



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador | Sede
Ambato

OFICINA DE POSGRADOS

Tema:

DISPOSITIVO DE ALERTA DE EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN UV PARA UNIDADES EDUCATIVAS

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Magister en Diseño de Productos. Mención Innovación y Desarrollo de Proyectos.

Línea de Investigación:

Innovación, gestión y competitividad

Autor:

Daniel Marcelo Acurio Maldonado, Ing. MSc.

Director:

Santiago Javier Santamaría Bedón, Ing. Mg.

Ambato – Ecuador

Agosto 2021

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

SEDE AMBATO

HOJA DE APROBACIÓN

Tema:

**DISPOSITIVO DE ALERTA DE EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN UV PARA
UNIDADES EDUCATIVAS**

Línea de Investigación:

Innovación, gestión y competitividad

Autor:

DANIEL MARCELO ACURIO MALDONADO

Santiago Javier Santamaría Bedón, Mg.

f.



CALIFICADOR

Juan Carlos Palacios Proaño, Mg.

f.



CALIFICADOR

Francisco Javier Echeverría Tamayo, Mg.

f.



CALIFICADOR

Juan Carlos Acosta Teneda, Mg.

f.



COORDINADOR DE LA OFICINA DE POSTGRADOS

Hugo Rogelio Altamirano Villaroel, Dr.

f.



SECRETARIO GENERAL PUCESA

Ambato – Ecuador

Agosto 2021

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo: **DANIEL MARCELO ACURIO MALDONADO**, con **CC. 0501649172**, autor del trabajo de titulación intitulado: **DISPOSITIVO DE ALERTA DE EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN UV PARA UNIDADES EDUCATIVAS**, previo a la obtención del título profesional de **MAGISTER EN DISEÑO DE PRODUCTOS. MENCIÓN INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE PROYECTOS**.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE Ambato, el referido trabajo de titulación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Ambato, agosto 2021



DANIEL MARCELO ACURIO MALDONADO

AGRADECIMIENTO

A Dios, fuente de vida quien siempre nos permite una nueva oportunidad, a mis padres Marcelo y Jimena cuyo fundamental apoyo es decisivo en cada paso y en especial a mi esposa Lorena, mi compañera mi fortaleza y confianza quien es mi aliento y soporte permanente, sin ti nada hubiera sido posible.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado con todo mi corazón a mis hijos José Daniel quien es mi seguridad, Marcelo Alejandro mi alegría, Juan David mi fortaleza, Isabellita mi ternura y quien ha inspirado este proyecto.

RESUMEN

El presente proyecto surge de una problemática real, peligrosa y muy poco abordada, los efectos en la salud de la piel de los niños por la exposición a la radiación ultravioleta UV. En la actualidad, para ayudar en la prevención, instituciones y gobiernos recomiendan acciones de cuidado sobre todo en días y horas de altos niveles de radiación, ya que, éstas coinciden con el horario escolar, sin embargo, las unidades educativas no poseen un dispositivo de alerta del nivel de radiación y ,por consiguiente, no se encuentran en capacidad de cumplir las regulaciones por tal razón es necesario desarrollar un dispositivo que se ajuste a sus necesidades. El desarrollo del presente proyecto se inicia con una recopilación teórica de aspectos relacionados con la radiación solar UV, su modo de medición y las recomendaciones de protección para la población estudiantil, además, de los instrumentos usados para ello y la tecnología de hardware libre que permite su medición y transmisión, posteriormente se determinan las necesidades de las instituciones educativas mediante un estudio de caso, este aspecto es de fundamental importancia para determinar condiciones puntuales que debe reunir el dispositivo; finalmente se presenta la propuesta de dispositivo construido en ABS el cual, permite alertar y transmitir recomendaciones de protección por medio de la red institucional al personal encargado de tomar medidas de control concluyéndose que el uso de hardware libre permite mediciones confiables y costos asequibles, contribuyendo de este modo a la protección de la salud de niños y jóvenes.

Palabras clave: dispositivo, alerta, radiación, ultravioleta, sol

ABSTRACT

This project arises from a real, dangerous, and very little addressed problem, the effects on the health of children's skin due to exposure to ultraviolet radiation. Currently, to help in prevention, institutions and governments recommend care actions especially on days and hours of high radiation levels since these coincide with school hours, however, schools do not have a device to alert the level of radiation and therefore are not able to meet the regulations, for that reason it is necessary to develop a device that fits their needs. The development of this project begins with a theoretical compilation of aspects related to solar UV radiation, its measurement mode and protection recommendations for the student population, the instruments used for this purpose and the free hardware technology that allows its measurement and transmission. Finally, the device made in ABS is presented, which allows to alert and transmit protection recommendations through the institutional network to the person in charge of taking control actions, concluding that the use of free hardware allows reliable measurements and affordable costs, thus contributing to the protection of the health of children and young people.

Keywords: device, alert, radiation, ultraviolet, sun

INDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INDICE DE CONTENIDOS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE TABLAS	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE	7
1.1. La radiación solar	7
1.2. Exposición a la radiación solar UV	11
1.3. Dispositivos de alerta	19
1.4. Hardware libre e Internet de las cosas	24
CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO	31
2.1. Enfoque de investigación	31
2.2. Diseño de la investigación	32
2.3. Grupo de estudio.....	35
2.4. Recolección de la información	36
2.5. Procesamiento y análisis de los datos	42
2.6. Propuesta de la Investigación	44
CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	69
3.1. Análisis del usuario	69
3.2. Análisis de resistencia.....	70
3.3. Análisis de medición.....	71
CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES	75
BIBLIOGRAFÍA	76
ANEXOS1	

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Permeabilidad de la atmósfera a la radiación solar.....	10
Figura 2. Estructura de la piel.....	12
Figura 3. Sistema de protección recomendado	17
Figura 4. UVmáforo	21
Figura 5. Medidor de radiación.....	22
Figura 6. Solmáforo para Unidades Educativas	23
Figura 7. Wemos D1R32.....	28
Figura 8. Sensor UV GY-8511.....	29
Figura 9. Moodboard	49
Figura 10. Simplificación	50
Figura 11. Código lingüístico.....	50
Figura 12. Código icónico.....	51
Figura 13. Isologo.....	52
Figura 14. Proporciones gráficas.....	53
Figura 15. Código cromático	54
Figura 16. Aplicación morfológica	55
Figura 18. Elementos electrónicos	56
Figura 19. Prototipos de programación	57
Figura 20. Prototipos de prueba	59
Figura 21. Carcaza y componentes.....	58
Figura 22. Proceso de prototipado	62
Figura 23. Pruebas de medición.....	63
Figura 24. Lienzo CANVAS.....	64
Figura 25. Propuesta de valor	65
Figura 26. Segmento Producción	66
Figura 27. Segmento mercado	67
Figura 28. Ajustes de análisis.....	70
Figura 29. Resultados del análisis.....	71
Figura 30. Datos del sensor	72
Figura 31. Comparación Gráfica	73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipo de radiación solar según su longitud de onda	9
Tabla 2. Longitud de onda del espectro visible	11
Tabla 3. Fototipos cutáneos	14
Tabla 4. Categorías de exposición e índice solar mundial (IUV).....	16
Tabla 5. Tiempo de exposición permitido de acuerdo al IUV	19
Tabla 6. Datos Generales de las entrevistadas:.....	36
Tabla 7. Resultados de la entrevista	36
Tabla 8. Resultados de la observación	40
Tabla 9. Estudio de caso – Reporte Final	43
Tabla 10. Brief.....	45
Tabla 11. Lista de requerimientos	48
Tabla 12. Ficha de selección.....	60
Tabla 13. Costo	61
Tabla 14. Lista de comprobación	68
Tabla 15. Análisis del usuario.....	69

INTRODUCCIÓN

La radiación solar es un espectro conformado por radiaciones de distinta longitud de onda, entre ellas se encuentra la radiación Ultravioleta UV con longitudes comprendidas entre 100 a 400 nm (OMS, 2003) que es capaz de atravesar la piel humana, por ello la exposición a la radiación solar ultravioleta es considerado un grave problema de salud dado que varios estudios relacionan la prolongada exposición a altos niveles de esta radiación con varias lesiones de la piel, entre los cuales se destacan por su gravedad el cáncer de piel y el melanoma maligno (Lucas, McMichael, Smith, & Armstrong, 2006).

Sin embargo, el nivel de radiación solar varía en función de la localización geográfica, la hora del día, el clima, nubosidad y otros factores, por lo cual, es necesario verificar los niveles en tiempo real y que se ha detectado que el 98% de la radiación UVA aquella con longitudes de onda entre 320 y 400 nm es la responsable directa de la melanogénesis y enrojecimiento de la piel que produce el envejecimiento de la piel y desarrolla el melanoma maligno (Mora Ochoa, Olivares Savigñon, González Gross, & Castro Mela, 2010). Con el fin de armonizar internacionalmente el índice de radiación ultravioleta la OMS ha definido como instrumento educativo las categorías de exposición, en relación a los índices de exposición, que inician con la categoría baja para un índice menor a 2 y extremadamente alta para índices mayores a 11 e indica algunas recomendaciones de protección para estos niveles como el uso de crema y sombrero en índices de entre 3 y 7 hasta indicar que se evite la salida al exterior en índices de 8 hasta 11 y mayores (OMS, 2003),

La población infantil resulta un segmento de gran importancia al momento de la prevención de la exposición a la radiación UV, en virtud de que es más sensible a los efectos negativos de la exposición intermitente y aguda como quemaduras, carcinoma y melanoma; además, presentan mayor riesgo de desarrollar alteraciones derivada de una exposición crónica como el fotoenvejecimiento, fotosensibilidad, dermatosis,

fotocarcinogénesis entre las más graves (Collantes Jara, 2015). Esta sensibilidad es influida por factores endógenos del niño como su nivel de reparación de ADN o de síntesis de moléculas antioxidantes, pero en particular su fototipo, el cual, es determinado por el contenido de melanina presente en la piel del niño, el cual, se clasifica en 6 tipos según la clasificación de Fitzpatrick que consta de: Tipo I o Piel blanca, Tipo II o Piel clara, Tipo III o Piel discretamente pigmentada, Tipo IV o Piel pigmentada, Tipo V o Piel muy pigmentada y Tipo VI o Piel intensamente pigmentada (negra). De ellos, los tipos I y II son constituyen un grupo de alto riesgo de contraer afecciones cutáneas por la exposición prolongada a la radiación UV (Marín & Del Pozo, 2005).

Aun así, a nivel pediátrico se recomienda tomar medidas de protección exógenas independientemente de la protección física endógena desarrollada independientemente por cada individuo, Entre estas medidas se encuentran: cubrir la piel con ropas y gorros adecuados, usar lentes con protección solar, uso de fotoprotectores, incluso en días nublados y aunque la piel esté bronceada, estos fotoprotectores o cremas solare son considerados un elemento complementario de protección, ya que, aunque en sí mismos son un buen medio de protección, su efectividad va ligada al tiempo de exposición , ya que, su factor de protección solar o FPS indica la capacidad del producto para retrasar el eritema solar, es decir, indica el múltiplo de tiempo que se puede exponer la piel para producir el mismo efecto eritematoso que se produciría sin protección (Merino Moína, 2005).

El método más apropiado de protección consiste en evitar la exposición solar y en consideración a que el 80% de la exposición solar que recibe cada persona tiene lugar antes de los 18 años es importante que las prácticas que evitan o minimizan la exposición constante a la radiación solar sean fortalecidas desde la infancia y la adolescencia (Saéz-de Ocariz & Orozco-Covarrubias, 2015), en estudios recientes se ha determinado que las conductas de fotoprotección de los niños son incorrectas en la mayoría de los casos debido a la falta de información de hábitos de protección y

tiempos de exposición, por el contrario, la información referente a los efectos negativos en la salud son conocidos suficientemente (Ramírez Wong, Ferrán Gascón, Torres Toledo, Suarez Molina, & Lima Heredia, Protección solar en niños, 2016).

En el nivel escolar el conocimiento de conductas de fotoprotección son deficientes en más del 75% de los casos, aunque las quemaduras por exposición a la radiación UV no les son ajenas y refieren un claro descuido en el uso de fotoprotectores o hacen un mal uso de los mismos y no tienen un control sobre el tiempo de exposición a la radiación UV, lo anterior junto con conductas de exposición a altas dosis de radiación UV en sus actividades normales (Alemán & Guerra, 2018), incluso dentro de su horario escolar las dosis de radiación que reciben los estudiantes es alta, llega a determinarse una máxima de 2760 J/m^2 según un estudio realizado en escolares mexicanos, por lo cual, se propone realizar un control adecuado de los tiempos de exposición, ya que, el 80% de esta exposición se da entre actividades de cultura física, recesos y salida (Castanedo-Cázares, Lepe, Gordillo-Moscoso, & Moncada, 2003).

En el Ecuador, con el fin de efectuar un control adecuado, se ha emitido un acuerdo ministerial que contiene los lineamientos generales para proteger estudiantes del Sistema Educativo Nacional de los efectos que pueda tener en su salud la exposición prolongada a la radiación solar, mediante este acuerdo se busca establecer conductas que eviten la exposición en dependencia del pronóstico referente a la radiación solar que emite el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) (Ministerio de Educación, 2018).

Si bien los reportes del INHAMI son de gran utilidad, resulta evidente que contar con un sistema local de medición del índice de radiación es necesario con el fin de determinar en tiempo real cuales son los riesgos en cada lugar específico, las variaciones fruto de las condiciones ambientales, como se mencionó con anterioridad, son importantes, es por ello que se han desarrollado sistemas de monitoreo de la radiación comúnmente conocidos como solmáforos que son artefactos regularmente de gran tamaño que constan básicamente de dos partes: el cabezal que es el lugar en

el que se conecta el sensor y por tanto está permanentemente expuesto a la luz solar y el visor, en donde se muestra información referente a la medición realizada, el pionero en la implantación de estos sistemas en Latinoamérica es Chile.

Debido al agujero en la capa de ozono presente en esta zona, en El Salvador se ha realizado un proyecto con el mismo principio pero de dimensiones reducidas debido a que el visor de gran tamaño ha reducido por una cinta led, conocido como UVMáforo (Júarez, y otros, 2017), en el Ecuador, a nivel de gestión, se ha desarrollado metodologías y sistemas de gestión de la información de niveles de radiación en los cuales se realiza una organización detallada que incluye niveles de responsabilidad y todo un sistema informático que permite visibilizar en tiempo real y en diferente tipo de dispositivos la información de niveles de radiación en los lugares en donde los solmáforos se encuentren instalados (Villagómez, 2019).

En cuanto al diseño de estos dispositivos, la Universidad Politécnica Salesiana ha desarrollado para uso en su campus el solmáforo que permite el monitoreo de radiación mediante el uso de un piranómetro y tarjetas de sistemas embebidos y que incluyen sensores de temperatura y humedad lo que permite mostrar en su visor de forma intermitente información de estos tres tipos y que implementa un sistema de alimentación en base a paneles solares; del mismo modo, se ha incursionado en el diseño de solmáforos para instituciones educativas que mediante el uso de elementos de hardware libre permite el monitoreo y registro de niveles radiación solar y que instalado en una unidad educativa da la posibilidad de que los responsables de la unidad accedan al historial de datos registrados (Chango, 2019).

Este tipo de dispositivos son de tipo informativo y las alertas se dan en su propio visor solo mediante el cambio del dato numérico correspondiente al nivel de radiación en cada momento y que en el mejor de los casos muestra el nivel de riesgo mediante la presentación de iconos estandarizados como sombrillas, casas, etc. en su pantalla o

solamente se reducen a una gráfica instalada en su espacioso frente con la mencionada información. Este sistema no permite una alerta apropiadamente reconocible y su lugar de instalación, ubicado necesariamente en sitios despejados para lograr una medición adecuada, los vuelven de incomodo acceso y visualización tanto de parte de autoridades como de estudiantes, ya que, al ubicarse en lugares de alto tránsito obstaculizan el normal desempeño de las actividades escolares. Por otra parte, el acceso al historial de registro no permite un control en permanente y los sistemas de monitoreo en tiempo real se basan en artefactos ubicados en lugares que por su lejanía generalmente no reflejan la situación de la radiación en cada sitio. Es por eso que el problema plantea ¿De qué manera un dispositivo de alerta de radiación UV para Unidades Educativas, proporcionará información relativa al nivel de radiación solar?, frente a este problema se considera como idea a defender, que la implementación de un dispositivo de alerta de exposición a la radiación UV en la Unidad Educativa Rodríguez Albornoz de la ciudad, informará en tiempo real acerca de los niveles de radiación y las recomendaciones de tiempo de exposición, es así que el presente proyecto se plantea como objetivo general: Diseñar un dispositivo de alerta de exposición a la radiación UV para Unidades Educativas, para llevarlo a efecto se inicia por: indagar los índices de radiación y niveles de exposición permisibles en Unidades Educativas sobre los cuales se establecen las alertas, luego, determinar la estructura organizacional y física de la Unidad Educativa Rodríguez Albornoz de la Ciudad de Ambato que permita la implementación del dispositivo para, finalmente, desarrollar un prototipo electrónico para el monitoreo y alerta de radiación UV para su implementación en la Unidad Educativa.

Es en este marco en el que el presente trabajo pretende generar un prototipo de dispositivo de alerta de exposición a la radiación UV para unidades educativas basado en una investigación cualitativa por medio de una entrevista a los representantes de los actores de la comunidad educativa, así como de la observación de la infraestructura física, y se concreta el diseño mediante la aplicación de la metodología del diseño (Ambrose & Harris, Bases del diseño: Metodología del Diseño, 2010) con el fin de que

el dispositivo no solo permita una adecuada medición, sino que el medio de comunicación de los datos favorezca al control del tiempo de exposición de los estudiantes en relación con los niveles de radiación UV presentes.

Con esta perspectiva, el dispositivo instalado en la Unidad Educativa, permitirá en primer lugar que la institución dé cumplimiento al acuerdo ministerial y en segundo y más importante que la población estudiantil se beneficie de la información enviada de modo que se proteja su salud a corto plazo, se evita los eritemas y afecciones vasculares tempranas y a largo plazo, ya que, los efectos nocivos de la exposición a la radiación son acumulables y pueden ocasionar incluso cáncer de piel en la edad adulta.

CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE

1.1. La radiación solar

El sol localizado a unos 150 millones de kilómetros de la Tierra provee la energía para el desarrollo de los procesos vitales en el planeta merced a los procesos de fusión y fisión producidos en su núcleo. Esta energía se transmite en forma de ondas electromagnéticas en todas direcciones al espacio, de ella, una ínfima parte del orden de unos 200 billones de kilovatios es recibida por la superficie terrestre de cara al sol (Perea Espitia, 1996). Esta estrella formada hace unos 4600 millones de años genera su energía a modo de un gigantesco reactor nuclear en el que la gran nube externa formada por átomos de hidrógeno cohesionados por la gravedad se fusiona hacia su núcleo en átomos de helio mediante reacciones de cadena protón – protón, conocidas como cadena p-p, en las cuales, cada cuatro átomos de hidrógeno dan lugar a uno de helio con una pérdida de masa de un 7% que se convierte en energía, sin embargo, la gran cantidad de reacciones simultáneas por segundo producen unos noventa mil millones de megatones cada segundo, en la fotosfera o superficie visible los fotones producidos logran escapar hacia el vacío del espacio en forma de ondas electromagnéticas, estas no necesitan un medio físico para transmitirse y en el espacio encuentran las condiciones propicias para extenderse en todas direcciones a una velocidad de 299.792 Km/s, estas ondas son de distinta frecuencia y longitud de onda que conforma lo que se conoce como espectro electromagnético, es importante mencionar que en función de los dos parámetros anteriores, se determina su energía, visibilidad y poder de penetración (Bachiller, 2009).

Al llegar a la Tierra el espectro solar es atenuado por la atmósfera que actúa como un filtro de varias capas que distribuye la radiación solar adecuadamente para el desarrollo de la vida en el planeta, y permite el paso de una pequeña parte de la energía al mismo tiempo que impide el ingreso de la radiación peligrosa. Su estructura comprende:

- La tropósfera, la capa más extensa y en la que se desarrolla la vida, a ella llega todo el espectro solar que logra atravesar las capas superiores.
- La estratósfera, su principal característica es evitar el paso de la radiación hacia la tierra, en su seno se encuentra la capa de ozono que es la que absorbe casi la totalidad de la radiación ultravioleta o UV.
- La mesósfera, en la cual, las temperaturas bajan hasta los -80 grados centígrados.
- La termósfera, contiene gran cantidad de iones provocados por la radiación UV en el fenómeno conocido como fotoionización.
- La exósfera es una capa cercana al espacio exterior, en la cual, los gases se dispersan, y pierden sus propiedades.
- La magnetósfera, es una zona externa en la que, merced a campo magnético, se desvía la mayor parte del viento solar (De la Morena, 2010).

Gracias a esta atenuación, solo unos 1000W alcanzan la superficie terrestre a nivel del mar por cada metro cuadrado de superficie de los $3,86E26$ W producidos por el sol, de acuerdo con la forma como reciben los cuerpos esta energía la radiación solar se subdivide en:

- Radiación directa, aquella que no sufre distorsión en su dirección.
- Radiación difusa, es la que se dispersa en todas direcciones al ser absorbida y/o reflejada en nubes, polvo atmosférico, montañas edificios, etc.
- Radiación reflejada, en general la cantidad de radiación que es devuelta por la propia superficie de la tierra, se llama también albedo. (Schallenberg, y otros, 2008)

El espectro de la radiación solar se compone de ondas electromagnéticas que varían grandemente en su longitud de onda, es decir, la distancia en la cual, la onda de frecuencia cumple un período completo; estas abarcan desde los rayos gamma con longitudes menores a 0,1 nanómetro hasta el espectro infrarrojo que llega a 1 milímetro como se muestra en la Tabla 1.

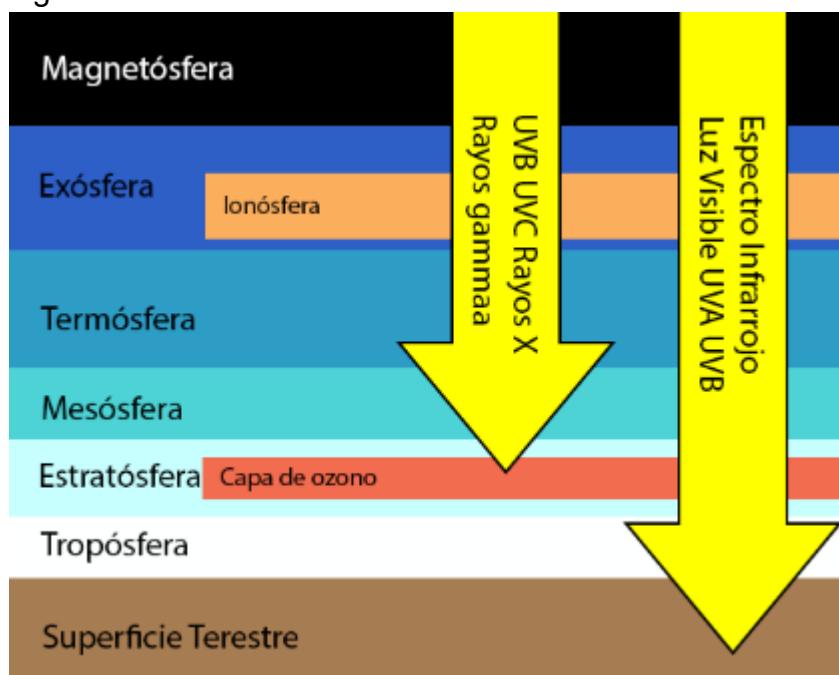
Tabla 1. Tipo de radiación solar según su longitud de onda

Clase de radiación	Longitud de onda
Rayos gamma	< 0,1 nm
Rayos X	0,1 – 100 nm
Ultravioleta C (UVC)	100 – 280 nm
Ultravioleta B (UVB)	280 – 320 nm
Ultravioleta A (UVA)	320 – 400 nm
Visible	400 – 700 nm
Infrarrojo A (IRA)	700 nm – 1,4 μ m
Infrarrojo B (IRB)	1,4 – 3,0 μ m
Infrarrojo C (IRC)	3,0 μ m – 1 mm

Fuente: tomado a partir de Lorente (2010)

De este espectro las longitudes de onda correspondientes a los rayos gamma, Rayos X y UVC no logran atravesar la atmósfera, ya que, son absorbidas por la capa de ozono como se muestra en la Figura 1, y aunque el 99% de la radiación ultravioleta restante corresponde al UVA existe permeabilidad a la radiación UVB, permeabilidad que se ha acentuado por las afectaciones a la capa de ozono, además, de todo el espectro visible y el espectro infrarrojo responsable del calentamiento de la superficie terrestre (Chiron de la Casiniere & Cachoro Revilla, 2008).

Figura 1. Permeabilidad de la atmósfera a la radiación solar



Fuente: elaboración propia

La longitud de onda de la radiación infrarroja supera los 700 nm, que sobrepasa al color rojo oscuro por lo que difícilmente se percibe por el ojo humano, sin embargo corresponde a casi la mitad de la radiación solar que llega a la superficie del planeta por lo que sus efectos son claramente perceptibles en forma de calor, por su parte la radiación visible, espectro visible o radiación fotosintéticamente activa PAR constituye aproximadamente el 40% de la radiación y da lugar a los colores percibidos por el ojo humano como se muestra en la Tabla 2. Aproximadamente el 10 % corresponde a la radiación UV, de ella, la radiación UVA suele llegar a la superficie terrestre en el orden de 50 W/m² en lugares de alto asoleamiento y produce el bronceado de la piel, llega a afectar la vista y produce cataratas oculares, por su parte la radiación UVB aunque en condiciones normales no sobrepasa los 2W/m² tiene efectos importantes en la salud humana por lo que su medición es de gran preocupación para los organismos relacionados a nivel mundial, y aunque sus efectos son atenuados por la capa de

ozono, en los sitios que se encuentran bajo las zonas de la capa afectadas la incidencia es altamente peligrosa (Lorente, 2010).

Tabla 2. Longitud de onda del espectro visible

Color	Longitud de onda
Violeta	380 -420 nm
Índigo	420- 440 nm
Azul	440 -490 nm
Verde	490 – 560 nm
Amarillo	560 – 590 nm
Naranja	590 – 630 nm
Rojo	630 – 760 nm

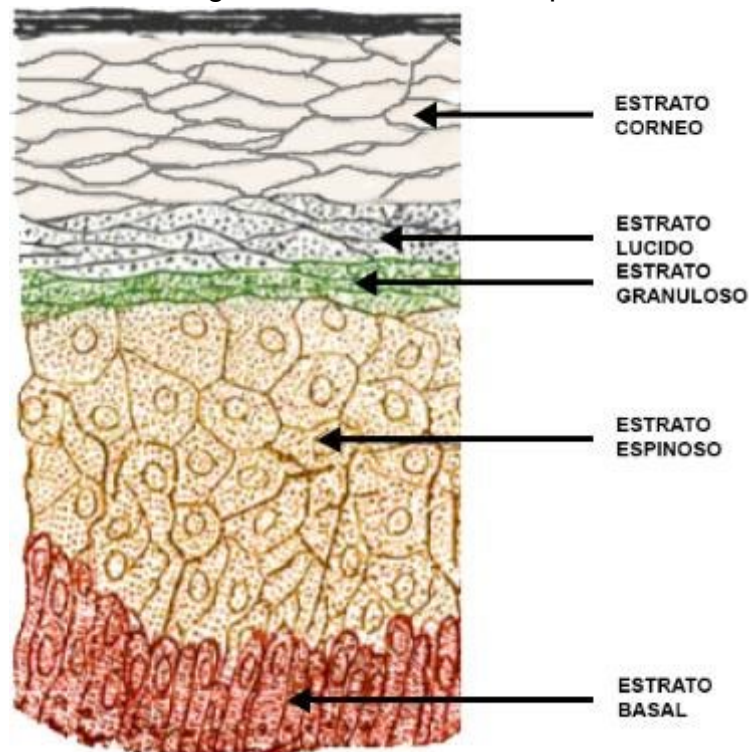
Fuente: Tomado a partir de (Fontal, 2005)

1.2. Exposición a la radiación solar UV

Los problemas ocasionados por la exposición a la radiación UV son el resultado de la absorción y/o dispersión de ellas en la piel humana la que presenta una leve protección, ya que, solamente tiene la capacidad de reflejar el 5% de la radiación que incide en ella y aunque todos los tipos de radiación solar provoca efectos adversos sobre la piel, la radiación UV en particular producen efectos fotobiológicos que son más severos a medida se incrementa la altura sobre el nivel del mar, ya que, se estima que el nivel de radiación incidente aumenta un 15% por cada mil metros de altitud, de igual manera su intensidad varía de acuerdo a la hora y las condiciones ambientales, y es más intensa al mediodía en condiciones de cielo despejado, adicionalmente existe la expectativa de que debido a la disminución de la cantidad de ozono estratosférico produzca mayor incidencia de radiación en las zonas más gravemente afectadas. La fotoprotección natural ofrecida por la piel se basa en dos características fundamentales: el engrosamiento del estrato córneo y la pigmentación, aunque también la liberación de sudor coadyuva a la protección por su contenido de ácido urocánico (Pasquale, Cordero, Núñez, Fernández, & Signorelli, 2013).

La epidermis se compone fundamentalmente de dos tipos de células: los queratinocitos o células no dendríticas y células dendríticas, los queratinocitos se organizan en capas que le dan grosor a la piel. Este grosor se mantiene prácticamente constante debido a la descamación, sin embargo la exposición a la radiación UV produce un engrosamiento de la capa superior o estrato córneo, esta capa está formada por células muertas y planas endurecidas denominadas córneas que se apilan unas sobre otras que en su zona superficial están más separadas y producen la descamación, sin embargo en su zona baja están más fuertemente unidas por la queratina y una variedad de lípidos que las unen (Figura 2), es precisamente en esta zona en donde se da el efecto de hiperqueratosis, que da a la piel un aspecto tosco con poros dilatados y color opaco (Rivas, 2009).

Figura 2. Estructura de la piel



Fuente: Modificado a partir de Merino & Noriega (2011)

La pigmentación se produce debido a las células dendríticas, en específico los melanocitos que se observan en la capa basal y son células de citoplasma claro y núcleo pequeño y oscuro que dan paso de la melanina por síntesis de la enzima tirosinasa activada por la radiación UV (Navarrete, 2003), la incidencia de radiación UV produce pigmentación por fotooxidación lo que se traduce en el bronceado de la piel, esta pigmentación es directa o indirecta.

La pigmentación directa aparece dentro de las 6 horas siguientes a la exposición y es muy fugaz en tanto que la pigmentación indirecta por la excitación de los melanocitos que aumenta la producción de melanina que aparece a las 48 horas y sigue al eritema o enrojecimiento cutáneo y produce un bronceado retardado que dura días o incluso semanas en dependencia del tipo de piel, es decir, de la cantidad de melanina preexistente y genera una nueva síntesis de la misma, la melanina presente en la piel confiriéndole su coloración, actúa como protector contra: oxidantes, radicales libres y estrés oxidativo, ya que, se ha demostrado que estabiliza la transferencia de electrones libres del superóxido dismutasa que reduce el envejecimiento celular y finalmente actúa como fotoprotector, las melaminas tipo DOPA absorben la radiación de longitudes de onda de entre 350 a 1200nm. (Urán & Cano, 2008).

En dependencia de la cantidad y tipo de melanina presente en la piel humana los efectos de la exposición a la radiación UV tienen diferente grado de severidad, de ahí que se ha propuesto una clasificación en fototipos cutáneos. En 1975 el Dr. Thomas Fitzpatrick plantea una escala de 6 niveles la que es usada y estudiada hasta la actualidad, cada fototipo relaciona varios factores físicos con el grado de resistencia que tiene la piel hacia la luz UV (Fitzpatrick, 1975), para la determinación del fototipo de realiza una valoración visual en zonas de la piel sin exponer o expuestas mínimamente como las zonas internas del codo o la rodilla, además, del color de cabello y ojos lo que se registra en una escala que determina la sensibilidad desde un fototipo I muy sensible hasta un fototipo VI de altísima tolerancia (Marín & Del Pozo, 2005).

Tabla 3. Fototipos cutáneos

	Características pigmentarias	Acción del sol sobre la piel (no protegida)
Fototipo I	Presenta intensas quemaduras solares, casi no se pigmenta nunca y se descama de forma ostensible	Presenta intensas quemaduras solares, casi no Individuos de piel muy clara, ojos azules, pelirrojos y con pecas en la piel. Su piel, habitualmente, no está expuesta al sol y es de color blanco-lechoso
Fototipo II	Se quema fácil e intensamente, pigmenta ligeramente y descama de forma notoria	Individuos de piel clara, pelo rubio, ojos azules y pecas, cuya piel, que no está expuesta habitualmente al sol, es blanca
Fototipo III	Se quema moderadamente y se pigmenta correctamente	Razas caucásicas (europeas) de piel blanca que no está expuesta habitualmente al sol
Fototipo IV	Se quema moderada o mínimamente y pigmenta con bastante facilidad y de forma inmediata al exponerse al sol	Individuos de piel morena o ligeramente amarronada, con pelo y ojos oscuros (mediterráneos, mongólicos, orientales)
Fototipo V	Raramente se quema, pigmenta con facilidad e intensidad (siempre presenta reacción de pigmentación inmediata)	Individuos de piel amarronada (amerindios, indostánicos, árabes e hispanos)
Fototipo VI	No se quema nunca y pigmenta intensamente (siempre presentan reacción de pigmentación inmediata)	Razas negras

Fuente: Tomado a partir de Marín & Del Pozo (2005)

En general, los efectos nocivos de la radiación ultravioleta sobre la piel van desde los efectos protectores benignos antes mencionados (engrosamiento del estrato córneo y la pigmentación) que se ven como afectaciones más bien cosméticas, hasta distintas formas de fotodermatosis, pasa por eritemas cutáneos hasta efectos graves como la carcinogénesis o cáncer cutáneo.

A este respecto, la Doctora Karina Cañarte (2010) indica que:

La radiación ultravioleta es la principal responsable de los efectos nocivos de la radiación solar sobre el organismo, puede causar lesiones inmediatas que van desde un pequeño enrojecimiento de la piel a auténticas quemaduras, o

lesiones tardías como fotoenvejecimiento, fotosensibilidad, queratosis actínicas, cáncer de piel y cataratas. (p. 1)

Para la clasificación de la fotodermatosis existen numerosas categorías, pero en general se consideran 2 tipos daño indirecto y daño directo, dentro del primer tipo se encuentran factores exógenos como la fotoalergia y factores endógenos como factores genéticos, metabólicos y otros que son intrínsecos de cada individuo. Sin embargo, entre los daños directos de la exposición se encuentran las quemaduras o eritemas solares y el envejecimiento prematuro.

La quemadura es una inflamación producida por excesiva exposición y está relacionada con la penetración de la radiación UVB en la piel, cabe indicar que este tipo de radiación absorbida por la capa de ozono pero no en su totalidad, además, hay que tener en cuenta que si bien la radiación UVA es poco eritematosa, si penetra la capa de ozono y hace que la piel sea mucho más sensible a la radiación UVB, es decir, que causa daños, aún en períodos muy cortos de exposición este tipo de quemaduras se presenta de forma inmediata y aunque se suele borrar a los 30 minutos reaparece a las pocas horas y alcanza su punto más alto entre las 12 y 24 horas posteriores a la exposición y produce fuerte dolor, escozor y en algunos casos presencia de ampollas (Fleta Zaragozano, Bueno Lozano, & Moreno Aznar, 2016).

En cuanto al envejecimiento cutáneo, es fruto de la exposición crónica a la radiación UVB lo que produce un engrosamiento grave del estrato córneo y adelgazamiento de la epidermis lo que da lugar a pliegues muy marcados y dureza excesiva, en algunos casos, da lugar al apareamiento del vitíligo y en casos extremos el cáncer de piel (Flores Alonso, 2000).

Por ello, y debido al incremento de quemaduras solares, importantes lesiones cutáneas, de casos de cáncer de piel y el descubrimiento del deterioro de la capa de ozono a finales del siglo XX se tomó conciencia de los peligros de la exposición a la radiación solar en particular la radiación UVB y UVC, en el Ecuador y en particular en

ciudades de la serranía es bastante común que en un día despejado los valores del índice de radiación superen el valor de 11 correspondiente a un nivel de exposición extremadamente alto por ello es de vital importancia mantener el monitoreo para prevenir la exposición peligrosa en el momento de presentarse estas condiciones. (Benavides Ballestetros, 2019).

La medida de la radiación se da en unidades de W/m^2 (vatios por metro cuadrado) o en el caso de radiaciones de tipo ionizante como la radiación UV se usa el gray (Gr) y si ésta incide en un tejido biológico, con el fin de valorar sus efectos, se usa la medida de dosis de radiación ionizante equivalente en Sievert u micro sieverts (μSv), pero aunque estas unidades son de común uso en aplicaciones técnicas y científicas, es necesario adecuarlas de modo que sean fácilmente interpretadas por el usuario sin formación pero que requiere conocer la medida de la radiación solar. Para una mejor comprensión de la peligrosidad de la radiación UV y su incidencia en el apareamiento de las lesiones de piel, la Organización Mundial de la Salud OMS, en acuerdo con las principales asociaciones meteorológicas, de medio ambiente y radiación a nivel mundial, plantea el uso del índice solar mundial. La OMS (2003) indica que:

El índice UV solar mundial (IUV) es una medida de la intensidad de la radiación UV solar en la superficie terrestre. El índice se expresa como un valor superior a cero, y cuanto más alto, mayor es la probabilidad de lesiones cutáneas y oculares y menos tardan en producirse esas lesiones. (p. 8)

Tabla 4. Categorías de exposición e índice solar mundial (IUV)

CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES DEL IUV
BAJA	1 A 2
MODERADA	3 A 5
ALTA	6 A 7
MUY ALTA	8 A 10
EXTREMADAMENTE ALTA	11 +

Fuente: Tomado a partir de (OMS, 2003)

Este índice (Figura 3) relaciona directamente la medidas de radiación solar UV con las categorías de exposición y a su vez con ciertas medidas generales de protección, las que resultan efectivas en conjunción con el compromiso tanto de los gobiernos locales, autoridades locales, sanitarias y de salud, junto con el apoyo de medios de comunicación y demás actores sociales tanto para su difusión así como para la toma de decisiones y acciones preventivas en favor de la conservación de la salud de la población.

Figura 3. Sistema de protección recomendado



Fuente: Tomado a partir de OMS (2003)

Es importante mencionar que, la principal causa de problemas de piel incluido el cáncer de piel desarrollados en la edad adulta es la exposición a la radiación UV en la infancia y adolescencia debido a que sus efectos no son pasajeros, sino que al contrario, los daños provocados se acumulan y aunque como se indicó existen factores genéticos, fisiológicos y ambientales que inciden en la magnitud del daño cutáneo, el factor decisivo es el nivel de exposición a la radiación UV, es por ello que en todos los casos es importante reducir el nivel de absorción; para lo cual, se usa cremas protectoras, objetos protectores como gorras y gafas pero indudablemente lo mejor es evitar la exposición en especial cuando el IUV se encuentra dentro de la categoría muy alta y extremadamente alta, es decir, de 8 en adelante; sobre todo en niños y jóvenes,

se ha determinado que por lo regular la exposición aguda o crónica se da antes de los 20 años y en la edad infantil y la adolescencia las conductas de fotoprotección son deficientes (Ramírez Wong, Ferrán Gascón, Torres Toledo, Suárez Molina, & Lima Heredia, Protección solar en niños, 2016).

Si bien es cierto que el uso de protectores solares o filtros en crema es muy difundido, es importante mencionar que el factor de protección solar o FPS indicado en el envase representa un multiplicador del tiempo en que se presentará el eritema en condiciones normales, es decir, si el eritema en una persona muy sensible se presenta en 3 minutos, el FPS 30 lo que hace es retrasarlo a 90 minutos. Sin embargo, las condiciones de testeo del FPS se establecen en una cobertura uniforme y con un espesor estipulado que pocas veces se producen en una aplicación normal lo que provoca una disminución de la protección entre un 30% y 50% de la referida en el envase. Por otra parte las conductas propias de los niños y adolescentes reducen la adherencia de la película protectora por lo que si se aplicó crema fotoprotectora en el hogar, al llegar las horas de mayor exposición ya resulta poco o nada efectiva (Duro, Campillos, & Causín, 2006), además, las medidas físicas de fotoprotección como uso de gorras, sombrillas, vestimenta de protección o permanencia en la sombra son mucho menos habituales en el comportamiento de niños y adolescentes, lo que supone un riesgo importante (Fernández, de Troya, Rivas, & Buendía, 2016)

En varios países incluido Ecuador, la preocupación por la exposición de niños y adolescentes ha derivado en reglamentos que limitan el tiempo de exposición de los estudiantes a la luz directa del sol en dependencia de del IUV pronosticado diariamente por el INHAMI como de muestra en la Tabla 5, e inclusive dispone que las actividades pedagógicas deportivas o de cualquier otra índole que se desarrollen en espacios abiertos sean suspendidas o en su lugar sean desarrolladas en lugares techados o con sombra. En casos extremos, si se alerta de un IUV de 8 o mayor las actividades serán suspendidas, además, de fomentar actitudes de fotoprotección en los estudiantes (Ministerio de Educación, 2018).

Sin embargo, por las condiciones ambientales los índices IUV no solo que varían cada día sino cada momento por la presencia de nubosidades y otros factores atmosféricos por lo cual, al no contar con mediciones in situ y en tiempo real la protección resulta inefectiva.

Tabla 5. Tiempo de exposición permitido de acuerdo al IUV

TIEMPO DE EXPOSICIÓN PERMITIDO	INTERVALO DE VALORES DEL IUV
-	1 A 2
45 min	3 A 5
30 min	6 A 7
25 min	8 A 10
10 min	11 +

Fuente: Tomado a partir de (Ministerio de Educación, 2018)

1.3. Dispositivos de alerta

Los sistemas de alerta temprana SAT por definición son un conjunto de procedimientos e instrumentos que permiten el monitoreo permanente de una amenaza o evento que ocasiona resultados adversos que suelen ser previsibles, un SAT recolecta datos permanentemente, los procesa y emite alertas que permiten anticipar los posibles efectos perjudiciales o posibles lesiones personales y hasta pérdida de la vida, estos sistemas comúnmente se usan en la prevención de desastre naturales como inundaciones o erupciones volcánicas (Ministerio de educación de Panamá MEDUCA - UNESCO, 2011), sin embargo las amenazas potenciales no solo se limitan a ellas, sino que además, pueden ser: biológicas, geológicas, hidrometeorológicas, socio-naturales e incluso tecnológicas (United Nations International Strategy for Disaster Reduction [UNISDR], 2009); de tal manera que se incluye el riesgo a la exposición a la radiación ultravioleta y sus efectos sobre la salud.

UN SAT comprende 4 elementos fundamentales:

- Conocimiento del riesgo.

- Monitoreo análisis y pronóstico de la amenaza.
- Comunicación y difusión de alertas y avisos.
- Capacidades locales de respuesta a la alerta. (López García, Carvajal Escobar, & Enciso Arango, 2017)

Y aunque la primera y la última etapa dependen de la capacidad humana de reconocer los peligros potenciales y tomar acciones oportunas, el monitoreo, análisis y la emisión de alertas bien son asumidas por un instrumento que permita automatizar el proceso de monitoreo, que de este modo asegure la vigilancia continua y transmite las alertas, con el aprovechamiento del actual desarrollo de las TIC's.

El dispositivo de alerta se constituye en el instrumento central del SAT y supone un esfuerzo de desarrollo tecnológico que se acompañan por un factor de credibilidad mediante el uso de tecnología adecuada que permita no solo la medición sino la precisión apropiada y la rapidez de procesamiento e interpretación que le confiera un alto índice de acierto en la alerta y que se acompañe de medios de comunicación veloces y de gran cobertura; en definitiva, tienen un adecuado equilibrio de modo que cumplan su cometido pero que no resulten complejos al momento de su uso y mantenimiento (Ocharan, 2007).

Para el monitoreo de la radiación UV se han desarrollado dispositivos que son capaces de medir la radiación en tiempo real en los horarios de actividad solar que permiten mediante una interfaz simple mantener informada a la población que tiene acceso a su rango de visualización, es por ellos que se busca ubicarlos en un lugar en donde sea visible y a la vez reciba directamente la radiación para su oportuna medición. En El Salvador se conoce como UVmáforo (Figura 4) el dispositivo que está dividido en una sección superior denominada como Unidad de Medición de Radiación Solar UV en la que se ubica el sensor, por lo cual, está ubicada estratégicamente de modo que la radiación incida directamente y que sea capaz de registrar longitudes de onda de entre 280 a 400 nm correspondiente a la radiación UVA, UVB, y una unidad de procesamiento que consiste en un microprocesador que recoge las señales del sensor

y envía la información para que se muestre en un componente visual y se envíe a una base de datos en el componente visual se aprecia con colores a modo de semáforo el índice solar correspondiente a la medición, además, se acompaña de recomendaciones de protección impresas en un tamaño reducido de modo que, quienes estén cerca, lo revisen; la base de datos a su vez se conecta con un sistema informático que es capaz de transmitir los datos a una página web, al estar expuesto a la intemperie, se construye en materiales resistentes como el acero, recubierto de pintura y las indicaciones impresas en vinil adhesivo, además, se acompaña de dos paneles solares que generan 10W de potencia para su funcionamiento (Júarez, y otros, 2017).

Figura 4. UVmáforo



Fuente: Tomado a partir de Juárez y otros (2017)

A nivel nacional se han realizado propuestas similares como es el caso de un prototipo medidor de radiación Ultra Violeta (Figura 5) alimentado por paneles solares que mide la radiación por medio de un piranómetro y un sensor de temperatura y humedad que por medio de un microcontrolador analizalo datos y los transmite a una pantalla, que junto a la información numérica muestra en una tira led la intensidad de la radiación a modo de un termómetro, además, se instala un router para poder enviar los datos y mostrarlos en la web (Zúñiga & Granda, 2019).

Figura 5. Medidor de radiación



Fuente: Tomado a partir de Zúñiga y Granda (2019)

Inclusive este tipo de dispositivos se han enfocado al uso dentro de instituciones educativas en el que se hace uso de un controlador Raspberry Pi y tecnología basada en hardware libre para mostrar en un indicador visual con grandes paneles tipo LED (Figura 6), que permiten representar imágenes en formato ppm o de mapa de pixeles portátil, que es fácilmente generado por software de edición de imágenes en la resolución seleccionada correspondiente al tamaño del panel LED (Chango, 2019).

Figura 6. Solmáforo para Unidades Educativas



Fuente: Tomado a partir de Chango (2019)

Este tipo de diseño ha sido ya objeto de protección de propiedad intelectual como es el caso del dispositivo para medición de radiación ultravioleta , temperatura y humedad que permite la visualización de los datos en una tira de 22 LED´s y adicionalmente en una aplicación para Android y web (Colombia Patente nº CO20170006797 en solicitud, 2017), también, se ha publicado en el mismo sentido un sistema de medición de la radiación solar ultravioleta con medios de visualización de información para lugares públicos (United States Patente nº US 2009/0224168A1, 2009) que consta de una gran pantalla con luces en la parte superior que indican el nivel de radiación presente, por

otra parte está también, el Equipo fijo medidor de índice UV solar que se presenta en forma de una columna fija al suelo en la que el sensor en su parte superior transmite los datos a una pantalla tipo reloj de 7 segmentos que informa el nivel de radiación acompañado de luces indicadoras correspondientes a los 11 niveles del índice de radiación UV que se encienden en relación al nivel presente en cada instante (Portugal Patente nº PT 107738 A, 2006), todos los cuales comparten la característica de gran tamaño y ,por consiguiente, elevados costos que sobrepasan los 1400 dólares americanos y que por su volumen resultan incómodos de instalar en una unidad educativa.

1.4. Hardware libre e Internet de las cosas

En la actualidad las tecnologías libres cobran gran fuerza debido a la gran cantidad de comunidades que aportan para su desarrollo, estas tecnologías se caracterizan por no regirse bajo licencias de propiedad que restringen su uso o que para su uso se requiere de pago de derechos, en algunos casos estos valores son tan excesivos que realmente resultan impagables para un usuario regular por lo que el desarrollo se ve altamente limitado.

La forma más difundida de tecnologías libres es el software libre que desde hace varios años, ha desarrollado gran cantidad de aplicaciones y hasta sistemas operativos como Linux y Android que están a disposición de los usuarios para que lo modifiquen y mejoren sus prestaciones sin restricciones lo que ha sido decisivo en el actual desarrollo tecnológico, una muestra es en la actualidad su uso en telefonía móvil que adopta el sistema Android o lo modifica para presentar versiones en marcas particulares como Xiaomi o Huawei que lo incluyen en sus productos, del mismo modo, el desarrollo de aplicaciones de terceros para estas plataformas en muchos casos se distribuye gratuitamente, lo que hace que sean accesibles a todos los usuarios. A esta corriente se une el hardware libre que consiste en dispositivos físicos que comparten estas características de libertad de uso y modificación, el pionero fue Arduino que

presenta una gran variedad de dispositivos con diferentes prestaciones y en base al cual se han desarrollado tarjetas que en la actualidad incluyen capacidades de comunicación vía Wi-Fi y bluetooth a un bajo costo. (Duque, Ochoa, Buitrago, & Galindo, 2017).

La Asociación de Hardware de Fuente abierta (OSHA) por sus siglas en inglés, define al hardware libre o hardware de fuentes abiertas como: “aquel hardware cuyo diseño se hace disponible públicamente” (OSHA, 2020), esta definición se refiere a cualquier elemento físico tangible que incluye la posibilidad de que no solo sea posible de utilizarlo, sino que además, cualquier persona lo modifique de acuerdo a sus propias necesidades, fabricarlo y distribuirlo libremente hacia otros usuarios e incluso venderlo ya sea en su configuración original o cualquiera de sus modificaciones sin incurrir en ningún inconveniente legal como es el caso de marcas licenciadas, incluso es factible generar una marca con licencia en base a componentes de hardware libre, por ello al usar hardware bajo licencia OSHW Open Source Hardware, no se tiene ninguna obligación de declarar autoría del diseñador original.

La distribución de hardware libre se enmarca, según la OSHA los siguientes criterios:

1. Documentación: Se refiere al hecho que, una vez manufacturado el componente de hardware libre, éste se acompaña de la documentación que le permita al usuario su modificación completa.
2. Alcance: En el caso de limitarse alguna modificación, esta se especificará en la licencia, de lo contrario se entiende que absolutamente todo es modificable.
3. Programas informáticos necesarios: Si el componente requiere software para su operación, entonces el fabricante lo ofrecerá de modo gratuito o de lo contrario, el fabricante brindará en la documentación el contenido para crearlo.
4. Obras derivadas: Se permite que las modificaciones se distribuyan bajo las mismas condiciones y permitirá su fabricación, venta y distribución.
5. Libre distribución: No se restringe a ninguna persona u organización la venta sin pago de derechos de autor.

6. Atribución: La licencia requiere que los derivados si requieren la atribución de derechos de autor o que lleven un nombre o número de versión distinto al original.
7. No discriminación a personas o grupos.
8. No discriminación a campos de aplicación.
9. Distribución de licencia: Todos los derechos son aplicados a los usuarios sin necesidad de licencia adicional.
10. La licencia no será específica a un producto: En el caso de no usar el producto específico sino una parte, se tendrán los mismos derechos que la obra original.
11. La licencia no deberá restringir otro hardware o software: Permitirá el uso de software o hardware licenciado en los productos, no deberá ser obligatorio de usos de componentes libres solamente.
12. La licencia será neutra en términos tecnológicos: Ninguna cláusula se limitará por el tipo de tecnología, componente, materiales o interfaz usados. (OSHA, 2020)

La importancia de tener claras estas condiciones es fundamental ya que, permite reconocer que para el uso de la tecnología y su adaptación a los requerimientos propios del presente proyecto ya que, no es necesario el pago de licencias ni se incurre en problemas legales por modificaciones que necesariamente se hacen a los componentes adquiridos, con el fin de generar un producto

De esta manera, se realiza la fabricación, que en primer lugar resulte de costo reducido frente a sus competidores y que sea factible de comercializar sin pago por concepto de licencias o derechos de autor sobre sus componentes o el software usado para su programación, adicionalmente, el hecho que se presente de forma libre toda la documentación permite una modificación relativamente simple.

La fabricación y desarrollo de los componentes de hardware de fuente abierta es posible gracias a la conformación de grandes comunidades de desarrolladores alrededor del mundo, como es el caso de la comunidad Arduino.

La comunidad Arduino formada alrededor de los desarrolladores de Arduino: Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino y David Mellis, desde la aparición del proyecto en 2005 ha crecido de modo vertiginoso, es así que su página colaborativa en inglés Arduino Playground, creada para que todos los usuarios de Arduino, puedan publicar sus contribuciones en programación, como en cuanto a los diagramas de circuitos con tantas publicaciones, que tuvo que cerrar la posibilidad de seguir creciendo, y se trasladó al Proyecto Arduino HUB, sin embargo, siguen disponibles para los usuarios información importante relacionada con librerías, foros de discusión y toda información referente al uso de las tarjetas Arduino. (Medrano V. & Chourio A., 2015)

El crecimiento de la comunidad hizo posible el desarrollo de elementos cada vez más potentes y con mejores prestaciones, con posibilidad de incorporar mayor cantidad de dispositivos de entrada y salida que se comercializan en la misma web oficial en ella, se puede encontrar no solamente las placas Arduino Core sino, sus versiones Arduino Nano de tamaño reducido , placas de conexión, una limitada lista de sensores, entre ellos: sensores de movimiento, proximidad, humedad, temperatura, gas, luz y otros e incluso kits educativos para usuarios novatos. (Arduino, 2020)

Sim embargo al ser hardware de fuente libre, rápidamente se han multiplicado las versiones compatibles con Arduino de distintos fabricantes que comparten las características de licencia libre y que incorporan mayores posibilidades de comunicación como Wi-Fi o Bluetooth con una buena relación calidad-precio es este el caso de la tarjeta Wemos D1 R32 (Figura 7) con módulo ESP32, de arquitectura deb32 bits fabricado por la empresa Espressif (Espressif Systems CO., LTD, 2020) y que incluye características como:

- Microprocesador dual core Tensilica Xtensa aunque con el IDE de Arduino solo se usa uno.
- Alimentación de 5 a 12 V, el voltaje mayor permite la activación de la tarjeta WiFi.

- Corriente: de funcionamiento 20 mA, 250 mA MAX, en modo ahorro 0,015mA.
- Memoria Sram 520KB aunque solo son usables 328KB.
- Memoria Flash 4MB.
- WiFi 802.11 b/g/n/e/i (802.11n hasta 150 Mbps).
- Bluetooth v4.2 BR/EDR y BLE.
- 6 entradas analógicas.
- 20 entradas/salidas digitales.
- Tamaño 68 x 53 mm.
- Conexión micro USB.

Figura 7. Wemos D1R32

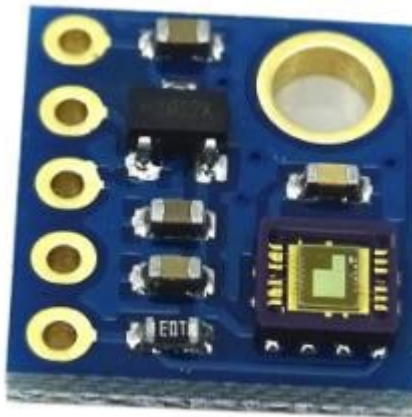


Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo, para la medición de la radiación UV se han desarrollado gran cantidad de sensores con el uso de semiconductores, como el módulo GY- 8511 que incluye el sensor ML 8511 (Figura 8) de la casa LAPIS, el mismo que devuelve una señal de voltaje en proporción directa y con relación lineal correspondiente a la

intensidad de radiación recibida y es capaz de medir longitudes de onda comprendidas entre 280 nm y 390 nm, es decir, todo el espectro de la radiación perjudicial UVB y la mayoría del espectro UVA el que no implica complicaciones a la salud, su voltaje de operación es de 5V, lo que le permite ser usado directamente en la tarjeta mencionada anteriormente sin necesidad de alimentación adicional (LAPIS Semiconductor, 2013).

Figura 8. Sensor UV GY-8511



Fuente: Elaboración propia

El desarrollo de estos elementos tecnológicos hace posible que las comunicaciones entre ellos se produzcan con relativa facilidad por medio del protocolo IP, esto precisamente constituye el principio de lo que se conoce como Internet de las Cosas IOT (por sus siglas en inglés), que pretende que todos los objetos que generan información, los transfieran por la red hacia otros que puedan tomar acciones informativas o correctivas y que al ir creciendo en número permitan en buena medida la digitalización del mundo físico.

Si bien es cierto la interconexión y la automatización no son procesos nuevos, si, o es el concepto de interconexión remota y comunicación en tiempo real permitida por el uso de Internet. Desde luego, el crecimiento da lugar a una mayor cantidad de datos a manejar, por lo que es también, un campo de gran desarrollo en la actualidad, y aunque es cierto que el mayor desarrollo se da en el entorno industrial y productivo al

supervisar y controlar maquinaria remotamente en lo que se conoce como Industria 4.0, y en el mundo empresarial al recopilar y procesar gran cantidad de datos en procesos de Big Data para la toma de decisiones, no es menos cierto que los dispositivos enfocados en tareas cotidianas y ajustadas a los contextos locales son muy apetecidos y de gran importancia para los millones de potenciales usuarios (Pineda, 2018) por lo que el desarrollo de propuestas como la actual son de gran importancia para el futuro desarrollo de productos que exploten las amplias posibilidades tecnológicas actuales y que cada vez se ajusten más a las necesidades individuales.

CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1. Enfoque de investigación

La determinación del enfoque de la investigación es fundamental tanto para el abordaje como para el procesamiento de la información derivada de la investigación. Estos enfoques responden a las diversas corrientes de pensamiento que han surgido como el empirismo, materialismo, positivismo, fenomenología y estructuralismo, en este sentido en la actualidad coexisten dos tendencias algo separadas, el enfoque cuantitativo, en el cual, se recogen y analizan datos cuantitativos y el cualitativo, que en general evita la cuantificación, sin embargo se registran y analizan datos cuantitativos recogidos mediante la narración, observación participante, entrevistas y otros (Cadena, y otros, 2017).

En el caso del presente proyecto, el propósito de la investigación cualitativa de tipo etnográfico consiste en describir tanto las necesidades puntuales de La Unidad Educativa Rodríguez Albornoz de la ciudad de Ambato con respecto a la alerta de radiación UV peligrosa así como determinar cuáles son las características de la infraestructura física existente para la instalación y la infraestructura tecnológica para la transmisión de información, con el fin de recoger parámetros a ser considerados en el diseño de un dispositivo de alerta que permitan cubrir sus expectativas como centro educativo, para ello, se construirá un estudio de caso cuyos datos se recogerán por medio de la entrevista y la observación.

El enfoque cualitativo se fortalece bajo un nuevo paradigma, el constructivismo que considera que las cosas que existen tienen un significado por la interpretación que les da el ser humano, en este sentido básicamente la realidad es una construcción de la percepción de la mente humana (Kant, 1970), por lo tanto, ninguna realidad es completamente objetiva, esta se aprehende mediante la construcción de las estructuras mentales (Mertens, 2005), bajo este paradigma el conocimiento proviene de los propios sujetos de investigación, responde a una realidad única y compleja.

Desde este enfoque cualitativo es importante partir de un marco referencial de conocimiento que consiste en la literatura recogida con respecto a la radiación UV, su propagación, tipos y niveles, problemas derivados de la exposición, así como de las posibilidades técnicas de elaboración de un dispositivo de alerta, los componentes requeridos y su disponibilidad, las formas de tratamiento de datos y las vías de transmisión capaces de lograr los objetivos que se plantean, esta información aparece recopilada en el estado del arte y sirve de base para la generación del producto, sin embargo este basamento no es suficiente para concebir un dispositivo que se ajuste a las necesidades particulares de un centro educativo pero es fundamental para el planteamiento del problema de investigación, este problema constituye el inicio propiamente dicho de una investigación cualitativa (Creswell, 2013) y sirve para delimitar adecuadamente el fenómeno de estudio, aunque a veces puede ser más de uno, el mismo transcurso de la investigación hace que se hallen asociaciones del fenómeno de estudio con varios elementos del entorno, por tanto, se procura mantener la claridad de los alcances y objetivos de la investigación. antes mencionados.

2.2. Diseño de la investigación

Para el abordaje metodológico desde el enfoque cualitativo es necesario adoptar un diseño de la investigación que permita en cierta medida concentrar los esfuerzos del investigador en el logro de los objetivos declarados en la formulación anterior del problema de investigación, los diseños usuales en investigación cualitativa son: diseño de teoría fundamentada, diseños etnográficos, diseños narrativos, diseños fenomenológicos y diseños de investigación / acción.

Debido a la necesidad del presente proyecto de contar con una interpretación de las necesidades de los diferentes sectores de la institución educativa directivos, docentes y empleados, así como de la propia infraestructura institucional y la obligatoriedad de recogerlos en la propia institución y posterior a ello analizarlos para obtener conclusiones e incorporar esta información en el diseño del dispositivo, el diseño a

aplicar se enmarca precisamente en la etnografía, además, que es importante la participación del mismo investigador en la construcción de la información así como en su interpretación concurre opiniones de los sujetos de investigación.

Por otra parte, en consideración al punto de vista del propósito de la investigación de entre todos los diseños de carácter etnográfico, se toma para el presente trabajo el estudio de caso; los estudios de casos, son de tipo explicativo, que tratan de desarrollar o depurar teorías, los de tipo ilustrativo que ponen de manifiesto las prácticas de éxito, exploratorios que tratan de familiarizarse con fenómenos poco conocidos, los descriptivos, cuyo propósito es describir características del fenómeno en su contexto real (Yin, 1994), por ésta razón en la presente investigación, se desarrolla un estudio de caso de carácter exploratorio, para el abordaje metodológico de este tipo de estudio de caso se lo divide en cinco fases:

- Fase de selección y definición del caso,
- Fase de elaboración de la lista de preguntas,
- Fase de localización de las fuentes de datos,
- Fase de análisis e interpretación, y
- Fase de elaboración del informe (Stake, 1999).

En la primera fase, se considera como caso de estudio a la Unidad Educativa Rodríguez Albornoz, ubicada en la Avenida de los Shyris y 12 de Octubre en la ciudad de Ambato, esta institución se ha delimitado la implementación del dispositivo, y que para dar cumplimiento Acuerdo Ministerial Nro. MINEDUC-MINEDUC-2018-00098-A, que contiene lineamientos generales de protección contra a la radiación UV de niveles potencialmente peligrosos en los estudiantes del sistema educativo nacional, se requiere un instrumento capaz de detectar estos niveles y en respuesta dar una señal de alerta en tiempo real que le permita al personal responsable del área de salud institucional adoptar acciones preventivas de protección, el estudio de caso se efectúa con el fin de recolectar información de fundamental importancia para el diseño del dispositivo tanto de la infraestructura física y tecnológica cuanto de la estructura

organizativa y las responsabilidades y alcances de acción de los miembros de la comunidad educativa.

En la segunda fase, correspondiente a la elaboración de la lista de preguntas se elabora el formato de entrevistas dirigidas a: directora de la institución, encargada de enfermería y representantes de docentes y empleados, con el fin de reconocer sus necesidades, a excepción a los estudiantes a quienes por los motivos mencionados no se ha logrado acceso, se escoge la técnica de la entrevista, cuyo objetivo es recoger información de tipo oral desde la perspectiva del propio sujeto de estudio sobre su experiencia o sus criterios sobre el fenómeno de estudio, esta técnica suele complementarse con la observación, por su diseño, las entrevistas son estructuradas, en las cuales la preparación del guion deja poco margen para los comentarios del entrevistado, se requiere información puntual, en contraposición al entrevista no estructurada no cuenta con un guion definido y versa de ámbitos amplios, para la presente investigación se realizarán entrevistas semi estructuradas, las cuales poseen un guion, es decir, un listado de preguntas sin embargo permiten acotaciones y criterios que apoyen la respuesta, de ellos se sintetizarán los que sean de importancia para el proyecto (ANEXO 1)

Para la tercera fase, las fuentes de datos se encuentran en el entorno Unidad Educativa Rodríguez Albornoz y constan de: Rectora de la Institución, secretaria, responsable del departamento de salud, representante de docentes y representante de trabajadores a quienes por motivos de la emergencia sanitaria derivada de la pandemia del COVID-19 se accede por vía remota, por plataformas online, por otra parte para recopilar información referente a infraestructura institucional, los instrumentos se aplican directamente en la institución previa autorización de las autoridades correspondientes y manteniendo las medidas de bioseguridad con el fin de que el investigador forme parte de la realidad estudiada y de esta forma la comprenda en su contexto.

En la cuarta fase, el análisis de tipo directo se realiza de modo narrativo en forma de análisis de cada aspecto estudiado en los que se toma en consideración con la misma atención los hallazgos que resultan favorables como los que le resulten contradictorios con el fin de obtener resultados que permitan obtener un producto que se ajuste a las características institucionales y que se presentan en recolección de información.

El informe final o reporte del estudio de caso se presenta en el procesamiento y análisis de los datos y consiste en una recopilación que contiene:

- Introducción, que contextualiza el estudio y lo presenta,
- Planteamiento del caso y el problema de investigación, que se definieron con claridad anteriormente
- Método, enumera las fases en las que se efectúa el estudio,
- Resultados, derivados de las conclusiones y
- Discusión, recomendaciones, lecciones aprendidas y planes de trabajo (Yin, 1994)

2.3. Grupo de estudio

Al tratarse de una investigación de tipo etnográfico el grupo de estudio se compone de los sujetos de investigación que permitan la extracción de información de importancia para el proyecto y son: Rectora de la Institución, representantes del personal administrativo y docente, así como responsable del departamento de enfermería, los cuales fueron entrevistados vía telemática debido al actual estado de emergencia sanitaria, solo en el caso de la rectora se pudo realizar de manera presencial, acompañada por una observación directa a la infraestructura institucional lo que permite determinar condiciones de instalación.

Tabla 6. Datos Generales de las entrevistadas:

Entrevistado N°	Nombre	Cargo
1	Sor Laura Violeta Caicedo Ramos	Rectora
2	Ing. Natalia Sánchez	Inspectora (Representante Personal Administrativo)
3	Ing. Nathaly Arias	Docente (Representante Personal Docente)
4	Sor Gladys	Enfermería

Fuente: Elaboración propia

2.4. Recolección de la información

Los datos extraídos de las entrevistas (anexo 1) se presentan en la Tabla 7:

Tabla 7. Resultados de la entrevista

¿Existe un departamento de salud o similares? ¿Quién es el responsable de este departamento?	
1	Sí, antes de la emergencia se encontraba a cargo de Sor Gladys, sin embargo, se está tramitando su cambio
2	Sí, Sor Gladys
3	Sí, Sor Gladys
4	Sí, en la actualidad no se encuentra funcionando, antes de la emergencia mi persona.
La institución cuenta con enfermería lo que permite pensar que existe un probable responsable del monitoreo.	
¿Conoce problemas que se presentan por la exposición a la radiación solar prolongada? ¿Considera importante mantener medidas de control de exposición a la radiación solar en la institución?	
1	Sí, por lo regular quemaduras de solares, no se han presentado problemas mayores, sin embargo, si es importante mantener algún método de control.
2	Sí, y es necesario proteger a los niños, ya que, su piel es más delicada.
3	Sí, por eso se recomendaba a los padres el uso de bloqueador solar en las temporadas de sol intenso, ya que, es complicado controlar a los niños.

4	Si, en la institución se han tenido casos de quemaduras, pero los efectos se presentan a largo plazo. Sería bueno el uso de bloqueadores solares.
Se conoce que los efectos de negativos de la radiación solar pero se circunscribe la protección al uso de bloqueadores, sin embargo en el caso de los niños resulta poco efectivo, a nivel directivo si se considera pertinente un sistema institucional.	
¿Conoce normativas de exposición a la radiación solar?	
1	Sí, alguna vez enviaron un acuerdo ministerial, pero se ha archivado pues no se ajusta a la realidad institucional.
2	No, solo que se usa bloqueador solar.
3	No, sin embargo, siempre se recomienda a los estudiantes protegerse del sol fuerte.
4	Si, existen recomendaciones médicas de protección, sin embargo, se deberían difundir mejor.
No se conocen con claridad las normativas, se sugiere mayor difusión, sin embargo, se considera que un sistema de información permanente ayudaría más que la difusión.	
¿Tiene infraestructura para la detección, en caso negativo, estaría interesado?	
¿Cuenta la institución con un presupuesto para esta clase de adquisiciones? (Solo rectora)	
1	No se cuenta, sería bueno poder acceder a ella pero debería ser de fácil uso, ya que, se correría el riesgo de hacer una inversión para solo tenerla guardada por cumplir con las disposiciones, está al servicio del alumnado, la institución no cuenta con un presupuesto directamente para este tipo de equipos pero se podría incluir en algún rubro si es asequible.
2	No, pero si sería necesario, las madres estarían interesadas.
3	No se tiene y sería necesario para la salud de los estudiantes.
4	No se tiene por el momento, pero si sería bueno poder adquirirlo.
No se cuenta con dispositivos para algún aspecto relacionado con la protección a la radiación solar sin embargo e interés es generalizado, se resalta el hecho importante que el sistema permite su uso cotidiano por el riesgo de adquirirlo y no usarlo, ya que, desde la perspectiva directiva si es factible la adquisición.	
¿Tiene red wifi institucional? ¿Le parece eficiente que la transmisión de datos use esta red?	
1	Si se cuenta con red institucional UERA Red, tiene cobertura en casi toda a institución y considerando las nuevas edificaciones que se están construyendo, se planea mejorar el servicio, ya que, en algunas áreas, en la zona administrativa si existe buena conexión que es el lugar en donde funcionarían estos aparatos.

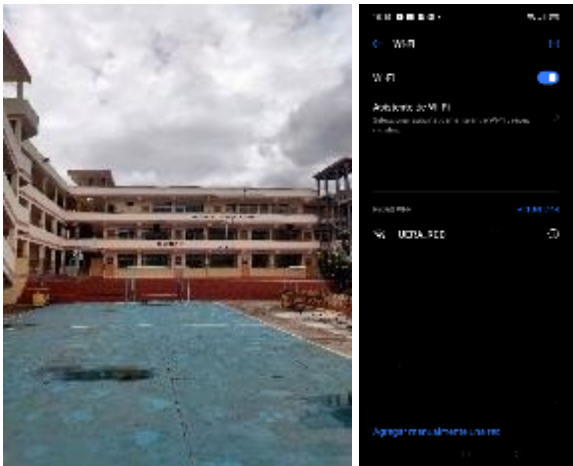
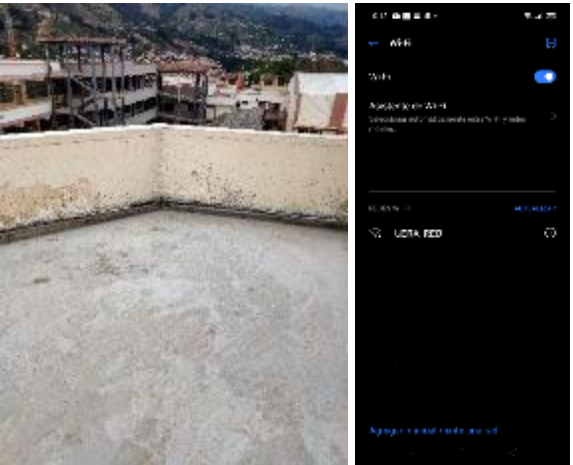
2	Si se tiene red institucional y es rápida en todas las zonas administrativas en alguna aula parece que no funciona correctamente.
3	Si existe red institucional, pero la cobertura no era completa, conozco que la están mejorando.
4	Si existe red institucional y siempre se está mejorando con proveedores externos.
La red institucional existente no tiene cobertura completa, pero en la zona administrativa en donde se sugiere usar debido a protección de los equipos, la red es de excelente calidad.	
¿Le parece preferible usar una red cerrada para la visualización de los datos, una aplicación móvil o mensajes de texto?	
1	Mensajes de texto no es buena idea, tal vez una aplicación móvil sería mejor o en la página web de la institución sería mejor porque es nuestro medio oficial y tenemos personal que se encarga de la página, si nos da la conexión el personal lo pone en la página, analizando en dónde sería lo mejor, y hasta podría ser un servicio a la comunidad.
2	La página web de la institución en donde se coloca toda la información institucional, además, por medio de internet se puede ingresar desde cualquier lugar.
3	Una aplicación sería una buena opción, pero habría que saber cómo descargarla porque de lo contrario se perdería como muchas otras aplicaciones que nadie descarga, los mensajes de texto son muy molestos, mejor por medio de una red cerrada en la institución que manejen las autoridades y al público en general por la página web o redes sociales, aunque en redes si se publica con el paso del tiempo se pierde al publicación.
4	Por medio de la página web sería lo mejor, ya que, siempre recomendamos a docentes y alumnas que se mantengan al tanto por la página web.
En realidad, las opciones inicialmente consideradas como aplicación o mensajes no son interesantes pues en el caso de las aplicaciones por desconocimiento, ni siquiera se instalaría, y los mensajes informativos continuos terminan por causar fastidio, por lo cual, se limitará a enviar los datos en formato html con el fin que el webmaster de la institución en conjunto con las autoridades definan como se usará en la página institucional.	
¿Qué zonas de infraestructura física permitirían la instalación de equipos de detección?	
¿El personal de mantenimiento tiene acceso a estas zonas periódicamente? (Solo rectora)	
1	Lo mejor sería en la zona administrativa para poder controlar los equipos, y guardarlos para su protección si fuese necesario, en el caso del personal de limpieza, tiene acceso a todas las áreas y es su responsabilidad su mantenimiento, sería bueno hacer una inspección visual.


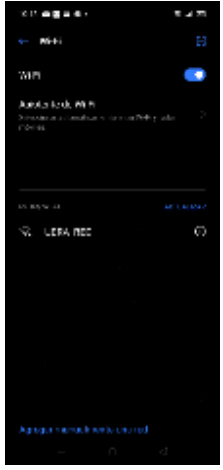




2	No sabe indicar exactamente, considera que algún techo o azotea
3	Tal vez en la terraza o en el patio, en un lugar en donde no se obstruya el sol.
4	En lugares en donde el sol sea intenso y que no tengan acceso los estudiantes para que no manipulen y dañen los equipos.
Se tiene claro que el lugar está expuesto al sol, pero no se puede indicar un lugar favorable, por lo cual, se procede a la inspección mediante observación directa.	
Existe algún elemento accesorio, o elemento arquitectónico que sea icónico o representativo de la institución	
1	Lo más representativo es el sello institucional, ya que, representa todo lo que somos, otro rasgo distintivo son los corazones de Jesús y María a los cuales los tenemos presentes en todo momento, también está la capilla, y personas que nos representan, San Giovanni Antonio Farina, fundador de la congregación de las hermanas Doroteas y otros.
2	Los edificios no son diferentes a otras instituciones, puede ser el uniforme o la escarapela institucional.
3	El emblema institucional.
4	Los lugares importantes de la institución son la capilla y el coliseo.
La institución no cuenta con algún lugar icónico.	

Fuente: Elaboración propia

Los datos extraídos de la observación directa (anexo 2) se presentan a continuación:

Tabla 8. Resultados de la observación

Objetivo: Determinar factibilidad de instalación en espacios designados en cuanto a facilidad de instalación, seguridad, mantenimiento, suministro eléctrico y acceso a red wifi		
Responsable: Daniel Acurio		Fecha: 2020/11/23
SECTOR	Imagen	Observaciones
Canchas		<p>Instalación: Medio</p> <p>Seguridad: Bajo</p> <p>Mantenimiento: Alto</p> <p>Suministro eléctrico: Bajo</p> <p>Acceso Wi-Fi: Medio/Alto</p>
Terraza Bloque 1		<p>Instalación: Alto</p> <p>Seguridad: Medio</p> <p>Mantenimiento: Medio</p> <p>Suministro eléctrico: Bajo</p> <p>Acceso Wi-Fi: Bajo</p>

<p>Terraza Bloque 2</p>	 	<p>Instalación: Alto</p> <p>Seguridad: Medio</p> <p>Mantenimiento: Medio</p> <p>Suministro eléctrico: Bajo</p> <p>Acceso Wi-Fi: Medio/Bajo</p>
<p>Bloque 3 (en construcción)</p>	 	<p>Instalación: Alto</p> <p>Seguridad: Medio</p> <p>Mantenimiento: Medio</p> <p>Suministro eléctrico: Alto</p> <p>Acceso Wi-Fi: Nulo</p>
<p>Sector Sala Docentes Inspección</p>	 	<p>Instalación: Alto</p> <p>Seguridad: Alto</p> <p>Mantenimiento: Medio</p> <p>Suministro eléctrico: Medio</p> <p>Acceso Wi-Fi: Alto</p>

Sector aulas inicial		<p>Instalación: Bajo</p> <p>Seguridad: Bajo</p> <p>Mantenimiento: Bajo</p> <p>Suministro eléctrico: Medio</p> <p>Acceso Wi-Fi: Medio / Alto</p>
<p>Análisis: Luego de realizar la verificación, se determina que el lugar idóneo resulta la terraza sobre la sala de docentes e inspección, que además de contar con excelente cobertura Wi-Fi, tiene un acceso limitado, esto también limita el mantenimiento, sin embargo es ideal por mantener la seguridad del dispositivo, ya que, el alumnado no tendría acceso solamente el personal de mantenimiento, adicionalmente no se requiere mantenimiento diario, por lo cual, no resulta un problema, por otra parte como en todos los sitios es necesario incorporar una toma eléctrica, pero en este particular sector la toma más cercana se encuentra a uno 3 metros, esto facilita la instalación de una extensión eléctrica.</p>		

Fuente: Elaboración propia

2.5. Procesamiento y análisis de los datos

Como resultado del análisis de los resultados de los instrumentos aplicados anteriormente, se elabora el reporte final del estudio de caso, que recoge los puntos importantes en relación con el proyecto.

Tabla 9. Estudio de caso – Reporte Final

Dispositivo de alerta de exposición a la radiación UV para Unidades Educativas	
Investigador: Daniel Acurio	Fecha: 2020/12/12
Introducción:	
<p>El presente análisis es realizado con el fin de recopilar información que permita complementar la información técnica para el diseño del DISPOSITIVO DE ALERTA DE EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN UV PARA UNIDADES EDUCATIVAS, para lo ello, y debido a la apertura de la Unidad Educativa Rodríguez Albornoz, se procede a realizar un estudio de caso de este centro educativo en particular.</p>	
Planteamiento del problema de investigación:	
<p>El problema consiste en determinar ¿Cuáles son las condiciones institucionales que propician la implantación y uso del dispositivo?</p>	
Planteamiento del caso:	
<p>La Unidad Educativa Rodríguez Albornoz fue creada por iniciativa de la Srta. Inés Rodríguez Albornoz, en 1958, la Srta. Inés, invitó a colaborar en la enseñanza a las Rvdas. Madres Doroteas, misioneras italianas que, con su capacidad y espíritu religioso, se encuentra ubicada en la Av. Los Shyris N° 02 y 12 de octubre, en la ciudad de Ambato, en la actualidad cuenta con 782 estudiantes, 38 docentes y 7 trabajadores, su labor educativa se desarrolla en la jornada matutina de 7:00 a 13:00 por lo que la exposición a la radiación solar supone un grave riesgo a la salud de la piel del estudiantado.</p>	
Revisión teórica:	
<p>La radiación UV se divide en 3 tipos UVA (longitud de onda entre 320 y 400nm) atraviesa la capa de ozono y suele dejar efectos superficiales, UVB (longitud de onda entre 280 y 320 nm), en su mayoría es retenido por la capa de ozono y deja efectos graves y acumulativos y UVC (longitud de onda entre 100 y 280 nm), deja daños importantes, la severidad de los efectos la exposición por lo general depende del fototipo cutáneo, sin embargo los daños acumulativos son importantes, para prevención se ha establecido el índice solar mundial IUV, y en Ecuador se ha expedido un acuerdo ministerial para regular el tiempo de exposición permitido para escolares, sin embargo, no</p>	

se cuenta con dispositivos de medición y se sugiere tomar como fuente de información el INHAMI aunque dicha información es inexacta para cada zona.

Técnicas de recolección:

La información se recolecta información a través de entrevistas y observación, las entrevistas dirigidas a representantes de varios sectores del quehacer educativo se realizan vía telemática debido a la situación de emergencia sanitaria, se excluye a estudiantes y padres de familia debido a que el objetivo es recoger información que permita determinar la necesidad desde el punto de vista de la institución da por sentado que estudiantes y padres como beneficiarios estarían interesados en este tipo de dispositivos.

Discusión:

Se conocen superficialmente los problemas derivados de la exposición a la radiación solar UV, así como la normativa vigente y se presenta un interés generalizado en contar con un medio de información o de alerta, ya que, la falta de este impide el correcto cuidado, el medio de transmisión preferidos en Wi-Fi, por su uso continuo, considera la buena cobertura de la red institucional en aulas y zonas administrativas, la publicación de resultados preferiblemente se realiza por medio de la página web institucional, por tanto se desarrollará la transmisión en HTML de modo que se ese, no se cuenta con un elemento icónico institucional por lo que se recurrirá a otros elementos para el diseño, en cuanto a la infraestructura institucional y la cobertura de la red inalámbrica, se considera que el equipo se ubica en zona exteriores en las que reciba directamente la radiación solar y en las que exista reducida presencia del alumnado por motivos de protección, se elige como punto de implementación a la terraza de la sala de docentes que cuenta con la infraestructura suficiente para instalación así como acceso del personal de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia

2.6. Propuesta de la Investigación

El proceso de diseño es un viaje planificado, que empieza con la definición el problema de diseño y el público objetivo; y, atraviesa las fases expuestas por Ambrose y Harris (2010), no culmina en el producto sino que va más allá, llega a la interacción con el usuario, ya que, si un producto no llega al usuario, el diseño no tiene razón de ser,

incluso más allá, ya que, un producto innovador es siempre perfectible por lo que es importante evaluarlo con el fin de proponer mejoras, complementos o nuevos usos y, por consiguiente, nuevos segmentos de mercado, además, que la evaluación es útil para certificar la fiabilidad, eficacia y rentabilidad del producto (Stufflebeam & Coryn, 2014). El método proporciona al diseñador de un proceso controlado que canalice la creatividad hacia un resultado práctico que cumpla o exceda las expectativas del cliente.

Fase de Definición

La primera fase del método es la definición, que tiene como objetivo reconocer cuales son las expectativas del mercado objetivo, es decir, entender con claridad que es lo que el cliente espera conseguir. Esta información es capturada y conceptualizada de modo que el diseñador tenga claro que logra, fundamentalmente, para reconocer al cliente suele realizarse un *brief* (Tabla 10) que contiene datos importantes facilitados por el mismo cliente, entre los cuales están sus datos generales y sus expectativas (Montferrer, 2013).

Tabla 10. Brief

Nombre del investigador	Daniel Acurio
Datos Generales	
Nombre de la institución	Unidad Educativa Rodríguez Albornoz
Nombre del responsable	Sor Laura Violeta Caicedo Ramos
Teléfono	(03) 2840952
Email	informacion@ueradoroteas.edu.ec
Dirección	Av. Los Shyris N° 02 y 12 de Octubre
Productos o Servicios	Educación
Misión	Somos una Institución Educativa Católica, Cristo – Céntrica, conformada por religiosas y laicos que educamos y evangelizamos a los actores de la

	<p>comunidad con suavidad y firmeza a fin de lograr una formación integral en la niñez y juventud; con excelencia académica, a través de la pedagogía del amor según San Giovanni Antonio Farina; con conciencia ecológica e inclusiva; con calidad y calidez, mediante la vivencia de los valores, con mentalidad crítica y la aplicación de los estándares de calidad educativa; comprometidos con un servicio solidario, justo e innovador en la sociedad y en la Iglesia. (Unidad Educativa Rodríguez Albornoz, 2021)</p>
Visión	<p>Ser en el año 2022 una Institución reconocida a nivel nacional por su excelencia educativa evangelizadora, basada en principios y valores cristianos – carismáticos, ecológicos, con estándares de calidad nacionales e internacionales, caracterizada por colocar al ser humano más necesitado en el centro de la acción formadora, para que vivan una espiritualidad profunda que invita a encontrar a Dios y encontrarse con Él en el prójimo, comprometidos en la construcción de una sociedad misericordiosa, incluyente y equitativa, solidaria, en paz, justa e innovadora, acorde a los cambios sociales, culturales, científicos y tecnológicos. (Unidad Educativa Rodríguez Albornoz, 2021)</p>
Expectativa	
Actitud institucional frente los efectos negativos de la exposición a la radiación solar	<p>Preocupación generalizada, poco conocimiento y difusión de la problemática, interés genuino por la salud de la comunidad educativa.</p>
Cumplimiento de normativas locales	<p>Bajo, no se cumple el acuerdo ministerial por falta de información local y en tiempo real.</p>

Interés por dispositivo	Alto, el dispositivo informa constantemente, acerca de los niveles de radiación y alertar en caso de requerirse medidas de protección.
Características básicas del dispositivo	Durable, económico, con servicio de mantenimiento disponible, rapidez de transmisión, confiabilidad de los datos, información técnica y sugerencias de acción, facilidad de incorporar los datos en la web institucional.
Protocolo de acción frente a la radiación peligrosa	Medición, transmisión e información desde el dispositivo vía red inalámbrica, decisión y acciones de protección desde la inspección en coordinación con responsable de enfermería.

Fuente: Elaboración propia

Fase de investigación

La segunda fase, investigación consiste en recopilar información que es introducida en el proceso creativo, la investigación puede ser cuantitativa o cualitativa, en general suele resultar de más valor la información cualitativa, ya que, permite cumplir las expectativas del usuario, es posible que esta etapa empiece en conjunto con la de definición, y aprovecha de este modo el *feedback* del propio mercado meta.

Es importante reunir información técnica y teórica específica del problema que se pretende solucionar para ello es necesario realizar en primer lugar una investigación documental que consiste en una recopilación de conceptos y definiciones sino más bien en una observación y reflexión de realidades teóricas o empíricas recopiladas en los documentos que se investigan, es decir, en soportes permanentes a los cuales se recurre en cualquier momento o lugar sin que la información que ellos contienen se altere (Espinoza, 2015).

Para clarificar los resultados esperados desde la perspectiva del diseñador es útil elaborar un listado de especificaciones de diseño del producto (Tabla 11), éste

constituye una guía de los requerimientos importantes que se logran, estas especificaciones constituyen un documento dinámico que divide el problema en categorías para su mejor comprensión, este documento no sirve para adelantar soluciones sino para tener claridad en lo que el cliente percibe del producto, por lo que contiene una métrica y un valor, la métrica consiste en un indicador necesario del producto y el valor, el nivel esperado del indicador (Rodgers & Milton, 2011).

Tabla 11. Lista de especificaciones de diseño.

Producto: Dispositivo de alerta se exposición a la radiación UV para Unidades Educativas		
Fecha: 2021/06/13	Versión: 2.0	Responsable: Daniel Acurio
Forma de instalación:	Fija	
Lugares de instalación:	De fácil accesibilidad para el personal de mantenimiento.	
Resistencia a agentes ambientales:	Lluvia, viento, polvo.	
Tiempo de vida:	al menos 5 años	
Periodicidad del mantenimiento:	Mantenimiento preventivo, limpieza semanal, profesional 1 vez al año.	
Precio estimado:	500 – 600.	
Tamaño estimado:	Reducido para evitar manipulación.	
Peso estimado:	500-600 gramos.	
Forma de alimentación:	120 V.	
Medio de transmisión de datos:	Wi-Fi.	
Materiales:	Plástico buena relación costo/ beneficio, si es posible reciclado o respetuoso con el medioambiente.	
Velocidad de recepción de datos	1 a 5 minutos	
Proceso de fabricación:	Aditiva	
Soporte técnico:	Soporte permanente.	
Elementos para reparación o sustitución:	Disponibles en el plazo máximo de 8 días.	

Fuente: Elaboración propia

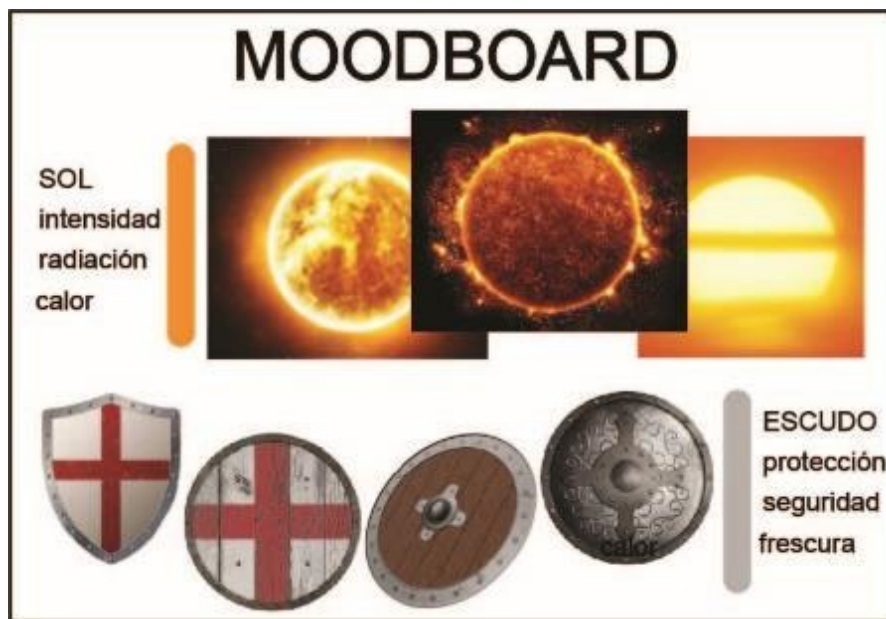
Fase de ideación

La tercera fase de ideación consiste en organizar los datos que se han recopilado en las dos etapas anteriores con el fin de encarar el proceso creativo, en esta etapa no solo se generan ideas para abordar el proyecto, sino que también dibujos preliminares.

Para la generación de ideas existen varias técnicas como el *brainstorming*, la lista de atributos, o *moodboard*. El *moodboard* (Figura 9) es una técnica orientada a generar ideas creativas a partir del análisis de imágenes que se seleccionan con el fin de transmitir una idea particular. Esta técnica consiste en expresar de forma gráfica los conceptos como una primera aproximación a la solución, éstos que hacen referencia a elementos clave considerados (Gamonal Arroyo, 2011).

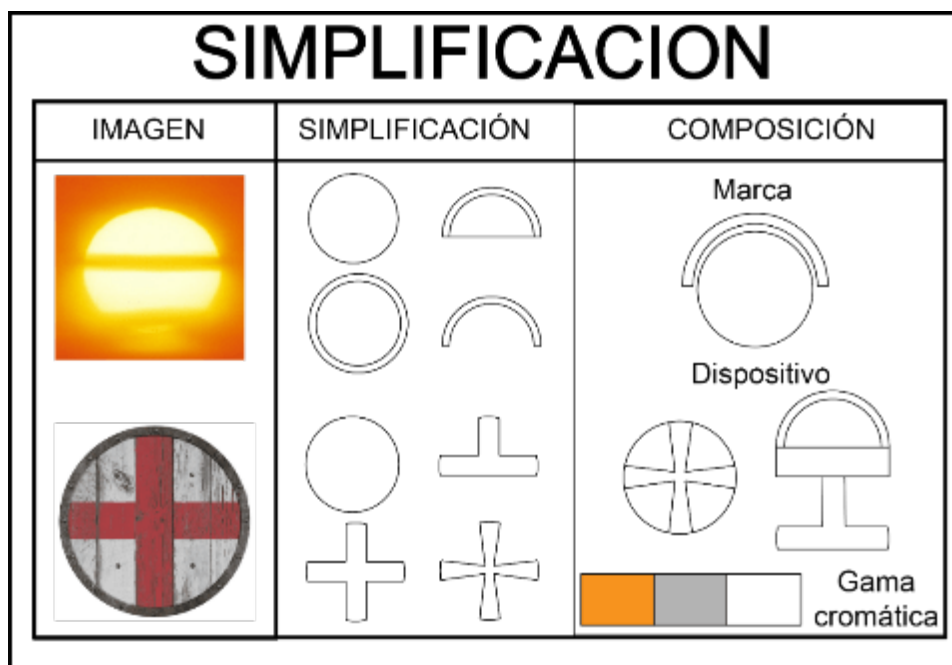
Al no tener un elemento icónico claro, para la elaboración del moodboard se usan imágenes que hacen clara referencia a la motivación que mueve este proyecto y es la protección contra la radiación solar peligrosa, éstos son: el sol intenso como referencia a la radiación peligrosa y el escudo como símbolo de protección.

Figura 9. Moodboard



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Simplificación



Fuente: Elaboración propia

Marca

a) Código lingüístico

UV adviser, es un instrumento de medición del nivel de radiación UV que incide sobre la superficie de la tierra, que se enfoca en la longitud de onda correspondiente a la radiación UVA, para fines de comunicación y UVB UVC con el fin de alerta por ello se usa la palabra adviser.

Figura 11. Código lingüístico

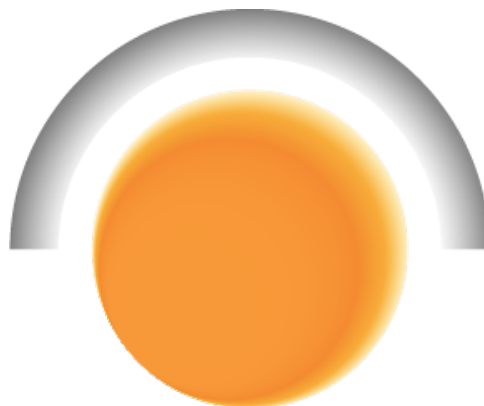
UV
adviser

Fuente: Elaboración propia

b) Código icónico

El icono representa al sol acompañado de un segmento semi circular en la parte superior que representa un elemento de cubrimiento de protección parcial

Figura 12. Código icónico



Fuente: Elaboración propia

c) Isologo

El isologo se forma por superposición de los elementos anteriores enmarcado en un cuadrado con el fin de dotar un significado de solidez y seguridad como valores de la marca.

Figura 13. Isologo



Fuente: Elaboración propia

d) Tipografía

La tipografía principal en palo seco aporta el componente de modernidad por el uso de los componentes electrónicos de avanzada y de la precisión en la medición.

UV

Myriad Pro

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

La tipografía secundaria en la palabra **adviser**, además, de hacer referencia a la función de alerta del dispositivo, le dota de dinamismo en la forma de transmisión de datos, usa redes inalámbricas y a la velocidad de respuesta, ya que, los datos se transmiten en tiempo real

adviser

Courier New

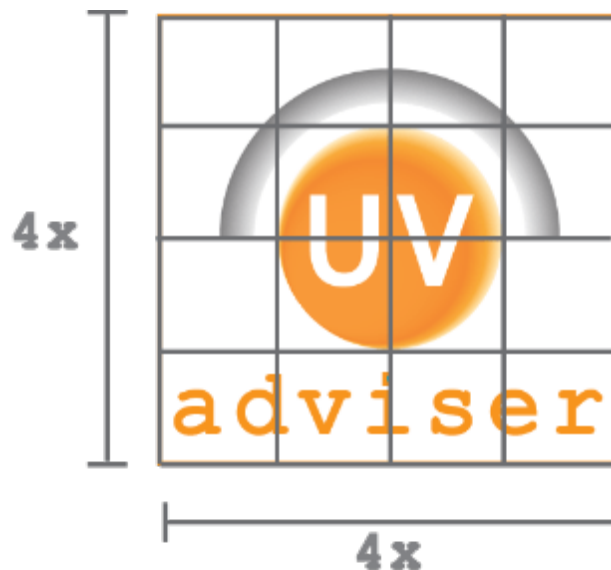
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

e) Proporciones gráficas y código cromático

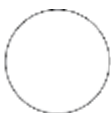
Los elementos se ordenan estrictamente en una retícula cuadrada para reforzar el sentido de seguridad y confiabilidad que este tipo de dispositivos asegura, el código cromático se compone del naranja, gris y blanco, como se muestra a continuación.

Figura 14. Proporciones gráficas



Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Código cromático

		
C: 0	C: 0	C: 0
M: 50	M: 0	M: 0
Y: 100	Y: 0	Y: 0
K: 0	K: 30	K: 0
R: 247	R: 188	R: 255
G: 148	G: 190	G: 255
B: 29	B: 192	B: 255
# F7941D	# BCBEC0	# FFFFFFFF
Intensidad	Protección	Fidelidad

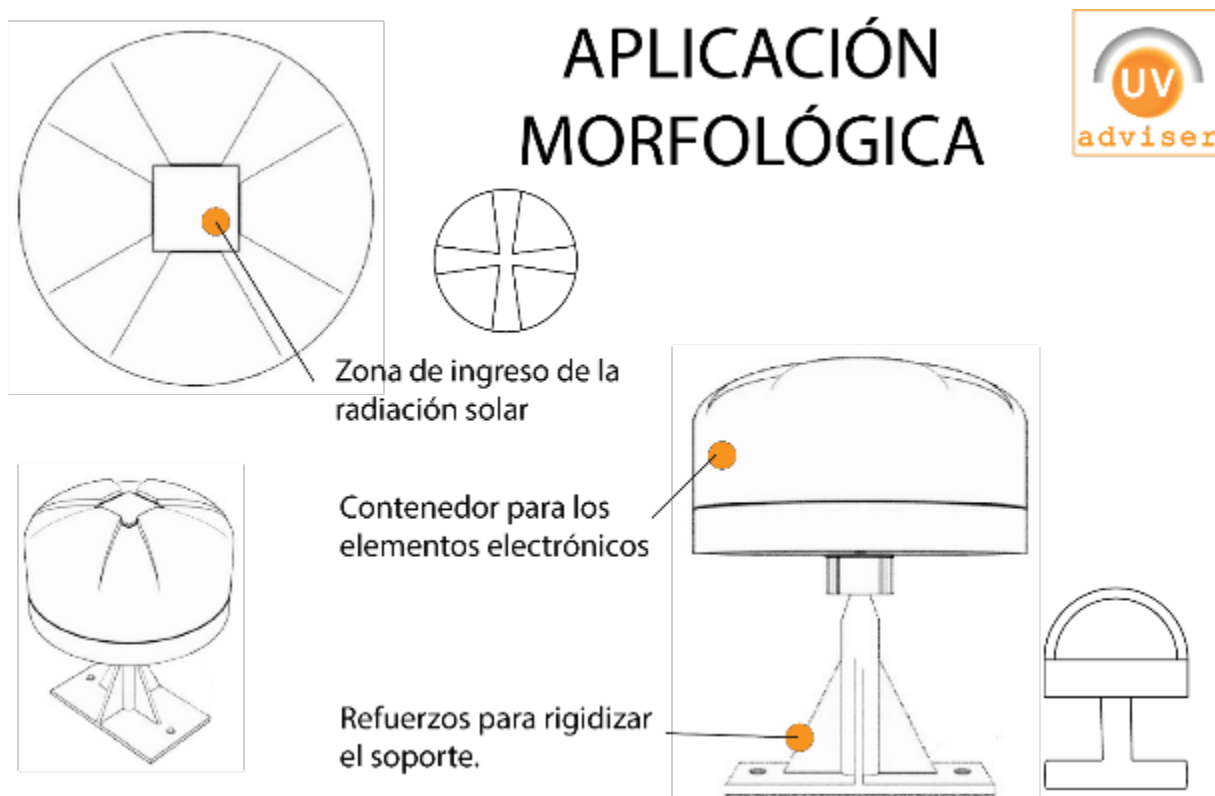
Fuente: Elaboración propia

Fase de prototipo

La cuarta fase prototipo se basa en generar una serie de posibles soluciones factibles en base a las ideas generadas en fase anterior, de esta manera, se efectúan pruebas preliminares, el prototipo permite evaluar aspectos como la viabilidad técnica, la funcionalidad, la complejidad de fabricación, y en muchos casos hasta la apariencia física si éste es un elemento de importancia a diferencia de un modelo que solo muestra el aspecto físico pero no permite evaluación (Hallgrimsson, 201), desde luego no tendrá la calidad ni los materiales de un producto terminado pero si ser capaz de representar sus elementos fundamentales, constituye una síntesis de los elementos de diseño que se han desarrollado (Pinilla Gamboa, 2014), sin embargo su utilidad es temporal y frecuentemente son destruidos el momento de la evaluación.

El producto morfológicamente adopta las formas obtenidas en la fase de simplificación y dimensionalmente es capaz de albergar los elementos electrónicos y funcionales necesarios para la correcta operación.

Figura 16. Aplicación morfológica



Fuente: Elaboración propia

La construcción general de la carcasa del prototipo se realiza por fabricación aditiva o impresión 3D, con el uso de filamento PLA el que una vez depositado posee gran resistencia mecánica y una buena resistencia a la intemperie. En el caso de producción a gran escala, se recurre al proceso de inyección, sin embargo, se considera un factor importante la posibilidad de personalización que permite la impresión 3D, por otra parte en el diseño se ha incluido un sistema de ajuste posicional que permite que el dispositivo una vez instalado, sea capaz de ubicarse adecuadamente en relación al

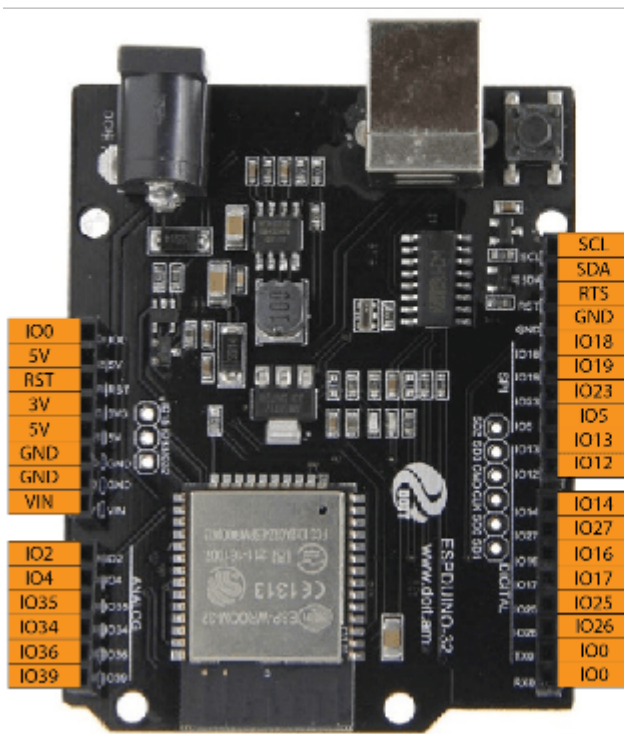
sol, además, que posee una amplia superficie de exposición del sensor, se asegura, de esta manera, una eficiente medición.

Se efectúan dos prototipos en lo electrónico, el primero con el uso de un sensor GUVA-S12SD y el segundo con sensor GY-8511 ML-8511.

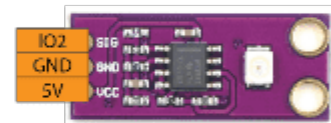
Figura 18. Elementos electrónicos

ELEMENTOS ELECTRÓNICOS

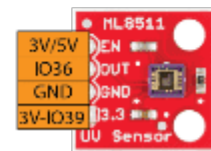
Wemos D1 R32



Sensor
GUVA-S12SD



Sensor
GY-8511 ML-8511



Fuente: Elaboración propia

Con cada uno de los sensores, se realizó dos prototipos en cuanto a programación hasta poder encontrar una opción simple y con un funcionamiento adecuado.

Figura 19. Prototipos de programación

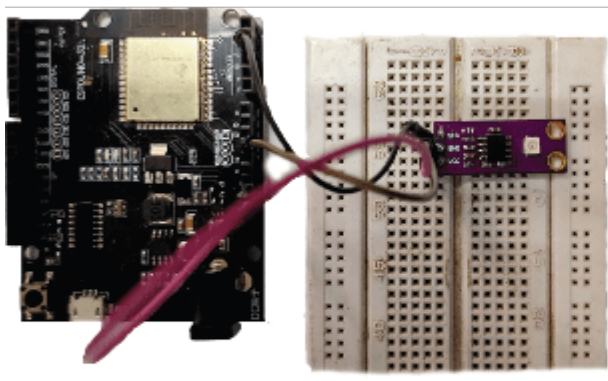


Fuente: Elaboración propia

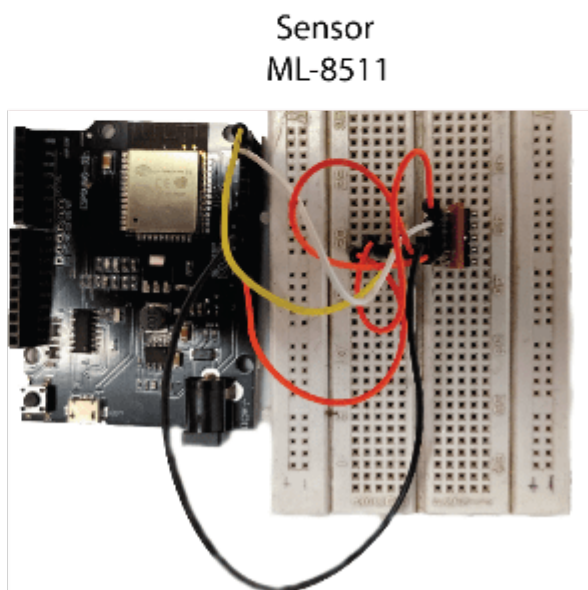
Los prototipos se ponen a prueba por períodos de 7 días cada uno con el fin de verificar su funcionamiento.

Figura 20. Prototipos de prueba

PROTOTIPOS DE PRUEBA



Sensor
GUA-S12SD

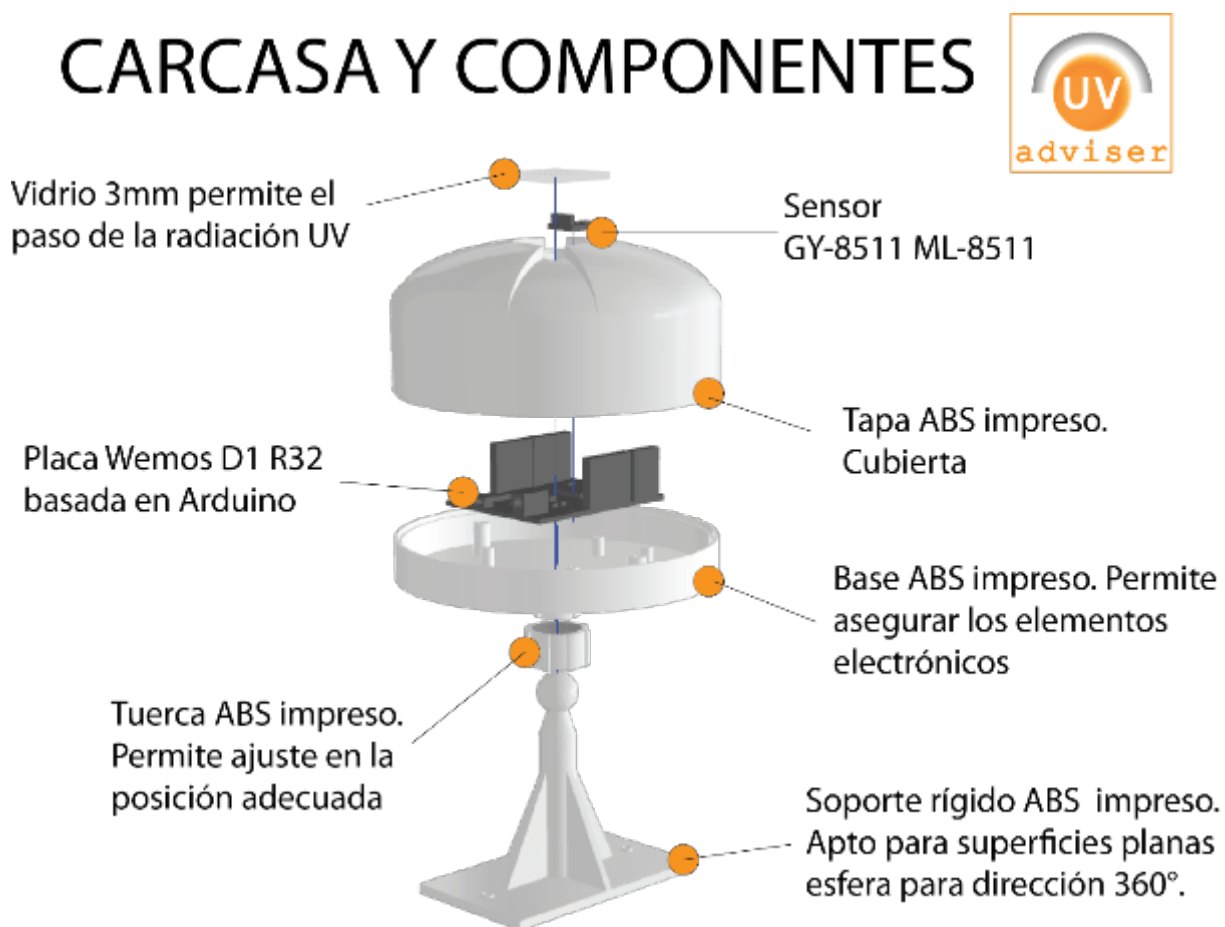


Sensor
ML-8511

Fuente: Elaboración propia

Una vez definidos los componentes a usar, se procede a generar una carcasa impresa en PLA mediante el proceso de impresión, que contenga los componentes y que permita el ingreso suficiente de radiación al sensor (Figura 20).

Figura 21. Carcasa y componentes



Fuente: Elaboración propia

Fase de selección

La quinta fase, de selección es el punto crucial, en él, una vez evaluados los prototipos, se escoge la más viable en función de una conjugación no solo de forma, función y utilidad sino de elementos técnicos y de fabricación, desde luego contiene los elementos de expectativa listados en el *brief* y en el listado de especificaciones de diseño pero debidamente articulados por medio de la ideación y demostrados funcionalmente en el prototipo, una vez probados los prototipos para realizar la selección de un modo objetivo, se recurre a la evaluación matricial mediante el método

de *Pugh* (Tabla 12), el cual, es un proceso estructurado de selección multicriterio que engloba factores tanto objetivos como subjetivos que enlista los criterios de evaluación de modo que permite una comparación entre las posibles soluciones para elegir la mejor (Instituto de Biomecánica de Valencia, 2001), es importante que a cada criterio se le asigne una ponderación en función de su significancia o valor en el producto final y un criterio de valoración numérico que permita multiplicarlo por la ponderación y así logara un valor por cada criterio, al final la sumatoria total permite identificar la opción con mayores posibilidades de éxito (Izar & Ynzunza Cortés, 2012).

Tabla 12. Ficha de selección

Criterios	Ponderación	Prototipo 1		Prototipo 2		Prototipo 3		Prototipo 4	
		Valoración	Ponderado	Valoración	Ponderado	Valoración	Ponderado	Valoración	Ponderado
Medición de radiación	5	3	15	3	15	5	25	5	25
Precisión de datos	4	2	8	3	12	4	16	5	20
Conexión a la red	5	1	5	5	25	1	5	5	25
Velocidad de transmisión	2	2	4	5	10	4	8	3	6
Avisos	4	5	20	5	20	4	16	5	20
Total			53		82		70		96

Fuente: Elaboración propia

Luego de la valoración se selecciona el prototipo 4 para su implementación, el código completo de programación usado se adjunta en el Anexo 3.

Para determinar los costos, se considera que la fabricación, se realiza con la tercerización de los trabajos de modo que solo se realice el proceso de ensamblaje e instalación, obteniéndose los siguientes valores:

Tabla 13. Costo

COSTOS	
Impresión 3D	50
Tarjeta Wemos D1R32	25
Sensor ML-8511	15
Ensamblaje	20
Instalación	30
Sub TOTAL	140
Utilidad 100%	140
TOTAL	280

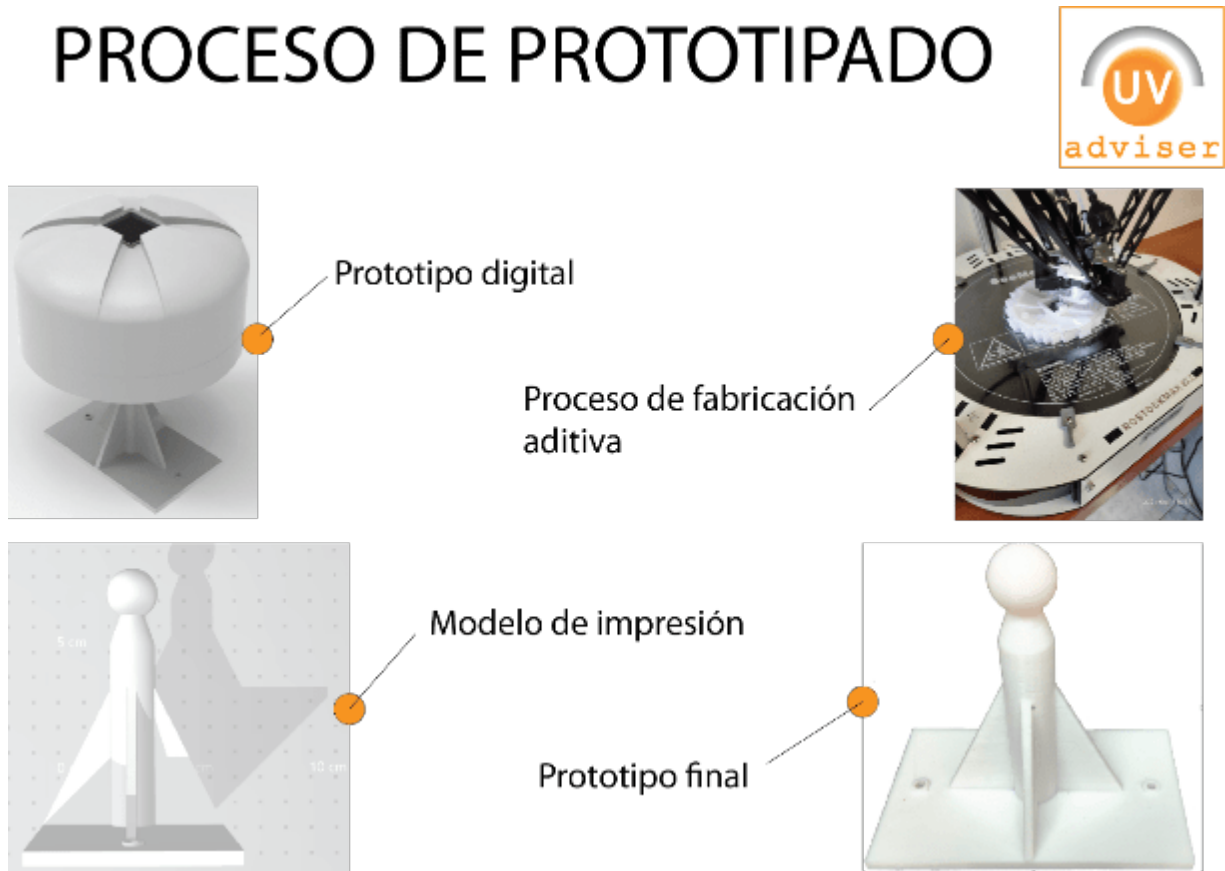
Fuente: Elaboración propia

Fase de implementación

La sexta fase se enfoca a la implementación, es decir, la producción, una vez seleccionado el mejor prototipo o las mejores características de los prototipos se procede a la elaboración del producto que va a ser presentado al cliente, en este punto se explora las posibilidades técnicas de producción en dependencia de las características del producto y los volúmenes de producción de modo que sea económicamente factible, en el caso particular de este trabajo, al ser unidades personalizadas, no resulta factible por costos realizar matrices para inyección o moldeo, por lo cual, se selecciona como medio de producción el prototipado rápido, que con la tecnología de impresión 3D, que actualmente es de fácil acceso, se generan productos de alta fidelidad, de iguales prestaciones, acabados y fidelidad que un producto final (Goodwin, 2009).

Para la fabricación por impresión 3D se realizan los planos constructivos del producto, presentadas en el Anexo 4, a partir de los cuales se generan los archivos en formato de impresión que luego del proceso de fabricación aditiva permiten generar prototipos cien por ciento funcionales.

Figura 22. Proceso de prototipado



Fuente: Elaboración propia

Una vez fabricado el prototipo, se realizan las pruebas de recepción de datos tanto en monitor serie de Arduino cuanto en la Web para verificar la transmisión de datos vía Wi-Fi.

Figura 23. Pruebas de medición.

PRUEBAS DE MEDICIÓN



Monitor Serie

```

COM#
VtRais con la TP para conectarse http://192.168.0.17
Módulo ejemplo
Name: cliente
output: 4000uS/1 output: 1000 Volts: 5.92 / 4000uS voltage: 0.83 / UV intensity (mW/cm2): -1.83
Client disconnected.
Name: cliente
output: 4000uS/1 output: 1020 Volts: 5.92 / 4000uS voltage: 0.83 / UV intensity (mW/cm2): -1.83
Client disconnected.
Name: cliente
output: 4000uS/1 output: 1050 Volts: 5.91 / 4000uS voltage: 0.83 / UV intensity (mW/cm2): -1.85
Client disconnected.
Name: cliente
output: 4000uS/1 output: 1080 Volts: 5.93 / 4000uS voltage: 0.83 / UV intensity (mW/cm2): -1.83
Client disconnected.
Name: cliente
output: 4000uS/1 output: 1050 Volts: 5.92 / 4000uS voltage: 0.83 / UV intensity (mW/cm2): -1.84
Client disconnected.
Name: cliente
output: 4000uS/1 output: 1000 Volts: 5.91 / 4000uS voltage: 0.83 / UV intensity (mW/cm2): -1.85
Client disconnected.

```

WEB



Fuente: Elaboración propia

Para la implementación del proyecto se presenta el modelo de negocios plasmado en un lienzo Canvas, el cual, esquematiza de manera simple las relaciones entre los diferentes actores que intervienen en el proceso de fabricación y venta de este tipo de dispositivos.

Figura 24. Lienzo CANVAS.



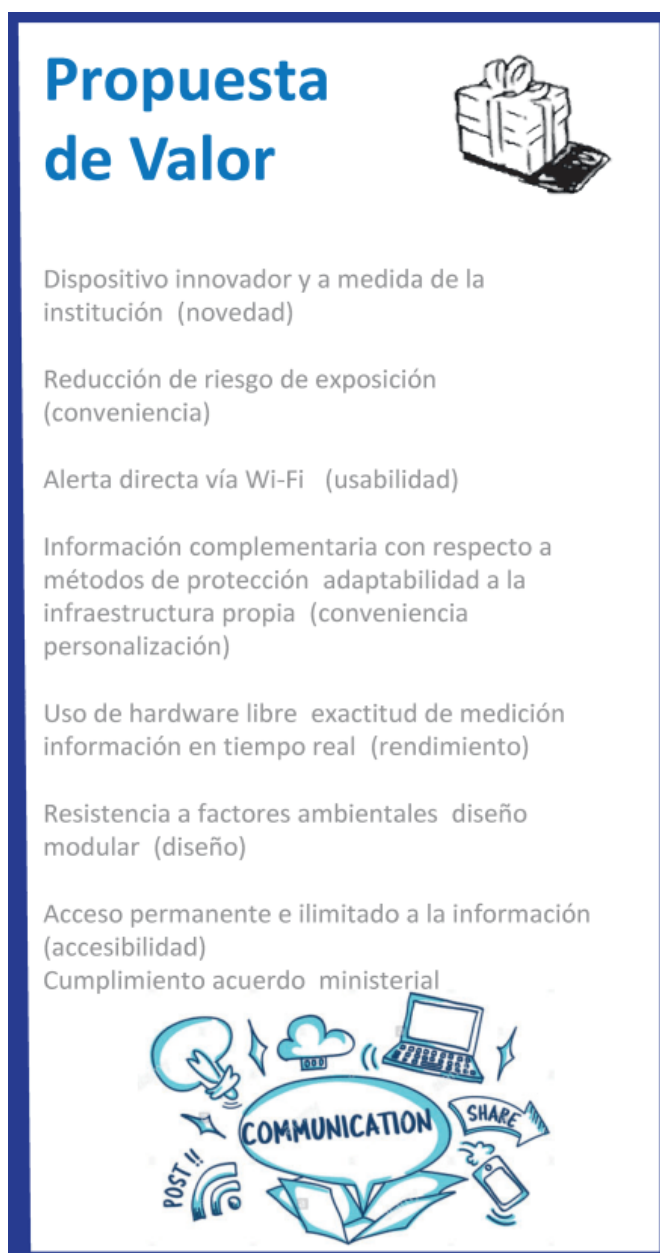
Fuente: Elaboración propia

La propuesta de valor alrededor de la que gira el modelo de negocios se basa en los conceptos de: novedad, conveniencia, personalización, rendimiento, diseño y accesibilidad.

Desde el punto de vista de la producción, se determinan los socios clave, quienes faciliten la fabricación y venta, las actividades y recursos clave que se mantienen y fortalecen para obtener productos competitivos. Finalmente se determina la estructura de costes.

En cuanto al mercado, se establece con claridad el segmento de mercado, la relación que se tendrá con ellos con el fin de atraerlos y fidelizarlos, del mismo modo se proyectan los canales de comunicación y los rubros por los cuales se percibirán los ingresos, todo ello se puede observar a continuación:

Figura 25. Propuesta de valor



Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Segmento Producción



Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Segmento mercado



Fuente: Elaboración propia

Fase de aprendizaje

La última fase consiste en el aprendizaje que se produce por el mismo proceso de diseño, que a modo de conclusión permite determinar los aspectos fuertes así como los que son susceptibles de mejora, en cada una de las fases anteriores; sin embargo el *feedback* más importante es el que proviene del propio usuario, en este sentido, es importante usar medios apropiados como el test de usabilidad, que consiste en diseñar tareas específicas en entornos reales, en donde, el usuario describe sus experiencias de desempeño en el uso (Goodwin, 2009), estas experiencias se suelen registrar en instrumentos como las listas de comprobación, éstas son instrumentos dinámicos que recogen las categorías fundamentales del listado de especificaciones de diseño así como de los aspectos importantes de cada fase del proceso (Milton & Rodgers, 2013). En particular se lleva a cabo un sondeo dirigido a la rectora de la Unidad Educativa Rodríguez Albornoz por medio de una lista de comprobación o *checklist*, (Tabla 14) de modo que se tenga una opinión que permita retroalimentación.

Tabla 14. Lista de comprobación

Objetivo: Evaluar la experiencia del usuario	
Responsable: Sor Laura Caicedo	
Criterio a valorar:	Check
La información es comprensible	✓
El uso es sencillo	✓
Es fácil de instalar	✓
Es fácil de limpiar	✓
Es de costo accesible	✓
El servicio es útil	✓

Fuente: Elaboración propia

De la valoración preliminar se desprende que el producto es apto para su trabajo permanente en la institución educativa.

CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

El análisis de los resultados del diseño del dispositivo de alerta se presenta desde tres aristas: la primera el punto de vista de los usuarios representados por los mismos actores entrevistados al inicio de la investigación, en segundo lugar, el análisis de resistencia del dispositivo que permita asegurar su durabilidad y en tercer lugar su eficacia midiendo su relación con respecto a los datos de catálogo.

3.1. Análisis del usuario

Se valoran los indicadores tomados tanto de la matriz de selección como de la lista de comprobación factibles de ser valorados objetivamente en una escala de Likert: de 1 a 5; es 1 la valoración más baja o que representa “totalmente en desacuerdo” y 5 es la más alta, representan “totalmente de acuerdo”. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 15. Análisis del usuario

Criterios	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3	Entrevistado 4
La información es comprensible	5	4	5	5
El uso es sencillo	5	4	5	4
Conexión a la red	5	5	4	5
Velocidad de transmisión	4	5	5	5
El servicio es útil	5	5	4	5
Promedio	4.8	4.6	4.6	4.8

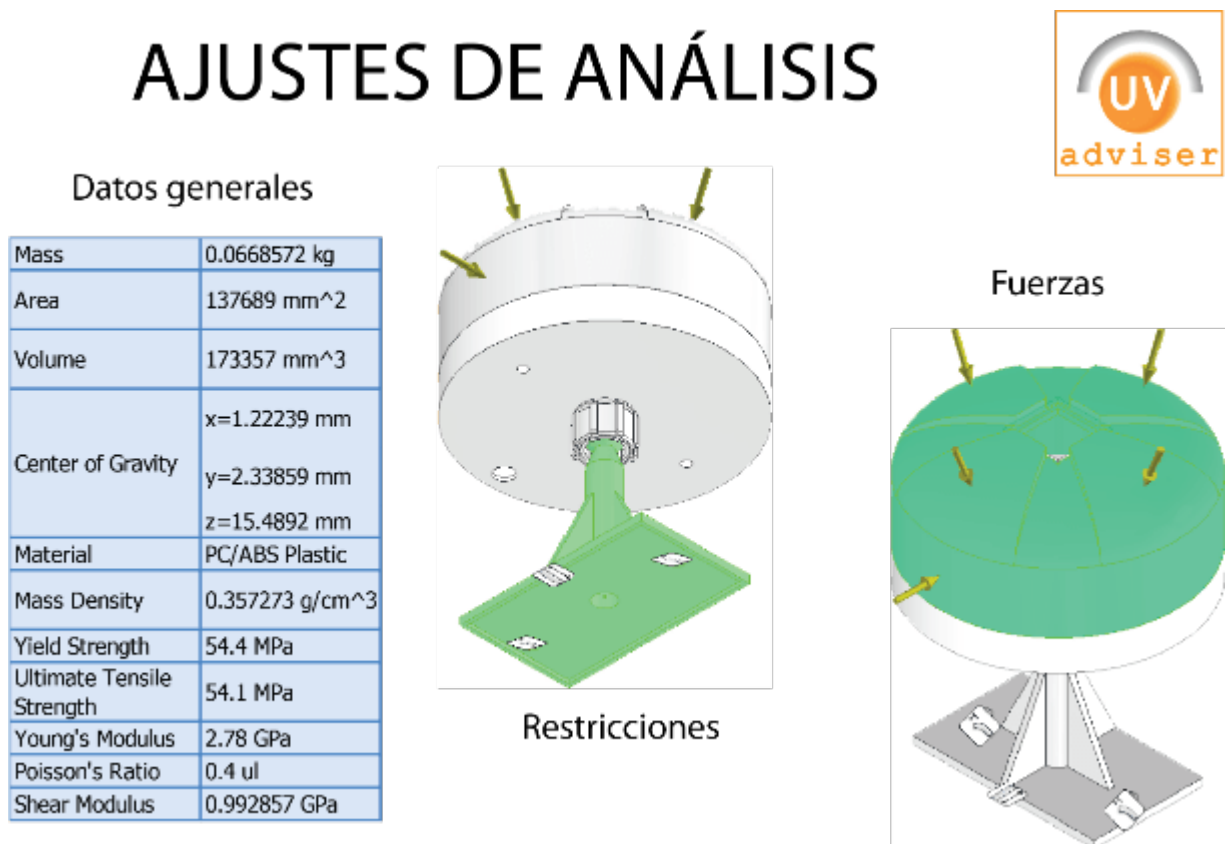
Fuente: Elaboración propia

En conclusión, luego de la valoración por parte de los representantes de la comunidad educativa, se extrae un promedio de 4.7, esto indica que la funcionalidad del producto cumple las expectativas del usuario.

3.2. Análisis de resistencia

Para este análisis se asigna como material al PLA con sus correspondientes características mecánicas, se asignan cargas correspondientes a la manipulación y a la acción del viento y lluvia como se muestra a continuación:

Figura 28. Ajustes de análisis



Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en cuanto a factor de seguridad y desplazamiento son por demás satisfactorios, por lo cual, se asegura la operación normal del dispositivo en cuanto a resistencia se refiere.

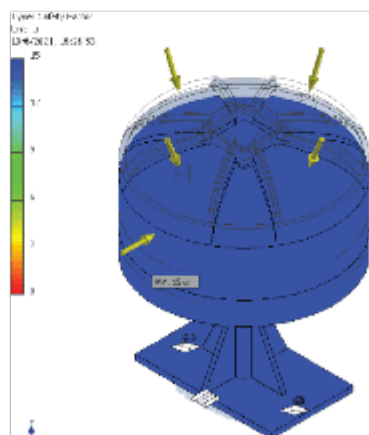
Figura 29. Resultados del análisis

RESULTADOS DE ANÁLISIS



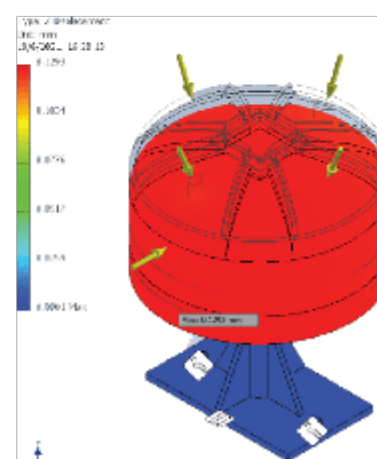
Resultados

Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0.0000390636 MPa	1.41802 MPa
1st Principal Stress	-0.732806 MPa	1.95847 MPa
Displacement	0 mm	0.129254 mm
Safety Factor	15 ul	15 ul
X Displacement	-0.0334157 mm	0.0330416 mm
Y Displacement	-0.0119618 mm	0.029629 mm
Z Displacement	-0.129253 mm	0.000116706 mm
Contact Pressure	0 MPa	0.871246 MPa



Factor de seguridad

Desplazamiento



Fuente: Elaboración propia

3.3. Análisis de medición

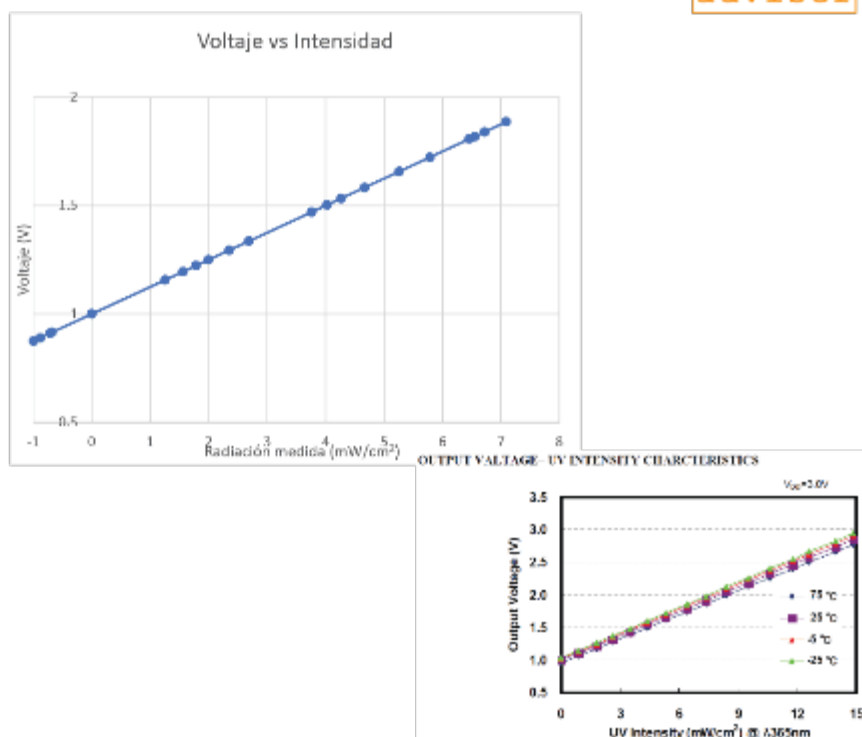
En este apartado se conecta el sensor directamente a un multímetro para determinar su voltaje de salida en milivoltios al tiempo que en el monitor serie se registra el valor de la intensidad de radiación calculada, luego de lo cual, se elabora la tabla de datos y el gráfico de dispersión, éste último se compara con el gráfico presentado en el catálogo del sensor con el fin de corroborar la exactitud de las mediciones, la calibración se realiza mediante programación.

Figura 30. Datos del sensor

DATOS SENSOR



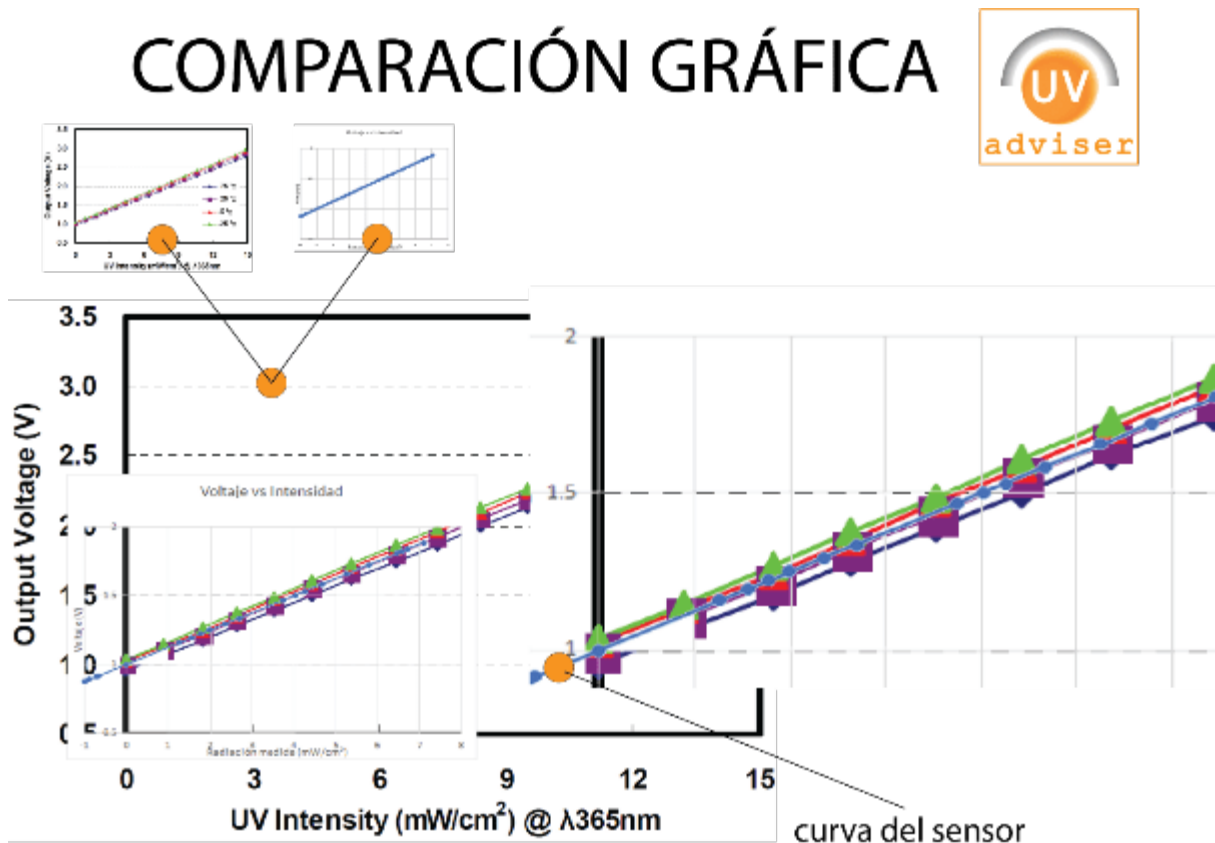
Radiación medida mW/cm ²	Voltaje V	Voltaje medido mV
-0.682	0.915	915
-0.712	0.911	911
-0.879	0.890	890
-0.997	0.875	875
0	1.000	1000
1.256	1.157	1157
1.562	1.195	1195
1.784	1.223	1223
1.998	1.250	1250
2.351	1.294	1294
2.689	1.336	1336
3.758	1.470	1470
4.025	1.503	1503
4.265	1.533	1533
4.668	1.584	1584
5.258	1.657	1657
5.782	1.723	1723
6.458	1.807	1807
6.554	1.819	1819
6.721	1.840	1840
7.089	1.886	1886



Fuente: Elaboración propia

Al disponer del gráfico OUTPUT VOLTAGE- UV INTENSITY en la hoja de datos del sensor (LAPIS Semiconductor, 2013), se procede a la comparación gráfica.

Figura 31. Comparación Gráfica



Fuente: Elaboración propia

Como se observa el ajuste realizado en la programación permite datos de salida correspondientes a las mediciones del sensor, se asegura de este modo la fiabilidad del índice posteriormente calculado, así como la utilidad de los avisos emitidos.

De esta manera, con el uso apropiado, se logra la meta de cuidar la salud de la piel de los estudiantes y de toda la comunidad educativa.

CONCLUSIONES

- La indagación acerca de los índices de radiación y niveles de exposición permisibles permite establecer tiempos recomendados de exposición a los niveles de radiación solar en dependencia de los índices IUV desde tiempo de exposición ilimitado para IUV entre 1 y 2, hasta un tiempo máximo de permanencia de 10 min para IUV de 11 o mayor; estos índices corresponden a niveles de radiación que inciden sobre la superficie terrestre medidos en mW/cm^2 , los cuales para su mejor comprensión la OMS ha transformado en valores enteros que van de 1 hasta 11 o mayor, los tiempos se extraen de las recomendaciones del Ministerio de Educación, en base a estos tiempos se han establecido las alertas que el dispositivo emite vía Wi-Fi.
- Conforme a la estructura organizacional de la Unidad Educativa Rodríguez Albornoz se determina, que la persona que realiza las acciones de control, es la Inspectora general, por tanto, ella es quien recibe prioritariamente la información de alerta, sin embargo, al ser transmitida por la red institucional, será de acceso a toda la comunidad institucional., en cuanto a la infraestructura, se establece el techo de la sala de docentes como el lugar idóneo para la instalación gracias a la cobertura de la red inalámbrica así como la disponibilidad de energía eléctrica y el nulo tránsito en la zona lo que evita la manipulación del dispositivo por el estudiantado. Aunque permite el ingreso del personal de mantenimiento.
- El prototipo desarrollado permite un monitoreo permanente de la radiación solar, la transmisión de las alertas por medio de Wi-Fi es eficiente y rápida, la información es fiable pues se encuentra dentro del rango de medición del sensor, como se puede observar en la validación (Análisis de medición) y la programación asegura obtener datos de radiación e índice UV confiables y a partir de ellos emitir recomendaciones comprensibles en base a los tiempos de exposición recomendados (Análisis de usuario), adicionalmente la carcasa

construida en PLA tiene una resistencia óptima frente a los esfuerzos de uso (Análisis de resistencia) y a la intemperie lo que asegura su durabilidad.

RECOMENDACIONES

- Es importante mantenerse informado acerca de las modificaciones o actualizaciones respecto a los peligros de la radiación UV con el fin de generar las alertas y adoptar acciones de protección adecuadas.
- Los responsables institucionales de las acciones de control monitorearán la información de alerta permanentemente y actuarán en consecuencia de ellas, además, es necesario designar personal redundante que permita eliminar cualquier descuido humano.
- El dispositivo permite el acceso al personal técnico para realizar modificaciones a la programación o al hardware de ser necesario, además, una vez instalado el mantenimiento de limpieza básica será efectuado al menos una vez por semana y el mantenimiento técnico una vez por año.
- Una vez concluido el proyecto, se considera recomendable explorar nuevas alternativas de soluciones basadas en este tipo de hardware enfocadas en medición de otras variables físicas como temperatura, humedad y otras, dirigidas a resolver problemas, que se puedan presentar, no solo en el ámbito educativo, sino también, en el hogar o la industria.

BIBLIOGRAFÍA

- Alemán, A. D., & Guerra, M. M. (2018). Conocimientos, hábitos y actitudes de fotoprotección. *Revista Médica Electrónica*, 660-670. Recuperado el 24 de noviembre de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242018000300008&lng=es&tlng=es
- Ambrose, G., & Harris, P. (2010). *Bases del diseño: Metodología del diseño*. Barcelona: Parramón Arquitectura y Diseño.
- Ambrose, G., & Harris, P. (2010). *Bases del diseño: Metodología del Diseño*. Barcelona: Parramón Ediciones S.A.
- Antunes, F. (2006). *Portugal Patente nº PT 107738 A*.
- Arduino. (27 de septiembre de 2020). *Arduino Official Store*. Obtenido de Boards, Shields, Kits, Accesorios: <https://store.arduino.cc/usa/other-shields/components-sensors>
- Bachiller, R. (2009). El Sol: Nuestra estrella, nuestra energía. *Observatorio Astronómico Nacional*, 371-382. Recuperado el 12 de enero de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/176/17624330009.pdf>
- Benavides Ballestetros, H. O. (2019). *Información Técnica sobre la Radiación Ultravioleta, el índice UV y su pronóstico*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Subdirección de Metereología.
- Cadena, P., Rendón, R., Aguilar, J., Salinas, E., de la Cruz, F. d., & Sangerman, D. M. (2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1603 - 1617.
- Cañarte Soledispa, K. (2010). Radiación ultravioleta y su efecto en la salud. *Ciencia UNEMI*, 26-33.
- Castanedo-Cázares, J. P., Lepe, V., Gordillo-Moscoso, A., & Moncada, B. (2003). Dosis de radiación ultravioleta en escolares mexicanos. *Salud Pública de México*, 439-444. Recuperado el 24 de noviembre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342003000600003&lng=es&tlng=es

- Chango, F. I. (2019). *SOLMAFOROS PARA EL MONITOREO Y ALERTAS A PERSONAS, SOBRE LOS NIVELES DE RADIACIÓN SOLAR EN UNIDADES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE AMBATO*. Ambato. Recuperado el 24 de noviembre de 2019, de <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/30080>
- Chiron de la Casiniere, A., & Cachoro Revilla, V. E. (2008). *La radiación solar en el sistema Tierra-Atmósfera*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Collantes Jara, J. M. (2015). Efectos de la radiación solar en la piel. *Revista Ecuatoriana de Medicina Eugenio Espejo* 4(5), 3-6.
- Creswell, J. W. (2013). *Cualitative Inquiry & Research Design: Choosing among Five Approaches*. Thousand Oaks: SAGE.
- De la Morena, B. A. (2010). Del cosmos a la irracionalidad. El ayer y el hoy de nuestra atmósfera. En U. I. Andalucía, *La radiación solar: efectos en la salud y el medioambiente*. (págs. 7-18). Andalucía: UNIA.
- Duque, A. F., Ochoa, A., Buitrago, D. A., & Galindo, C. A. (2017). Hardware Libre: una tecnología democrática. *Conference: 2017 Action Research Network of the Americas (ARNA)*, (pág. 19). Cartagena.
- Duro, E., Campillos, M. T., & Causín, S. (2006). El sol y los filtros solares. *Medifam [online]*, 39-45.
- Espinoza, E. E. (2015). *Aspectos teóricos e instrumentos de la Metodología de la Investigación Educativa*. Machala - Ecuador: Ediciones UTMACH.
- Espressif Systems CO., LTD. (25 de septiembre de 2020). *Modules*. Obtenido de Espressif Systems: <https://www.espressif.com/en/products/modules>
- Fernández, T., de Troya, M., Rivas, F., & Buendía, A. (2016). Hábitos de exposición solar, prácticas de fotoprotección, conocimientos actitudes de los adolescentes andaluces. *Actualidad Médica*, 33-37.
- Fitzpatrick, T. B. (1975). Soleil et peau. *Journal de Médecine Esthétique*, 33-34.
- Fleta Zaragozano, J., Bueno Lozano, M., & Moreno Aznar, L. (2016). Quemadura solar y fotodermatosis. *Boletín de la Sociedad de Pediatría de Aragón, La Rioja y Soria*, 48-58.

- Flores Alonso, O. (2000). Educación médica continua. El Sol y la piel. Fotodermatosis. *Revista del Centro Dermatológico de Pascua*, 126-136.
- Fontal, B. (2005). *El Espectro Electromagnético y sus Aplicaciones*. Mérida: Escuela Venezolana para la Enseñanza de la Química.
- Gamonal Arroyo, R. (2011). Del boceto al diseño. La materialización del discurso visual en el diseño gráfico. *Revista de Comunicación Vivat Academia*, 42-57.
- Goodwin, K. (2009). *Designing for the Digital Age: How to Create Human-Centered Products and Services*. Indianapolis: Wiley Publishing.
- Hallgrimsson, B. (201). *Diseño de producto, maquetas y prototipos*. Barcelona: Promopress.
- Instituto de Biomecánica de Valencia. (2001). Nuevas técnicas para el desarrollo de productos innovadores orientados al usuario. *Revista de biomecánica*, 21-24.
- Izar, J. M., & Ynzunza Cortés, C. B. (2012). Aplicación del Proceso Analítico de Jerarquización de Saaty y la Matriz de Pugh en la Selección del Personal Docente de Posgrado. En A. A. Administrativas, *XVI Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativa. Retos de las Ciencias Administrativas desde las Economías Emergentes: Evolución de Sociedades*. México.
- Júarez, C. A., Pohl, M., Clímaco, J., Cisneros, A., VAlencia, O., & Escobar, H. (2017). UVmáforo: Monitoreo del índice UV en El Salvador. *El Salvador Ciencia & Tecnología*, 22-29.
- Kant, I. (1970). *Crítica de la Razón Pura*. Buenos Aires: Losada.
- LAPIS Semiconductor. (2013). *ML8511 UV Sensor with Voltage Output*.
- López García, J. D., Carvajal Escobar, Y., & Enciso Arango, A. M. (2017). SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA CON ENFOQUE PARTICIPATIVO: UN DESAFÍO PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO EN COLOMBIA. *Luna Azul*, 231-246.
- Lorente, J. (2010). La radiación solar. En A. del Pozo Carrascosa, *Curso de fotoprotección* (págs. 1-35). España: Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos.
- Lucas, R., McMichael, T., Smith, W., & Armstrong, B. (2006). *Solar Ultraviolet Radiation: Global burden of disease from solar ultraviolet radiation*. Geneva:

- World Health Organization Public Health and the Environment. Recuperado el 24 de noviembre de 2019, de https://www.who.int/uv/health/solaruvradfull_180706.pdf?ua=1
- Marín, D., & Del Pozo, A. (2005). Fototipos cutáneos. Conceptos generales. *Offarm* 24(5), 136-137. Recuperado el 24 de noviembre de 2019, de <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-fototipos-cutaneos-conceptos-generales-13074483>
- Marín, D., & Del Pozo, A. (2005). Fototipos cutáneos. Conceptos generales. *OFFARM*, 136-137.
- Medrano V., A. J., & Chourio A., L. M. (2015). HARDWARE LIBRE Y ABIERTO, MODELOS DE NEGOCIOS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. *ALTEC 2015 Brasil* (págs. 1 -20). Porto Alegre: altec2015.org.
- Merino Moína, M. (2005). Prevención del cáncer de piel y consejo de protección solar. *Pediatría Atención Primaria*, 55-77. Recuperado el 24 de noviembre de 2019, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3666/366638655006>
- Merino Pérez, J., & Noriega Borge, M. J. (18 de 01 de 2011). *Open Course Ware*. Obtenido de Course Fisiología General (2011), Topic: Materiales de clase: <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/879/course/section/967/Tema%252011-Bloque%2520II-La%2520Piel.%2520Estructura%2520y%2520Funciones.pdf>
- Mertens, D. (2005). *Research and Evaluation in Education and Psychology*. Thousand Oaks: Sage.
- Milton, A., & Rodgers, P. (2013). *Métodos de Investigación para el Diseño de Producto*. Barcelona: Art Blume.
- Ministerio de Educación. (2018). *ACUERDO Nro. MINEDUC-MINEDUC-2018-00098-A*. Quito. Recuperado el 24 de noviembre de 2019, de <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/10/MINEDUC-MINEDUC-2018-00098-A.pdf>
- Ministerio de educación de Panamá MEDUCA - UNESCO. (2011). *Manual Sistemas de Alerta Temprana*. Panamá: MEDUCA.
- Montferrer, D. (2013). *Fundamentos de marketing*. Publicacions de la Universitat Jaume.

- Mora Ochoa, M., Olivares Savignón, A. R., González Gross, T. M., & Castro Mela, I. (2010). El sol: ¿enemigo de nuestra piel? *MEDISAN* 14(6). Recuperado el 24 de noviembre de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192010000600014&lng=es&tlng=es.
- Navarrete, G. (2003). Histología de la piel. *Revista de la fAcultad de Medicina UNAM*, 130-133.
- Ocharan, J. (2007). Sistemas de Alerta Temprana. Fotografía actual y retos futuros. *Cuadernos internacionales de tecnología para el desarrollo humano*, 1-6.
- OMS. (2003). *Índice UV solar mundial : guía práctica*. Geneva: Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 24 de noviembre de 2019, de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42633/9243590073.pdf;jsessionid=D7AF3772685D5AB46E8A57D61C7198B3?sequence=1>
- OSHA. (25 de septiembre de 2020). *Spanish - Open Source HArdware Association*. Obtenido de <https://www.oshwa.org/definition/spanish/>
- Pasquale, S. A., Cordero, A. M., Núñez, D. V., Fernández, C. R., & Signorelli, I. (2013). Determinación de la influencia de la altitud en el Índice de Protección Natural (IPN) de la piel y el Factor de Protección Solar requerido (SPF). *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, vol.44(n.2), 7-12.
- Perea Espitia, J. (30 de septiembre de 1996). Cómo se produce la energía que nos llega del sol? *Entornos*, Vol. 1(Núm. 10). doi:<https://doi.org/10.25054/01247905.317>
- Pineda, M. (2018). La Internet de las Cosas, el Big Data y los nuevos problemas de la comunicación en el Siglo XXI. *Mediaciones Sociales*, 11-24.
- Pinilla Gamboa, M. A. (2014). Dar sentido a las posibilidades: síntesis y prototipo en diseño. *Iconofacto*, 22-34.
- Ramírez Wong, E., Ferrán Gascón, M., Torres Toledo, D., Suarez Molina, L. Y., & Lima Heredia, R. (2016). Protección solar en niños. *Revista Médica Electrónica* 38(2), 177-184. Recuperado el 24 de noviembre de 2019, de <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/1714>
- Ramírez Wong, E., Ferrán Gascón, M., Torres Toledo, D., Suárez Molina, L. Y., & Lima Heredia, R. (2016). Protección solar en niños. *Rev Méd Electrón*, 177-184.

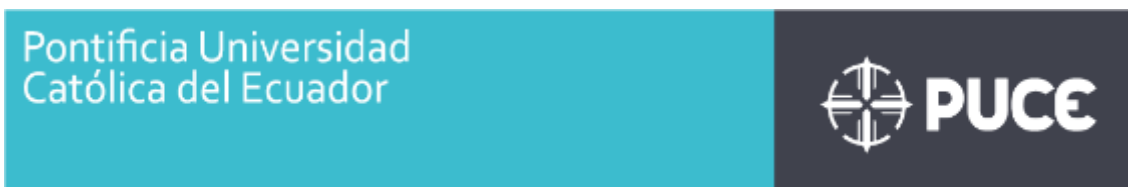
- Rivas, E. M. (2009). Estudio e identificación de los distintos tipos de piel. Clasificación de los tipos de piel. Métodos y medios para la identificación de los diferentes tipos de piel: lámpara de Wood. Cuidados básicos de cada uno de los tipos de piel fundamentales. *Temas para la Educación*, 1-13.
- Rodgers, P., & Milton, A. (2011). *Diseño de producto*. Barcelona: Promopress.
- Saéz-de Ocariz, M., & Orozco-Covarrubias, M. (2015). Protección solar en el paciente pediátrico. *Acta Pediátrica de México*, 364-368. Recuperado el 24 de noviembre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-23912015000400009&lng=es&tlng=es
- Salgado Lévano, A. C. (2007). Investigación Cualitativa: Diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. *LIBERABIT*, 71-78.
- Santibanez Viani, T. P., & Gramsch Labra, E. V. (2009). *United States Patente n° US 2009/0224168A1*.
- Schallenberg, J. C., Piernavieja Izquierdo, G., Hernández Rodríguez, C., Unamunzaga Falcón, P., García Déniz, R., Díaz Torres, M., . . . Subiela Ortin, V. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. Santa Cruz de Tenerife: Instituto Tecnológico de Canarias.
- Stake, R. E. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Ediciones Morata.
- Stufflebeam, D., & Coryn, C. (2014). *Evaluation Theory, Models, and Applications*. Jossey-Bass.
- Unidad Educativa Rodríguez Albornoz. (12 de junio de 2021). *Misión y Visión - UERA*. Obtenido de <https://www.ueradoroteas.edu.ec/institucion/mision-y-vision/>
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction [UNISDR]. (2009). *Terminología sobre la reducción del riesgo de desastres*. Ginebra: UNISDR. Obtenido de 7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf.
- Urán, M. E., & Cano, L. E. (2008). Melanina: implicaciones en la patogénesis de algunas enfermedades y su capacidad de evadir la respuesta inmune del hospedero. *Asociación Colombiana de Infectología*, 357-377.
- Velasco Capacho, D. A., Núñez Cuadros, S. M., & Núñez Cuadros, J. E. (2017). *Colombia Patente n° CO20170006797 en solicitud*.

- Villagómez, J. J. (2019). *Sistema de Monitoreo y Alerta de Radiación Solar UV*. UNIR, Riobamba. Recuperado el 24 de noviembre de 2019, de <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/8164/VILLAGOMEZ%20PE SANTEZ%2C%20JUAN%20JOSE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yin, R. K. (1994). *Investigación sobre estudio de casos. Diseño y métodos*. Thousand Oaks: SAGE.
- Zúñiga, C. A., & Granda, J. K. (2019). *Diseño e implementación de un prototipo medidor de radiación Ultra Violeta alimentado por paneles solares*. Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil. Recuperado el 24 de noviembre de 2019, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17253/1/UPS-GT002558.pdf>

ANEXOS

Anexo 1

Formatos de entrevista



Entrevista a directivos

Nombre del investigador	
Fecha	
Primera parte: Datos informativos	
Nombre del entrevistado:	
Cargo:	
Nº estudiantes	
Nº docentes	
Nº trabajadores	
Segunda parte: Desarrollo	
¿Existe un departamento de salud o similares? ¿Quién es el responsable de este departamento?	
¿Conoce problemas que se presentan por la exposición a la radiación solar prolongada? ¿Considera importante mantener medidas de control	

<p>de exposición a la radiación solar en la institución?</p>	
<p>¿Conoce normativas de exposición a la radiación solar?</p>	
<p>¿Tiene infraestructura para la detección, en caso negativo, estaría interesado?</p> <p>¿Cuenta la institución con un presupuesto para esta clase de adquisiciones?</p>	
<p>¿Tiene red wifi institucional?</p> <p>¿Le parece eficiente que la transmisión de datos use esta red?</p>	
<p>¿Le parece preferible usar una red cerrada para la visualización de los datos, una aplicación móvil o mensajes de texto?</p>	
<p>¿Qué zonas de infraestructura física permitirían la instalación de equipos de detección?</p> <p>¿El personal de mantenimiento tiene acceso a estas zonas periódicamente?</p>	
<p>Existe algún elemento accesorio, o elemento arquitectónico que sea icónico o representativo de la institución</p>	

Entrevista a Docentes/Empleados

Nombre del investigador	
Fecha	
Primera parte: Datos informativos	
Nombre del entrevistado:	
Cargo:	
Segunda parte: Desarrollo	
¿Existe un departamento de salud o similares?	
¿Quién es el responsable de este departamento?	
¿Conoce problemas que se presentan por la exposición a la radiación solar prolongada?	
¿Considera importante mantener medidas de control de exposición a la radiación solar en la institución?	
¿Conoce normativas de exposición a la radiación solar?	
¿Tiene infraestructura para la detección, en caso negativo, estaría interesado?	
¿Tiene red wifi institucional? ¿Le parece eficiente que la transmisión de datos use esta red?	

<p>¿Le parece preferible usar una red cerrada para la visualización de los datos, una aplicación móvil o mensajes de texto?</p>	
<p>¿Qué zonas de infraestructura física permitirían la instalación de equipos de detección?</p>	
<p>Existe algún elemento accesorio, o elemento arquitectónico que sea icónico o representativo de la institución</p>	

Anexo 2

Ficha de Observación

Pontificia Universidad
Católica del Ecuador



Ficha de observación

Objetivo: Determinar factibilidad de instalación en espacios designados en cuanto a edificaciones, seguridad, suministro eléctrico y accesibilidad a red wifi

Fecha:	Versión:	Responsable:
SECTOR	Imagen	Observaciones
Análisis:		

Anexo 3

Código de programación

```
int UVOUT = 36;

int REF_3V3 = 39;

#include <WiFi.h>

const char* ssid = "Nombre de la red UERA";
const char* password = "contraseña UERA";
WiFiServer server(80);

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

  pinMode(UVOUT, INPUT);
  pinMode(REF_3V3, INPUT);
  Serial.begin(9600);
  delay(10);

  Serial.println();
  Serial.print("Conectando a ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.begin(ssid, password);
```

```
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {  
  delay(500);  
  Serial.print(".");  
}  
Serial.println("");  
Serial.println("WiFi conectado");  
  
server.begin();  
Serial.println("Web server ejecutándose. Esperando a la ESP IP...");  
delay(10000);  
  
Serial.print("Esta es la IP para conectar: ");  
Serial.print("http://");  
Serial.println(WiFi.localIP());  
  
Serial.println("ML8511 example");  
}  
  
void loop()  
{  
  WiFiClient client = server.available();  
  
  if (client) {
```

```
Serial.println("Nuevo cliente");

// Boleano para localizar el fin de una solicitud http
boolean blank_line = true;
while (client.connected()) {
  if (client.available()) {
    char c = client.read();

    if (c == '\n' && blank_line) {

int uvLevel = averageAnalogRead(UVOUT);
int refLevel = averageAnalogRead(REF_3V3);
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
float volts = uvLevel * 5.0 / 1024.0;
float UV_index = volts * .164;

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

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

Serial.print (" Volts: ");
```

```
Serial.print (volts);
```

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

```
Serial.print(outputVoltage);
```

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

```
Serial.print(uvIntensity);
```

```
Serial.print (" UV Index: ");
```

```
Serial.print (UV_index);
```

```
Serial.println();
```

```
delay(1000);
```

```
client.println("HTTP/1.1 200 OK");
```

```
client.println("Content-Type: text/html");
```

```
client.println("Connection: close");
```

```
client.println();
```

```
client.println("<!DOCTYPE HTML>");
```

```
client.println("<html>");
```

```
client.println("<head></head><body><h1>TESIS DANI - PARA UERA -  
SensorUV</h1><h3>");
```

```
client.println("</h3><h3>UV: ");
```

```
client.println(UV_index);
client.println("</h3><h3>Sensor: ");
client.println(uvLevel);
client.println("</h3><h3>Voltaje: ");
client.println(volts);
client.println(" V</h3><h3>Info:");

if (UV_index <= 2) {
client.println("</h3><h3>Puede permanecer por un tiempo indefinido");
}

else if (UV_index <= 5) {
client.println("</h3><h3>Puede permanecer 45 minutos");
}

else if (UV_index <= 7) {
client.println("</h3><h3>Puede permanecer 30 minutos");
}

else if (UV_index <= 10) {
client.println("</h3><h3>Puede permanecer 25 minutos");
}
```

```
    else {
        client.println("</h3><h3>Puede permanecer 30 minutos");
    }

    client.println("</body>");
    client.print("<meta http-equiv=\"refresh\" content=\"1\">");
    client.println("</html>");
    break;
}

if (c == '\n') {
    blank_line = true;
}

else if (c != '\r') {
    blank_line = false;
}

}

}

client.stop();
Serial.println("Client disconnected.");
}

}
```

```
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)
```

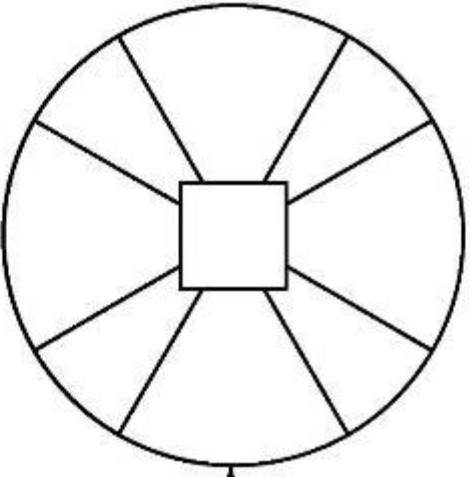
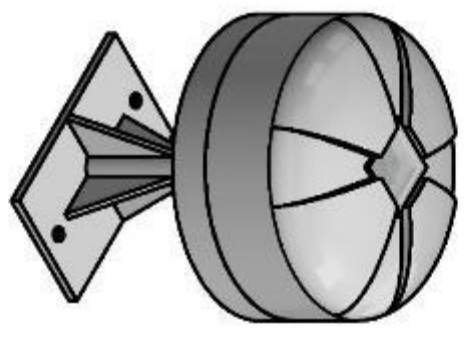
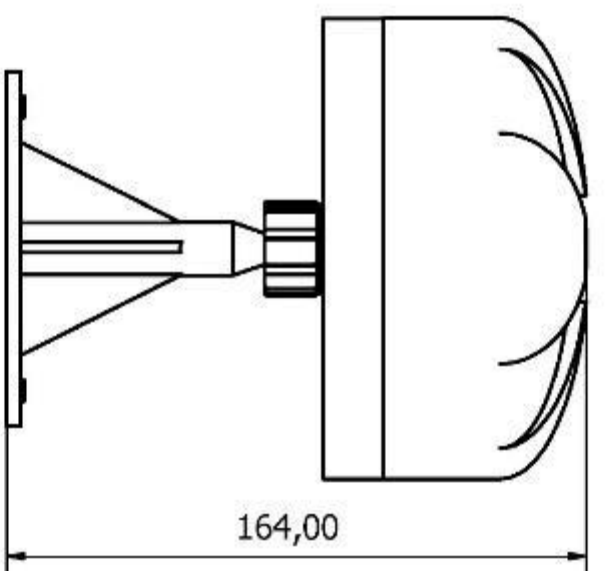
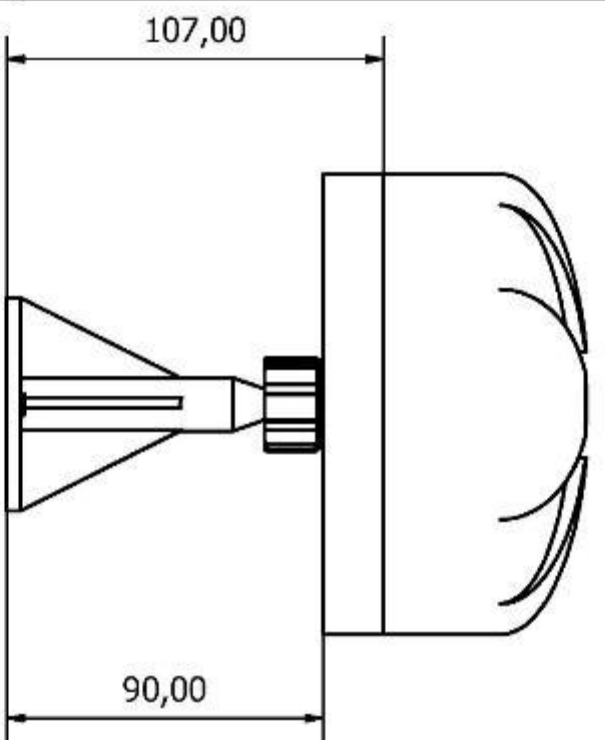
```
{
```

```
  return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
```

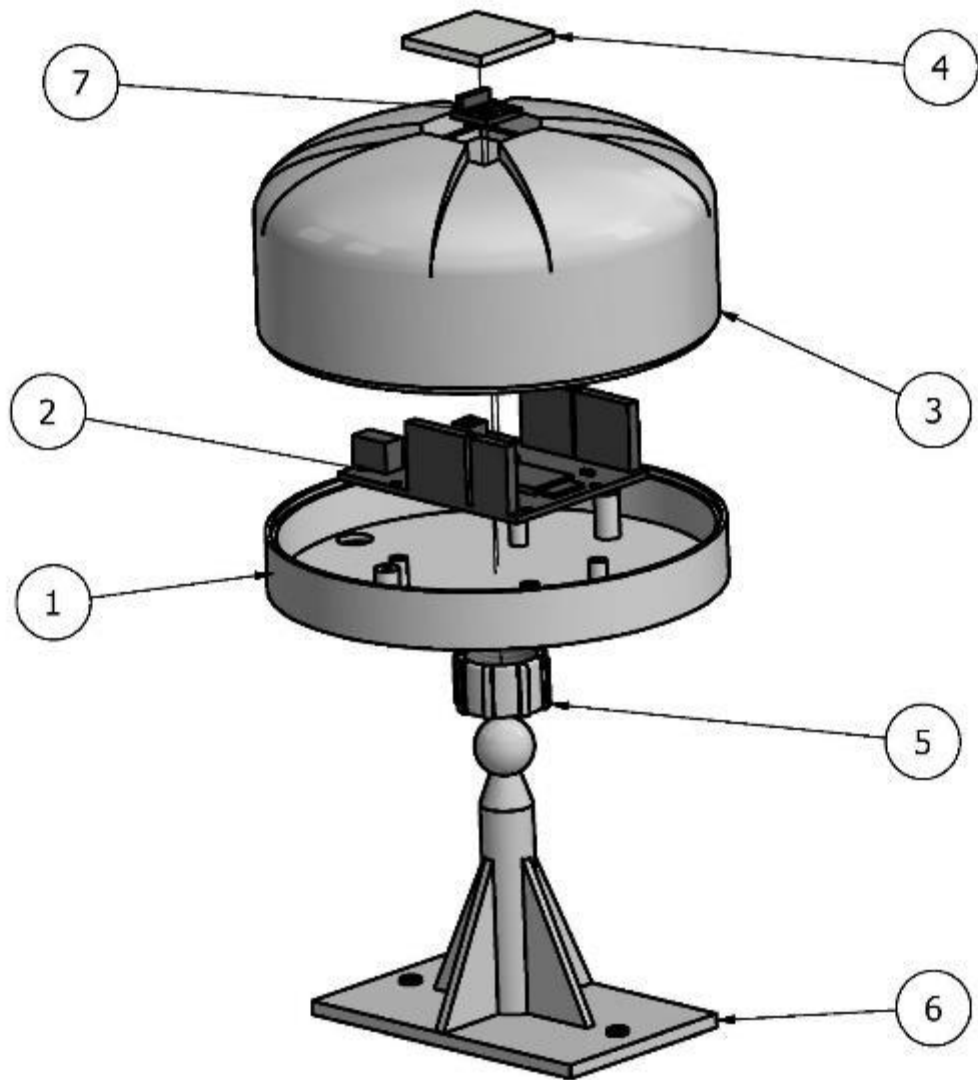
```
}
```

Anexo 4

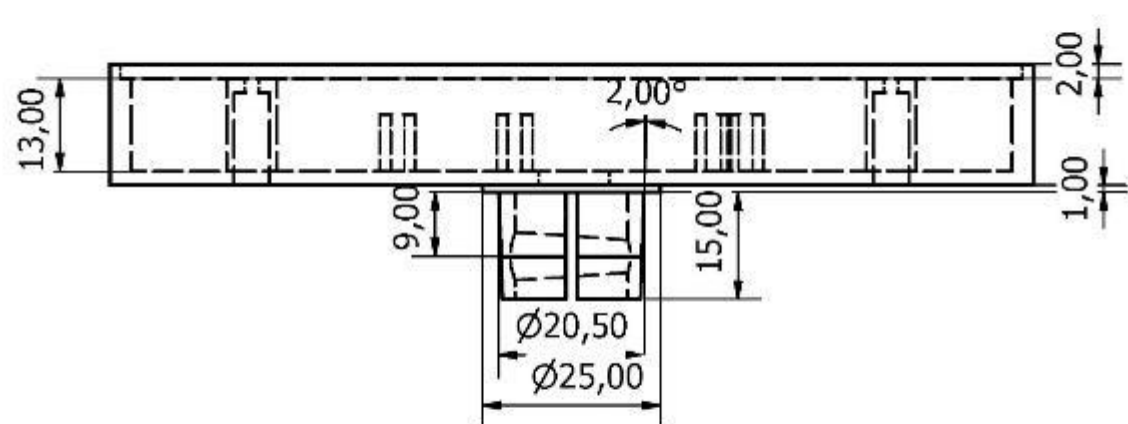
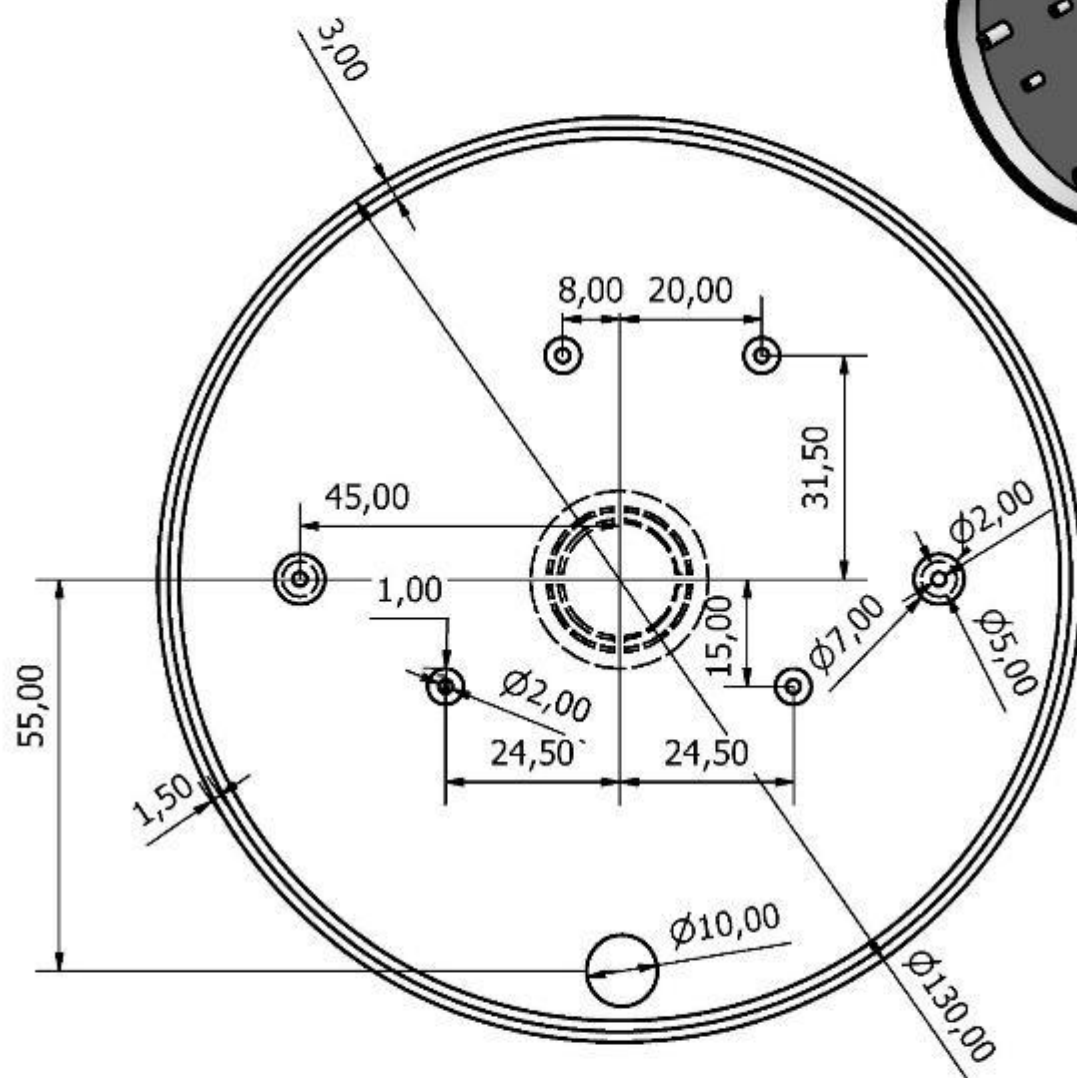
Planos constructivos



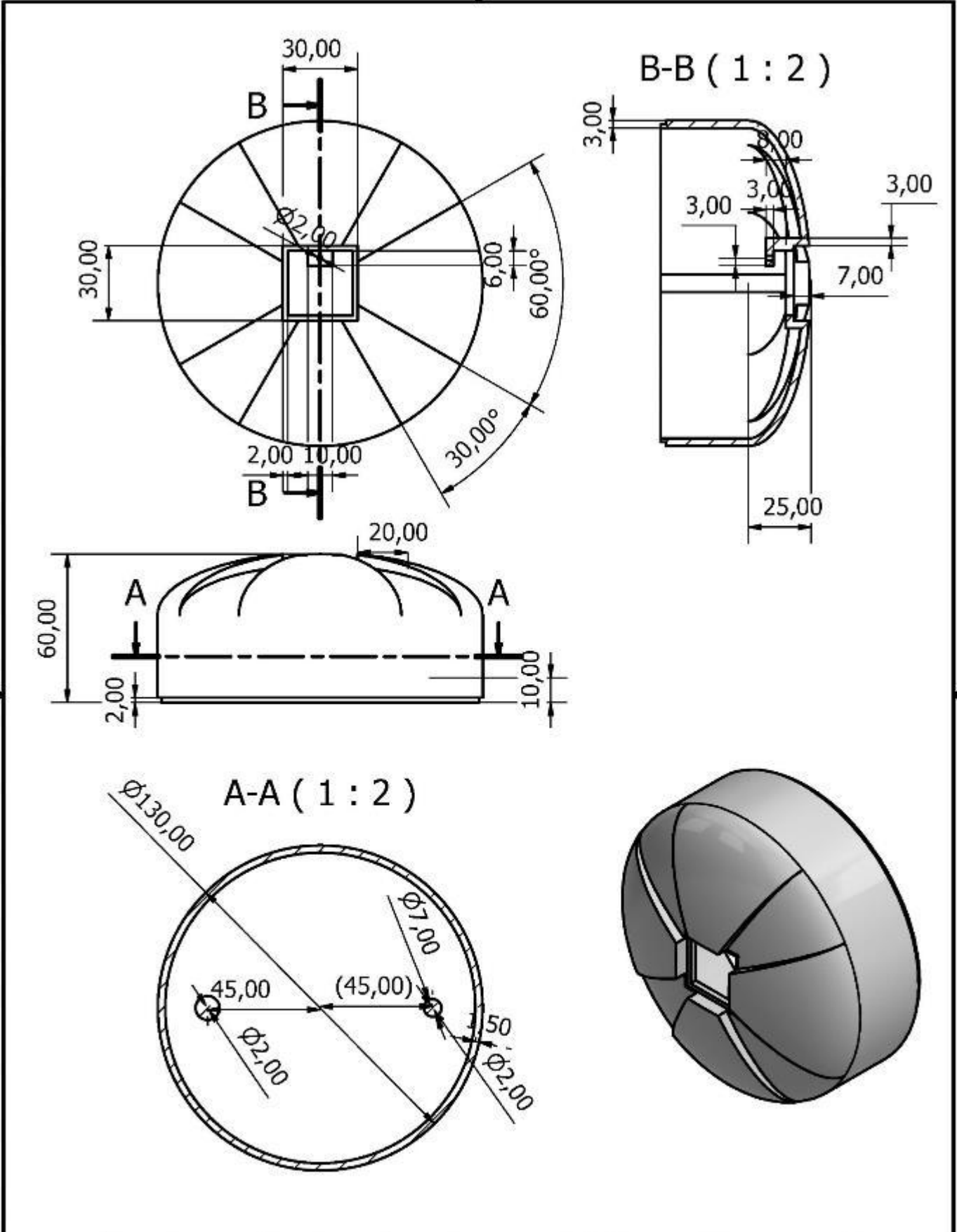
Designed by Acurto D.	Checked by Santamaria S.	Approved by Santamaria S.	Date 13/6/2021	ESC 1:2	Date 13/6/2021
Dispositivo de alerta UV					
PUCESA			Vista General		
			Edition V1.0	Sheet 1 / 6	



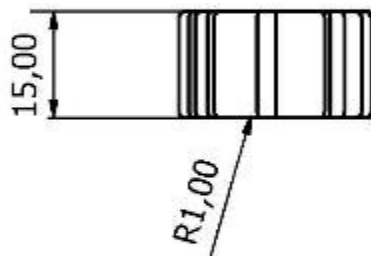
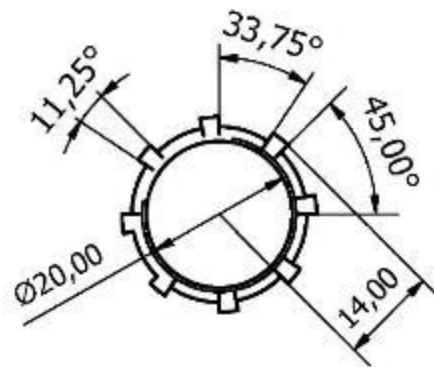
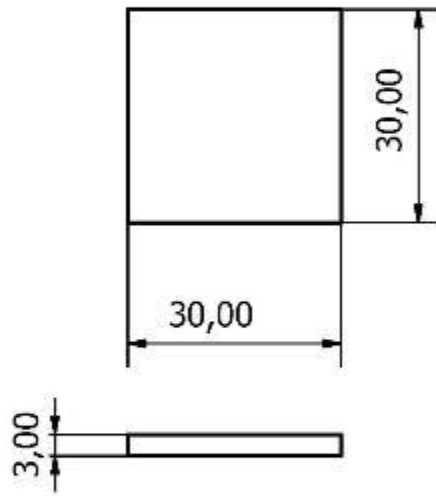
PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	back plate	ABS Printed
2	1	board	Wemos D1 R32
3	1	front plate	ABS Printed
4	1	vidrio	Claro 3mm
5	1	cap screw	ABS Printed
6	1	base	ABS Printed
7	1	sensor	GY-8511 ML-8511
Designed by Acurio D.	Checked by Santamaría S.	Approved by Santamaría S. 13/6/2021	Date ESC 1:2 Date 13/6/2021
PUCESA		Dispositivo de alerta UV	
		Despiece	Edition V1.0 Sheet 2 / 6



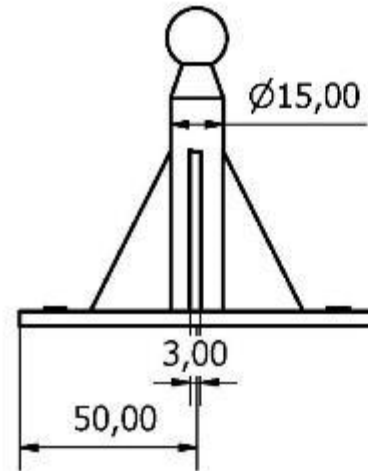
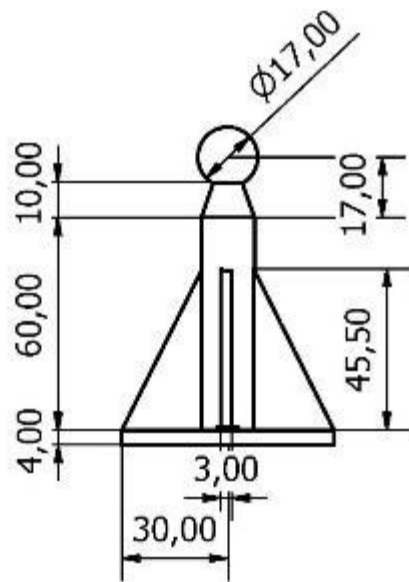
Designed by Acurio D.	Checked by Santamaría S.	Approved by Santamaría S.	Date 13/6/2021	ESC 1:1	Date 13/6/2021	
PUCESA			Dispositivo de alerta UV			
			back plate		Edition V1.0	Sheet 3 / 6



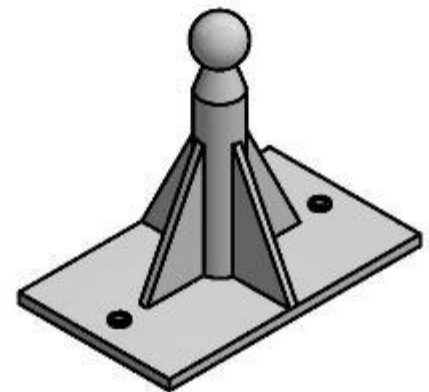
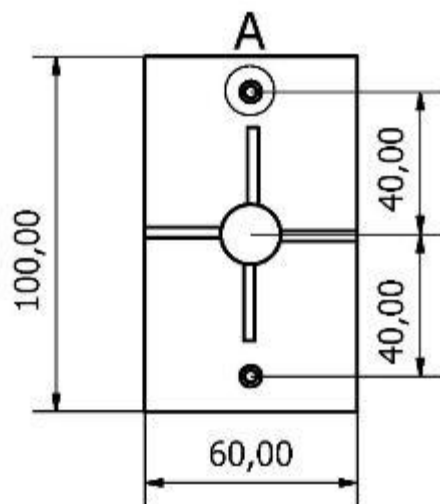
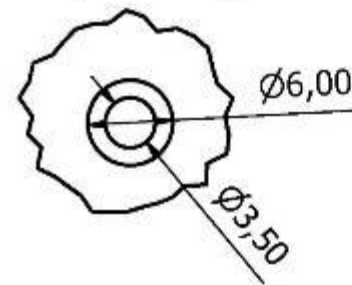
Designed by Acurio D.	Checked by Santamaría S.	Approved by Santamaría S.	Date 13/6/2021	ESC 1:2	Date 13/6/2021	
PUCESA			Dispositivo de alerta UV			
			front plate		Edition V1.0	Sheet 4 / 6



Designed by Acurio D.	Checked by Santamaría S.	Approved by Santamaría S.	Date 13/6/2021	ESC 1:1	Date 13/6/2021	
PUCESA			Dispositivo de alerta UV			
			vidrio - cap screw		Edition V1.0	Sheet 5 / 6



A (2 : 1)



Designed by Acurio D.	Checked by Santamaría S.	Approved by Santamaría S.	Date 13/6/2021	ESC 1:1	Date 13/6/2021	
PUCESA			Dispositivo de alerta UV			
base			Edition V1.0	Sheet 6 / 6		