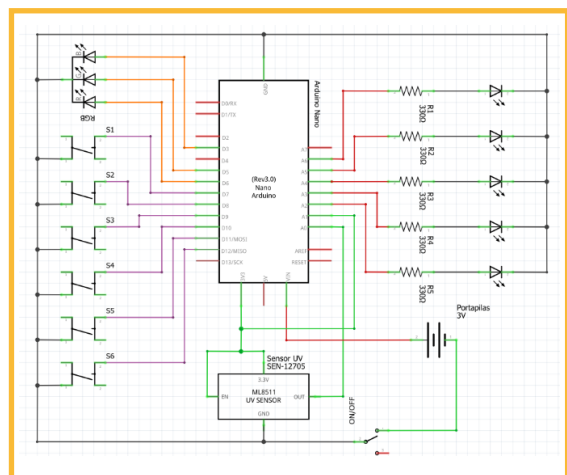


FIGURA 82: Vista esquemática. Elaboración propia.

Una vez obtenida la lógica y las conexiones en la vista esquemática se procede a realizar la distribución física de los componentes en la placa de circuitos, esto se conoce como la “vista PCB” (FIGURA 84) y en ella el programa también asiste para que no haya cruces en las conexiones y todo funcione de manera correcta. En esta etapa uno distribuye los componentes de la manera más óptima según el diseño y requerimientos.

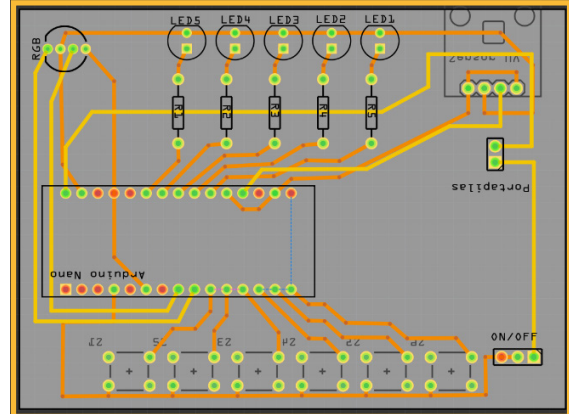


FIGURA 84: Vista PCB. Elaboración propia.

Algunos programas como Autodesk Eagle y Kicad permiten incorporar el código para simular su funcionamiento de manera digital, además, estos programas están pensados para un nivel de experticia mayor, por lo que la curva de aprendizaje es elevada, brindando muchas más herramientas y variables para la confección del circuito. Otros programas como Easyeda y Fritzing son más amigables con los usuarios más novatos, este último fue el utilizado en su versión de código abierto para este proyecto. Algunos de estos programas tienen convenio con Aisler, lo que posibilita cotizar y fabricar la pcb directamente

Como se mencionó anteriormente, las mayores complicaciones que se presentaron en el uso de estos programas fueron la elevada curva de aprendizaje y que los componentes para las diferentes vistas deben ser descargados y no todos los programas cuentan con los componentes específicos requeridos en el proyecto.

En este punto la ejecución profesional y la ejecución casera se bifurcan, por un lado la ejecución profesional requiere la vista esquemática y la vista pcb, además de un desglose de observaciones para la correcta realización; y por el otro lado, la ejecución independiente puede tomar una diversidad de procesos que se profundizará a continuación.



FIGURA 83: Logos software especializados. Fuente: Shutterstock.

***“En la investigación realizada por Internet se destaca la creatividad de la comunidad para crear una placa de pcb de manera independiente, pero también cabe mencionar que muchos de los métodos de este procesos fueron pulidos y unificados para este proyecto...”***

Para elaborar una placa de circuitos impresos de manera independiente se necesita imprimir la vista en escala real de la distribución del circuito, es decir, la vista pcb, esto permite obtener una base pulcra y organizada para iniciar el proceso, no obstante también se puede realizar la distribución a mano alzada con un marcador, pero no es la forma más óptima. Se puede imprimir la vista tal cual la entrega el software o puede ser exportada en formato svg para poder editar o retocar el diseño, para este proyecto se recurrió a esta modalidad para poder explorar diseños sobre el cobre .

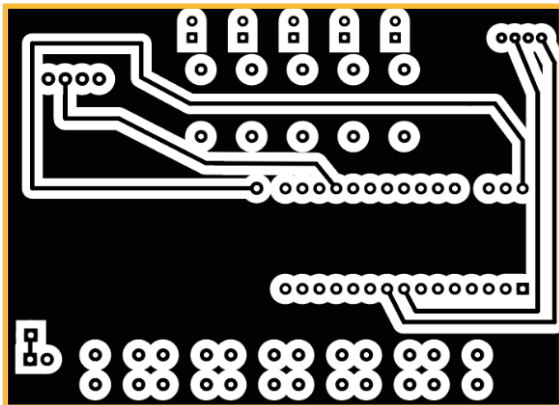


FIGURA 85: Diseño de circuito estilo 1. Elaboración propia.

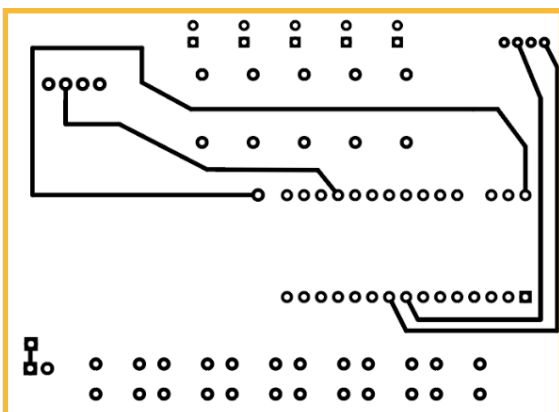


FIGURA 86: Diseño de circuito estilo 2. Elaboración propia.

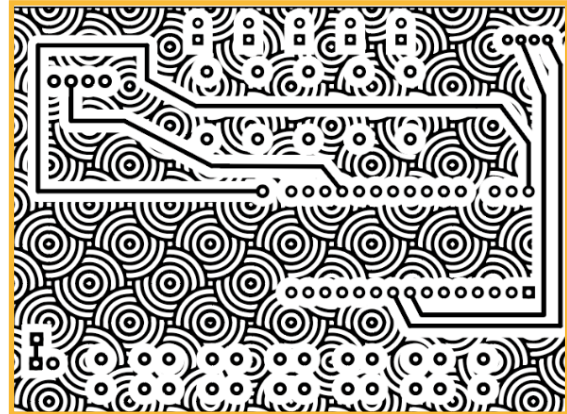


FIGURA 87: Diseño de circuito estilo 3. Elaboración propia.

Esta impresión tiene como finalidad transferir la tinta del diseño a la placa de cobre, por lo que debe considerarse en espejo.

Para una correcta transferencia, que se realizará a través de un planchado de calor, la mayoría de los fabricantes independientes indican que el método de impresión debe ser láser, ya que este método atrae los pigmentos de la tinta y las transfiere al papel por un proceso que combinan el calor y la presión, indispensables para un traspaso satisfactorio; en contraparte, en el sistema de inyección de tinta, el cabezal lanza la tinta sobre el papel y este la absorbe, en el momento de realizar la transferencia la tinta solo se quemaría al no estar pensada para el calor.

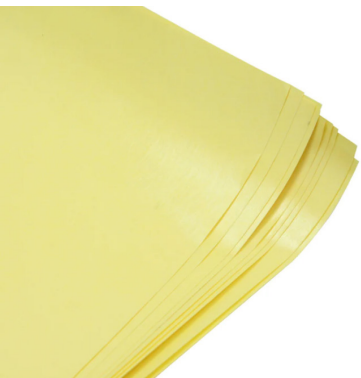


Así como importa el tipo de impresión, el tipo de papel también afecta a la calidad de la transferencia, los papeles recomendados por los independientes son papel estucado o couche, muy habitual en la impresión de revistas; vinilo impreso, que es un adhesivo; y el papel de transferencia térmico para pcb, que tiene específicamente esta función y también es el papel en el cual están adheridos los *stickers* comúnmente.



*Tipo: Couché*  
*Textura: Lisa glossy*

FIGURA 88: Papel couché.  
Fuente: Serikat diseño.



*Tipo: Transferencia o Papel de respaldo*  
*Textura: Lisa glossy*

FIGURA 89: Papel de transferencia.  
Fuente: Electronicadiy.



*Tipo: Vinilo de impresión*  
*Textura: Lisa opaca & glossy*

FIGURA 90: Papel vinilo de impresión.  
Fuente: Lumen.

***“Este proceso demandó una gran cantidad de tiempo, no por su dificultad, sino por la gran cantidad de inconvenientes que se fueron presentando...”***

A partir de esta información, comenzó la búsqueda de acceso a una impresora láser, ya que de manera personal solo contaba con una impresora de inyección de tinta. Antes de comprender la incompatibilidad de la tinta de inyección con el calor, probé la opción de usar el papel de transferencia térmica en la impresora de inyección y esta ni siquiera lo aceptó.

Al no contar con impresora láser de manera libre y gratuita, me acerqué a comercios que ofrecieran el servicio, todos estos tenían la política de no aceptar papeles externos para no arriesgar la integridad de sus máquinas, por lo que me vi en la disyuntiva de no tener método de impresión en los papeles adecuados.

En este punto se exploró la transferencia mediante químicos, como el diluyente, con papel *bond* de 75gr, pero este solo logró transferir un veinte por ciento del diseño a la placa.



Al no poder imprimir con láser en los papeles adecuados y que no funcionara la transferencia mediante químicos, se analizó las características de los papeles recomendados y dedujo que compartían una superficie satinada, ampliando el repertorio de papeles aptos. Se busco centros de impresión que contaran con papeles de estas características y como resultado apareció el papel cuché y la opalina satinada.

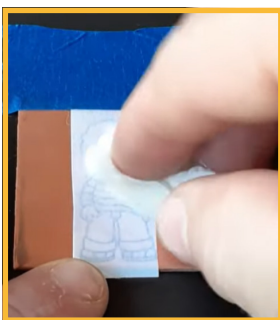


FIGURA 91: Referencia proceso traspaso de tinta.  
Fuente: @grabadoconburil.



FIGURA 92: Tinta traspasada. Elaboración propia. Fuente: @grabadoconburil.

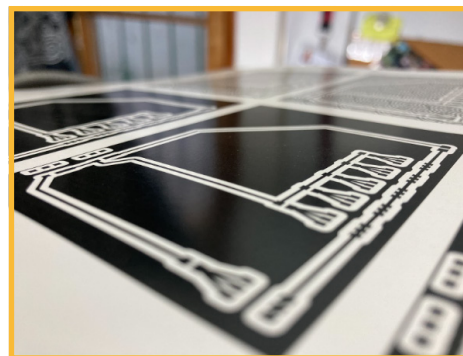


FIGURA 93: Impresión en couché. Elaboración propia.

### 8.3.2.1 TRASPASO DE TINTA

Una vez obtenida la impresión en los papeles satinados, prosigue la transferencia de tinta a la placa pcb de fibra de vidrio, para esto se necesitan los siguientes preparativos:

- **Dimensionado del espacio de transferencia:**

La transferencia de tinta se realiza a una placa de fibra de vidrio no conductora de 1,5 mm recubierta de cobre por ambas caras. Para su dimensionado se implementaron dos técnicas, corte con corta cartón y corte rápido con sierra manual. El corte con corta cartón consiste en dar reiterados cortes con la cuchilla en ambas caras hasta llegar a la baquelita y aplicar una palanca para separar la pieza; el corte con sierra manual se realizó cercano a la línea de corte para detallar el perímetro más adelante. Esta segunda técnica dio mejores resultados, ya que es más rápida y sencilla de ejecutar, además de presentar menos errores en el proceso.



- **Preparación de la superficie:**

Ya dimensionada la superficie de la pieza se limpia con acetona y un material abrasivo para obtener un nivel bajo de porosidad.

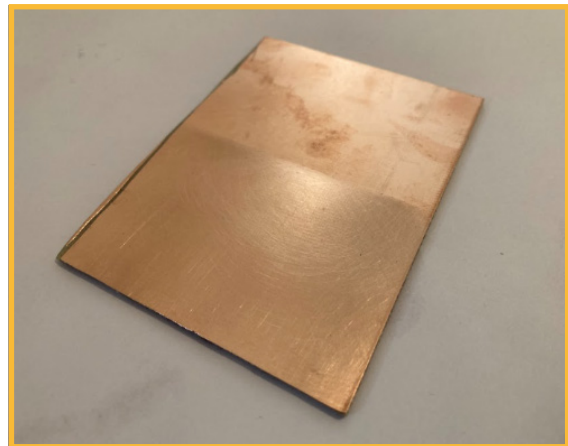


FIGURA 94: Pieza limpiada. Elaboración propia.



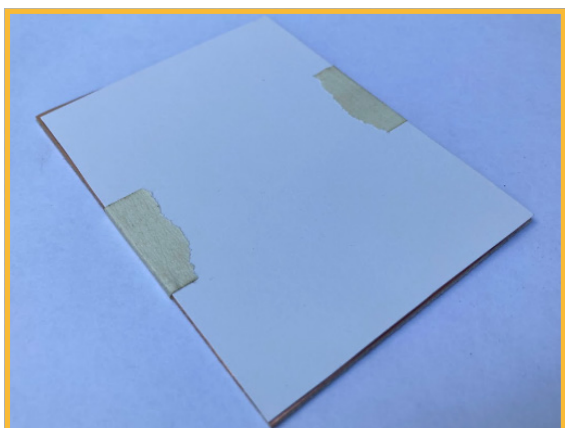
FIGURA 95: Espuma verde de la esponja. Elaboración propia.



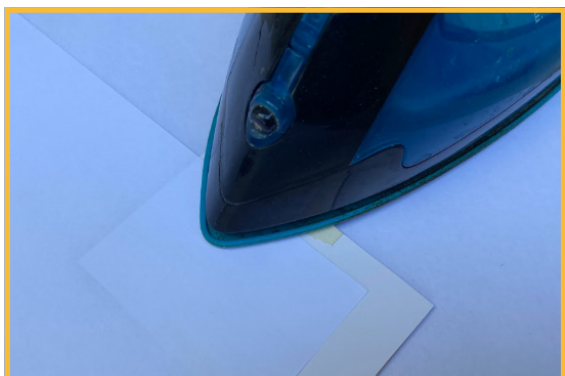
FIGURA 96: Virutilla fina. Elaboración propia.

## PROCESO DE TRANSFERENCIA

- 1 Fijar el papel impreso a la superficie.



- 2 Se aplica calor y presión a través de una plancha, aproximadamente durante cinco minutos a 150°C-180°C.



- 3 Aplicando pequeñas cantidades de agua a la superficie del papel, se va disolviendo de manera progresiva dejando la tinta adherida al metal (para facilitar la penetración del agua en el papel, se lijó progresivamente a medida que se le aplicaba cada vez más agua).

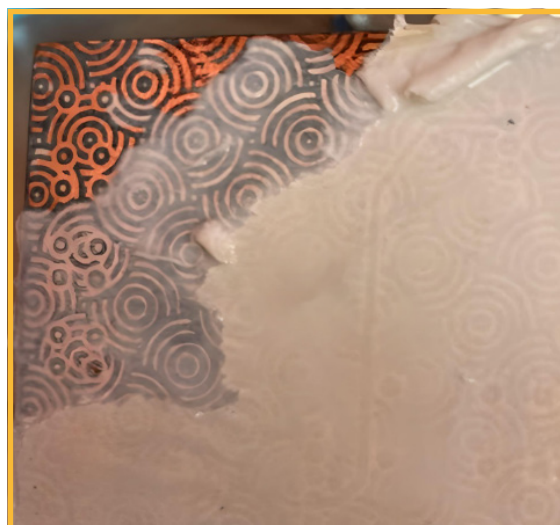
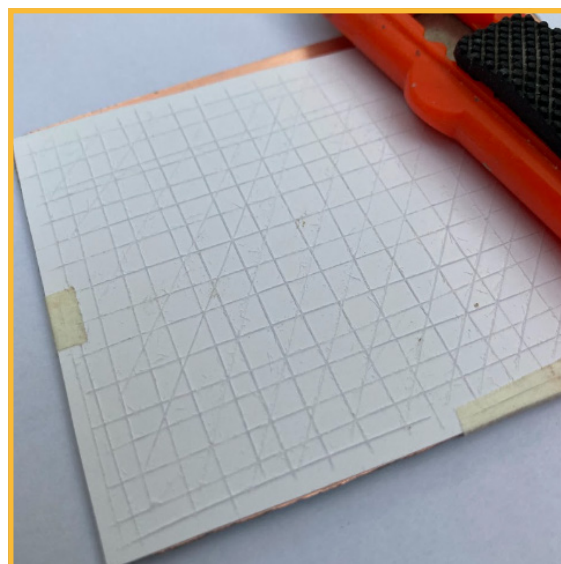


FIGURA 97: Proceso traspaso de tinta. Elaboración propia.



- 4 Se limpian restos de papel sin tinta que hayan quedado adheridos al diseño.



El objetivo de la transferencia es generar una capa de tinta con el diseño, que impida que el cloruro férrico lo disuelva para conseguir el circuito.

- 5 La placa se sumerge en un recipiente con cloruro férrico de cinco a diez minutos mientras se realizan movimientos oscilantes (se limpia con agua el excedente). Debido a que la placa posee dos caras de cobre, la cara que aun no se transfiere debe ser recubierta para evitar su interacción con el ácido.

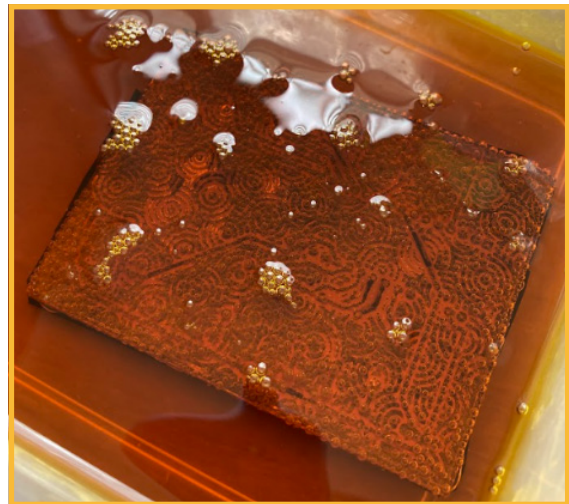
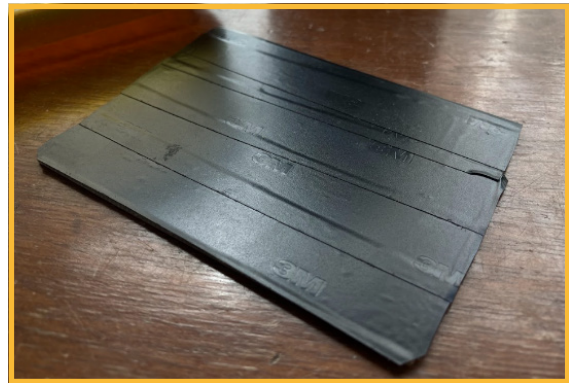
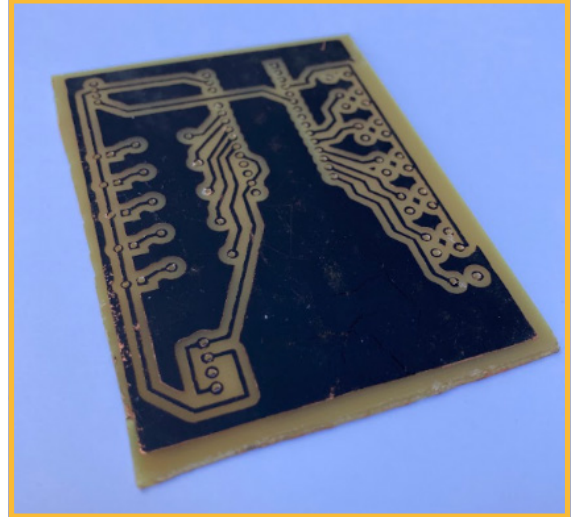


FIGURA 98: Proceso traspaso de tinta. Elaboración propia.



Debido a que se ensamblarán componentes electrónicos, es imperativo que los diseños de ambas caras coincidan, por lo que se realizan perforaciones en los puntos de ensamblaje, que se utilizarán de referencia para posicionar el diseño de la otra cara del circuito.

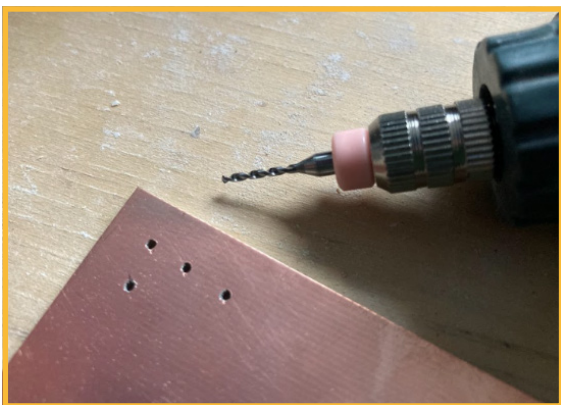
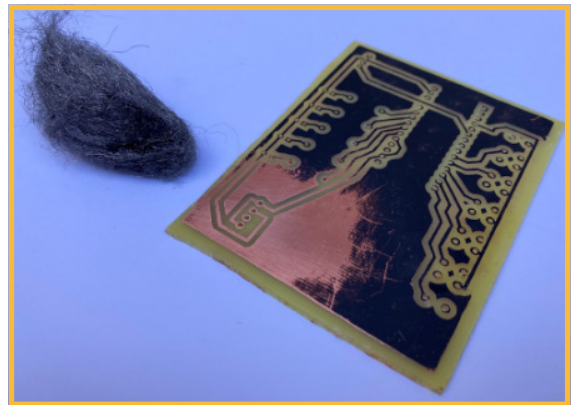


FIGURA 99: Proceso traspaso de tinta. Elaboración propia.

Se repiten todas las etapas en la cara posterior y luego se recubren con estaño los circuitos.

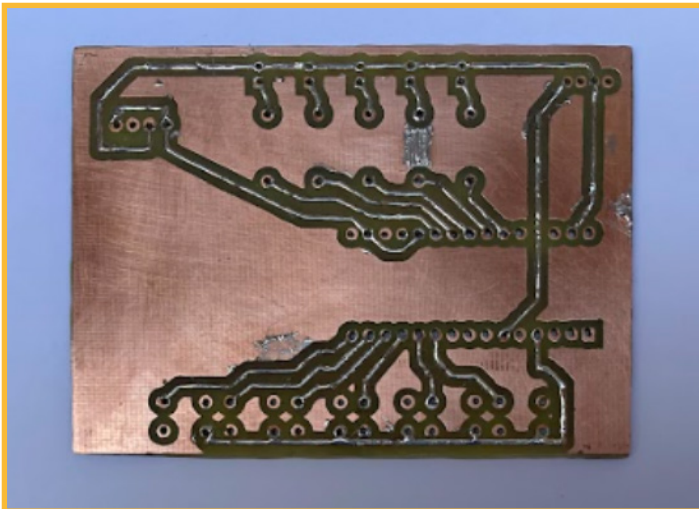
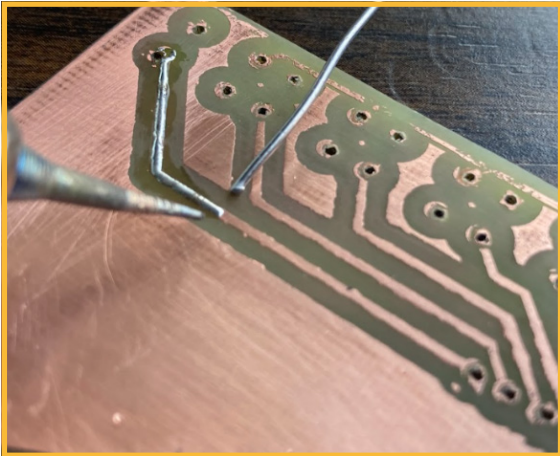


FIGURA 100: Estañado. Elaboración propia.



### 8.3.2.2 ENSAMBLAJE DE COMPONENTES

El ensamblaje de los componentes del prototipo funcional a la placa con los circuitos estañados, se realiza a través de soldadura. Para reducir el volumen del sistema se opta por pasar de arduino UNO, que posee enfoque de prototipado, a arduino NANO, que posee la misma versatilidad, pero con un tamaño más reducido.

Por el carácter exploratorio del primer prototipo funcional, no se abordó la fuente de alimentación y su implementación.

Los componentes para el prototipo funcional son:

- 1 placa de doble faz pcb fibra de vidrio 1.5 mm
- 5 resistencias de 330 oms
- 5 diodos
- 6 botones pulsadores
- 1 arduino nano
- 1 diodo RGB
- Módulo medición uv

Para el proceso de soldadura se sitúa componente a componente en sus respectivas perforaciones, partiendo por el procesador, debido a que otros componentes podrían entorpecer el acceso a este sitio.

Es importante ir limpiando los residuos de la grasa del estaño de soldadura, ya que estos pueden producir mal funcionamiento o hasta un cortocircuito.

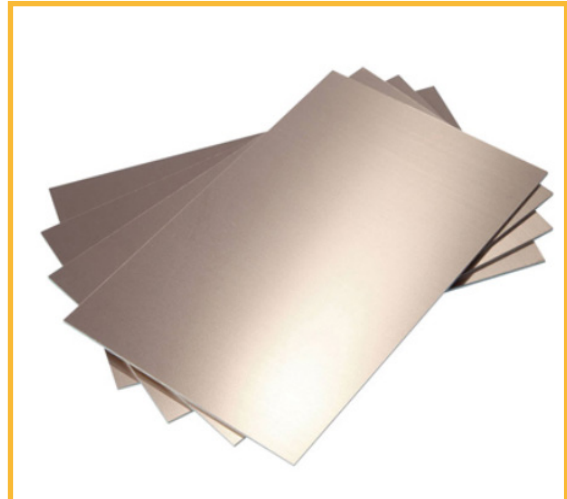


FIGURA 101: Placa doble faz PCB fibra de vidrio 1.5 mm. Fuente: Tienda Poirot.



FIGURA 102: Botón pulsador. Fuente: Mcielectronics.



FIGURA 103: Resistencia 330 oms. Fuente: Afel.



FIGURA 104: Diodo LED blanco. Fuente: Afel.



FIGURA 105: LED RGB. Fuente: Afel.

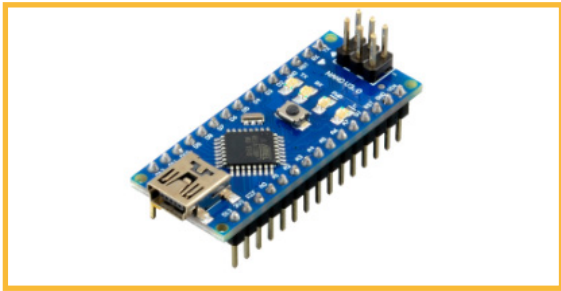


FIGURA 106: Arduino NANO. Fuente: Maxelectronica.

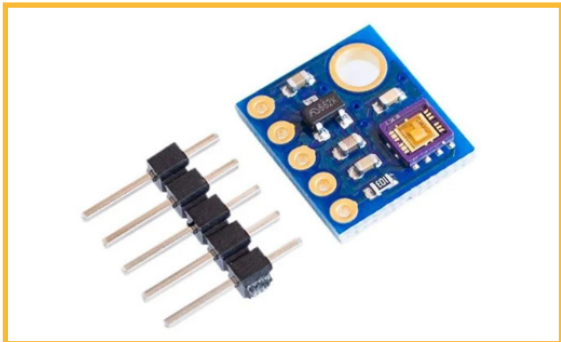


FIGURA 107: Módulo medición uv. Fuente: Afel.



FIGURA 108: Proceso de soldadura. Elaboración propia.

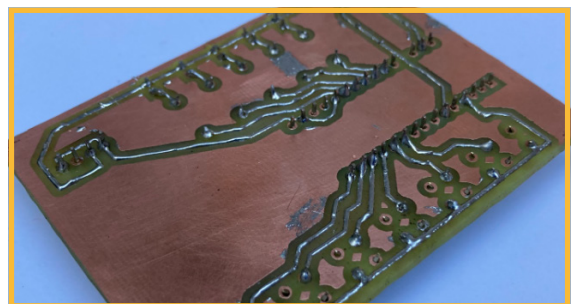
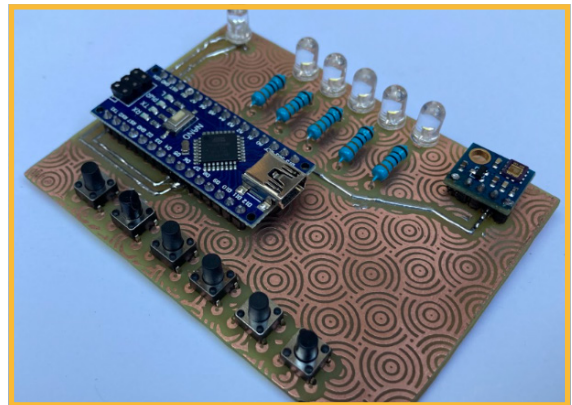


FIGURA 109: Reverso placa PCB soldadura. Elaboración propia.

# PROTOTIPO FUNCIONAL

## VERSIÓN 1

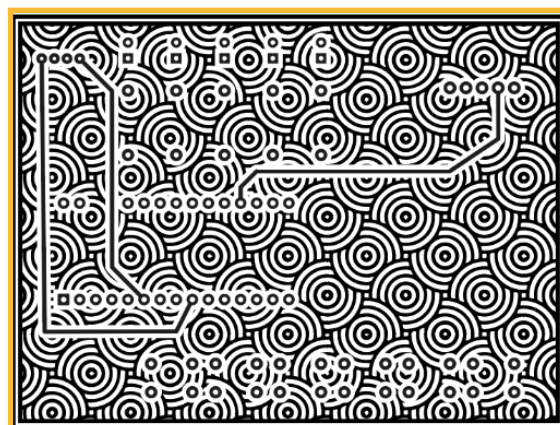
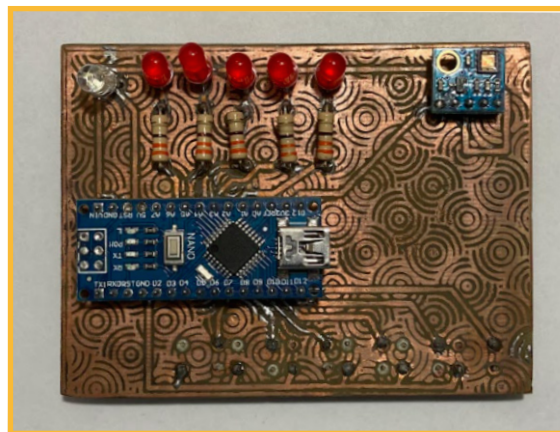
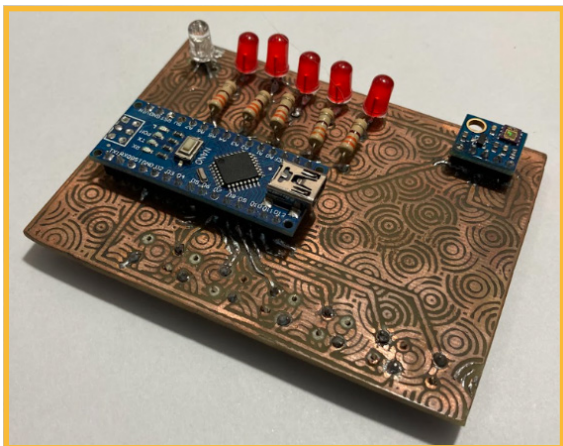


FIGURA 110: Parte trasera prototipo funcional. Elaboración propia.

En esta placa se realizó la exploración inicial de las técnicas, por lo que el resultado necesita correcciones a nivel técnico, estético y de proceso.

No se logró encender este prototipo y se determina que es por la falta de estaño en los carriles, o algunos que no estaban bien definidos desde el proceso de traspaso de tinta, además de la confección novata. Estos factores deben ser corregidos en una próxima versión.

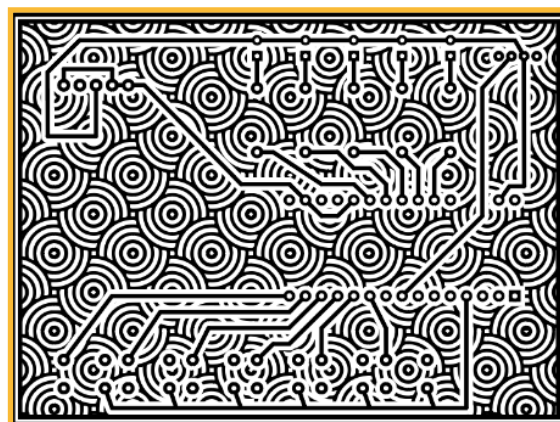


FIGURA 111: Diseño placa PCB. Elaboración propia.



## 8.4 DISEÑO DE INTERFAZ

### 8.4.1 DISTRIBUCIÓN DE LA INFORMACIÓN

En la sección 2.2 Esquema de funcionamiento, se define los tres focos de información que presentará la interfaz: Nivel de índice uv, acumulación de tiempo y fototipo.

Los criterios para organizar la distribución de la interfaz derivan de la forma inicial, un rectángulo procedente de la credencial. Se busca respetar la simetría y el orden de lectura occidental (izquierda a derecha). Se decidió trabajar con la base formal rectangular ya que el diseño busca no ser disruptivo e integrarse con los elementos ya presentes en el entorno.

La jerarquía de la información determina que lo primero que el usuario debe es la credencial de identificación, seguido del nivel de índice uv (diodo RGB), para que evalúe el riesgo en la exposición. A partir de esto se decidió que el nivel de exposición uv debe posicionarse en la esquina superior izquierda.

La jerarquización de la información está determinada primero por el tamaño, seguido por el sentido de lectura Occidental (LTR), es así, que lo primero que el usuario ve es la credencial, seguido de el nivel de índice UV y acumulación de tiempo respectivamente.

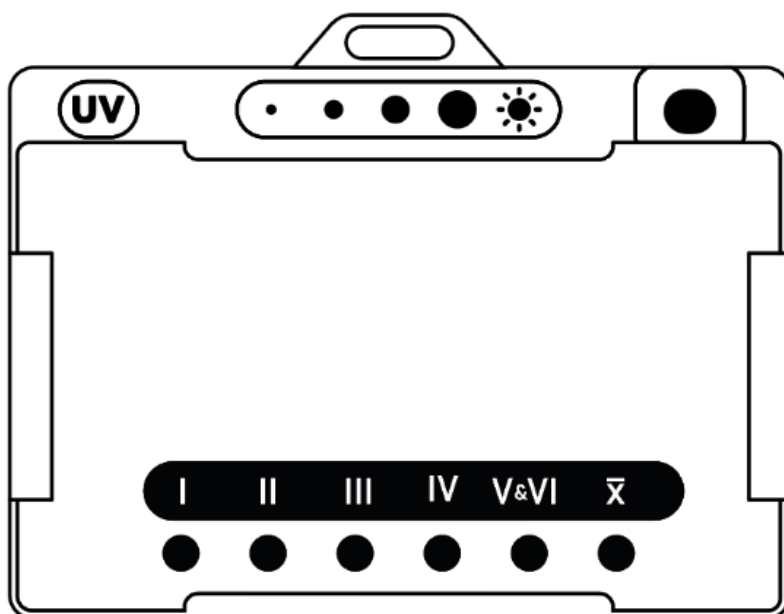


FIGURA 112: Distribución focos de información. Elaboración propia.

# PROTOTIPO FUNCIONAL

## VERSIÓN 2

En esta versión se realizaron correcciones en la ejecución y se modificó la separación entre componentes para reducir el tamaño de la pcb y se reorganizó la disposición de los carriles para facilitar la soldadura.

En este prototipo se consideró la futura implementación de una carcasa y su aplicación junto con una credencial. En base a esto se buscó un equilibrio y simetría, ya mencionado en la sección 3.2.3 .

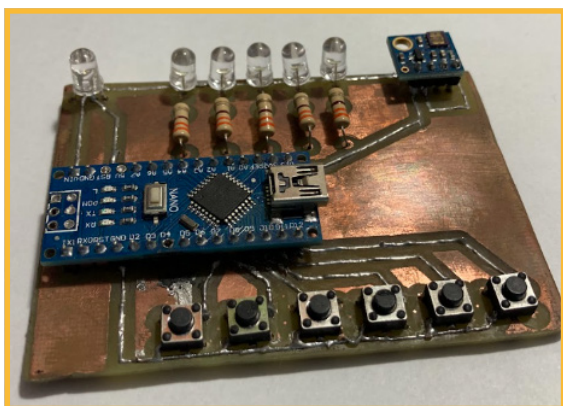
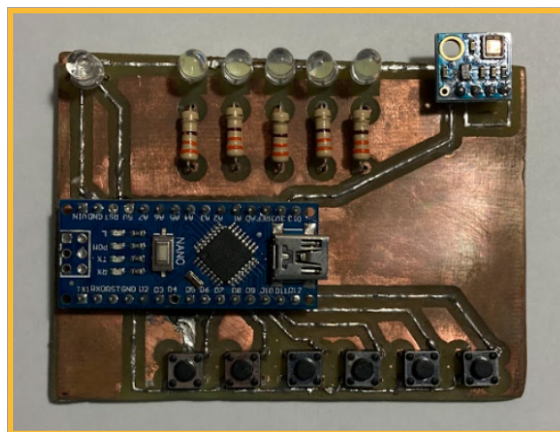


FIGURA 113: Prototipo funcional V2. Elaboración propia.

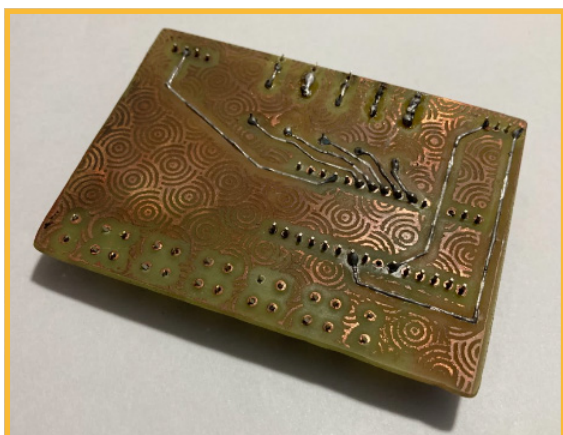


FIGURA 114: Parte trasera prototipo funcional. Elaboración propia.

Esta versión funcionó, pero el módulo uv se dañó posteriormente, por lo que dejó de recibir información.

Las correcciones necesarias serían alinear el sensor uv al resto de componentes de información y modificar algunos carriles para incluir una fuente de alimentación directa para el arduino. Seguir perfeccionando la confección y la técnica.

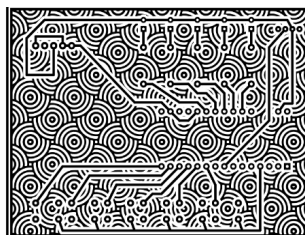
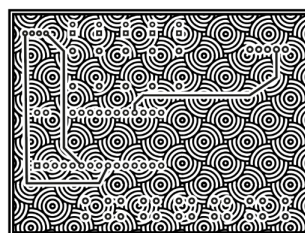


FIGURA 115: Diseño caras prototipo funcional. Elaboración propia.



## 8.4.2 DISEÑO DE LA INFORMACIÓN

Para que el usuario pueda interactuar adecuadamente con los focos de información es necesario aplicar simbologías específicas a cada uno.

De esta forma el foco de información de índice UV contará con la abreviatura asociada, emitiendo a través de ellas la luz de los colores de la escala UV.

### A NIVEL DE ÍNDICE UV

Para el LED RGB que indica el nivel de índice UV, se utilizó la abreviatura de ultravioleta (UV), ya que es la sigla asociada internacionalmente a la medida y ocupa un espacio reducido.

Cualquier letra que se sitúe alrededor de uno de los LEDs no podrá ser apreciada de la manera que se busca, por lo que se optó por que las mismas letras sean las emisoras de luz, estando incorporadas a la carcasa.



FIGURA 116: Close-up nivel UV en modelo 3D. Elaboración propia.

## B ACUMULACIÓN DE TIEMPO

En este foco de información se muestra el tiempo de exposición solar acumulado, por lo que los conceptos principales son el sol y el tiempo transcurrido. Tomando en cuenta la información respecto a las simbologías del sol abordadas en la sección 6.4 y los conceptos visuales asociados a la progresión en entornos digitales (barra de "loading") se seleccionó el diseño implementado.

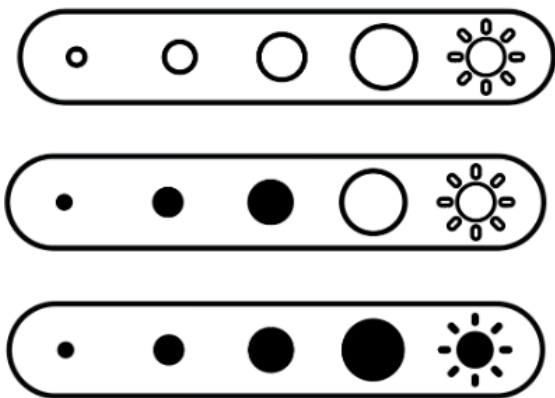


FIGURA 117: Close-up acumulación de tiempo en modelo 3D. Elaboración propia.

## C FOTOTIPO

La interfaz cuenta con la capacidad de seleccionar entre 6 opciones, 5 fototipos y el valor promedio de estos. Estas seis son entradas de información análogas que el usuario debe poder identificar correctamente, ya que se analizaron las simbologías numéricas existentes en torno al fototipo para determinar la aplicada.



FIGURA 118: Close-up fototipo en modelo 3D. Elaboración propia.

# PROTOTIPO FUNCIONAL

## VERSIÓN 3

Teniendo definida la distribución de la interfaz se procedió a aplicar estos cambios en una nueva versión alineando los componentes. Esta versión se diseñó enfocándose en una forma de confección más fácil y prolija, reorganizando los circuitos estañados para tener un mejor acceso a la zona de soldadura de los componentes.

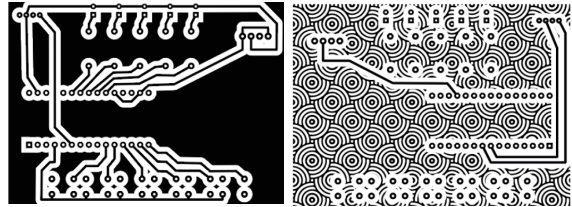


FIGURA 120: Diseño placa prototipo funcional. Elaboración propia.

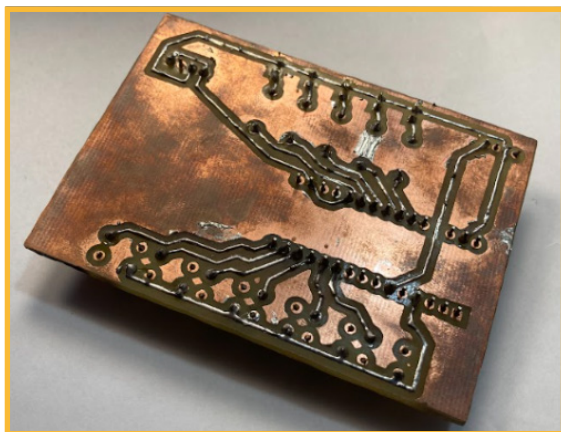
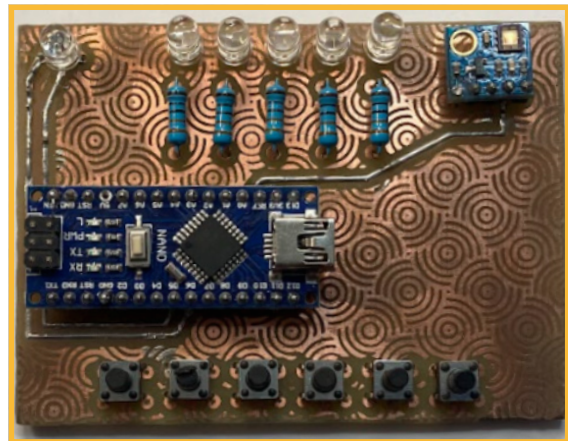
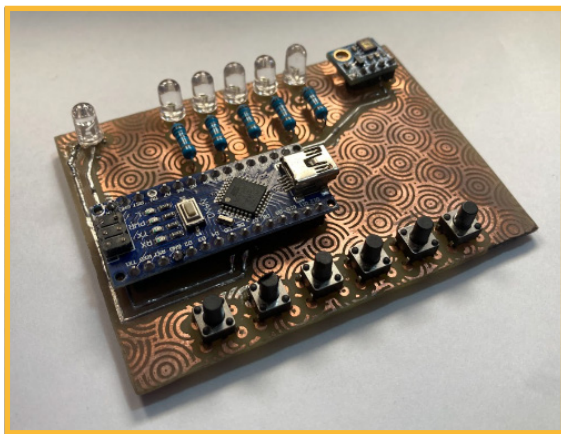


FIGURA 119: Parte trasera prototipo funcional V.3. Elaboración propia.

---

En este prototipo el sensor UV quedó demasiado distante de la superficie de la carcasa, por lo que los rayos UV no ingresaban de la manera correcta, lo que no permite una medición adecuada.

Se siguió con el enfoque de compactar el diseño y obtener mejor oficio.

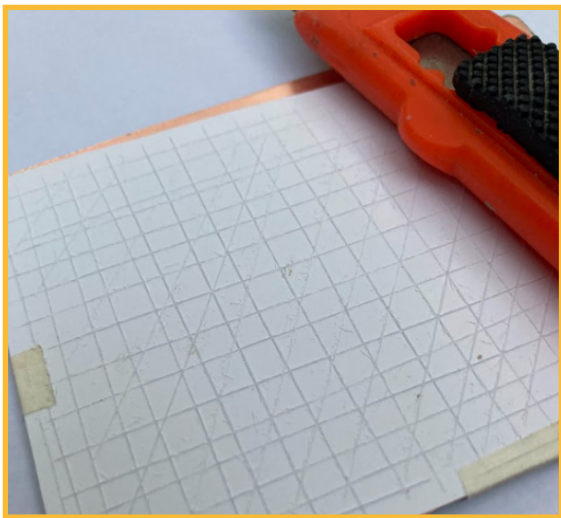


FIGURA 121: Semi cortes. Elaboración propia.



En este prototipo se utilizó por primera vez la técnica mencionada en el proceso de transferencia; una vez fijado el papel en la placa de cobre se realizan semicortes en la hoja con cuchillo cartonero para facilitar la penetración del agua. Este proceso extra mejoró

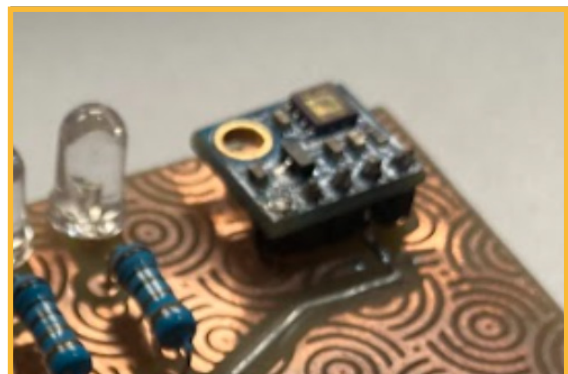


FIGURA 122: Sensor UV soldado. Elaboración propia.

## 8.5 CARCASA

Desde un inicio se consideraron las proporciones de la credencial como punto de partida en el diseño formal. Una vez obtenido el chip funcional y alineado del prototipo 3, se proyecta la morfología de la carcasa y la interfaz física. Se utilizó prototipado de impresión 3D para confeccionar los modelos, que fueron enfocados en el ahorro de espacio con paredes de bajo grosor.

- Los LEDs se encuentran por debajo del nivel de la superficie de la carcasa (FIGURA 123).
- Se aplica un biselado cónico en la zona del sensor UV para el ingreso de los rayos de luz (FIGURA 124).
- Se considera un empalme en los vértices para evitar aristas pronunciadas (FIGURA 125).
- Se realizan tres ranuras: en la zona de acumulación de tiempo, nivel UV y selección de fototipo que recibirán materiales difusores e informativos respectivamente.
- Tiene una ranura y un sistema para la inserción y extracción de la credencial.
- Haza que permitirá la sujeción con el *lanyard* (FIGURA 126).
- Se consideran los orificios para los botones de la selección de fototipo y ON/OFF (FIGURA 127).



FIGURA 123: LED's bajo superficie. Elaboración propia.

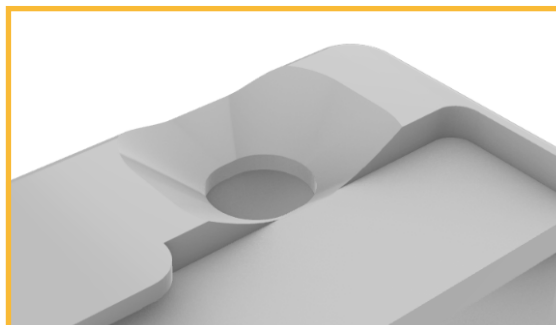


FIGURA 124: Biselado sensor UV. Elaboración propia.



FIGURA 125: Empalmes. Elaboración propia.

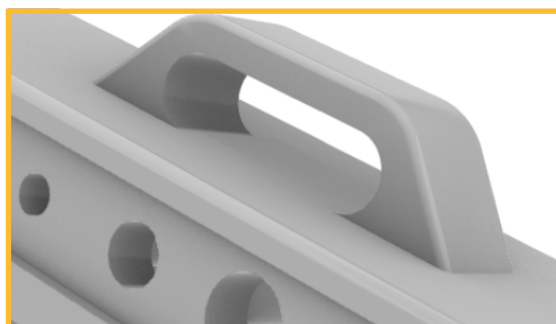


FIGURA 126: Haza para lanyard. Elaboración propia.

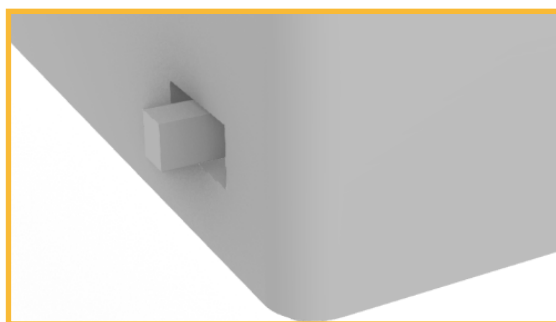


FIGURA 127: Orificio ON/OFF. Elaboración propia.



## PROTOTIPO DE CARCASA

### VERSIÓN 1

El propósito de este prototipo es la aproximación de la morfología buscada en la carcasa. Se obtuvo la información necesaria para definir grosores y medidas más pertinentes, además de calibrar la tolerancia para la confección en impresión 3D.

En esta prueba se concluyó que debido a la impresora disponible es mucho más efectiva la impresión del modelo en ángulos y rotaciones alejadas de la perpendicularidad respecto a la cama y los ejes.

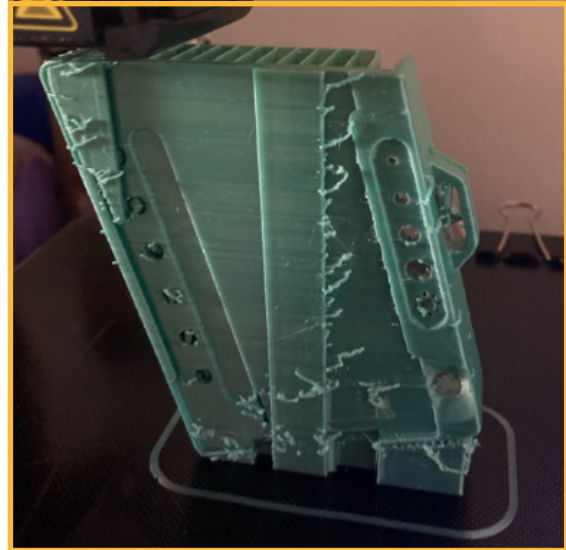


FIGURA 128: Impresión 3D rotada. Elaboración propia.

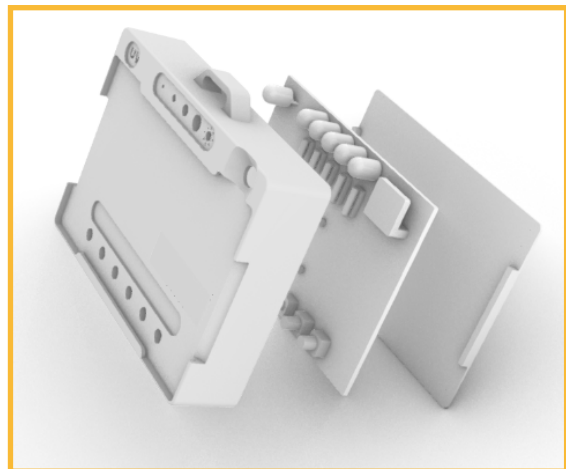


FIGURA 129: Prototipo carcasa en explosión. Elaboración propia.

## 8.6 FUENTE DE ALIMENTACIÓN

El sistema necesita una fuente de 5v (voltios) para alimentar el arduino Nano que contiene la programación, esto condiciona los formatos disponibles y cómo integrarlos al proyecto. Se debe considerar que Arduino puede recibir corrientes de hasta 20V aproximadamente y su sistema interno permite que voltajes superiores a 5V alimenten el arduino Nano sin problemas.

Tras indagar en las opciones disponibles a nivel nacional se escogió la Pila A27, debido a su voltaje compatible (12v), reducido tamaño y tiene 1000mha. Esta se implementó en la pcb a través de un portapilas confeccionado a medida que se conectó directamente a los puertos VIN y GND del arduino nano para abastecerse de energía.

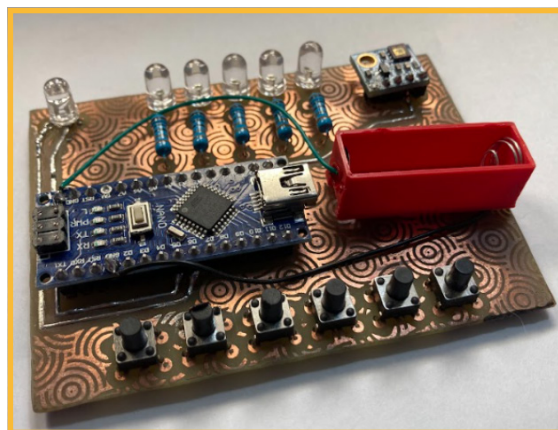


FIGURA 131: Prueba prototipo portapilas. Elaboración propia.

Se consideró en caso de que no fuese posible integrar el sistema de alimentación dentro de las carcasa por temas de espacio, ubicarlo en una zona exterior, adosado al lanyard.



FIGURA 130: Pila Energizer A27. Elaboración propia.

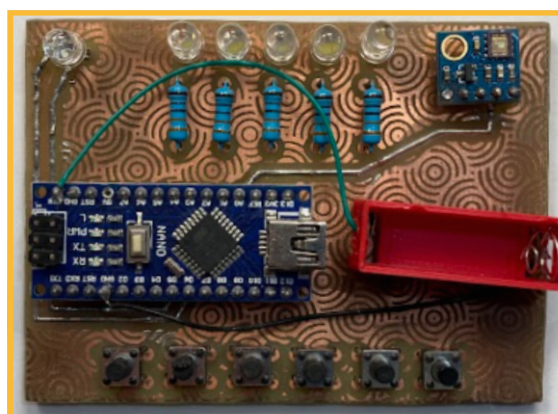


FIGURA 132: Vista superior prototipo portapilas. Elaboración propia.

# PROTOTIPO CON FUENTE DE ALIMENTACIÓN

## VERSIÓN 1

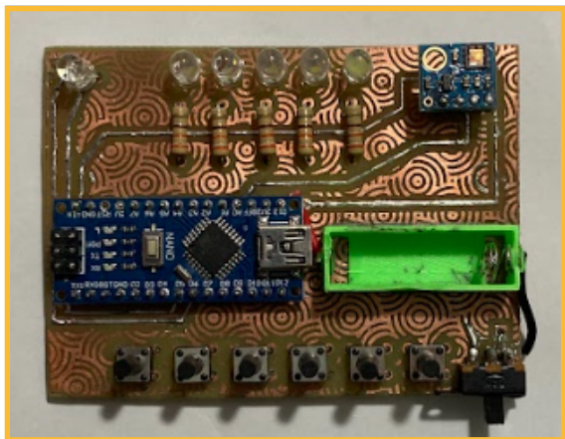


FIGURA 133: Integración portapilas en la PCB. Elaboración propia.

Para integrar la pila y sus sistema de reemplazo/abastecimiento en la carcasa, se posicionó en la zona que se viese cubierta tras la incorporación de la credencial, de manera de que quede aislada.

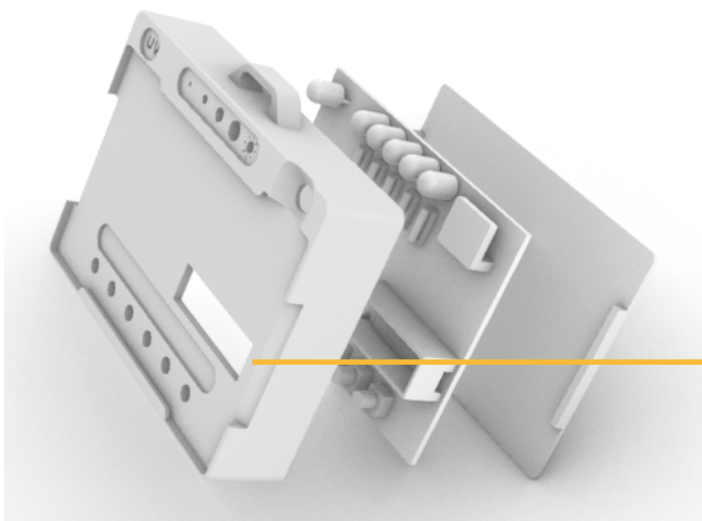
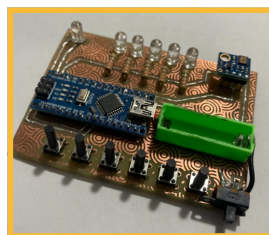


FIGURA 134: Prototipo con fuente de alimentación modelo 3D explosión y close-up tapa deslizable para pila. Elaboración propia.

## PROTOTIPO DE CARCASA CON FUENTE DE ALIMENTACIÓN VERSIÓN 2

Como fue mencionado anteriormente, el prototipado para la carcasa se confecciona mediante impresión 3d, posterior a eso se complementan los acabados con masilla mágica para el alisado de sus superficies, que posteriormente serán recubiertas por una capa de pintura.

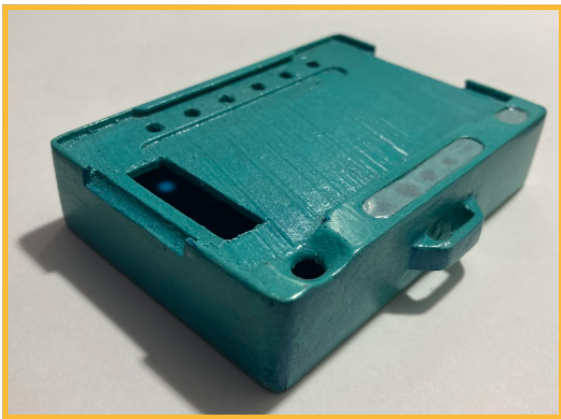


FIGURA 135: Aplicación masilla mágica . Elaboración propia.



El proceso descrito en las imágenes corresponde al prototipo V.1.5, que incorpora por primera vez la fuente de alimentación para el prototipo funcional.



## PROTOTIPO CARCASA POSTPROCESADA

### VERSIÓN 2



FIGURA 136: Carcasa sin circuito. Elaboración propia.

Una vez terminada la carcasa, solo queda incorporar el circuito en su interior.





## 8.7 COSTOS DE PRODUCCIÓN PROTOTIPO FUNCIONAL

	TOTAL	USADO	
<b>CARCASA</b>	Impresión 3D	\$30.000	\$5.000
	Post procesado		
	• Masilla mágica	\$6.000	\$500
	• Pintura en aerosol	\$3.900	\$1.500
	<b>TOTAL</b>	<b>\$39.900</b>	<b>\$7.000</b>
<b>PCB</b>	Placa PCB virgen (15cm x 21cm)	\$4.879	\$976
	Cloruro férrico (1L)	\$4.450	\$1.113
	Impresión circuito transferencia	\$1.500	\$1.500
	Arduino Nano (clon)	\$7.500	\$7.500
	Sensor UV GYML8511	\$100	\$100
	Diodo led RGB 5mm	\$350	\$350
	Diodo led blanco 5mm	\$1.800	\$1.800
	Switch deslizable on/off	\$400	\$400
	Portapila	\$500	\$500
	<b>TOTAL</b>	<b>\$40.258</b>	<b>\$14.239</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$80.158</b>	<b>\$21.239</b>	

TABLA 15: Gastos totales y cantidad usada. Elaboración propia.

## 8.8 PROTOTIPO FORMAL

A partir del desarrollo del prototipo funcional se confeccionó un prototipo formal que unifica todos los elementos requeridos en la entrega y recepción de información del usuario y la simbología aplicada en los focos de información

La proyección de este prototipo implementa componentes smd para su funcionamiento, por lo que su tamaño y peso se reducen en consecuencia, aunque formalmente sólo modifica su espesor (FIGURA 138).



FIGURA 137: Modelo 3D prototipo funcional. Elaboración propia.

El peso de las portatarjetas disponibles en el mercado ronda entre 12 a 20 gr, comprendiendo que su única función es portar la credencial. El porta tarjeta que propone este proyecto tiene una función extra, por lo que se espera que tenga un peso ligeramente superior. Es importante conservar un peso cómodo para su transporte. El prototipo funcional pesa 65 gramos, por lo que para un prototipo formal de una confección profesional se deben descontar los gramos de las piezas que solo se encuentran durante la etapa de prototipado funcional, es decir, la láminas de circuito de cobre (20 gr), así como la de los módulos correspondientes al arduino nano (6 gr) y la del módulo uv, y una reducción en el tamaño de la carcasa (40 gr). Los componentes de los módulos son directamente soldados en la placa de circuitos de fibra de vidrio, por lo que se espera que su peso total se reduzca a la mitad aproximadamente. La carcasa se reduce en aproximadamente 10 gr.



FIGURA 138: Clip trasero de sujeción. Elaboración propia.

El prototipo formal pesa 36 gr, similar al peso estimado de una confección profesional, que rondaría entre 30 y 45 gr aproximadamente.

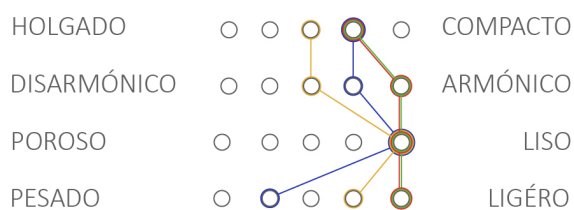


FIGURA 139: Prototipo formal. Elaboración propia.



## 8.9 ENCUESTA DE RETROALIMENTACIÓN

Se realizó una encuesta a cuatro funcionarios del cuarto turno, un representante por cada área (Enfermera, TENS, Doctor y Kinesiólogo) para verificar los resultados del proceso de diseño. Debido al contexto en el que se sitúa la investigación, se optó por generar un módulo de encuesta compuesto por 3 niveles de preguntas, una introducción y el instructivo, además del Prototipo formal y un clip pulsador para las teclas, todo esto contenido en un receptáculo hecho a la medida mediante impresión 3d. Se les proporcionó el módulo a los encuestados durante un día y se les solicitó equipar el prototipo durante una hora a su elección dentro de su horario laboral.



Se puede observar una concordancia general entre los resultados y los esperados con respecto a la comprensión del uso.

Observaciones:

- El prototipo se incorporó de manera adecuada con la indumentaria sin entorpecer las labores
- El rango de tiempo de 1 a 2 am coincidió en el 75% de los encuestados como las horas escogidas para el uso del prototipo. A partir de esto se podría concluir que este es un



FIGURA 140: Módulo entrevista. Elaboración propia.

horario común de menor actividad laboral.

- Uno de los encuestados tuvo inconvenientes con el término "fototipo" y se le dificultó la comprensión del instructivo, a pesar de ello pudo desenvolverse correctamente con el producto y no registró más inconvenientes.
- Debido al hermetismo del ambiente laboral, se dificultó el acceso a la muestra y no se pudieron aprovechar las primeras impresiones respecto al impacto inicial del prototipo, además hubo que recurrir a una tercera persona para la entrega de los módulos.
- Hubo una opinión unánime respecto al bajo riesgo como foco contaminante que presentaba el prototipo.

Para concluir, se obtuvieron los resultados esperados del prototipo, los encuestados entablaron conversación respecto a su déficit de exposición y el de sus compañeros, además de declarar este medio como un método válido para enfrentar esta problemática dentro de su entorno laboral





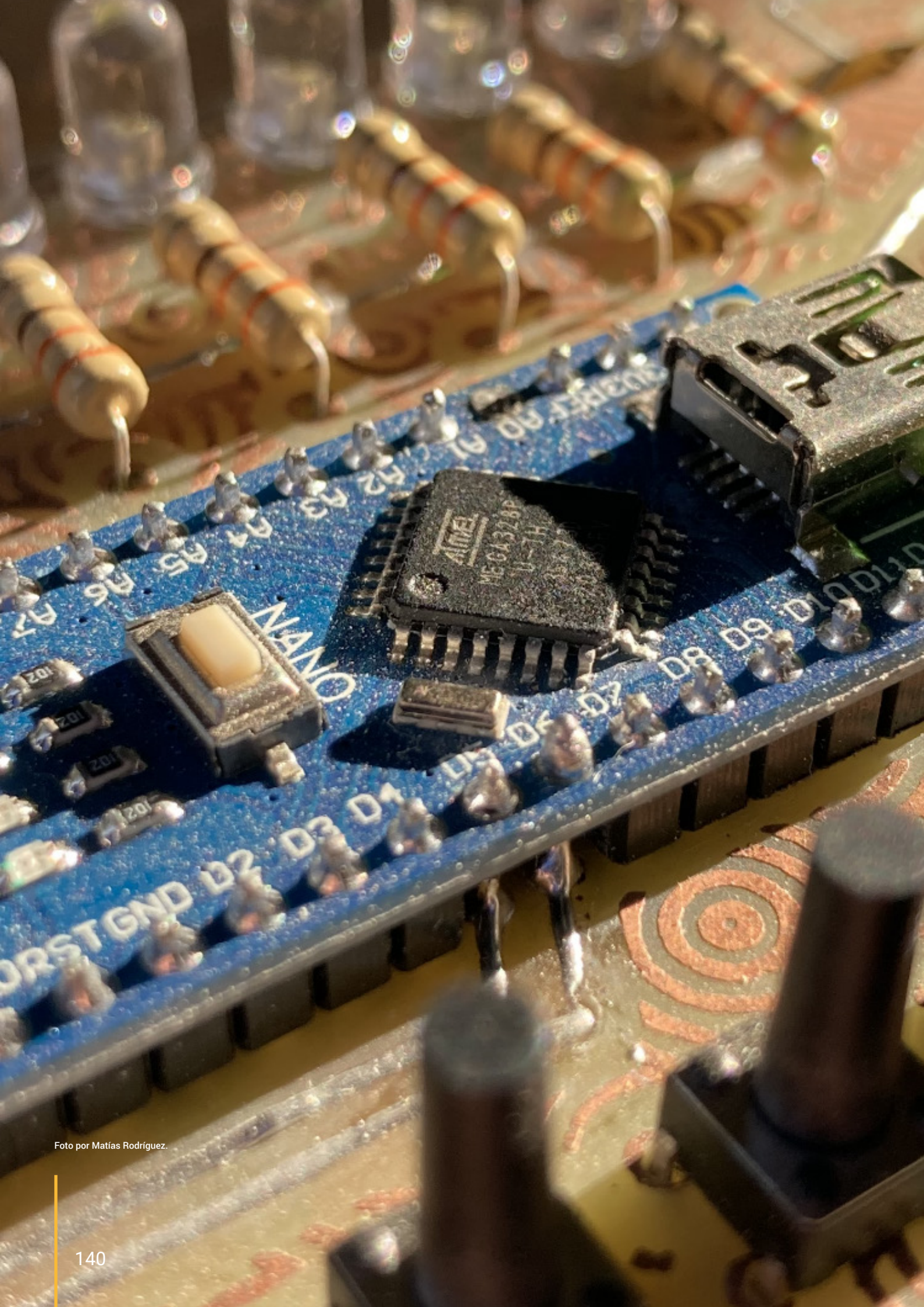


Foto por Matías Rodríguez.



## CAPÍTULO 9

# PRODUCCIÓN



Si bien el prototipo formal es una representación morfológica de la proyección profesional del prototipo funcional, este sustenta sus proporciones en una versión profesional de su placa de circuitos, reemplazando los componentes originales por componentes de montaje de superficie (smd) para su funcionamiento.

Lista de componentes version profesional:

#### 1. Microcontrolador:

ATmega328p (encapsulado DIP-28), este componente requiere de los siguientes para su óptimo funcionamiento en la placa:

- **Cristal de oscilador:** 16 MHz (puedes optar por un cristal de oscilador con capacitores de carga externos o uno con capacitores integrados) (1 u.).
- **Capacitores de desacoplamiento:** 100 nF (0.1  $\mu$ F) cerámicos para VCC y GND cerca de los pines de alimentación del microcontrolador. (4 u.).
- **Resistencias de *pull-up/pull-down*:** 10k ohmios para pines de entrada/salida que requieren un estado definido (4 u.).
- **Conectores o pines de conexión:** para la interfaz de entrada/salida, alimentación y programación (20 u.).
- **Regulador de voltaje:** regulador de voltaje lineal LM7805, para proporcionar una tensión de 5V.
- **Capacitor de desacople para el regulador de voltaje:** Un capacitor de desacople de 10  $\mu$ F o más para las terminales de entrada y

salida del regulador (2 u.).

- **Indicadores LED:** Un LED para indicar el estado del sistema (por ejemplo, encendido, actividad) (opcional).
- **Conectores de alimentación:** Conectores de alimentación adecuados según la fuente de alimentación utilizada (en este caso una batería de 12v modelo A27).

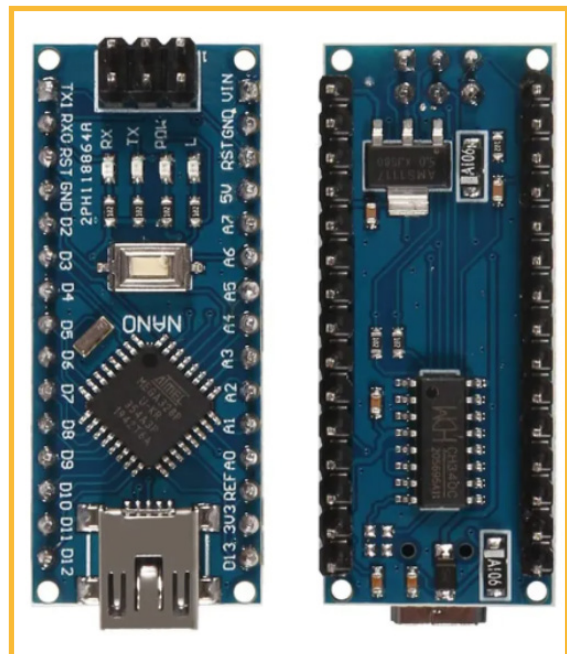


FIGURA 141: Arduino NANO. Fuente: Aliexpress.

De esta forma, es posible sustituir el arduino Nano y reducir considerablemente el tamaño y peso del controlador del dispositivo, ya que los materiales anteriormente descritos cubren todas las funciones que cumple originalmente su predecesor, en otras palabras, es el equivalente a desmantelar el arduino e incorporar sus componentes directamente en la placa de circuitos.

## 2. Sensor UV:

Para el prototipo se implementa un módulo UV GYML8511, pero este también puede aplicarse directamente en la placa de circuitos para optimizar en espacio y peso al igual que con el controlador, para ello se necesitan los siguientes componentes:

- **Sensor de radiación ultravioleta GYML8511:** Es el componente principal del módulo y se encarga de detectar la radiación UV, a su vez es quien le da nombre al componente.
- **Resistencias:** para configurar la ganancia o ajustar la sensibilidad del sensor (5 u.).
- **Condensador:** Para filtrar y estabilizar la señal analógica del sensor UV, en este caso el modelo de condensador 662K (1 u.).

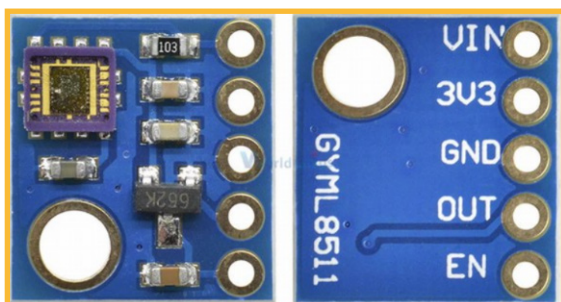


FIGURA 142: Módulo sensor UV GYML8511. Fuente: Adrirobot.it.

## 3. LEDs:

- **LED SMD 0805:** Es un tipo de led de montaje superficial muy compacto y brillante (2 mm x 1.25 mm) (5 u.) (\$400 los 5 aproximadamente).

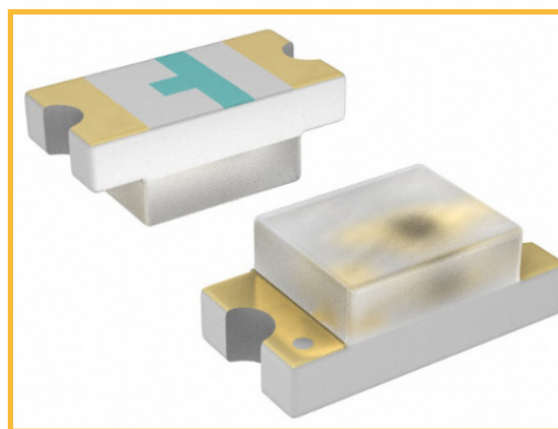


FIGURA 143: LED's SMD 0805. Fuente: Almrose.it.

- **LED SMD RGB PLCC-6:** Se caracteriza por su capacidad de emitir varios colores a pesar de su reducido tamaño (2.8mm x 2.75mm)(1 u.) (\$550).



FIGURA 144: LED's SMD RGB PLCC-6. Fuente: Mouser.cl.



#### 4. Resistencias SMD:

En este caso, las resistencias son para regular la corriente de los leds blancos y así asegurar su correcto funcionamiento. La tensión de alimentación es de 5V, la tensión del led es 3V y la corriente deseada para dicho led es de 20mA, lo que resulta en una resistencia de 100 ohm para cada uno (5 u.) (\$900 las 5).

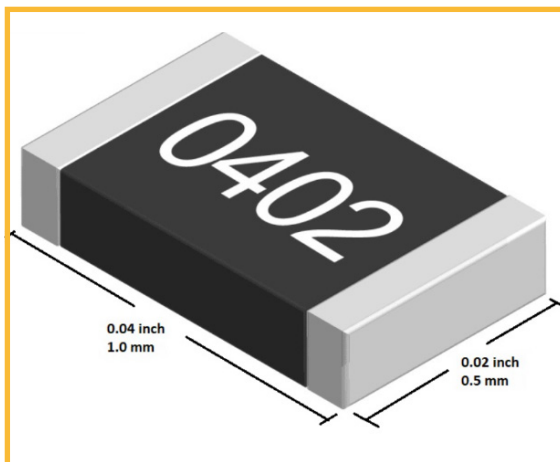


FIGURA 145: Resistencias SMD. Fuente: Electroart.

#### 4. Fuente de poder:

Debido a que la implementación de un microcontrolador ATmega328P recomienda una tensión de alimentación de entre 1.8V y 5.5V, el punto de referencia para este ámbito son los 3.3V que requiere el sensor UV, por lo que una pila de botón de litio LIR2032, la cual ofrece un voltaje nominal de 3.7V cumple con los requisitos mínimos, además de ser recargable.



FIGURA 146: Pila de botón de litio LIR2032 recargable. Fuente: Aliexpress.

#### 4. Botones:

Para poder indicarle el fototipo correspondiente, en este caso se requiere de un dispositivo análogo como el botón pulsador, este también se encuentra en el formato de montaje superficial, lo que reduce su tamaño considerablemente (6 u.) (\$1500).

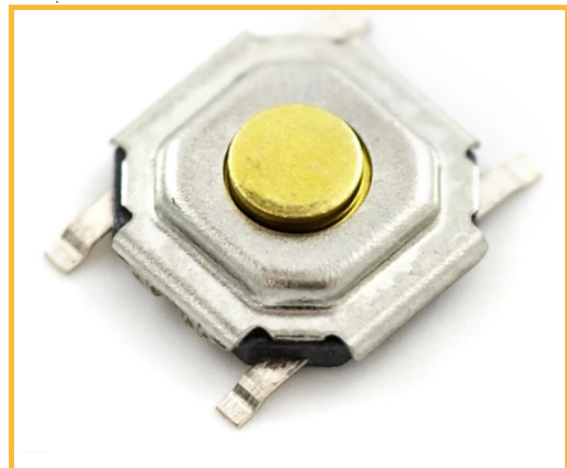


FIGURA 147: Botón pulsador SMD. Fuente: MSI electronics.

La implementación de estos componentes para una versión profesional del dispositivo reduce su tamaño y peso considerablemente, facilitando así su implementación dentro del entorno laboral sin provocar inconvenientes o incomodidades por esos ámbitos.



# CONCLUSIÓN

---

Este proyecto surge a partir del interés personal del autor por contribuir al bienestar y salud de las personas, con el objetivo de mejorar la calidad de vida aunque fuese un poco.

El personal de la salud se arriesga día a día en su línea laboral, exponiéndose a diversidad de factores riesgosos que atentan contra su bienestar, y aunque el escenario no parezca el mejor, se las arreglan para cumplir con sus responsabilidades.

La falta de exposición solar se presenta como un factor de riesgo debido a que las extensas jornadas laborales y su distribución del tiempo no les permite una exposición saludable, esta problemática se ve invisibilizada en las instituciones de salud puesto que no existen ni los espacios físicos ni administrativos para proponer soluciones.

Este proyecto surge como una herramienta para abrir el diálogo con la esperanza de que en un futuro el bienestar de los funcionarios de la salud reciba la atención que necesita.

Durante la etapa de diseño se trabajó con la perspectiva de funcionarios de la salud, que aportaron con su experiencia laboral en el entorno clínico, validando la viabilidad y pertinencia del proyecto.

D-ves es un dispositivo de visualización de exposición solar, inserto en la indumentaria del personal de la salud, que busca visibilizar

el déficit que tienen en este aspecto. Es una propuesta que pretende dar herramientas a este grupo de riesgo para generar diálogo en torno a esta problemática que afecta la calidad de vida y así dar un acercamiento a soluciones que velen por su bienestar.

## PROYECCIONES

Llevar la producción del dispositivo a laboratorios de materiales de pequeño y mediano alcance con la intención de progresar en su profesionalización, estudiando nuevas tecnologías y procesos para su confección.

Expandir el alcance del proyecto a otros grupos de riesgos como la minería, trabajo de oficina y personal de metro, adaptándolo a sus necesidades y requerimientos específicos.

# BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). (2015). *Efectos de la radiación UV en la salud*. Recuperado 20 de julio de 2022, de <https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-de-la-radiacion-uv-en-la-salud>
- Alonso López, C., Ureta Velasco, N., Pallás Alonso, C.R., & Pallás Alonso, C.R.. (2010). *Vitamina D profiláctica*. *Pediatría Atención Primaria*, 12(47), 495-510. Recuperado en 22 de julio de 2022, de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1139-76322010000400012&ln=es&tln=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322010000400012&ln=es&tln=es)
- Amazon. (2019). *Medidor solar, medidor solar digital instrumento de medición de radiación heliómetro, radiómetro solar*. Recuperado 16 de julio, 2022 en <https://www.amazon.es/Medidor-radiaciones-Medición-instrumentos-radiación/dp/B07P8QMRXG>
- Barberán, M., Aguilera, C., Brunet, L., Maldonado, F. (2014). *Déficit de vitamina D. Revisión epidemiológica actual*. *Rev Hosp Clín Univ Chile*, 127-134.
- Bohórquez-Ballén, J., Pérez, J. (2007). Radiación ultravioleta. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, (9), 97-104. Doi: <https://doi.org/10.19052/sv.1520>
- Bosomworth, N. J. (2011). *Mitigating epidemic vitamin D deficiency. The agony of evidence*. *Can Fam Physician*, 57(1), 16-20.
- Briones, G. (1996). *Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales*. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, (ICFES).
- Cabrera, Lissi, E., & Honeyman Mauro, J. (2005). *Radiación ultravioleta y salud* (1). Universitaria.
- Calderón, P., Roizen, G., Hirsch, S. (2012). *Importancia actual de la Vitamina D: déficit prevalente y asociación a diversas patologías*. *Revista Chilena de Dermatología*, 28 (3), 307.
- Carol L. Wagner, Frank R. Greer, and the Section on Breastfeeding and Committee on Nutrition, (2008). *Prevention of Rickets and Vitamin D Deficiency in Infants, Children, and Adolescents*. *Pediatrics*, 122 (5), 1142–1152. [10.1542/peds.2008-1862](https://doi.org/10.1542/peds.2008-1862)
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6). Routledge/Taylor & Francis Group.
- Contreras, A., Zemelman, V., Zamudio, A. (2016). *Conocimiento y actitud frente a exposición solar del personal de salud en Atención Primaria, comuna Recoleta, Santiago, Chile*. *Rev Hosp Clín Univ Chile*, (27), 185-191.
- Cossio, M. (2015). *Métodos de investigación cuantitativa en ciencias de la educación*. Ediciones Universidad Católica del Maule de Chile.
- Costa, J. (2014). *Diseño de Comunicación Visual: el nuevo paradigma*. *gráfica*, 2(4), 89-107.
- Departamento de Epidemiología. *MINUTA: ESTUDIO CARGA DE ENFERMEDAD Y CARGA ATRIBUIBLE 2007*. (2008).
- Gobierno de Chile. (2010). *PRIMERA ENCUESTA NACIONAL DE EMPLEO, TRABAJO, SALUD Y CALIDAD DE VIDA DE LOS TRABAJADORES Y TRABAJADORAS EN CHILE (ENETS 2009-2010)*. Informe Interinstitucional. [https://www.dt.gob.cl/portal/1629/articles-99630\\_recurso\\_1.pdf](https://www.dt.gob.cl/portal/1629/articles-99630_recurso_1.pdf)
- González, A. (2003). *Los paradigmas de investigación en las ciencias sociales*. *Islas*, 45(138), 125-135. <http://islas.uclv.edu.cu/index.php/islas/article/view/617/557>
- González, G., Alvarado, J. N., Rojas, A., Navarrete, C., Velásquez C. G., et al. (2007). *High prevalence of vitamin D deficiency in Chilean healthy postmenopausal women with normal sun exposure: additional evidence for a world wide concern*. *Menopause*, 14(3), 455-461. Doi: [10.1097/GME.0b013e31802c54c0](https://doi.org/10.1097/GME.0b013e31802c54c0)
- Gramsch, E. (s.f.). *Medición y proyecciones para la radiación ultravioleta solar*.
- Hernández, M. (2020) *SINTONÍA: Acompañante lumínica en la experiencia del yoga*. Memoria para optar a Título de Diseñadora, mención Industrial. Repositorio Académico de la Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/177486>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6). Mc Graw Hill.
- Holick, M. (2008). *Vitamin D: a D-Lightful health perspective*. *Nutrition Reviews*, (66), 182-194. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2008.00104.x>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (s.f.). *Generalidades de la radiación*

ultravioleta. Ministerio de Medio Ambiente. <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar-ultravioleta>

Lancs Industries. (2018). *What is a Dosimeter?*. Recuperado 20 de julio de 2022, de <https://www.lancsindustries.com/blog/what-is-a-dosimeter/>

Kechichian, E., Ezzedine, K. (2018) *Vitamin D and the Skin: An Update for Dermatologists*. *Am J Clin Dermatol*. 2018;18(2):223-235.

Le Roy, C., Reyes, M., González, J., Pérez-Bravo, F., Castillo-Durán, C. (2013). *Vitamin D nutrition in Chilean pre-school children living in extreme latitudes*. *Rev Med Chile*, 141(4), 435-441. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-9887201300040000>

Lira-Oliver, A. (2017). *Radiación solar invisible y arquitectura*.

Luque, J. (2017). *Espectro electromagnético y espectro radioeléctrico*. McMillan, J. & Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa*, (5). Pearson Educación.

Munns, C., et. al. (2006) *Prevention and treatment of infant and childhood vitamin D deficiency in Australia and New Zealand: A consensus statement*. *The Medical journal of Australia* 185(5):268-72. Doi:10.5694/j.1326-5377.2006.tb00558.x

Muñoz, M., Reyes, R. (2006) *Catepsina K y resorción ósea*. Unidad de metabolismo de endocrinología y nutrición. Hospital Universitario San Cecilio. Granada España. REEMO 15(4). Doi: 10.1016/S1132-8460(06)75270-9

Niedderer, Kristina & Mackrill, James & Clune, Stephen & Lockton, Dan & Ludden, Geke & Morris, Andrew & Cain, Rebecca & Gardiner, Edward & Gutteridge, Robin & Evans, Martyn & Hekkert, Paul. (2014). *Creating Sustainable Innovation through Design for Behaviour Change: Full Report*. 10.13140/2.1.4817.4409.

Norman, A. W. (1998). *Sunlight, season, skin pigmentation, vitamin D, and 25-hydroxyvitamin D: integral components of the vitamin D endocrine system*. *Am. J. Clin. Nutr.*, 67, 1108-1110.

OSL Control Chile. (2018). *Luminisencia ópticamente estimulada*. Servicio dosimetría OSL. Recuperada el 16 de julio, 2022, en <https://www.oslcontrol.cl>

Peña, P., Francisco L. (2020). *Fisiología de las glándulas paratiroides. Disfunción y parámetros funcionales*

*de laboratorio en paratiroides*. *Revista ORL*, 11(3), 341-345. Epub 11 de enero de 2021. <https://dx.doi.org/10.14201/orl.21515>

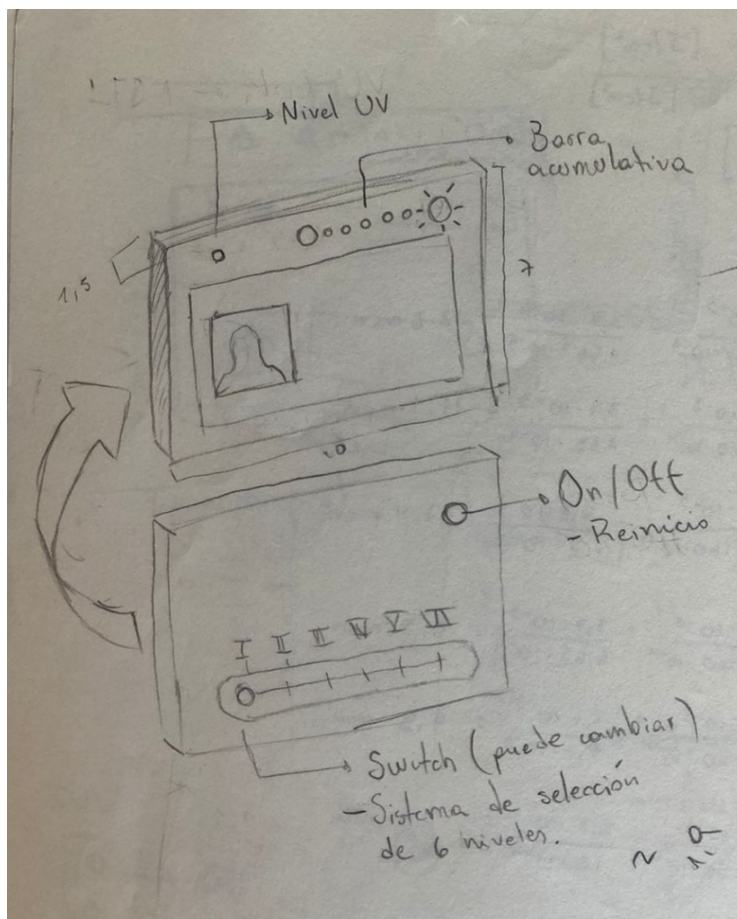
Retamozo. E., Clinckspoor. G., Panzone C. (2020). *Bases y fundamentos para la detección de usuarios tipificados en el Diseño de Comportamiento sostenible del consumidor*. Cuaderno 115. Centro de Estudios en Diseño y Comunicación (2020/2021), 107-121.

Salum, G., Ipiña, A., Ernst, M. J. (2008). *Estimación del tiempo de exposición al sol necesario para asegurar la producción de vitamina D y prevenir eritema para la ciudad de Concepción del Uruguay*. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, (12), 57-61.

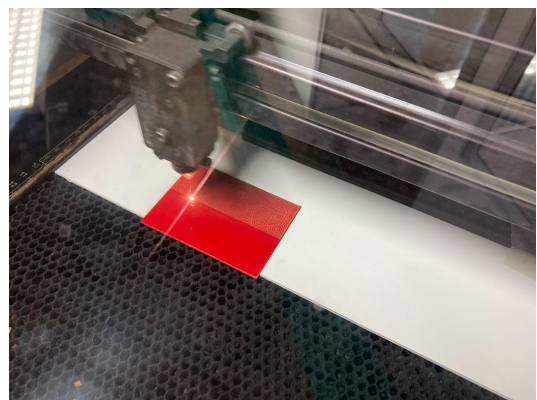
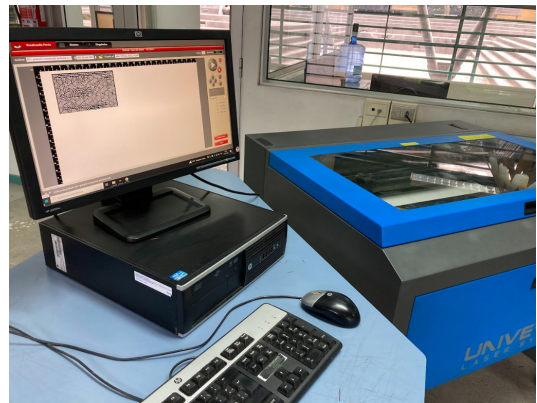


# ANEXOS

## SKETCH INICIAL



# PROCESO TRAZADO DE CIRCUITO CON GRABADO LÁSER



# ENCUESTA DE CONFIRMACIÓN

Sección 1 de 2

## Encuesta de exposición solar

Esta encuesta va dirigida a recopilar información sobre la percepción de exposición solar del personal de la salud, estos datos serán utilizados para un proyecto de título enfocado en abordar la problemática en torno a la baja exposición solar de esta área. Se agradece su participación y sus respuestas serán completamente anónimas y libres. Esta encuesta requiere de 5 a 10 minutos aproximadamente para ser completada. Muchas gracias!

**Edad \***

Texto de respuesta corta

**Sexo biológico \***

Hombre

Mujer

Otro

Prefiero no especificar

**¿Cuál es su profesión? \***

Texto de respuesta corta

**¿En que área del recinto desempeña usted sus labores regularmente? \***

Pabellón

Urgencias

Medicina y Cirugía

UTI

UCI

Gimnasio

Recepción

Otra...

**¿Cuál es su sistema de turnos? \***

Diurno

Nocturno

Cuarto turno

Otra...

**¿A qué hora inician y terminan sus jornadas laborales? \***

Texto de respuesta larga

**Durante sus turnos diurnos ¿Qué cantidad de tiempo se toma para colación? \***

1. No tengo turnos diurnos
2. 30 - 45 minutos
3. 1 hora
4. 1 hora y 30 minutos
5. 2 horas

**Sumado a la pregunta anterior ¿Sale usted del recinto en dicha instancia?**

No tengo turnos de día

Sí

No

Otra...

**Excluyendo la instancia de colación durante sus turnos de día ¿Sale del recinto en algún momento? \***

No tengo turnos de día

Sí

No

Otra...

**Si marcó que sí ¿Qué suele hacer en ese momento? (Ej: Ir a un café, realizar trámites, etc.)**

Texto de respuesta larga

**Continuando con la pregunta anterior ¿Cuánto tiempo puede emplear en dichas actividades aproximadamente? \***

1. 5 a 10 minutos
2. 10 a 15 minutos
3. 20 a 30 minutos
4. 30 a 40 minutos
5. Más de 40 minutos

**Según su percepción con respecto a su exposición solar ¿Cuánto tiempo se expone durante su turno? \***

No me expongo

Menos de 15 minutos

De 15 a 20 minutos

Más de 20 minutos

Otra...

**¿Qué factores considera usted que contribuyen a esta situación? \***

No me doy el tiempo

No me he fijado

Mi rutina laboral

Razones de salud

Otra...

**¿Qué acciones realiza usted a modo de prevención cuando se relaciona (o no) con la exposición solar? \***

Uso bloqueador

Tomo baños de luz natural

Tomo baños de luz artificial

Me fijo en la radiación uv del momento

Uso accesorios como gafas, sombreros, etc...

No hago nada

Otra...

**¿Tiene algún comentario o acotación que te gustaría mencionar respecto a la exposición solar entorno a su recinto de trabajo?**

Texto de respuesta larga

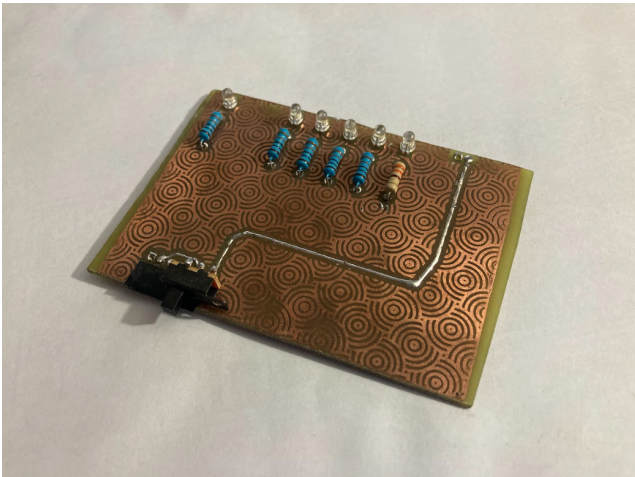


## MODELOS LIJADOS ANTES DE PINTURA





## PCB PARA PROTOTIPO FORMAL





# ENCUESTA RETROALIMENTACIÓN

**D-ves:**  
Encuesta de retroalimentación

En esta encuesta queremos saber sobre tu percepción y opinión con respecto al producto que verás a continuación. Todas las respuestas son correctas y serán usadas con fines académicos, por lo que si quieres brindar más información, será bien recibida.

Las tarjetas numeradas guiarán tu experiencia en cada etapa.



**1 PRIMERAS IMPRESIONES**

➤ A primera vista, ¿Para qué sirve?

.....  
.....  
.....

Con el producto en tu mano, expresa tu nivel de acuerdo con los siguientes enunciados que te presentaremos. En donde 1 es nada de acuerdo y 5 es muy de acuerdo.

HOLGADO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	COMPACTO
DISARMÓNICO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ARMÓNICO
POROSO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	LISO
PESADO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	LIGERO

➤ ¿Consideras que el producto podría generar un foco de contaminación riesgoso?

.....  
.....  
.....

¿Te parece agradable el uso de los botones?  
NO   SÍ

¿Te pareció claro el instructivo ?  
NO   SÍ

¿Te parece intuitiva la forma de uso del producto?  
NO   SÍ

**2 DURANTE EL USO**

Te invitamos a utilizar el producto durante 1 hora de tu jornada laboral y respondas las siguientes preguntas según tu experiencia. Considerando que este es un elemento nuevo en tu indumentaria, en una escala del 1 al 5, donde 1 es muy negativo y 5 es muy positivo, rellena cómo fue tu experiencia con el producto y coméntala de ser necesario.

HORA DE USO \_\_\_\_\_

**EXPERIENCIA FÍSICA**

Con respecto a si el objeto incomodó tus funciones o acciones.

➤ Con respecto al peso del producto, ¿cómo fue tu experiencia?  
1      5

➤ Con respecto a la interacción con tus colegas, ¿cómo fue tu experiencia?  
1      5

➤ Con respecto a la interacción con pacientes, ¿cómo fue tu experiencia?  
1      5

➤ ¿Cómo fue tu experiencia en general?  
1      5

**EXPERIENCIA SOCIAL**

Con respecto a si el objeto generó diálogos o interacciones.

➤ Con respecto a la interacción con tus colegas, ¿cómo fue tu experiencia?  
1      5

➤ Con respecto a la interacción con pacientes, ¿cómo fue tu experiencia?  
1      5

➤ ¿Cómo fue tu experiencia en general?  
1      5

Te agradecemos por tus respuestas y te invitamos a entregar el producto y la encuesta contestada a quien te lo proporcionó. Conserva la tarjeta n°3, donde encontrarás un código QR que te permitirá contestar la última sección de este experimento con preguntas sobre tu opiniones y reflexiones respecto a la exposición solar.

**3 DESPUES**

A partir de la experiencia durante el uso el producto, responde:

➤ ¿Tuviste algún tipo de reflexión respecto a la importancia de una exposición solar adecuada? Si quieres compártela.

.....  
.....  
.....

➤ ¿Mantuviste alguna conversación con alguna persona de tu entorno laboral o privado con respecto a la exposición solar?

.....  
.....  
.....

➤ ¿Opinas que hay una falta de exposición solar en tu entorno laboral? , ¿Crees necesaria la toma de medidas respecto al tema?

.....  
.....  
.....

➤ ¿Visibilizar la falta de exposición generalizada es una forma viable para que se tomen medidas a nivel institucional?

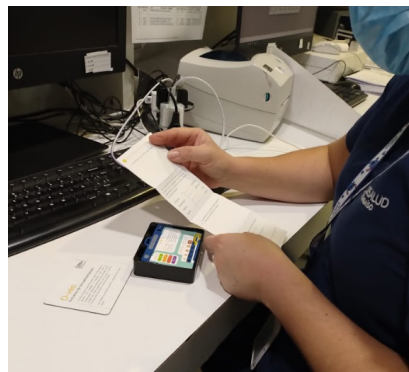
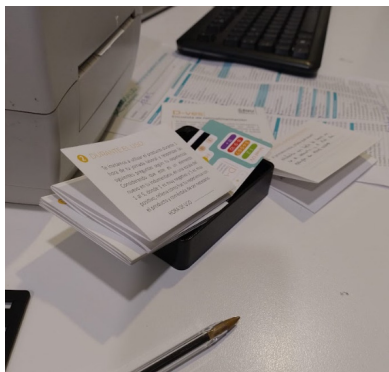
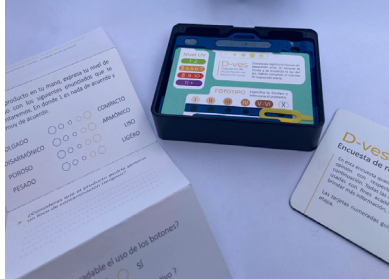
.....  
.....  
.....

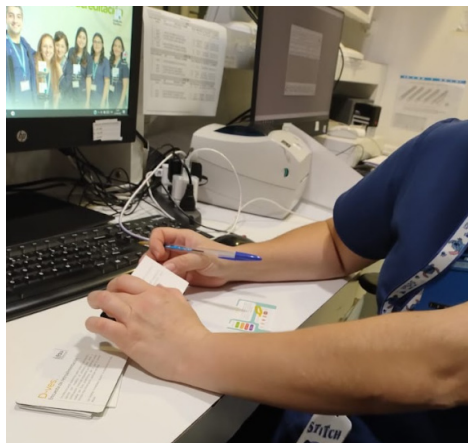
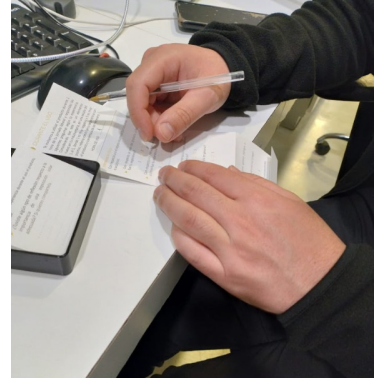
➤ ¿Consideras que el producto propuesto es una buena medida para abordar la falta de exposición en el entorno laboral? ¿Lo usarías?

.....  
.....  
.....

¿Lo usarías?  
NO   SÍ

.....  
.....  
.....





## CÓDIGO PROTOTIPO MEDICIÓN UV

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
//Hardware pin definitions
int UVOUT = A0; //Output from the sensor
int REF_3V3 = A1; //3.3V power on the Arduino board

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);

  pinMode(UVOUT, INPUT);
  pinMode(REF_3V3, INPUT);

  Serial.println("ML8511 example");
}

void loop()
{
  int uvLevel = averageAnalogRead(UVOUT);
  int refLevel = averageAnalogRead(REF_3V3);

  //Use the 3.3V power pin as a reference to get a very accurate output
  value from sensor
  float outputVoltage = 3.3 / refLevel * uvLevel;

  float uvIntensity = mapfloat(outputVoltage, 0.99, 2.8, 0.0, 15.0);
  //Convert the voltage to a UV intensity level

  Serial.print("output: ");
  Serial.print(refLevel);

  Serial.print("ML8511 output: ");
  Serial.print(uvLevel);

  Serial.print(" / ML8511 voltage: ");
  Serial.print(outputVoltage);

  Serial.print(" / UV Intensity (mW/cm^2): ");
  Serial.print(uvIntensity);
  lcd.clear();
}
```



```

    lcd.print("Intensidad UV");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(uvIntensity);
    lcd.print(" mW/cm^2");

    Serial.println();

    delay(200);
}

//Takes an average of readings on a given pin
//Returns the average
int averageAnalogRead(int pinToRead)
{
    byte numberOfReadings = 8;
    unsigned int runningValue = 0;

    for(int x = 0 ; x < numberOfReadings ; x++)
        runningValue += analogRead(pinToRead);
    runningValue /= numberOfReadings;

    return(runningValue);
}

float mapfloat(float x, float in_min, float in_max, float out_min,
float out_max)
{
    return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) +
out_min;
}

```





```

    {0, 0},
    {0, 0},
    {0, 0},
    {0, 0},
    {0.05, 0.22},
    {0, 0},
    {0, 0}
};
*/

float MAX_ACUM_TIME[6] = { // in minutes
    15, // typical skin
    8,  // skin type 1
    10, // skin type 2
    12, // skin type 3
    18, // skin type 4
    24  // skin type 5 and 6
};

/*
int LED[5] = {
    A2,
    A3,
    A4,
    A5,
    A6
};
*/

int LED[5] = {
    4,
    A5,
    A4,
    A3,
    A2
};

int BUTTONS[6] = {
    12,
    7,
    8,
    9,
    10,

```

```

    11
};

void setup()
{
    setupTimer1();
    Serial.begin(9600);

    // INPUTS
    pinMode(UVOUT, INPUT);           // UV sensor analog input
    pinMode(REF_3V3, INPUT);         // 3V3 ref analog input
    pinMode(12, INPUT_PULLUP);       // typical skin
    pinMode(7, INPUT_PULLUP);        // skin type 1
    pinMode(8, INPUT_PULLUP);        // skin type 2
    pinMode(9, INPUT_PULLUP);        // skin type 3
    pinMode(10, INPUT_PULLUP);       // skin type 4
    pinMode(11, INPUT_PULLUP);       // skin type 5 and 6

    // OUTPUTS
    pinMode(LED[0], OUTPUT);          // LED1 pensé que aquí se podrian
invertir, pero no cambia nada :(
    pinMode(LED[1], OUTPUT);          // LED2
    pinMode(LED[2], OUTPUT);          // LED3
    pinMode(LED[3], OUTPUT);          // LED4
    pinMode(LED[4], OUTPUT);          // LED5

    pinMode(6, OUTPUT);               // LED RGB RED
    pinMode(5, OUTPUT);               // LED RGB GREEN
    pinMode(3, OUTPUT);               // LED RGB BLUE
}

void loop() {

    // Each 0.01 seconds
    if ( millis() - button_check_timer >= 10 ) {
        checkButtons(); // REVISAR LOS BOTONES
        button_check_timer = millis();
    }

    // Each 0.5 second
    if ( millis() - leds_timer >= 500 ) {
        checkLights(); // PRENDE EL TREN DE LEDS
        checkRGB();    // REVISAR LED RGB
    }
}

```

```

    leds_timer = millis();
}

// Each 1 second
if ( millis() - sensor_data_timer >= 1000 ) {
    getSensorData(); // TRAE DATOS SENSOR
    calcIndexUV(); // CALCULA INDICE UV
    calcAcumFlag(); // CALCULA SI ACOMULA TIEMPO O NO

    //printData(); // ENVÍA DATOS PARA DEGUBEAR
    sensor_data_timer = millis();
}

}

// Timer 1 interrupt
ISR(TIMER1_COMPA_vect) {
    calcTimeAccumulation();
}

void calcTimeAccumulation() {
    if(acum_flag == true) {
        acum_time_sec++;
        acum_time_min = acum_time_sec / 60;
    }
}

void checkLigths() {
    float current_pct = acum_time_min / MAX_ACUM_TIME[skinType] * 100;

    for (int j = 0; j < 5; j++) {

        if( j < floor(current_pct/20) ) {
            digitalWrite(LED[j], HIGH);
        }
        else if( j == floor(current_pct/20) ) {
            if(acum_flag == true) {
                digitalWrite(LED[j], !digitalRead(LED[j]));
            }
        }
        else {
            digitalWrite(LED[j], LOW);
        }
    }
}

```

```

    }

}

void checkRGB() {
    if(uvIndex == 0) {
        analogWrite(6, 0); // R
        analogWrite(5, 0); // G
        analogWrite(3, 0); // B
    }
    else if(uvIndex >= 1 && uvIndex <= 2) {
        //GREEN
        analogWrite(6, 0); // R
        analogWrite(5, 30); // G
        analogWrite(3, 0); // B
    }
    else if(uvIndex >= 3 && uvIndex <= 7) {
        // YELLOW
        analogWrite(6, 50); // R
        analogWrite(5, 10); // G
        analogWrite(3, 0); // B
    }
    else if(uvIndex >= 11) {
        if(led_on_off) {
            // OFF
            analogWrite(6, 0); // R
            analogWrite(5, 0); // G
            analogWrite(3, 0); // B
        }
        else {
            // PURPLE
            analogWrite(6, 41); // R
            analogWrite(5, 0); // G
            analogWrite(3, 23); // B
        }
        led_on_off = !led_on_off;
    }
    else {
        if(led_on_off) {
            // OFF
            analogWrite(6, 0); // R
            analogWrite(5, 0); // G

```



```

        analogWrite(3, 0); // B
    }
    else {
        // RED
        analogWrite(6, 30); // R
        analogWrite(5, 0); // G
        analogWrite(3, 0); // B
    }
    led_on_off = !led_on_off;
}
}

void checkButtons() {
    for (int i = 0; i < 6; i++) {

        if(digitalRead(BUTTONS[i]) == LOW) {
            skinType = i;
            break;
        }
    }
}

void calcIndexUV() {
    float ref = uv_i;

    for (int i = 0; i < 12; i++) {
        if( ref >= UV_BOUNDARIES[i][0] && ref <= UV_BOUNDARIES[i][1] ) {
            uvIndex = i;
        }
    }
}

void calcAcumFlag() {
    if(uvIndex >= 1 && uvIndex <= 7)
        acum_flag = true;
    else
        acum_flag = false;
}

void getSensorData() {
    uvLevel   = averageAnalogRead(UVOUT);
    refLevel  = averageAnalogRead(REF_3V3);
    uv_v      = 3.3 / refLevel * uvLevel;
}

```

```

    uv_i      = mapFloat(uv_v, 0.99, 2.8, 0.0, 15.0);
}

void printData() {

    Serial.print("UV Intensity (mW/cm^2) = ");
    Serial.println(uv_i);

    Serial.print("uvIndex = ");
    Serial.println(uvIndex);

    Serial.print("skinType = ");
    Serial.println(skinType);

    Serial.print("acum_flag = ");
    Serial.println(acum_flag);

    Serial.print("acum_time_sec = ");
    Serial.println(acum_time_sec);

    Serial.print("acum_time_min = ");
    Serial.println(acum_time_min);

    Serial.println();
}

int averageAnalogRead(int pinToRead) {
    byte numberOfReadings = 8;
    unsigned int runningValue = 0;

    for(int x = 0 ; x < numberOfReadings ; x++)
        runningValue += analogRead(pinToRead);

    runningValue /= numberOfReadings;

    return(runningValue);
}

float mapFloat(float x, float in_min, float in_max, float out_min,
float out_max) {
    return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) +
out_min;
}

```

```
void setupTimer1() {
    noInterrupts();

    // Clear registers
    TCCR1A = 0;
    TCCR1B = 0;
    TCNT1 = 0;

    // 1 Hz (16000000/((15624+1)*1024))
    OCR1A = 15624;

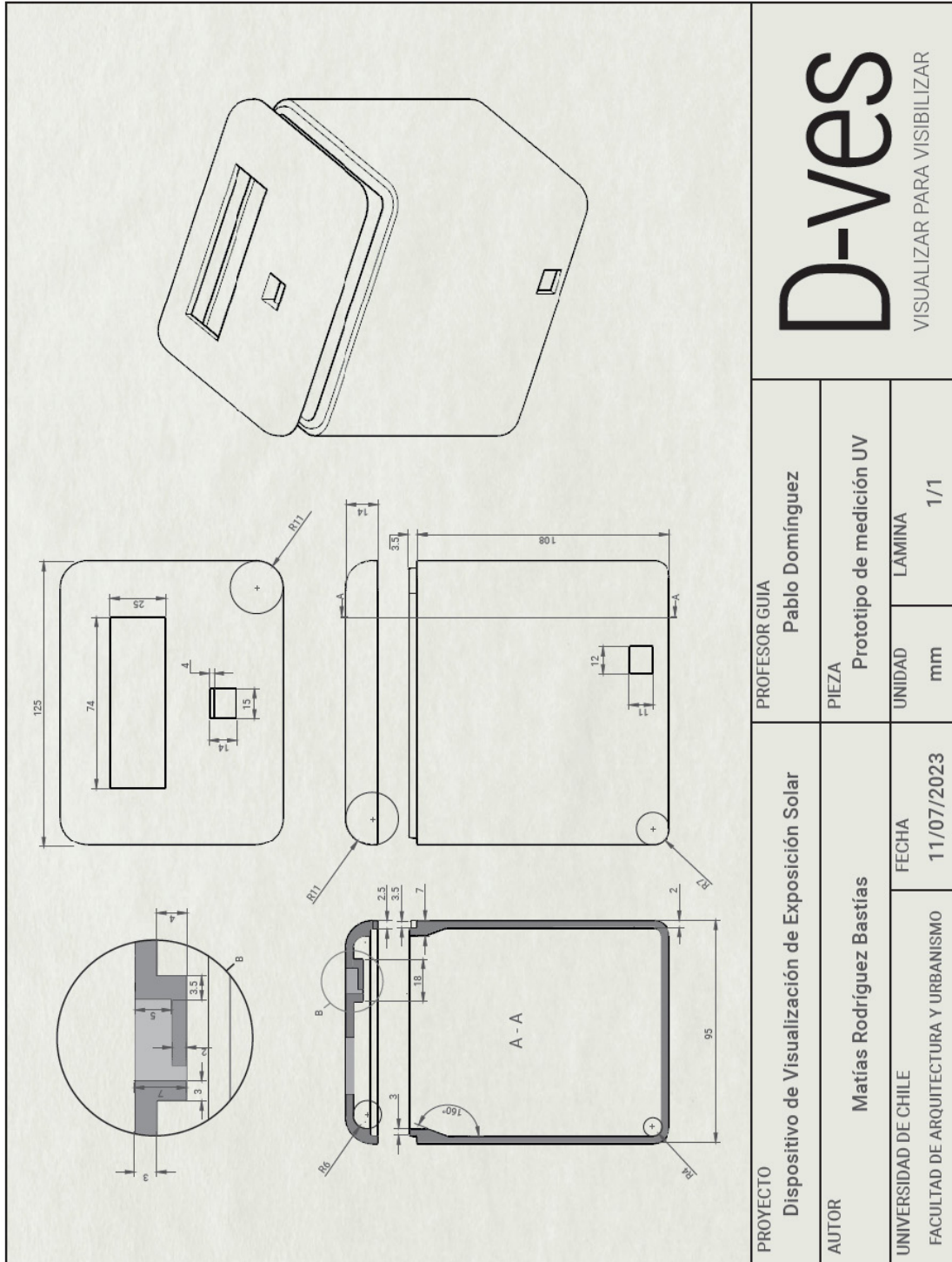
    // CTC
    TCCR1B |= (1 << WGM12);

    // Prescaler 1024
    TCCR1B |= (1 << CS12) | (1 << CS10);

    // Output Compare Match A Interrupt Enable
    TIMSK1 |= (1 << OCIE1A);

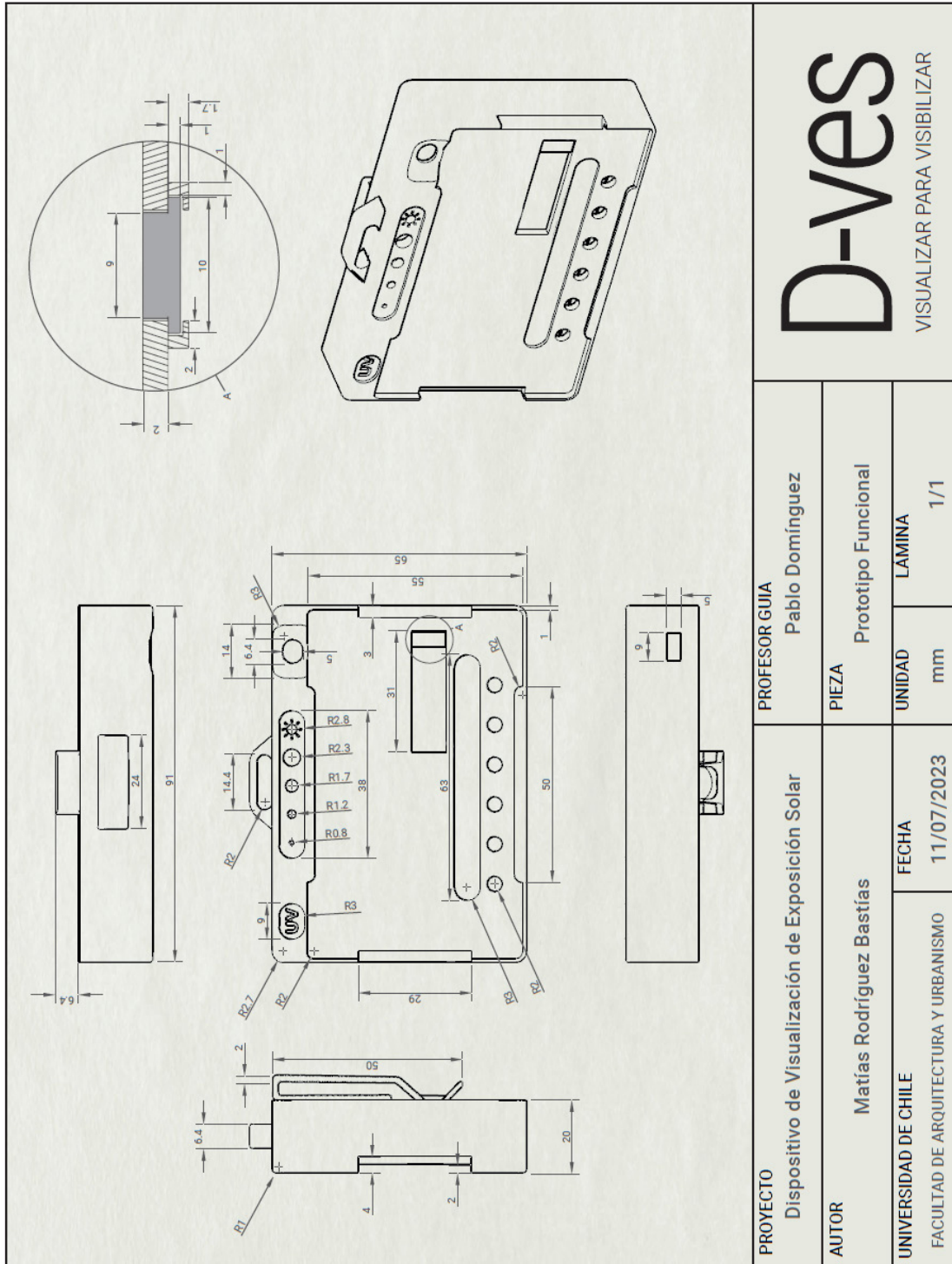
    interrupts();
}
```

# PLANIMETRÍA PROTOTIPO MEDICIÓN UV



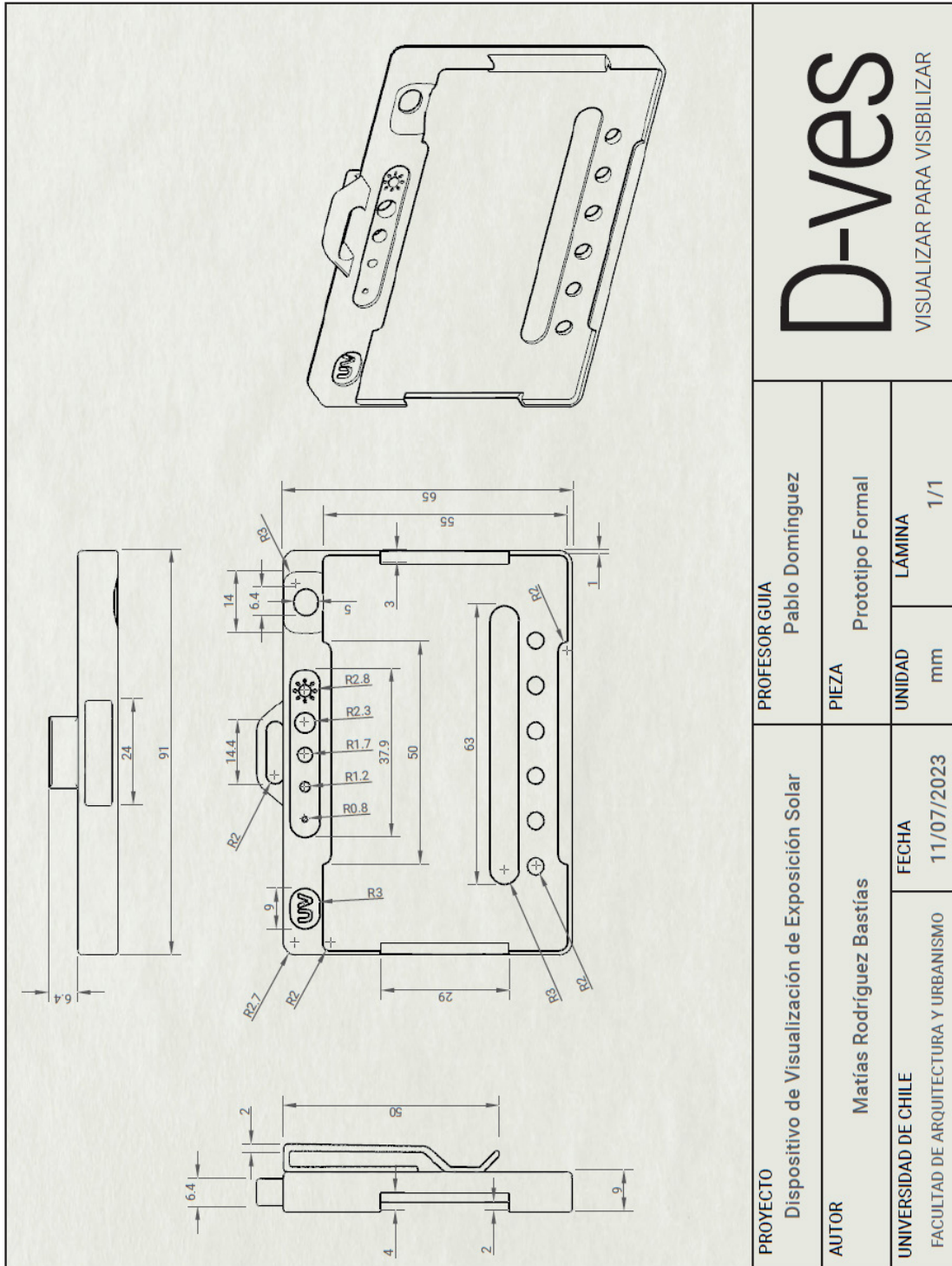
<b>PROYECTO</b> Dispositivo de Visualización de Exposición Solar	<b>PROFESOR GUÍA</b> Pablo Dominguez		<b>D-ves</b> VISUALIZAR PARA VISIBILIZAR	
	<b>AUTOR</b> Matías Rodríguez Bastías	<b>PIEZA</b> Prototipo de medición UV		
UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO	<b>FECHA</b> 11/07/2023			

# PLANIMETRÍA PROTOTIPO FUNDIONAL





# PLANIMETRÍA PROTOTIPO FORMAL



<b>PROYECTO</b> Dispositivo de Visualización de Exposición Solar	<b>PROFESOR GUÍA</b> Pablo Domínguez	
	<b>PIEZA</b> Prototipo Formal	<b>LÁMINA</b> 1/1
<b>AUTOR</b> Matías Rodríguez Bastías	<b>UNIDAD</b> mm	<b>LÁMINA</b> 1/1
<b>UNIVERSIDAD DE CHILE</b> FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO	<b>FECHA</b> 11/07/2023	

# D-ves

VISUALIZAR PARA VISIBILIZAR





UNIVERSIDAD DE CHILE