



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**PREVENCIÓN DEL IMPACTO DE LA RADIACIÓN SOLAR MEDIANTE UN
SOLMÁFORO APLICADO EN EL “CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL
PRIMEROS PASOS”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO**

AUTOR:

HESS GEOVANNY VÁSQUEZ VILLAVICENCIO

DIRECTOR:

ING. JAVIER BERNARDO CABRERA MEJÍA MSc.

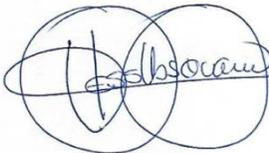
MATRIZ CUENCA

2019

DECLARACIÓN

Yo, Hess Geovanny Vásquez Villavicencio con cedula de identidad N° 0103146379, declaro que el trabajo **PREVENCIÓN DEL IMPACTO DE LA RADIACIÓN SOLAR MEDIANTE UN SOLMÁFORO APLICADO EN EL “CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL PRIMEROS PASOS”** es de mi responsabilidad y autoría, eximo a la Universidad Católica de Cuenca y a sus representantes de posibles acciones legales.

La Universidad Católica de Cuenca queda facultada para ejercer sus derechos correspondientes a este trabajo según lo establece la Ley de Propiedad Intelectual por su reglamento y norma institucional vigente.

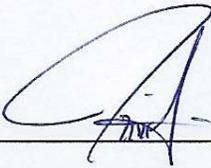
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Hess Geovanny', is written over a faint background of two overlapping circles.

Hess Geovanny Vásquez Villavicencio

CI: 0103146379

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de titulación fue desarrollado por Hess Geovanny Vásquez Villavicencio bajo mi supervisión.



A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'A' shape with a horizontal line extending to the right, positioned above a solid black horizontal line.

Ing. Javier Bernardo Cabrera Mejía MSc.

DIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

Al culminar este trabajo y cerrar esta etapa universitaria, ¡que vaya que a ha durado! quiero agradecer a Dios por poner en mi camino y vida a las personas correctas que de una u otra forma me ayudaron a terminar esta meta que a momentos la veía muy lejana.

Agradecer a las personas que en los momentos más difíciles creyeron que todo se podía solucionar y no me dejaron claudicar, para ustedes mi reconocimiento eterno, mis papis Hess y Judith, mi esposa Sonia, y mi suegro Diego.

Al Ingeniero Javier Cabrera M. director de este proyecto por toda su ayuda, tiempo y colaboración para culminar con éxito todo este trabajo.

Y a los amigos que a lo largo de los años de universidad supieron brindarme su ayuda desinteresada para que todo sea más llevadero, de manera especial a Vane, (†) Eco Marcelo, Don Carlitos.

DEDICATORIA

A mis hijas, Mica y Dome para que tengan en cuenta que nunca es tarde para lograr lo que nos proponemos...

A mi "Dianita Luzmila", a mi Papi, a mi Mami, por todo su amor, su ayuda, y su paciencia conmigo.

A mis hermanos y toda mi familia, que son quienes hacen todos los momentos mejores y más felices... por que vengan muchos años más de unión y amor.

Les tengo en mi corazón.

Hess Geovanny

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	4
DEDICATORIA	5
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABLAS	10
LISTA DE ANEXOS	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCION	14
CAPÍTULO 1	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION	16
1.1 Fuentes de energías renovables.	16
1.1. Descripción del problema.....	16
1.1.1. Delimitación del problema	16
1.2. Justificación	17
1.3. Objetivos.....	18
1.3.1. Objetivo general.....	18
1.3.2. Objetivos específicos	18
1.4. Hipótesis	18
CAPÍTULO 2	19
MARCO TEÓRICO	19

2.1.	Bases teóricas	19
2.1.1.	Formación del sol.....	19
2.1.2.	Movimiento aparente del sol.....	20
2.1.3.	Energía solar.....	22
2.1.4.	Radiación solar	22
2.1.5.	Radiación solar terrestre	24
2.1.6.	Unidades de medida de radiación solar	25
2.1.7.	Radiación térmica	25
2.1.8.	Factores que influyen en el índice de la radiación solar ultravioleta que llega a un determinado punto de la superficie terrestre.....	26
2.1.9.	Comportamientos de incidencia de la radiación solar ultravioleta sobre la superficie terrestre	27
2.1.10.	Medición de la energía solar incidente sobre el suelo.....	28
2.1.11.	Medición de la radiación total	31
2.1.12.	Clima y ubicación geográfica de Cuenca	32
2.1.13.	Fisiografía urbana.....	33
2.1.14.	Evolución histórica.....	33
2.2.	Definición de términos.....	34
2.2.1.	Nivel socioeconómico.....	34
2.2.2.	Calidad ambiental	35
2.2.3.	Riesgo ambiental	35
2.2.4.	Calentamiento global	36
2.2.5.	Efecto invernadero	36
2.2.6.	Cambio climático.....	36
CAPÍTULO 3		37
DISEÑO METODOLÓGICO		37
3.1.	Tipo y diseño de la investigación.....	37
3.1.1.	Tipo de investigación	37

3.1.2.	Diseño de la investigación.....	37
3.2.	Población y muestra.....	37
3.3.	Ubicación y descripción de la población.....	38
3.4.	Operacionalización de las variables.....	39
3.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	40
3.6.	Encuesta y análisis para la aplicación de un Solmáforo.....	40
CAPÍTULO 4.....		45
PROPUESTA.....		45
4.1.	Radiación Solar.....	45
4.2.	Medir la radiación ultravioleta y calcular el índice UV.....	50
4.3.	Usar el fotodiodo Schottky GUVA-S12SD del módulo UVM30A con Arduino	52
4.4.	Implementar el método en un semáforo de índice UV.....	57
4.5.	Imágenes del Semáforo.....	61
CONCLUSIONES.....		62
RECOMENDACIONES.....		63
BIBLIOGRAFÍA.....		64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representación de la reacción neta de fusión nuclear en el interior del sol..	20
Figura 2. Movimiento aparente del sol adaptada.....	21
Figura 3. Radiación solar.....	23
Figura 4. Radiación Solar terrestre.....	25
Figura 5. Piranómetro.....	29
Figura 6. Pirheliómetro.....	30
Figura 7. Heliógrafo.....	31
Figura 8. Centro Desarrollo Infantil.....	38
Figura 9. Ubicación Centro Desarrollo Infantil.....	39
Figura 10. Pregunta 1.....	41
Figura 11. Pregunta 2.....	42
Figura 12. Pregunta 3.....	42
Figura 13. Pregunta 4.....	43
Figura 14. Beneficios.....	44
Figura 15. Niños con la utilización del Solmáforo.....	44
Figura 16. Medida de Radiación.....	45
Figura 17. Medida de Radiación.....	46
Figura 18. Medida de Radiación.....	46
Figura 19. Medida de Radiación.....	47
Figura 20. Medida de Radiación.....	47
Figura 21. Medida de Radiación.....	48
Figura 22. Medida de Radiación.....	48
Figura 23. Medida de Radiación.....	49
Figura 24. Medida de Radiación.....	49
Figura 25. Medida de Radiación.....	51
Figura 26. Cálculo UV.....	51
Figura 27. Fotodiodo Schottky.....	52

Figura 28. Índice UV.....	53
Figura 29. Diagrama de conexión Solmáforo.....	58
Figura 30. Componentes del Solmáforo	61
Figura 31. Solmáforo.....	61

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	39
Tabla 2. Pregunta 1.....	41
Tabla 3. Pregunta 2.....	41
Tabla 4. Pregunta 3.....	42
Tabla 5. Pregunta 4.....	43

LISTA DE ANEXOS

No table of figures entries found.

RESUMEN

La Electrónica es un componente dentro del desarrollo y la formación académica de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Católica de Cuenca y así poder realizar estudios y proyectos donde ayuden en nuestro día a día ya sea en la salud y bienestar de los estudiantes y de la población en general. Es esta motivación, la que me lleva a tener en mente el saber acerca de cuan expuestos estamos las personas de la Ciudad de Cuenca, y por esta razón es que la siguiente investigación fue el de realizar un diseño de señalización que informe a los estudiantes del Centro de Desarrollo Infantil Mis Primeros Pasos acerca de los niveles de exposición de la radiación solar, es decir, se destaca la importancia de estos equipos porque permiten medir, de manera instantánea y dar a conocer en forma didáctica, los niveles de tipo ultravioleta que se están registrando, e informar el si las personas puedan estar expuestas para poder así prevenir la principal causa del cáncer a la piel y poner concientizar a los estudiantes acerca de los riesgos que se tiene la exposición prolongada a la radiación solar. Así los colores fluctúan desde violeta, rojo, anaranjado, amarillo y verde, cuya intensidad en ese orden es: extrema, muy alta, alta, moderada y baja. Para lograr esto, se realizó un estudio de los niveles de radiación solar donde se detectó niveles alarmantes de radiación ultravioleta y se procedió a realizar un sistema de señalización UV.

Palabras clave: RADIACIÓN SOLAR, RADIACION ULTRAVIOLETA, SOLMAFORO, CÁNCER DE PIEL, SEÑALIZACIÓN UV.

Ing. Javier Cabrera

ABSTRACT

The Electronics is a component within the development and academic training of the students of the Electrical Engineering career of the Catholic University of Cuenca and thus be able to carry out studies and projects that help in our day to day either in the health and well-being of the students and the general population. It is this motivation, which leads me to keep in mind the knowledge about how exposed are the people of the City of Cuenca, and for this reason is that the next research was to make a signaling design to inform students of the Child Development "Center Mis Primeros Pasos" about the exposure levels of solar radiation, that is, the importance of these equipment is highlighted because they allow to measure, in an instantaneous way and to make known didactically, the levels of ultraviolet type that are They are registering, and informing if people can be exposed in order to prevent the main cause of skin cancer and raise awareness among students about the risks of prolonged exposure to solar radiation. Thus the colors fluctuate from violet, red, orange, yellow and green, whose intensity in that order is: extreme, very high, high, moderate and low. To achieve this, a study was made of solar radiation levels where alarming levels of ultraviolet radiation were detected and a UV signaling system was carried out.

KEY WORDS: SOLAR RADIATION, ULTRAVIOLET RADIATION, SOLMAFORO, SKIN CANCER, UV SIGNALING.

INTRODUCCION

En la presente investigación, se da una explicación acerca de la radiación solar puesto que para la vida de todos es de gran importancia porque da forma del clima de la tierra e influye de manera significativa en el medio ambiente, sin embargo, una sobre exposición puede ser causante de riesgo para la salud ya que genera envejecimiento prematuro de la piel, aparición de arrugas, aumento de la probabilidad de padecer enfermedades relacionadas con la depresión del sistema inmunológico problemas oculares y cáncer de piel. Y es por esta razón que se realiza la investigación relacionada acerca de los aspectos generales referentes a la radiación solar y la construcción de un sistema de señalización de radiación UV indicando su funcionamiento de una manera muy detallada abarcando aspectos importantes a tener en cuenta en el diseño del sistema de señalización de radiación ultravioleta. Con la finalidad de guiar y orientar el proceso de investigación, se plantean las siguientes hipótesis: Se implementa un prototipo que permita la señalización utilizando sensores ópticos para la protección solar como medida preventiva para evitar enfermedades como las quemaduras, cáncer de piel y otros efectos adversos causados por el sol a los estudiantes del Centro de Desarrollo Infantil Mis Primeros Pasos.

Se analizará el funcionamiento de un sistema de señalización utilizando sensores ópticos para la prevención de los efectos de la radiación solar para los estudiantes del Centro de Desarrollo Infantil Mis Primeros Pasos.

Se Diseña y se implementa un sistema de señalización utilizando sensores ópticos para la prevención de los efectos de la radiación solar para los estudiantes del Centro de Desarrollo Infantil Mis Primeros Pasos.

La presente investigación está dividida en capítulos, como sigue:

En el CAPÍTULO I se trata las principales partes de un trabajo de investigación como es el problema de estudio, los antecedentes de la investigación, los objetivos de la investigación, y la metodología que se usara para la realización del presente proyecto.

En el CAPÍTULO II, se da énfasis al Marco Teórico, empezando con una descripción detallada acerca del sistema de señalización y su funcionamiento y aspectos importantes que se deben tomar en cuenta para el diseño de un Solmáforo, también se describen los conceptos que engloban a dicho diseño.

En el CAPÍTULO III, está la metodología de la investigación, partiendo de la descripción de la zona de trabajo, la descripción del estado actual de los niveles de radiación solar que están expuestos los estudiantes del Centro de Desarrollo Infantil Mis Primeros Pasos. A la vez, se da una descripción del área de investigación, en el contexto del proyecto, tomando en cuenta la ubicación geográfica.

En el CAPÍTULO IV, se realiza una propuesta, para la medición de la radiación ultravioleta y cálculos de radiación UV, con la implementación del solmáforo.

Finalmente se analizan los resultados de la implementación del sistema de señalización UV para verificar su eficiencia

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 Fuentes de energías renovables.

1.1. Descripción del problema

El Centro de Desarrollo Infantil Primeros Pasos se encuentra establecido en la ciudad de Cuenca, conformado por los docentes, personal administrativo y los niños estudiantes.

Se detecta niveles de radiación elevados, los niños no tienen protección alguna ni los docentes ninguna manera de evitar el exponerse a los rayos solares UV, por lo que se formula la siguiente pregunta:

¿Se puede diseñar un dispositivo de semaforización de radiación solar para prevenir a los docentes y niños de los niveles altos de rayos UV?

1.1.1. Delimitación del problema

Dentro del alcance del proyecto se encuentra la implementación de un dispositivo de semáforo que indicará los niveles de radiación solar, para garantizar el aumento del mismo en horas de la prestación de servicios del Centro de Desarrollo Infantil.

Otra de las condiciones que está inmersa dentro de las limitaciones es la preservación del medio ambiente.

Tomando como variables más importantes los niños y los docentes, así como los valores obtenidos del dispositivo electrónico.

1.2. Justificación

Este proyecto previene las diferentes enfermedades que se pueden presentar al momento de estar expuestos a la radiación solar sin ningún tipo de prevención, especialmente en los niños del Centro de Desarrollo Infantil Primeros Pasos.

La radiación ultravioleta tanto de fuentes naturales o artificiales produce daños en un tiempo corto o largo en todos los niveles, de manera especial en ojos y piel, que van desde quemaduras solares, queratitis actínica y tumores malignos de piel y cataratas a nivel ocular destacando que en los últimos años el cáncer de piel ha aumentado significativamente en todo el mundo. Resaltando así la prevención de la radiación utilizando un dispositivo que censará y dará señalización a manera de semáforo, el cual disminuirá las enfermedades causadas por los efectos de las altas radiaciones solares, previniendo a los docentes y niños de estas.

La novedad científica de los resultados en este proyecto es: la determinación de la cantidad de radiación solar emitida en el lugar de estudio para lograr determinar un sistema de prevención para la sociedad.

Es importante los siguientes puntos:

- Futuras generaciones de Ingeniería eléctrica se podrán basar en este proyecto para realizar y mejorar dispositivos frente a la fuerte radiación solar que se registra en esta parte del país.
- Los daños tanto crónicos como agudo que provoca la radiación UV sobre la piel, ojos y el sistema inmunológico de los estudiantes, se encuentra relacionado de manera directa con la intensidad de la radiación, el tiempo de exposición y con características de la piel de cada individuo.

- Es de preocupación colectiva la variación del clima por los posibles efectos del cambio climático que está afectando casi a todo el mundo.
- Se podrá saber cómo influye el clima en el rendimiento de los niños y la actitud de los docentes.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Prevenir el impacto de la radiación solar mediante un Solmáforo aplicado en el Centro de desarrollo infantil Primeros Pasos

1.3.2. Objetivos específicos

- Investigar los tipos de radiación existentes.
- Estudiar y analizar el funcionamiento e impacto de un Solmáforo para evitar la radiación solar.
- Implementar un dispositivo para señalización y utilizar sensores para la prevención de los efectos de la radiación solar para los docentes y niños del centro infantil.

1.4. Hipótesis

Con este proyecto se implementará un dispositivo que permita demostrar que se puede prevenir mediante la señalización utilizando sensores ópticos para la protección solar como medida para evitar enfermedades como las quemaduras, cáncer de piel y otros efectos adversos causados por el sol a los estudiantes del Centro de Desarrollo Infantil Primeros Pasos.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas

“La radiación solar es un factor natural importante para la vida porque moldea el clima de la tierra e influye de manera significativa en el medio ambiente, sin embargo, una sobre exposición puede ser causante de sequías, desertificación, incendios, etc. Asimismo, una banda específica de esta radiación, conocida como radiación ultravioleta (UV) se puede convertir en un factor de riesgo para la salud ya que genera envejecimiento prematuro de la piel, aparición de arrugas, aumento de la probabilidad de padecer enfermedades relacionadas con la depresión del sistema inmunológico problemas oculares y cáncer de piel”. (Varo Martínez, 2006, p.32).

2.1.1. Formación del sol

“El sol se formó hace aproximadamente 4600 millones de años a partir del colapso gravitacional de la materia dentro de una región de una gran nube molecular. La mayor parte de esta materia se acumuló en el centro, mientras que el resto se aplanó en un disco en órbita que se convirtió en el Sistema Solar. La masa central se volvió cada vez más densa y caliente, dando lugar con el tiempo al inicio de la fusión nuclear en su núcleo. Se cree que casi todas las estrellas se forman por este proceso”. (Rangel, 2016, p.43).

El Sol es más o menos de edad intermedia y no ha cambiado drásticamente desde hace más de cuatro mil millones de años, y seguirá siendo bastante estable durante otros cinco mil millones de años más. Sin embargo, después de que la fusión del hidrógeno en su núcleo se haya detenido, el Sol sufrirá cambios severos y se convertirá en una gigante roja.

Se estima que el Sol se volverá lo suficientemente grande como para engullir las órbitas actuales de Mercurio, Venus y posiblemente la Tierra.

El Sol es una estrella que se ubica en la fase denominada secuencia principal, con un tipo espectral G2 y clase de luminosidad V, que también es nombrada como enana amarilla, se formó entre 4567,9 y 4570,1 millones de años y permanecerá en la secuencia principal aproximadamente 5000 millones de años más. El Sol, junto con todos los cuerpos celestes que orbitan a su alrededor, incluida la Tierra, forman el sistema solar.

Según Celemín, (2008), el sol es la más perfecta central nuclear que conocemos y en su seno se desarrollan reacciones termonucleares como las siguientes:

4 hidrógeno → 1 helio + energía.

Ve= Neutrino electrónico según ciclo de Bethe.

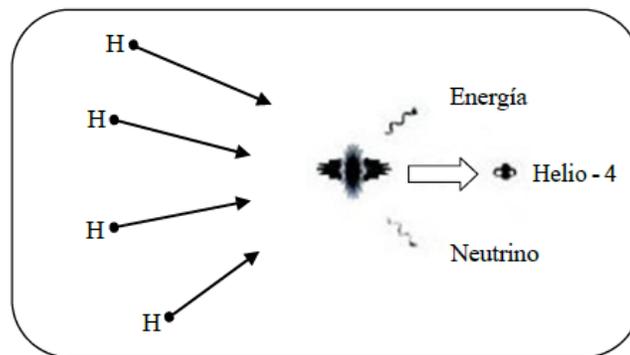


Figura 1. Representación de la reacción neta de fusión nuclear en el interior del sol

Fuente. Autor

2.1.2. Movimiento aparente del sol

El movimiento de rotación de la tierra hace que el sol tenga un movimiento aparente en el cielo durante el día desde puntos cercanos al este hacia puntos cercanos al oeste. La posición del sol en el cielo varía durante el día según la posición del observador. La variación de latitud en la posición del observador provocará que el movimiento aparente del

sol sea más al norte si el observador va al sur y más al sur si el observador se encuentra al norte. La tierra tiene una inclinación en su eje rotacional de 23.45° con respecto a la línea entre el centro del sol y el centro de la tierra. Esta diferencia en la inclinación es llamada declinación. Es por esto que en el movimiento de traslación se tienen las diferentes estaciones anuales. Durante el año los equinoccios y solsticios son debido a la declinación. En los equinoccios la altitud del sol es mayor en el ecuador alcanzando su punto máximo dos veces al año (22 de marzo y 23 de septiembre). Son los únicos dos días del año en los que el sol sale por el este y se oculta en el oeste. Suponiendo que el observador estuviera ubicado en el ecuador, el sol estaría justo encima de su cabeza formando un ángulo de 90° (Wenham et al., 2011).

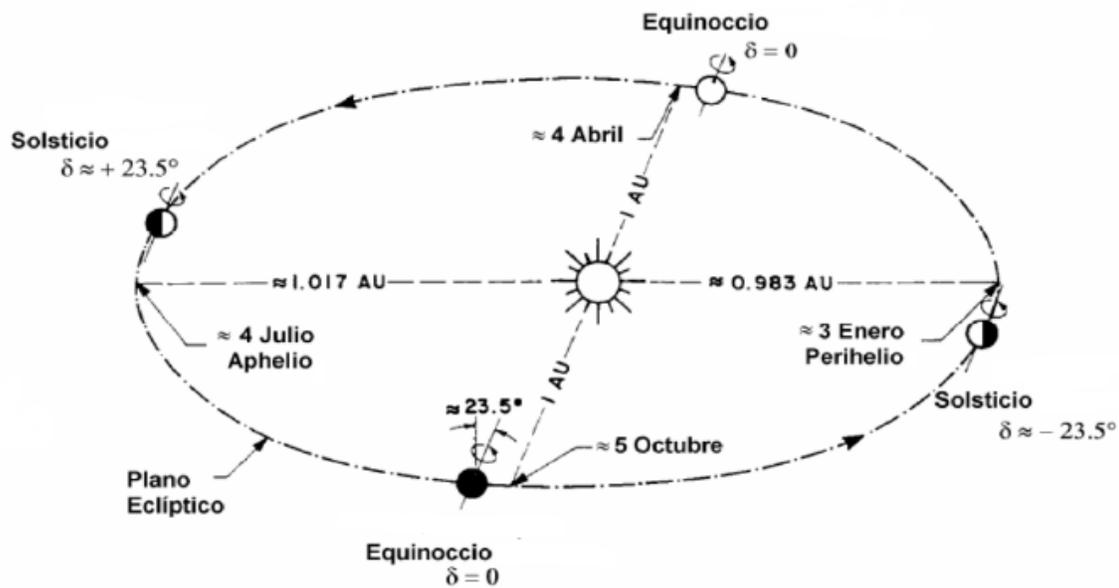


Figura 2. Movimiento aparente del sol adaptada.

Fuente. Duffie y Beckman

En los solsticios la posición del sol se alterna entre el hemisferio sur y norte. El 21 de junio es verano para el hemisferio norte ya que la inclinación de la tierra hace que la radiación sea mayor en el norte. Mientras que en el hemisferio sur es invierno. Para el 21 de

diciembre la posición en órbita y la inclinación de la tierra permite una mayor radiación en el hemisferio sur, es entonces el inicio del invierno para el hemisferio norte (Duffie & Beckman, 2013; Wenham et al., 2011).

El cálculo de los diferentes ángulos de posicionamiento del sol es de gran ayuda para obtener el máximo aprovechamiento de la energía solar.

2.1.3. Energía solar

“Es la energía radiante producida en el Sol, como resultado de reacciones nucleares de fusión que llegan a la Tierra a través del espacio en paquetes de energía llamados fotones (luz), que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestres”. (Orbegozo, 2010, p.23).

Sin la presencia del sol no existiría vida en la tierra. El planeta sería demasiado frío, no crecerían las plantas ni habría vida alguna, exceptuando por algunas bacterias. Todos nuestros recursos energéticos provienen indirectamente del sol.

“Los combustibles fósiles son plantas y árboles muy antiguos, que crecieron gracias a la luz solar y han sido comprimidos durante millones de años. La energía eólica e hidráulica son generadas mediante procesos conducidos por el sol. La madera para combustible es obtenida de los árboles, los cuales no podrían crecer sin luz solar”. (Orbegozo, 2010, p.24).

2.1.4. Radiación solar

“Es la energía electromagnética (del sol) emitida, transmitida o recibida, podemos considerarla también como una lluvia de pequeñas partículas llamadas fotones. Los fotones viajan a la velocidad de la luz ($c=3.108m/s$), independientemente de su longitud de

onda λ , el comportamiento de la radiación solar está determinado por la ecuación $\lambda=c/v$, donde v es la frecuencia de la propagación de los fotones”. (RISOL, 1999)

- Es un tipo de onda electromagnética que viaja desde el sol hasta la tierra.
- Esta compuesta de rayos UVA y UVB.
- El daño dependerá de la intensidad, tiempo de exposición y de la piel del individuo.

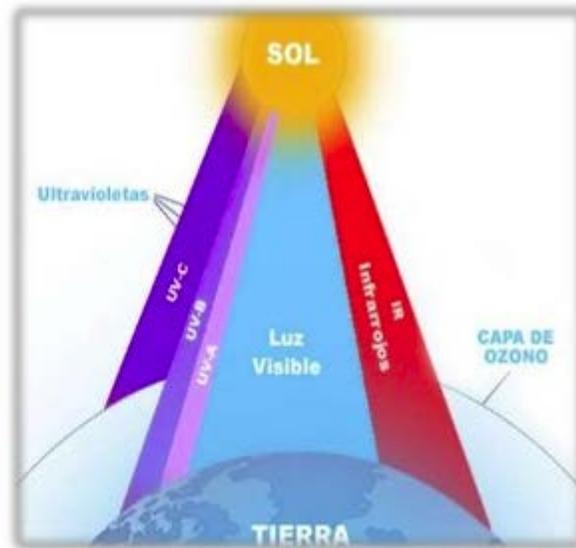


Figura 3. Radiación solar

Fuente. Autor

Las radiaciones electromagnéticas que se emiten por el Sol se llaman radiación solar. Ahora bien, la atmósfera Terrestre no es calentada directamente por la radiación solar, sino que, por medio de la reflexión, que es el cambio de dirección de un rayo de luz cuando este no traspasa una superficie, de la radiación en el suelo y la superficie de los mares.

Esta energía solar produce cierta temperatura en la superficie terrestre y es trabajo de la atmósfera reducir la diferencia entre las temperaturas del día y de la noche para que estos cambios no sean extremadamente bruscos.

“Aproximadamente el 47% de la radiación solar incide sobre la superficie terrestre. El 53% que resta es reflejada al exterior espacial o se absorbe en la atmósfera. En términos de energía solar, la cantidad de energía que recibe una superficie de área expresada en

metros cuadrados se denomina irradiancia y es expresada como W/m^2 ; donde W es una medida de potencia y m^2 es una medida de área". (P. Ramírez, Karina,2009).

2.1.5. Radiación solar terrestre

En la atmósfera se refleja parte de la radiación que llega del sol, y otra parte se absorbe, a la superficie de la tierra llega, de manera lógica una cantidad menor que la que se tiene en el exterior de la atmósfera. Siendo de unos $900 W/m^2$, la cual varía en dependencia de la hora del día, del día del mes y del mes del año.

Para especificar la Radiación Solar Terrestre, es necesario definir los siguientes conceptos:

- **Radiación Solar Directa:** Es la radiación que incide directamente del sol.
- **Radiación Solar Difusa:** Es la radiación dispersada por los agentes atmosféricos (nubes, polvo, etc.)
- **Radiación Solar Reflejada (albedo):** Es la radiación reflejada por el suelo o por los objetos cercanos

La radiación solar total sobre la superficie terrestre, es la suma de estas tres componentes y es la que se mide con un medidor de radiación solar llamado piranómetro.



Figura 4. Radiación Solar terrestre

Fuente. Autor

2.1.6. Unidades de medida de radiación solar

Las cantidades de radiación son expresadas generalmente en términos de exposición radiante, siendo esta última una medida del flujo de energía recibida por unidad de área en forma instantánea como $\frac{\text{Energía}}{\text{área tiempo}}$ y cuya unidad es el vatio por metro cuadrado (W/m²).

Un vatio es igual a un Joule por segundo.

La exposición radiante es la medida de la radiación solar, en la cual la irradiancia es integrada en el tiempo como $\frac{\text{Energía}}{\text{área}}$ y cuya unidad es el KWh/m² por día (si es integrada en el día) o MJ/m² por día.

2.1.7. Radiación térmica

“La transferencia de calor mediante radiación térmica no requiere materia.

Considerando un sólido que inicialmente está a una temperatura más alta que la de los

alrededores, y en el entorno existe vacío; el cual evita la pérdida de energía desde la superficie del sólido por convección o conducción, la intuición nos dice que el sólido se enfriará y finalmente alcanzará el equilibrio termodinámico con sus alrededores. Este enfriamiento está asociado con una reducción en la energía interna almacenada por el sólido y es una radiación térmica desde la superficie”. (Trilla, 2007)

2.1.8. Factores que influyen en el índice de la radiación solar ultravioleta que llega a un determinado punto de la superficie terrestre

Según Rodés, Piqué, & Trilla, (2007), la dosis de radiación solar en un determinado momento depende de varios factores:

- **Hora del día:** los rayos UV son más potentes entre 10 a.m. y 4 p.m.
- **Temporada del año:** los rayos UV son más potentes durante los meses de la primavera y el verano. Este es un factor menos importante cerca del ecuador.
- **Distancia desde el ecuador (latitud):** la exposición a UV disminuye a medida que se aleja de la línea ecuatorial.
- **Altitud:** más rayos UV llegan al suelo en elevaciones más altas.
- **Formación nubosa:** el efecto de las nubes puede variar, ya que a veces la formación nubosa bloquea a algunos rayos UV del sol y reduce la exposición a rayos UV, mientras que algunos tipos de nubes pueden reflejar los rayos UV y pueden aumentar la exposición a los rayos UV. Lo que es importante saber es que los rayos UV pueden atravesar las nubes, incluso en un día nublado.

- **Reflejo de las superficies:** los rayos UV pueden rebotar en superficies como el agua, la arena, la nieve, el pavimento, o la hierba, lo que lleva a un aumento en la exposición a los rayos UV.

2.1.9. Comportamientos de incidencia de la radiación solar ultravioleta sobre la superficie terrestre

Según Calle, (2004), cuando la radiación solar penetra en la atmósfera experimenta los procesos de reflexión, dispersión y absorción.

- **Reflejarse:** la radiación es reenviada de vuelta al espacio
- **Absorberse:** la radiación pasa a incrementar la energía del objeto
- **Dispersión:** la radiación se transmite hacia abajo a otros objetos

Para entender mejor es necesario conocer mejor los siguientes puntos de radiaciones:

- **Radiación directa.**

Se conoce como radiación directa, o rayo, a la radiación recibida del sol que no ha sido absorbida ni dispersada. La radiación solar que se mide fuera de la atmósfera es en su totalidad radiación directa, ya que no hay presencia de cuerpos o fenómenos que modifiquen su trayectoria. Sin embargo, cuando los rayos del sol cruzan la atmósfera, una parte de ellos son absorbidos o dispersados y el resto logra tocar la superficie terrestre en forma directa.

- **Radiación difusa.**

Es la radiación solar recibida en la superficie terrestre después que su dirección ha sido cambiada por la dispersión en la atmósfera.

La radiación que incide sobre una superficie también consiste de radiación solar dispersa proveniente del cielo y posiblemente la radiación solar reflejada por la tierra. Dado que la radiación difusa se presenta cuando los rayos solares penetran la atmósfera, es aquí donde se presentan los dos fenómenos relacionados con la magnitud de la radiación difusa la dispersión y la absorción.

- **Radiación global.**

La radiación global o total es la suma de las radiaciones directa y difusa sobre una superficie. Es la medición más común de la radiación solar (radiación total sobre una superficie horizontal).

2.1.10. Medición de la energía solar incidente sobre el suelo

Para la medición se utilizan diferentes dispositivos, entre los más importantes tenemos.

1. Piranómetro

“La característica principal es que el piranómetro mide la radiación solar global y difusa. El instrumento se coloca en una superficie horizontal, al igual que el pirheliómetro, una célula fotovoltaica mide la cantidad de energía que capta y lo procesa, este equipo tiene que ser conectado a un computador para obtener los datos que genera el instrumento.

La diferencia principal se encuentra en la semiesfera que cubre al sensor la cual no permite que los rayos la atraviesen de forma directa, además gracias a esta característica le permite medir también la radiación reflejada desde la tierra, según la necesidad de la aplicación se puede evitar medir la radiación reflejada desde la tierra colocando un plato alrededor del equipo. Sus datos se muestran en watt/m²”. (Darrena, 2018)



Figura 5. Piranómetro

Fuente. www.darrera.com

2. Pirheliómetro.

Es un instrumento que mide la radiación solar directa en W/m^2 , su funcionamiento es sencillo ya que consta de una célula fotovoltaica la cual capta los rayos solares, los mismos que generan cierta cantidad de energía la cual es medida y calculada por un circuito integrado, la programación permite mostrar resultados en W/m^2 en un display integrado al mismo equipo.

Para poder obtener medidas que reflejen la realidad se debe colocar el instrumento en una sola posición, en nuestro caso para medir la irradiación que llegara a los paneles se colocó al instrumento junto a un panel en la misma posición. La limitación del pirheliómetro es que únicamente mide la radiación solar directa.

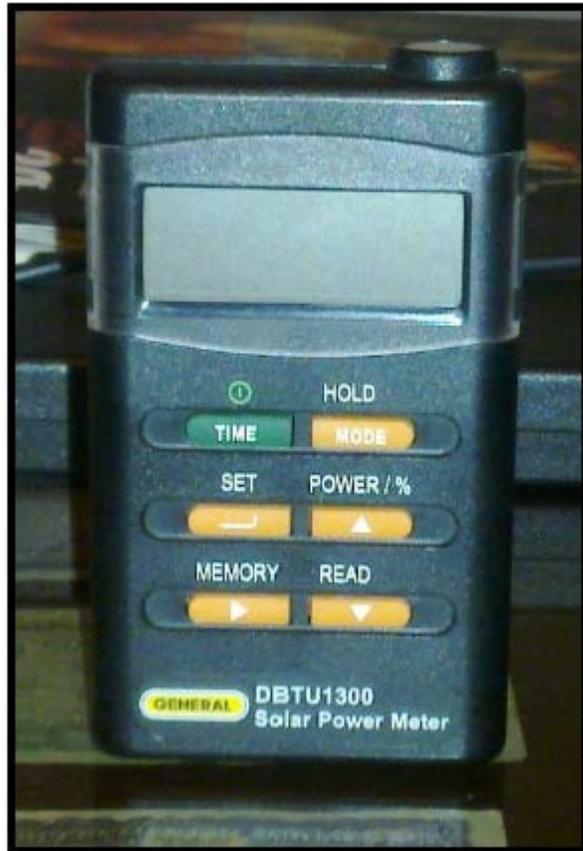


Figura 6. Pirheliómetro

Fuente. Carlos Freire V

3. Heliógrafo

El heliógrafo una esfera de cristal que se orienta hacia el sol, su base se apoyada sobre una superficie horizontal a 120 cm del suelo, para obtener una medición correcta se debe tener un día totalmente soleado y sin obstáculos como nubes, edificios, arboles, etc.

Un soporte que deja situar a la porta bandas en la misma posición donde la irradiación solar quema la banda. Por ser un elemento en su mayoría mecánico se los fabrica teniendo en cuenta la longitud y la latitud de donde se va a realizar la muestra.

Su funcionamiento es muy sencillo ya que los rayos solares atraviesan la esfera haciendo que esta marque la banda como una especie de lupa, los mismos queman un papel marcado

con las horas del día indicando cuando existe mayor radiación solar. La banda está diseñada para ser usada en un país como Ecuador.

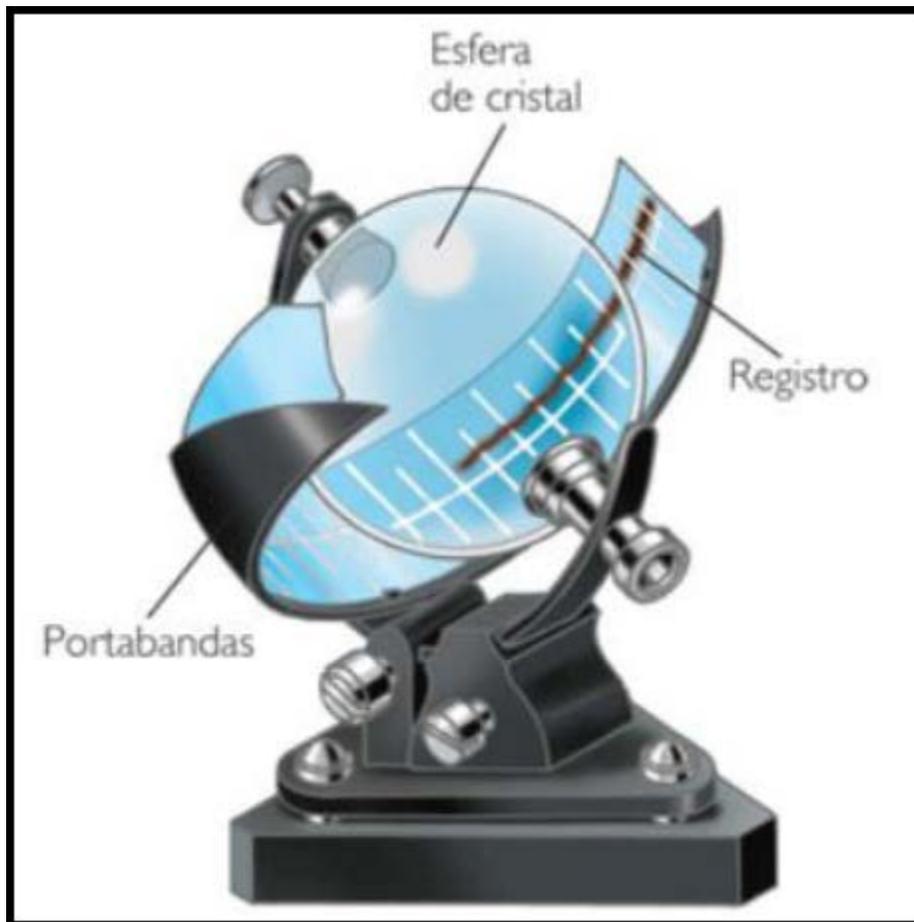


Figura 7. Heliógrafo

Fuente. Carlos Freire V.

2.1.11. Medición de la radiación total

Según Calventus & Carrera, (2006), la radiación instantánea es útil únicamente para determinar el comportamiento de una instalación en un momento específico, por ejemplo, durante una inspección. Sin embargo, la mayor parte del tiempo uno está más interesado en la radiación durante un período prolongado, es decir, por día, por mes o por año. En

especial si uno desea monitorear detalladamente el comportamiento de un sistema, será necesario realizar mediciones en las entradas y salidas del sistema por un período más largo (durante varios meses, un año). Solo en esa forma se podrán solucionar los problemas a corto plazo y evaluar con precisión el comportamiento del sistema.

Así tendrá que medirse la radiación total a lo largo de períodos de tiempo fijos (total por hora o día). Una ventaja de los solarímetros fotovoltaicos es que también están disponibles con un integrador que mide la radiación total diaria u horaria sin dificultad. Si se utilizan los piranómetro, esto no podrá realizarse automáticamente. Si es necesario medir la insolación total por hora o por día, tendrán que utilizarse los dataloggers para almacenar y agregar las mediciones instantáneas. Los dataloggers son costosos, por lo que solo se utilizan para monitoreos detallados de sistemas grandes, o para estudiar sistemas experimentales.

2.1.12. Clima y ubicación geográfica de Cuenca

Cuenca tiene un clima privilegiado por ubicarse dentro de un extenso valle en medio de la columna andina con una temperatura variable entre 7 a 15 °C en invierno y 12 a 25 °C en verano pudiendo decir que goza de un clima primaveral todo el año.

La capital de Azuay, Santa Ana de los Cuatro Ríos de Cuenca, o simplemente "Cuenca", está ubicada entre la latitud: 2° 53' 57" sur y longitud 79° 00' 55" oeste; a una altitud aproximada de 2583 metros encima del nivel de mar. Se encuentra localizada geográficamente en la parte sur del Ecuador, en un valle de la cordillera de los Andes. Está aproximadamente a nueve horas al sur de Quito (capital) y cuatro horas al este de Guayaquil (principal puerto).

2.1.13. Fisiografía urbana

La ciudad está situada a 432 km por carretera al sur de Quito, capital de la República, y a 191 km por carretera al este de la ciudad de Guayaquil, principal puerto ecuatoriano.

Se encuentra en la Región Interandina del Ecuador (Región Sierra) en la parte sur. Está dividida naturalmente en tres terrazas y subdividida en dos partes por el río Tomebamba, demarcando el Centro Histórico, en donde se hallan sus iglesias, calles adoquinadas y hermosas casas republicanas hasta el Barranco, accidente natural y límite entre el Centro Histórico y la parte moderna de Cuenca, esto ya en la terraza baja en donde encontramos modernos edificios, barrios residenciales, centros comerciales y amplias avenidas y áreas verdes. Cuenca está atravesada en varios sectores por los ríos Tomebamba, Yanuncay, Tarqui y Machángara. Estos ríos se unen al noreste de la ciudad y forman el río Cuenca. Su plaza central está situada a 2.550 msnm.

2.1.14. Evolución histórica

“El territorio en el que se asienta Cuenca estuvo poblado desde hace miles de años, primero por grupos humanos cazadores y recolectores, y después por pueblos pertenecientes a la etnia Cañari, que tuvieron importantes conocimientos en Astronomía, agricultura, cerámica y orfebrería, siendo uno de los pueblos del actual Ecuador de más avanzado grado de civilización. Con la presencia de los españoles en el territorio cañari, se vio la necesidad de establecer una ciudad de características hispanas, donde habitarían los colonizadores, con una traza de sus calles dispuesta por las respectivas ordenanzas, y con una plaza central en cuyo perímetro se establecían los poderes civiles, eclesiástico y del cabildo. Cuenca fue fundada oficialmente el 12 de abril del año 1557, por el capitán español Gil Ramírez Dávalos, bajo las órdenes del Virrey del Perú, Andrés Hurtado de

Mendoza, quien dispuso que la ciudad se llamara Cuenca, en recuerdo de la ciudad española del mismo nombre, ciudad natal del Virrey. Durante los siglos coloniales, Cuenca fue una ciudad algo apartada de los principales centros de los virreinos de Lima y Santa Fe de Bogotá, a las cuales perteneció sucesivamente, siendo parte de la Presidencia de Quito. El hecho más notable de la Cuenca colonial fue la llegada de la Misión Geodésica, de científicos franceses encabezados por La Condamine, presencia que causó la trágica muerte del médico de la misión Senierges, por el amor de la bella mestiza Manuela Quezada, apodada, la Cusinga. Cuenca proclamó su independencia del dominio español, el 3 de noviembre de 1820, bajo la dirección de José María Vásquez de Noboa y otros patriotas locales, pero el movimiento fue duramente reprimido por las tropas españolas, consolidándose la emancipación ante la presencia de las tropas libertadoras al mando de Antonio José de Sucre. Cuenca se incorporó a la Gran Colombia, y fue la capital del Departamento del Azuay. En 1830, el Departamento del Azuay, junto con los Departamentos de Quito y Guayaquil formaron la República del Ecuador. Desde entonces Cuenca es la tercera ciudad del país, y su desarrollo en los campos de la cultura y el arte, así como de las artesanías le valió el título de “Atenas del Ecuador”. Actualmente, Cuenca constituye una de las ciudades más dinámicas de la República, centro artesanal, universitario, cultural, industrial y turístico. Su clima privilegiado y la calidad de sus servicios atraen tanto a personas de otros lugares del país como del exterior”. (Cárdenas, 2014)

2.2. Definición de términos

2.2.1. Nivel socioeconómico

Según Mercados, A. O., (1999), es la situación del individuo o de un grupo que lo diferencia de los demás y/o identifica con sus similares según determinadas características en los siguientes aspectos: nivel educativo, tipo de ocupación, ingreso familiar, vivienda, posesión de determinados bienes.

2.2.2. Calidad ambiental

Según Uribe, (2003), la calidad ambiental es uno de los componentes de la calidad de vida dentro de una comunidad, ya que de acuerdo al estado de los recursos naturales renovables que la rodean, se recibirán sus invaluable beneficios o en caso contrario, sus efectos que se reflejarán en un impacto nocivo para la salud especialmente sobre la niñez y la tercera edad. “Las consideraciones ambientales no deben desvincularse de las propuestas y decisiones económicas e industriales. Es necesario entonces que todos los ciudadanos y entidades públicas y privadas sin discriminación, asuman igualmente sus responsabilidades en la protección y respecto medioambiental”.

2.2.3. Riesgo ambiental

Según Berger & Luckmann, (1997), se puede definir este riesgo de varias maneras, es conceptualizado como “la probabilidad de que un elemento adverso ocurra durante un periodo determinado de tiempo, o resulte de una situación particular”. Es la probabilidad de que ocurra o se presente un fenómeno natural o antropogénico destructivo en el ámbito de un sistema afectable. Es considerado también como el resultado de un proceso mental. El estímulo es “peligro”, o sea el objeto o actividad con el potencial de ocasionar un perjuicio o causar un daño. Existen actualmente diversos enfoques sobre el concepto de riesgo, el

cual puede estudiarse desde el punto de vista ambiental, social, cultural, salud pública, económica y política.

2.2.4. Calentamiento global

Según Atlas, (1993), “el aumento del dióxido de carbono, provocado por el propio hombre a partir de la Revolución Industrial, está invirtiendo los términos. Cada año más de 7000 millones de toneladas de dióxido de carbono son aportadas a la atmósfera, en sus dos terceras partes procedentes de la combustión de los combustibles fósiles, mientras el resto lo origina la deforestación y la combustión de las maderas”

2.2.5. Efecto invernadero

Según Atlas, (1993), “el dióxido de carbono absorbe parte de los rayos infrarrojos que emite la superficie terrestre, lo cual impide que se pierdan hacia el espacio exterior.

Este proceso se llama efecto invernadero, atendiendo a que los efectos del dióxido de carbono, respecto a la energía radiante, se parecen a la función que realizan el vidrio o el plástico en un invernáculo”.

2.2.6. Cambio climático

Para Miller, (2007), “cambio en cualquier aspecto del clima de la tierra, como son la temperatura, precipitación e intensidad y forma de los huracanes”.

CAPÍTULO 3

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

En mi trabajo me baso en un enfoque experimental, con recolección de datos periódicamente, para que sean un aporte importante en este trabajo, al diseño del sistema de señalización de radiación ultravioleta, permitiendo a los estudiantes de El Centro de Desarrollo Infantil Primeros Pasos una mejor información acerca de los niveles de exposición dentro de los rangos de medida del índice UV. A la vez fomentar un mejor cuidado informándose constantemente acerca de los niveles de radiación solar observados en la institución.

3.1.2. Diseño de la investigación

Este trabajo se basa en un enfoque teórico, basado en los conceptos de teoría sobre la radiación solar y los rayos UV, y una propuesta para el diseño de señalización, para luego tomando las consideraciones necesarias implementar un sistema de señalización de radiación UV y que permita brindar la información necesaria acerca de los niveles de exposición.

3.2. Población y muestra

La población es todo el personal docente y administrativo del Centro de Desarrollo Infantil, tomando en cuenta que los niños no están en la capacidad de llenar una entrevista o cuestionario.

3.3. Ubicación y descripción de la población

El Centro de Desarrollo Infantil Primeros Pasos se encuentra ubicado en la ciudad de Cuenca, en la Cipreses 1-61 y Ordoñez Laso, es una institución que se encarga del cuidado y enseñanza de niños, los cuales buscan el desarrollo de la mejor manera motivándolos con diferentes actividades y docentes con una preparación de alta calidad.



Figura 8. Centro Desarrollo Infantil

Fuente. Autor

Primeros Pasos cuenta con un equipo de profesionales en educación y la psicología que ofrece a los niños una atención minuciosa y personalizada.

Tiene en sus locaciones amplios espacios verdes, brindado variedad de juegos que garantizan la seguridad de los pequeños y un programa de educación que identifica con efectividad dónde centrar y cómo canalizar los esfuerzos educativos y el desarrollo integral de acuerdo a las diferentes edades.



Figura 9. Ubicación Centro Desarrollo Infantil

Fuente. Autor

3.4.Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Objetivo	Variable	Concepto	Acciones	Indicadores
Implementar una Señalización UV de prevención de radiación solar para el Centro Infantil.	Variable independiente La radiación solar Variable dependiente El sistema de señalización Solmáforo.	Sistema de señalización: Es un conjunto de dispositivos electrónicos que detecta la radiación ultravioleta y la interpretan mediante un software.	Analizar los niveles de radiación ultravioleta en el centro infantil. Implementar un sistema de señalización. Realizar pruebas de indicativo de los niveles de Índice	Niveles Actuales de Índice UV. Incremento del Nivel de radiación Funcionamiento del sistema de señalización Verificar las mejoras con los indicadores de señalización
		Radiación	niveles de Índice	señalización

ultravioleta: UV.

Es la energía
electromagnética
emitida a
longitudes de onda
menores que la
correspondiente a
la visible por el ojo
humano.

Fuente. Autor

3.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Para el proyecto propuesto se indicó una recolección bibliográfica de las temáticas actuales relacionadas al tema la cual ayudo a cubrir parámetros fundamentales que se relacionan con el tema, los datos obtenidos con los instrumentos de medida, también se utiliza técnicas estadísticas para la tabulación de los datos de radiación obtenidos.

- La observación: La observación es una técnica empleada ya que en base a nuestros ojos verificamos cada uno de los datos obtenidos, y de esta forma realizar la respectiva tabulación y cálculos para la obtención de la energía deseada.
- La entrevista: La entrevista es una técnica apropiada para obtener la información que nos brindarán los docentes y personal administrativo del Centro Infantil.

3.6. Encuesta y análisis para la aplicación de un Solmáforo

Se realiza una encuesta a los docentes del Centro de Desarrollo infantil Primeros Pasos, para determinar los beneficios de implementar un sistema de señalización para la protección de los rayos UV.

Pregunta 1

¿Considera Ud. que el uso del Solmáforo en la guardería ha permitido disminuir la exposición de los niños y niñas a la radiación UV?

Tabla 2. Pregunta 1

Muestra	SI	NO
6	6	0

Fuente. Autor



Figura 10. Pregunta 1

Fuente. Autor

El 100% de los docentes afirma que se disminuye el peligro de exposición a los niños a la radiación UV, ya que pueden estar pendientes de la exposición al sol y tener protector o formas de prevenir a los niños.

Pregunta 2

¿Cree necesaria la implementación de un Solmáforo en los centros educativos?

Tabla 3. Pregunta 2

Muestra	SI	NO
6	6	0

Fuente. Autor

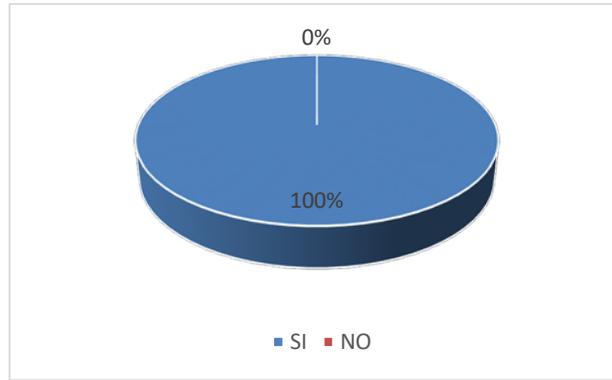


Figura 11. Pregunta 2

Fuente. Autor

Los maestros en su totalidad del 100% piensan que es necesario instalar el dispositivo Solmáforo en todos los centros educativos, para planificar los horarios de recreos y prevenir enfermedades en la piel.

Pregunta 3

¿Conoce que significa cada uno de los colores del Solmáforo?

Tabla 4. Pregunta 3

Muestra	SI	NO
6	6	0

Fuente. Autor

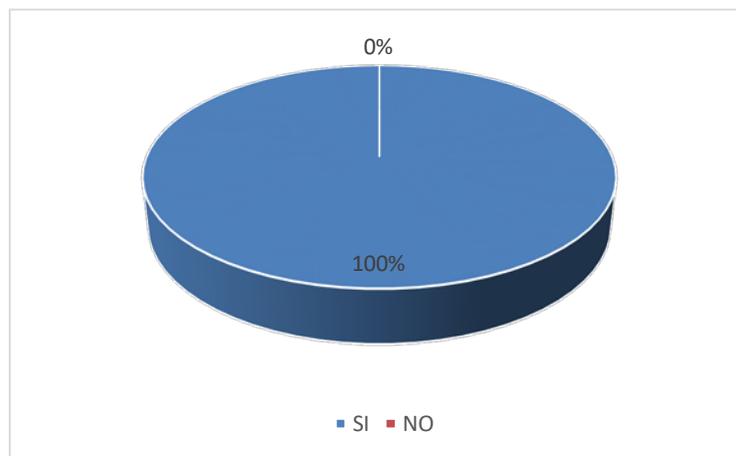


Figura 12. Pregunta 3

Fuente. Autor

El 100% de encuestados está seguro del significado de cada uno de los colores del Solmáforo ya que los tiene bien especificados en la señalización.

Pregunta 4

¿De qué manera ayuda la implementación del Solmáforo en la guardería?

Tabla 5. Pregunta 4

Muestra	Prevención	Educación
6	5	1

Fuente. Autor

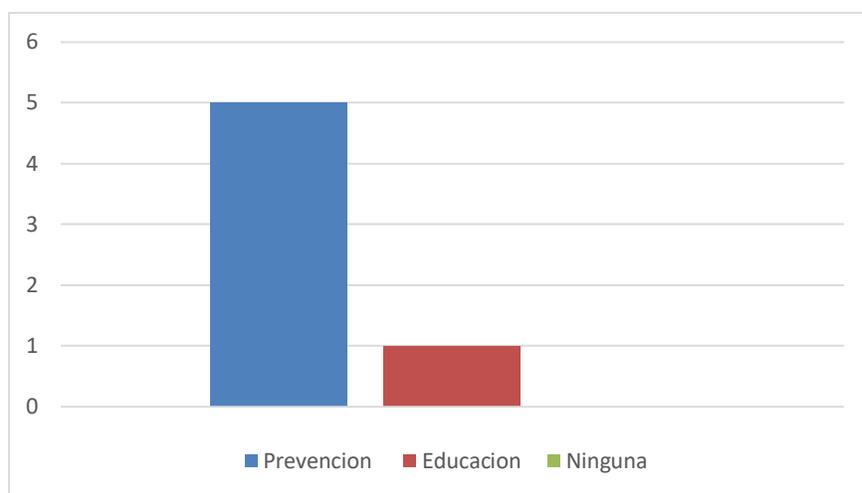


Figura 13. Pregunta 4

Fuente. Autor

Todos los encuestados es decir el 100% piensan que el dispositivo ayuda a no exponer a los niños a niveles altos de radiación, permitiendo tomar las precauciones necesarias.

Se puede observar que en el Centro de Desarrollo Infantil Primeros Pasos es muy beneficioso la implementación del Solmáforo, ya que se puede mantener a los niños bajo cuidado de los niveles altos de radiación, a la vez se ha colocado de la mejor manera la señalización, logrando una buena interpretación por parte de los docentes y el aprendizaje de los niños.



Figura 14. Beneficios

Fuente. Autor



Figura 15. Niños con la utilización del Solmáforo

Fuente. Autor

CAPÍTULO 4

PROPUESTA

4.1. Radiación Solar

Para desarrollar este punto se utilizo los datos de la estación meteorológica del INER implementado en un lugar cercano, dándonos los siguientes resultados:

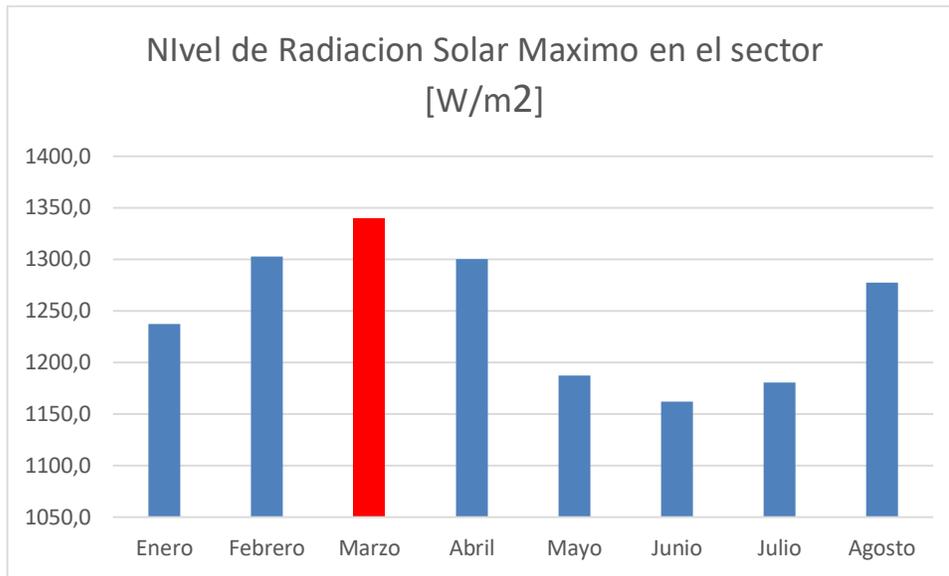


Figura 16. Medida de Radiación

Fuente. Autor

Sin embargo, pese a que el mes de marzo fue el mayor nivel de radiación solar máxima o pico, debemos tener en consideración que, durante todo el día y todos los días, los valores son cambiantes.

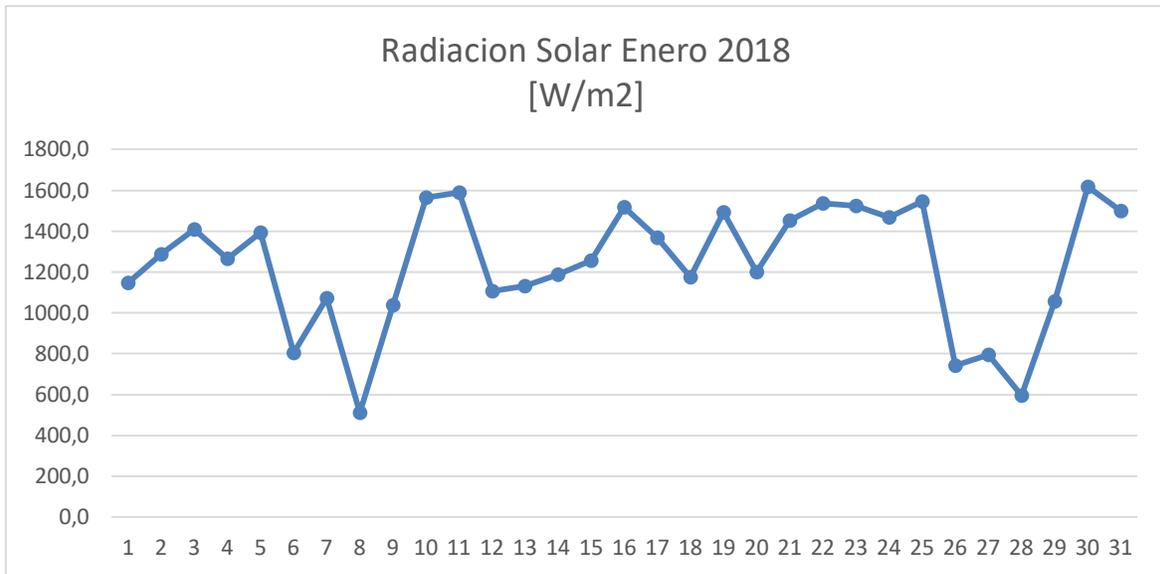


Figura 17. Medida de Radiación

Fuente. Autor

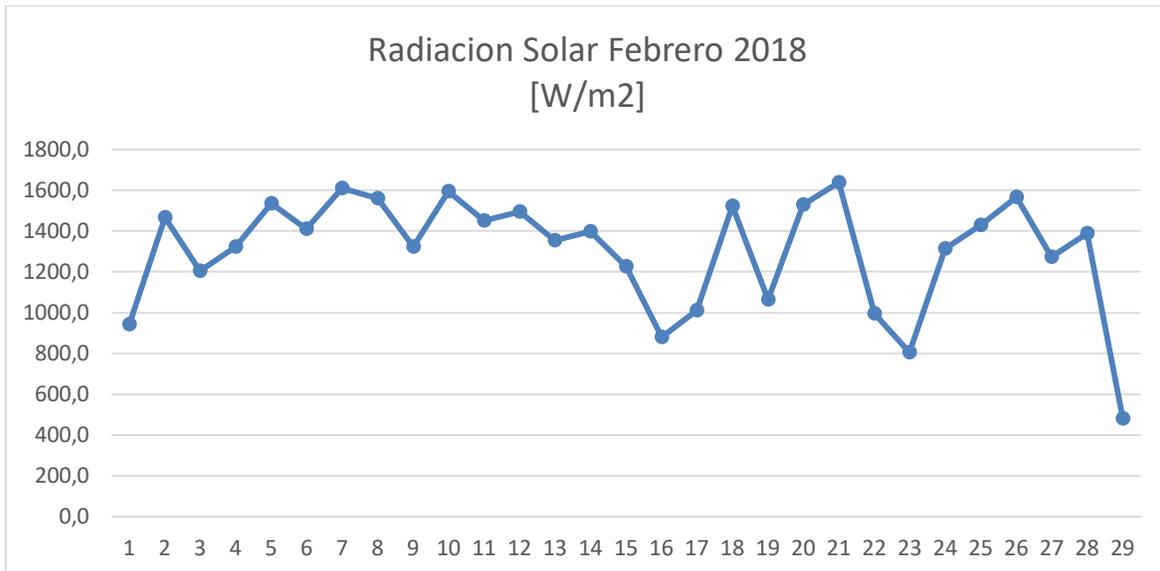


Figura 18. Medida de Radiación

Fuente. Autor

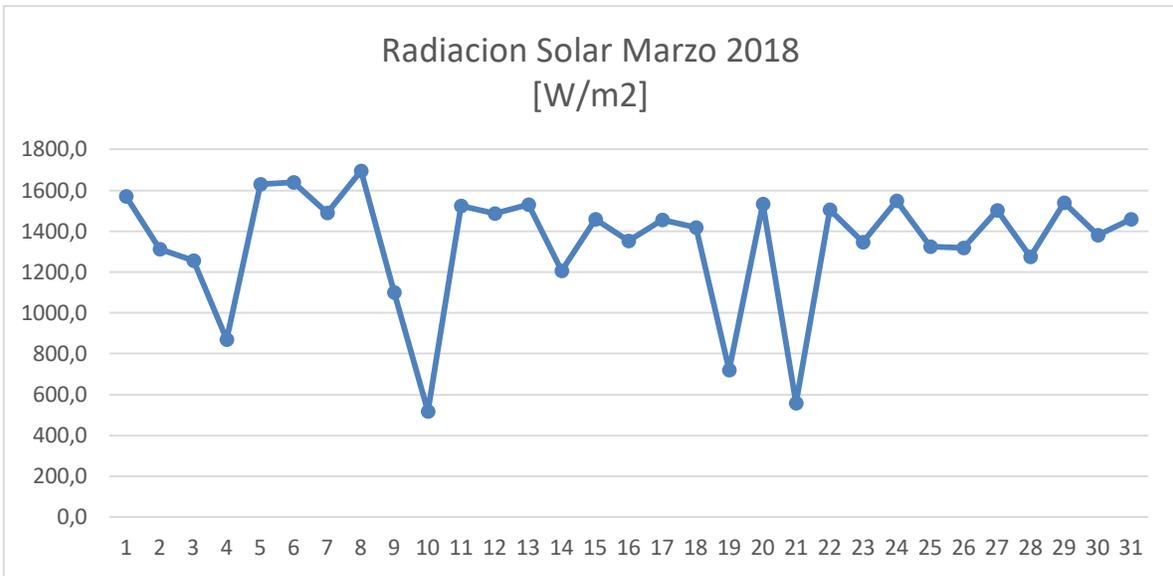


Figura 19. Medida de Radiación

Fuente. Autor

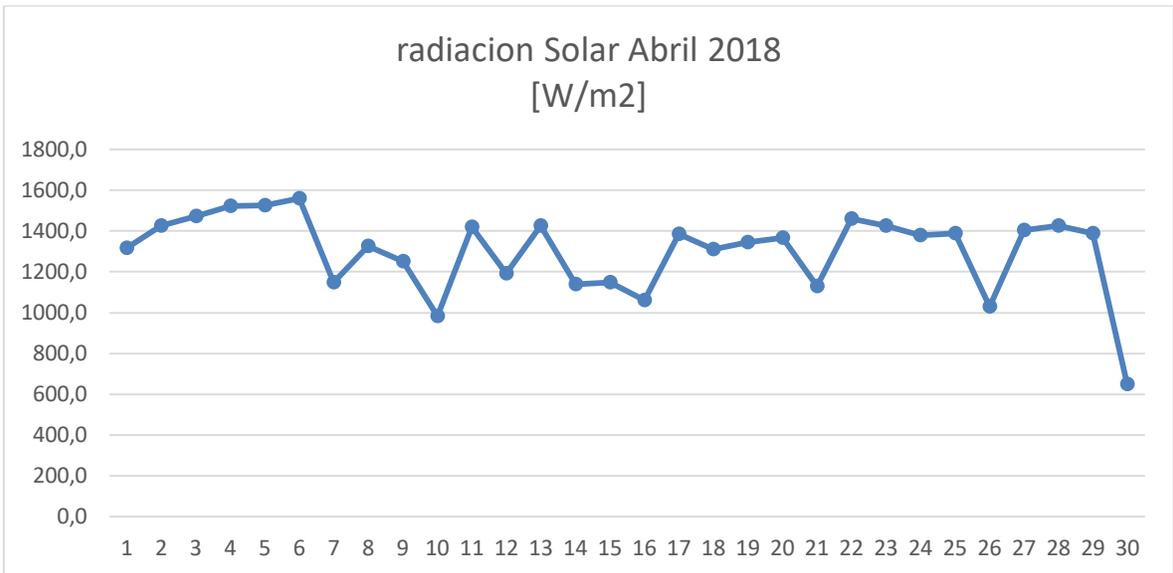


Figura 20. Medida de Radiación

Fuente. Autor

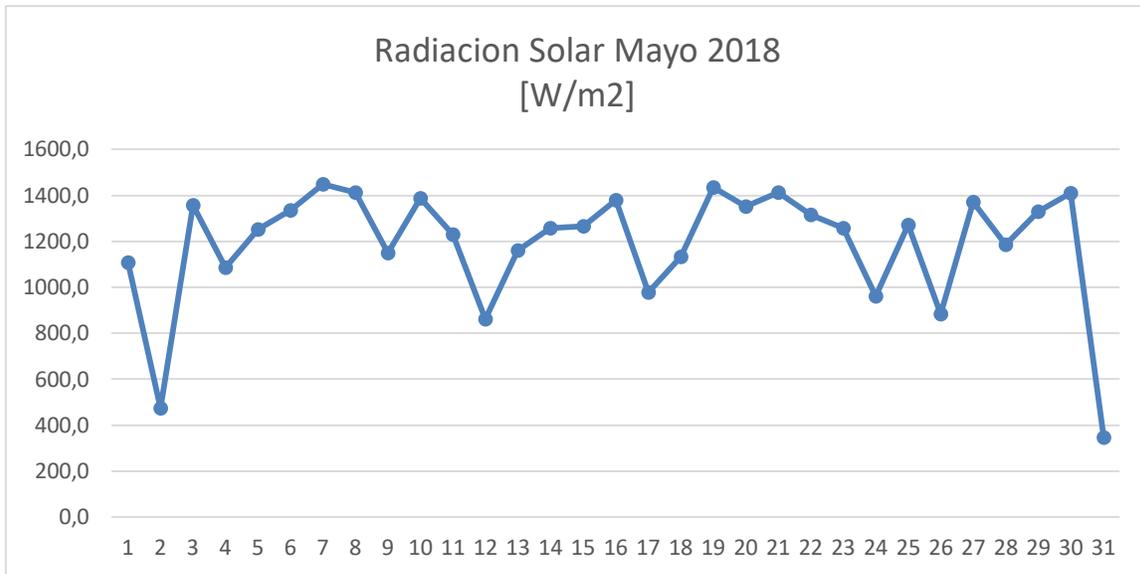


Figura 21. Medida de Radiación

Fuente. Autor

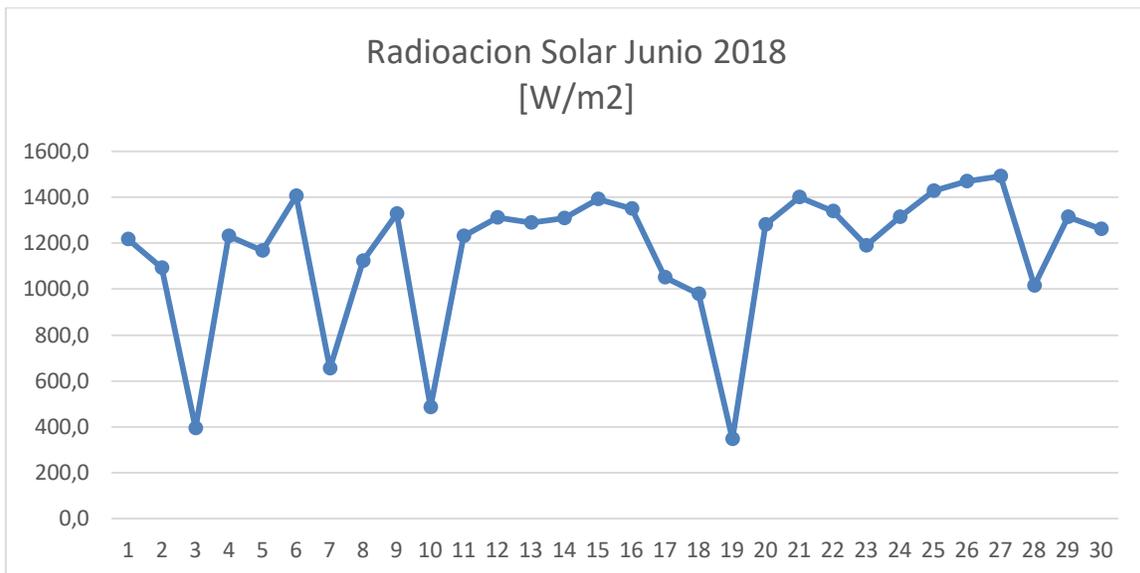


Figura 22. Medida de Radiación

Fuente. Autor

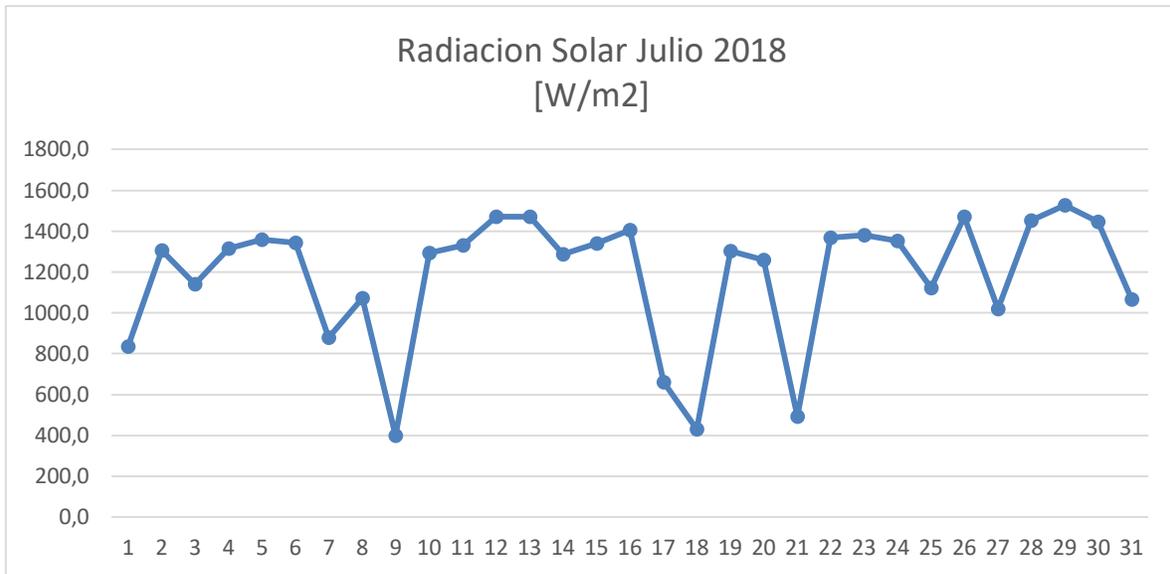


Figura 23. Medida de Radiación

Fuente. Autor

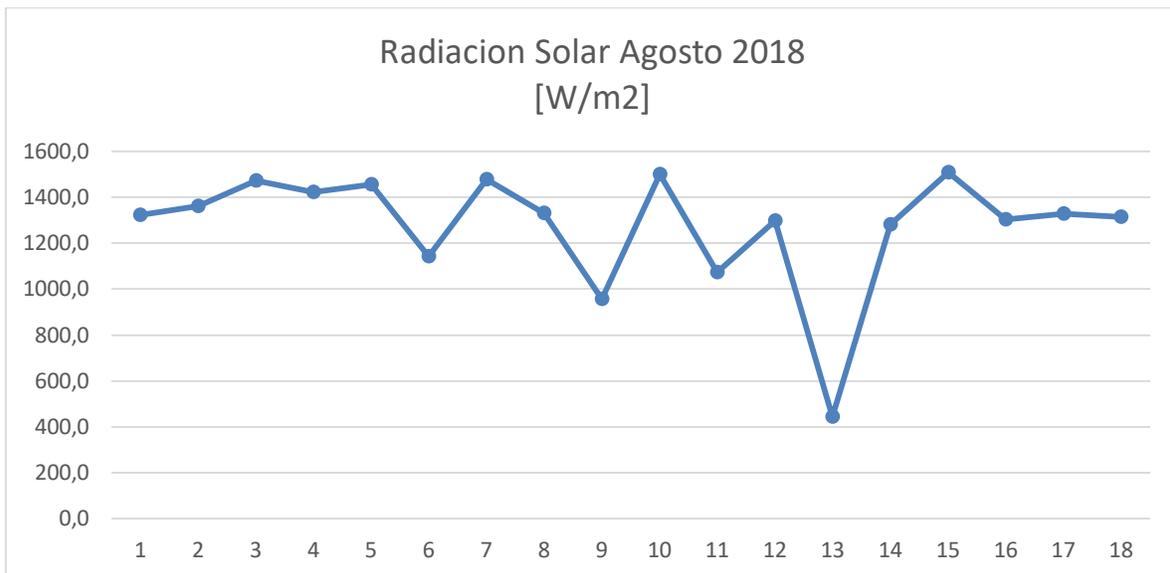


Figura 24. Medida de Radiación

Fuente. Autor

4.2. Medir la radiación ultravioleta y calcular el índice UV

La radiación ultravioleta, no proviene solo del sol sino también de algunos equipos que la pueden producir, como luces LED o iluminación de este tipo, para su medición tenemos los espectrorradiómetros.

Al calibrarlos con otros dispositivos como los anteriores, pudiendo utilizar otros con más economía y simples, tales como fotodiodos, que están dentro de la clasificación Schottky. Midiendo la luz en una longitud de onda casi siempre de UVA, y lograr una medida razonable y funcional para dar un valor estimado del UVi.

Varios componentes tienen sólo la acción de medición de la radiación ultravioleta ósea del índice UV, el GUVA-S12SD, que posee amplificación, como el ML8511, ambos analógicos, o digitales, como el VEML6070, que envían por I²C el resultado de la medición. Presentes también como una función secundaria en muchos sensores de iluminación y proximidad, como el Si1145, que utilizan el protocolo I²C.

Estos componentes mencionados no son costosos en series pequeñas y existiendo varias versiones en módulos que se pueden utilizar para realizar diferentes pruebas o prototipos.

En esta tesis se ha tomado el GUVA-S12SD que es muy común y que fácilmente lo encontramos en módulos UVM30A que se pueden aplicar con Arduino. El rango de longitud de onda que mide el GUVA-S12SD está entre los 240 nm y 380 nm, perfecto para darnos una determinada radiación ultravioleta más peligrosa para los seres humanos.

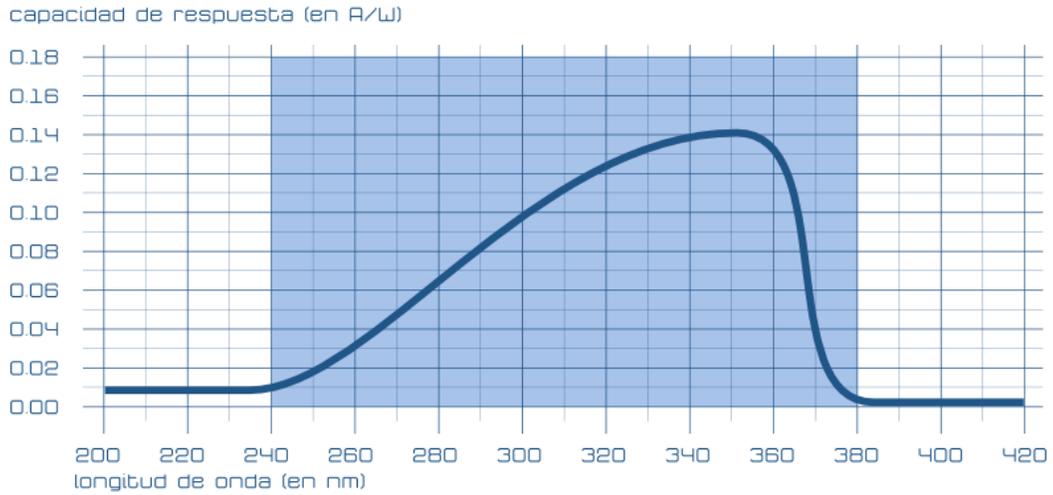


Figura 25. Medida de Radiación

Fuente. Autor

Los fabricantes de este módulo facilitan la tabla con valores de salida para observar los diferentes niveles del índice UV, ya que la fórmula es compleja y se necesita la actualización muy constante de un microcontrolador.

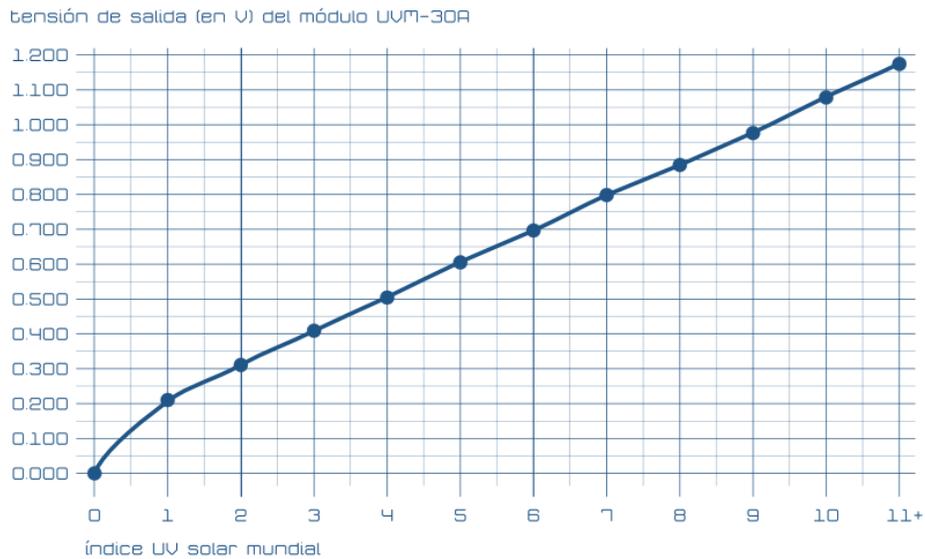


Figura 26. Cálculo UV

Fuente. Autor

Como podemos ver en la figura anterior, las radiaciones bajas especialmente, su forma de comportarse no siempre es totalmente lineal aunque para efectos de establecer el índice UV, con márgenes relativamente grandes, no se cometería un gran error al considerarlo como lineal para ahorrar unos bytes de memoria o simplificar la programación. En cualquier caso, en los programas de ejemplo para Arduino (Anexo 1) se utiliza la tabla que cada uno de los fabricantes provee para su interpretación.

4.3. Usar el fotodiodo Schottky GUYA-S12SD del módulo UVM30A con Arduino

El módulo UVM30A es muy fácil de utilizar, sólo basta con darle alimentación y leer su voltaje con el que nos da el nivel de radiación ultravioleta que detecta. Pudiendo alimentarse con tensiones entre 3 V y 5 V y entregando a la salida entre 0 y 1200 mV (aunque de hecho no supera el voltio). Como por encima de 1100 mV de salida corresponde a un índice UV extremadamente alto (un índice mayor que 10) se puede usar la referencia interna de 1100 mV para distribuir mejor la sensibilidad aunque renunciando a la posibilidad de determinar cuánto se supera el índice 10, sólo estimando que se alcanzado el 11, pero ahorrando un divisor de tensión para usar como referencia de entrada analógica en Arduino.

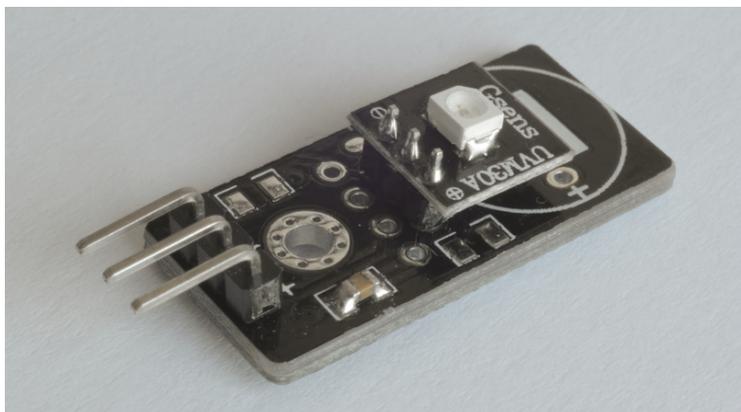


Figura 27. Fotodiodo Schottky

Fuente. Autor

Para laborar con la referencia interna de 1100 mV en las placas Arduino basadas en el microcontrolador ATmega168 o en el ATmega328 (como Arduino Uno) se usa **analogReference(INTERNAL)** y se usa **analogReference(INTERNAL1V1)** para las placas Arduino Mega.

El tiempo de lectura del GUVVA-S12SD es muy rápido y la respuesta bastante estable. En diferentes montajes de prueba, la lectura analógica que se da del módulo UVM30A desde Arduino, seguramente por la distribución de los cables, no es tan buena como la que da el osciloscopio, aunque resulta más que aceptable para medir el índice UV y es de esperar que en un prototipo montado en un circuito impreso incluso mejor. En cualquier caso, para tratar de eliminar las desviaciones de posibles interferencias, el programa realiza varias mediciones, tantas como sea posible en cierto periodo de tiempo, y las promedia para establecer un valor que compara con los de la tabla del fabricante para calcular el índice UV.



Figura 28. Índice UV

Fuente. Autor

Puesto que la lectura analógica con **analogRead ()** tiene una resolución de 10 bits (excepto en Arduino Due y en Arduino Zero, en los que puede configurarse a 12 bits) para obtener la tensión entregada por el módulo UVM30A hay que convertir el rango de 0 a 1023, que devuelve la función, al rango que va de 0 a 1100, que son los milivoltios que se han establecido como referencia con **analogReference ()**. Para realizar la conversión hay

que multiplicar por 1100 y dividir por 1023. En el programa a continuación se usa como una constante para hacerlo en una única operación y facilitar la lectura.

El siguiente programa lee el sensor de radiación ultravioleta GUVVA-S12SD del módulo UVM30A cada cierto intervalo *ESPERA_ENTRE_LECTURAS* y va calculando la media de las lecturas que muestra cada cierto tiempo *ESPERA_ENTRE_PRESENTACIONES* junto con el valor correspondiente en mV

Como lo vemos en Polaridad.es, (2016)

```
2 #define PIN_GUVAS12SD A0 // Pin al que se conecta el módulo con el UVM30A
3 #define ESPERA_ENTRE_LECTURAS 100 // Leer cada 100 ms. Necesita unos 100 µs para cada lectura
4 analógica
5 #define ESPERA_ENTRE_PRESENTACIONES 60000 // Mostrar la lectura cada minuto
6 #define COEFICIENTE_VOLTAJE 1.07526881720430107527 // 1100/1023≈1.07526881720430107527 La
7 lectura máxima es de 1023 que corresponde a 1100 mV
8
9 unsigned int lectura_sensor;
10 unsigned int contador_lecturas=1;
11 float total_lecturas=0.0;
12 float media_lecturas;
13 long cronometro_lecturas;
14 long cronometro_presentaciones;
15 long tiempo_transcurrido;
16
17 void setup()
18 {
19   analogReference(INTERNAL); // Referencia interna de 1100 mV El GUVVA-S12SD mide de 0 a 1170 mV que
20   corresponde con el índice UV 11
21   //pinMode(PIN_GUVAS12SD,INPUT); // La lectura analógica no necesita inicialización
22   Serial.begin(9600);
23   #if defined (__AVR_ATmega32U4_)
24     while(!Serial); // Esperar a Arduino Leonardo
25   #endif
26   lectura_sensor=analogRead(PIN_GUVAS12SD); // La primera lectura es incorrecta (normalmente cero) y
27   necesita unos 100 µs para cada lectura analógica
```

```

28   cronometro_lecturas=millis(); // Esperar un ciclo de lectura para estabilizar el sensor y la entrada
29   analógica
30   cronometro_presentaciones=millis();
31   }
32   void loop()
33   {
34     tiempo_transcurrido=millis()-cronometro_lecturas;
35     if(tiempo_transcurrido>ESPERA_ENTRE_LECTURAS)
36     {
37       cronometro_lecturas=millis();
38       lectura_sensor=analogRead(PIN_GUVAS12SD);
39       total_lecturas+=lectura_sensor;
40       media_lecturas=total_lecturas/contador_lecturas++;
41     }
42     tiempo_transcurrido=millis()-cronometro_presentaciones;
43     if(tiempo_transcurrido>ESPERA_ENTRE_PRESENTACIONES)
44     {
45       cronometro_presentaciones=millis();
46       Serial.print("Lectura sensor: "+String(media_lecturas,DEC));
         Serial.print(" (media de "+String(contador_lecturas,DEC)+"");
         Serial.print(" Tensión (mV): "+String(media_lecturas*COEFICIENTE_VOLTAJE,DEC)+"\n\n");
         contador_lecturas=1;
         total_lecturas=0.0;
     }
   }

```

De la misma manera, se puede ahorrar parte del proceso, se pueden calcular los valores compensados para la tabla de índices. En lugar de comparar la lectura analógica con el valor de la hoja de datos del UVM30A se puede crear un vector que contenga los datos convertidos al rango de 0 a 1023 realizando la operación inversa a la descrita antes. Sin ser necesario calcular la tensión a cada lectura puesto que la tabla de índices está modificada.

Como lo vemos en Polaridad.es, (2016)

```

#define PIN_GUVAS12SD A0 // Pin al que se conecta el módulo con el UVM30A
#define ESPERA_ENTRE_LECTURAS 100 // Leer cada 100 ms
#define ESPERA_ENTRE_PRESENTACIONES 30000 // Mostrar el índice cada 30 s
#define CANTIDAD_INDICES_UV 11

unsigned int lectura_sensor;
unsigned int contador_lecturas=1;
float total_lecturas=0.0;
float media_lecturas;
int valor_indice_uv[CANTIDAD_INDICES_UV]={210,295,378,467,563,646,738,818,907,1003,1022}; // De 1 a
11
byte indice;
boolean buscando_indice_uv;
long cronometro_lecturas;
long cronometro_presentaciones;
long tiempo_transcurrido;

void setup()
{
  analogReference(INTERNAL); // Referencia interna de 1100 mV El GUVAS-S12SD mide de 0 a 1170 mV que
corresponde con el índice UV 11
  //pinMode(PIN_GUVAS12SD,INPUT); // La lectura analógica no necesita inicialización
  Serial.begin(9600);
  #if defined (__AVR_ATmega32U4__)
  while(!Serial); // Esperar a Arduino Leonardo
  #endif
  lectura_sensor=analogRead(PIN_GUVAS12SD); // La primera lectura es incorrecta (normalmente cero)
  cronometro_lecturas=millis(); // Esperar un ciclo de lectura para estabilizar el sensor y la entrada
analógica
  cronometro_presentaciones=millis();
}
void loop()
{
  tiempo_transcurrido=millis()-cronometro_lecturas;
  if(tiempo_transcurrido>ESPERA_ENTRE_LECTURAS)
  {
    cronometro_lecturas=millis();
    lectura_sensor=analogRead(PIN_GUVAS12SD);

```

```

total_lecturas+=lectura_sensor;
media_lecturas=total_lecturas/contador_lecturas++;
}
tiempo_transcurrido=millis()-cronometro_presentaciones;
if(tiempo_transcurrido>ESPERA_ENTRE_PRESENTACIONES)
{
cronometro_presentaciones=millis();
buscando_indice_uv=true;
indice=CANTIDAD_INDICES_UV;
while(buscando_indice_uv&&indice>0)
{
indice--;
if(media_lecturas>valor_indice_uv[indice])
{
buscando_indice_uv=false;
}
}
Serial.print("Lectura sensor: "+String(media_lecturas,DEC));
Serial.print(" (media de "+String(contador_lecturas,DEC)+")");
Serial.print(" Índice UV: "+String(indice,DEC));
contador_lecturas=1;
total_lecturas=0.0;
}
}

```

4.4. Implementar el método en un semáforo de índice UV

Por medio del código de colores que publica la Organización Mundial de la Salud en la guía práctica sobre el índice UV se puede diseñar de manera fácil un montaje basado en Arduino (que puede ser muy portátil si se usa una placa Arduino Mini, Arduino Micro, Arduino Nano...) que encienda el LED o matriz de LEDs del color correspondiente al índice UV detectado por el GUYA-S12SD de un módulo UVM30A.

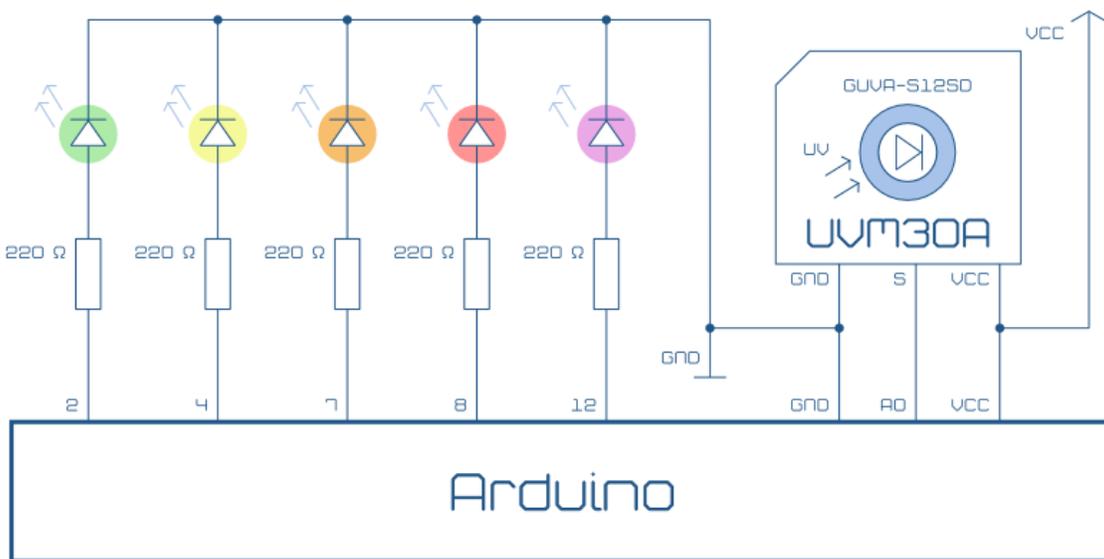


Figura 29. Diagrama de conexión Solmáforo

Fuente. Autor

En el diagrama se puede observar la conexión utilizada para el código del ejemplo del Solmáforo. El valor de estas resistencias, rotulado como 220Ω en el esquema, se reemplazará por el que corresponda a la tensión a la que deban trabajar los LED (dependiendo del propio LED o la matriz de LEDs y de la relación entre luminosidad y vida útil deseada, seguramente entre 100Ω y 330Ω). No es especialmente importante utilizar ni la misma entrada analógica A0 ni las mismas salidas digitales, pero hay que recordar sustituirlas en el programa.

Como lo vemos en Polaridad.es, (2016)

```
#define PIN_VERDE 2
#define PIN_AMARILLO 4
#define PIN_NARANJA 7
#define PIN_ROJO 8
#define PIN_MORADO 12
#define PIN_GUVAS12SD A0 // Pin al que se conecta el módulo con el UVM30A
#define ESPERA_ENTRE_LECTURAS 100 // Tomar una lectura del sensor de ultravioleta cada 100 ms
```

```

#define ESPERA_ENTRE_PRESENTACIONES 10000 // Cambiar el color del semáforo cada 10 segundos
#define CANTIDAD_INDICES_UV 11
#define CANTIDAD_COLORES_UV 5

unsigned int lectura_sensor;
unsigned int contador_lecturas=1;
float total_lecturas=0.0;
float media_lecturas;
int valor_indice_uv[CANTIDAD_INDICES_UV]={210,295,378,467,563,646,738,818,907,1003,1022}; // De 1 a 11
byte
color[CANTIDAD_INDICES_UV+1]={PIN_VERDE,PIN_VERDE,PIN_VERDE,PIN_AMARILLO,PIN_AMARILLO,PIN_AMA
RILLO,PIN_NARANJA,PIN_NARANJA,PIN_ROJO,PIN_ROJO,PIN_ROJO,PIN_MORADO}; // De 0 a 11
byte pin_color[CANTIDAD_COLORES_UV]={PIN_VERDE,PIN_AMARILLO,PIN_NARANJA,PIN_ROJO,PIN_MORADO};
byte indice;
byte indice_anterior=0;
boolean buscando_indice_uv;
long cronometro_lecturas;
long cronometro_presentaciones;
long tiempo_transcurrido;

void setup()
{
  analogReference(INTERNAL); // Referencia interna de 1100 mV El GUVVA-S12SD mide de 0 a 1170 mV que
  corresponde con el índice UV 11
  //pinMode(PIN_GUVAS12SD,INPUT); // La lectura analógica no necesita inicialización
  for(indice=0;indice<CANTIDAD_COLORES_UV;indice++)
  {
    pinMode(pin_color[indice],OUTPUT);
    digitalWrite(pin_color[indice],LOW);
  }
  digitalWrite(pin_color[0],HIGH);
  lectura_sensor=analogRead(PIN_GUVAS12SD); // La primera lectura es incorrecta (normalmente cero)
  cronometro_lecturas=millis(); // Esperar un ciclo de lectura para estabilizar el sensor y la entrada analógica
  cronometro_presentaciones=millis();
}
void loop()
{
  tiempo_transcurrido=millis()-cronometro_lecturas;

```

```

if(tiempo_transcurrido>ESPERA_ENTRE_LECTURAS)
{
  cronometro_lecturas=millis();
  lectura_sensor=analogRead(PIN_GUVAS12SD);
  total_lecturas+=lectura_sensor;
  media_lecturas=total_lecturas/contador_lecturas++;
}
tiempo_transcurrido=millis()-cronometro_presentaciones;
if(tiempo_transcurrido>ESPERA_ENTRE_PRESENTACIONES)
{
  cronometro_presentaciones=millis();
  buscando_indice_uv=true;
  indice=CANTIDAD_INDICES_UV;
  while(buscando_indice_uv&&indice>0)
  {
    indice--;
    if(media_lecturas>valor_indice_uv[indice])
    {
      buscando_indice_uv=false;
    }
  }
  if(indice_anterior!=indice)
  {
    digitalWrite(color[indice_anterior],LOW);
    digitalWrite(color[indice],HIGH);
    indice_anterior=indice;
  }
  contador_lecturas=1;
  total_lecturas=0.0;
}
}

```

En la versión portátil se puede usar una batería LiPo y un cargador para USB. En este trabajo se ha utilizado dos interruptores, uno para cargar la batería y otro para encender el dispositivo, pero es posible hacerlo solamente con uno y hacer una u otra operación en

función de la posición en la que conmute; será necesario usar conmutadores, no interruptores, claro.

Además de poner el sensor a 90° o mejor en el lado contrario a los LED (el semáforo sirve para el exterior y se puede usar en condiciones de mucha luz) puede ser útil añadir a la caja un resalte que haga de visera para distinguir mejor el color.

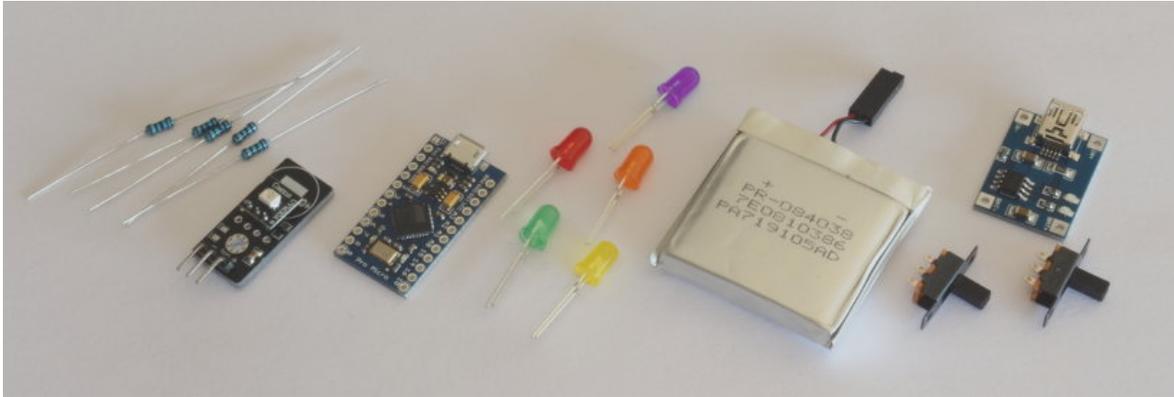


Figura 30. Componentes del Solmáforo

Fuente. Polaridad.es

4.5. Imágenes del Semáforo



Figura 31. Solmáforo

Fuente. Autor

CONCLUSIONES

En la ciudad de Cuenca los valores de radiación solar e IUV asociados, sobrepasan los valores considerados como altos (IUV 8-10) y muy altos (IUV 10-13), desde las 11h00 hasta las 14h00, que por los diversos factores atmosféricos: efecto lupa, cielo despejado, cambios en la distribución espacial del ozono, entre otros; se ocasionan incrementos puntuales con valores muy elevados de radiación solar, por lo que es importante estar protegido en un rango más largo de tiempo.

En la actualidad los niveles de radiación Ultravioleta son muy elevados y por lo tanto se requiere de un sistema de señalización Ultravioleta para de esta manera contrarrestar los daños por los altos niveles de Índices UV, causante principal de enfermedades como el cáncer a la piel, alergias y otros efectos negativos que son perjudiciales para los estudiantes del Centro de Desarrollo Infantil Primeros Pasos. Para lo que se implementa un Solmáforo con señalización que mide los niveles de radiación ultravioleta.

Analizando el funcionamiento del sensor en donde indica valores reales en cuanto a la radiación ultravioleta detectada en las diferentes horas del día, se determina que los niveles de radiación ultravioleta son más altos en los horarios desde las 11 de la mañana.

Se implementó un sistema de señalización utilizando el código de colores que publica la Organización Mundial de la Salud en la guía práctica sobre el índice UV en el cual los valores obtenidos del sensor óptico se clasificaron de acuerdo al nivel, para prevenir los efectos de la radiación solar para los estudiantes y personal docente.

RECOMENDACIONES

Es importante que nuestra comunidad proteja a los niños, siendo recomendable no exponerse por tiempo prolongado al sol durante las horas centrales del día: de 11h00 a 14h00, es mejor estar protegido contra los eventos de radiación muy alta, con la utilización de crema bloqueadora de rayos UV, al menos de un factor SPF (factor de protección solar) 15 a 30, utilizar ropa de manga larga, gafas y gorra o sombrero.

Recordando que las cremas bloqueadoras deben aplicarse de 5 a 15 minutos antes de exponerse al sol y aplicar en las zonas del cuerpo como la nariz, orejas, cuello y cualquier otra parte que no esté cubierta por la ropa.

Debido a los efectos acumulativos que tiene la radiación solar sobre la piel y ojos y dado que el 60% de la radiación que recibimos en toda la vida, la recibimos en la infancia; y que la piel de los niños es muy delicada y suele quemarse rápidamente, quemaduras que, de manera repetida, son un factor de riesgo para el cáncer de piel (Benavides Ballesteros, 2010). Es recomendable que las entidades Gubernamentales creen espacios cubiertos de recreación tanto en parques como en escuelas o cualquier otro espacio que sea frecuentado por menores.

Se recomienda la implementación de más estaciones meteorológicas y más especializadas (espectrofotómetros) que monitoreen el comportamiento de la radiación solar y la radiación ultravioleta en la ciudad de Cuenca, con el objetivo de dar un seguimiento más cercano a su comportamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- 1- *Alfredo Leito Diego Mendoza (2012), Clases de investigación científica.*
- 2- *Arenas Sánchez, D., & Zapata Castaño, H., (2011)*
- 3- *Benavides Ballesteros, H. O. (2010). IDEAM. Obtenido de <http://modelos.ideam.gov.co/media/dynamic/atmosfera/indice-uv/nota-tecnica-indice-uv.pdf>*
- 4- *Blesa, M. A. (2009). psa.*
- 5- *Calventus, Y., & Carrera, R. (2006). Tecnología energética y medio ambiente I. España: Gráficas rey.*
- 6- *Cardenas Eliecer, (2014). Historia de Cuenca*
Obtenido de <http://www.lamotora.com.ec/cuenca/?q=node/61>
- 7- *Castejón Oliva Agustín., D., & Santamaría Herranz German, (2012). Instalaciones solares fotovoltaicas.*
- 8- *Celemín, H. (2008). Fuentes de energía para el futuro. España: Secretaria General técnica.*
- 9- *Dr. Gabriel González Sprinberg y Lic. Carolina Rabin Lema. (2011), Para entender las radiaciones.*
- 10- *Dr. Gabriel González Sprinberg y Lic. Carolina Rabin Lema. (2011), Para entender las radiaciones.*
- 11- *Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). Solar Engineering of Thermal Processes.*
- 12- *Miranda, J., Sebastián, J., Sierra, M., & Margineda, J. (2002). Ingeniería de Microondas.*
- 13- *Juan José López Rangel el 6 de Julio de 2016, Como se creó el sol*
- 14- *Moya, A., & Mullo, F. (Mayo de 2013). <http://dspace.ups.edu.ec/>.*
- 15- *Orbegozo, C. y Arivilca, R. (2010a). Energía Solar Fotovoltaica. Manual técnico para instalaciones domiciliarias.*

- 16- P. Ramírez, Karina. (2009). *Cálculo de la demanda de energía eléctrica de una vivienda con aplicación a la energía solar*. [En Red]. Disponible: <http://www.plusformacion.com/Recursos/r/Calculo-demanda-energia-electrica-una-vivienda-aplicacion-energia-solar>
- 17- Polaridad, 2016. *Sensor de radiación ultravioleta con Arduino*
Obtenido de <https://polaridad.es/sensor-radiacion-ultravioleta-arduino-indice-uv-uvvm30a-guva-s12sd/>
- 18- Rodés, J., Piqué, J. M., & Trilla, A. (2007). *Libro de la salud del Hospital Clínic de Barcelona y la Fundación BBVA*. Barcelona: Fundación BBVA.
- 19- *Técnicas Experimentales*. Madrid: Pearson Educación S.A.
- 20- Varo Martínez, M. (2006). *Modelización de la Radiación Ultravioleta Solar*. Córdoba.
- 21- Wenham, S. R., Green, M. A., Watt, M. E., Corkish, R., & Sproul, A. (2011). *Applied photovoltaics*. (Earthscan, Ed.) (third).
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4905/1/UPS-ST000992.pdf>
- 22- Murillo, D., Ortega, I., Carrillo, J. D., Pardo, A., & Rendón, J. (2012).
- 23- <http://web.usbmed.edu.co/>. Recuperado el Diciembre de 2014,
<http://web.usbmed.edu.co/usbmed/fing/v3n1/v3n1a7.pdf> fdfsfd



**PERMISO DEL AUTOR DE TESIS PARA SUBIR AL REPOSITORIO
INSTITUCIONAL**

Yo, Hess Geovanny Vásquez Villavicencio portador(a) de la cédula de ciudadanía N° 0103146379. En calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **PREVENCIÓN DEL IMPACTO DE LA RADIACIÓN SOLAR MEDIANTE UN SOLMAFORO APLICADO EN EL "CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL PRIMEROS PASOS"** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Así mismo, autorizo a la Universidad para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 23 de enero de 2019

F: _____
Hess Geovanny Vásquez Villavicencio
C.I. 0103146379