



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS**



**Diseño y construcción de un solmaforo para
información del nivel de radiación solar
ultravioleta a los estudiantes de ingeniería
electrónica de la Universidad Pedro Ruiz Gallo**

Tesis

**presentada para optar el Grado Académico de Maestro en
Ciencias con mención en Ingeniería Ambiental**

Autor:

Bach. Manuel Javier Ramirez Castro

Asesor:

Dr. Eduar Vásquez Sánchez

Lambayeque 2022

"Diseño y construcción de un solmaforo para información del nivel de radiación solar ultravioleta a los estudiantes de ingeniería electrónica de la Universidad Pedro Ruiz Gallo".



Bach. Manuel Javier Ramirez Castro
Autor



Dr. Eduar Vásquez Sánchez
Asesor

Tesis presentada a la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo para optar el Grado Académico de: MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL.

Aprobado por:



Mg. Wilson Rodríguez La Barrera
Presidente del jurado




Mg. Cesar Mario Reynaldo Diaz Herrera
Secretario del jurado



Mg., Martin Augusto Delgado Wong
Vocal del Jurado

Lambayeque

Acta de sustentación

 UNPRG <small>UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO</small>	ESCUELA DE POSGRADO <i>M.Sc. Francis Villena Rodríguez</i>	Versión:	01
		Fecha de Aprobación	29-8-2020
UNIDAD DE INVESTIGACION	<u>FORMATO DE ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS</u>	Pág. 1 de 3	

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

Siendo **las 11:20 a.m.** del miércoles 07 de diciembre de 2022, se dio inicio a la Sustentación Virtual de Tesis soportado por el sistema Google Meet, preparado y controlado por la Unidad de Tele Educación de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, con la participación en la Video Conferencia de los miembros del Jurado, nombrados con Resolución N°504 – 2021 de fecha 12 de julio de 2021, conformado por:

Mg. WILSON RODRIGUEZ LA BARRERA	Presidente
Mg. CESAR MARIO REYNALDO DIAZ HERRERA	Secretario
Mg. MARTIN AUGUSTO DELGADO WONG	Vocal
Dr. EDUAR VASQUEZ SANCHEZ	Asesor


Para evaluar el informe de tesis del tesista MANUEL JAVIER RAMIREZ CASTRO, candidato a optar el grado de MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL, con la tesis titulada “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SOLMAFORO PARA INFORMACION DEL NIVEL DE ADIACION SOLAR ULTRAVIOLETA A LOS ESTUDIANTES DE INGENIERIA ELECTRONICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO”.

El Sr. Presidente, después de transmitir el saludo a todos los participantes en la Video Conferencia de la Sustentación Virtual ordenó la lectura de la Resolución N°1252-2022-EPG de fecha 02 de diciembre de 2022, que autoriza la Sustentación Virtual del Informe de tesis correspondiente, luego de lo cual autorizó al candidato a efectuar la Sustentación Virtual, **otorgándole 35 minutos** de tiempo y autorizando también compartir su pantalla.

Culminada la exposición del candidato, se procedió a la intervención de los miembros del jurado, exponiendo sus opiniones y observaciones correspondientes, posteriormente se realizaron las preguntas al candidato.

Culminadas las preguntas y respuestas, el Sr. Presidente, autorizó el pase de los miembros del Jurado a la sala de video conferencia reservada para el debate sobre la Sustentación Virtual del Informe de tesis realizada por el candidato, evaluando en base a la rúbrica de sustentación y determinando el resultado total de la tesis con **18 puntos**, equivalente a

Formato : Físico/Digital	Ubicación : UI- EPG - UNPRG	Actualización:
--------------------------	-----------------------------	----------------

 UNPRG <small>UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO</small>	ESCUELA DE POSGRADO <i>M. Sc. Francis Villena Rodríguez</i>	Versión:	01
		Fecha de Aprobación	29-8-2020
UNIDAD DE INVESTIGACION	FORMATO DE ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS	Pág. 2 de 3	

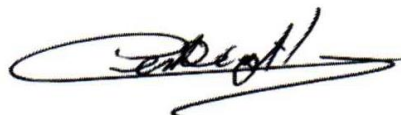
MUY BUENO, quedando el candidato apto para optar el Grado de MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL.

Se retornó a la Video Conferencia de Sustentación Virtual, se dio a conocer el resultado, dando lectura del acta y se culminó con los actos finales en la Video Conferencia de Sustentación Virtual.

Siendo las 12:30 p.m. se dio por concluido el acto de Sustentación Virtual.



Mg. WILSON RODRIGUEZ LA BARRERA
PRESIDENTE



Mg. CESAR MARIO REYNALDO DIAZ HERRERA
SECRETARIO



Mg. MARTIN AUGUSTO DELGADO WONG
VOCAL



Dr. EDUAR VASQUEZ SANCHEZ
ASESOR



Formato : Físico/Digital	Ubicación : UI- EPG - UNPRG	Actualización:
--------------------------	-----------------------------	----------------

Declaración Jurada de Originalidad

Yo, Manuel Javier Ramirez Castro, investigador principal, y Dr. Eduar Vásquez Sánchez, Asesor del trabajo de investigación **“Diseño y construcción de un solmaforo para información del nivel de radiación solar ultravioleta a los estudiantes de ingeniería electrónica de la Universidad Pedro Ruiz Gallo”**. declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrará lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiere lugar. Que puede conducir a la anulación del título o grado emitido como consecuencia de este informe.



Bach. Manuel Javier Ramirez Castro
Autor



Dr. Eduar Vásquez Sánchez
Asesor

Dedicatoria

Dedico este trabajo al Creador del Sol, Jehová, que en su infinita sabiduría nos hace llegar a nosotros la cantidad exacta de radiación solar y hasta nos proporciona la capa de Ozono para que nos proteja de la radiación solar UV tipo C, pues gracias a ello todavía estamos vivos.

Dedico también este trabajo a mi familia, mi esposa Ida y mis hijos Jeffrey y Kevin, esperando que, con mi ejemplo, tarde, pero a tiempo, puedan ellos también elaborar su propio trabajo de tesis.

Agradecimiento

A Dios por darme la vida, la inspiración y sabiduría necesaria para desarrollar este trabajo.

A mi asesor, el Dr. Eduar Vásquez Sánchez, por el apoyo y el ánimo para terminar este trabajo.

Al Dr. Ing. Julio Ernesto Quispe Rojas, por darme el apoyo final para terminar este trabajo.

A mi hijo Jeffrey, por ayudarme con parte de la construcción del solmáforo.

Índice general

Tabla de contenido

Acta de sustentación	III
Declaración Jurada de Originalidad	V
<i>Dedicatoria</i>	VI
<i>Agradecimiento</i>	VII
Índice general	VIII
Índice de tablas	XI
Índice de figuras	XII
Resumen.....	XIII
Abstract	XIV
Introducción	15
CAPITULO I.....	18
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.1. Síntesis de la situación problemática	18
1.2. Formulación del Problema de Investigación	21
1.3. Hipótesis	21
1.4. Objetivos	21
1.4.1 Objetivo General	21
1.4.2. Objetivos Específicos	22
CAPITULO II.....	23
DISEÑO TEORICO	23
2.1. Estado del arte	23
2.2. Bases Epistemológicas	26
2.2.1. Educación ambiental para el desarrollo sostenible	26
2.2.2. El término ambiente en las ciencias ambientales	27
2.3. Antecedentes del problema	28
2.4. Base Teórica	30
2.4.1. Solmáforo	30
2.4.2. Radiación solar.....	30
2.4.3. Sensor.....	31
2.4.4. Microcontrolador	31
2.4.5. LEDs.....	32

2.4.6.	Índice de radiación ultravioleta (IUV)	32
Tabla 1	Índices UV y tiempos máximos de exposición	34
Tabla 2	Categoría de exposición de los índices UV.....	35
2.4.7.	Capa de ozono	35
2.4.8.	Lenguaje C	38
2.5.	Bases conceptuales	39
2.5.1.	Variable Independiente VI:.....	39
2.5.2.	Variable Dependiente VD:	39
Tabla 3	Operacionalización de las variables.....	39
2.5.3.	Indicadores	40
2.5.4.	Unidad de análisis	40
CAPITULO III	41
DISEÑO METODOLOGICO	41
3.1.	Diseño de contrastación de hipótesis	41
3.2.	Procedimiento de la investigación	42
3.2.1.	Parte experimental tecnológica.....	42
3.2.2.	Parte investigación científica.....	42
3.3.	Población y Muestra	42
3.3.2.	Muestra	43
3.4.	Técnicas e Instrumentos	43
3.5.	Equipos y Materiales.	43
CAPITULO IV	44
RESULTADOS.....	44
4.1.	Diagnóstico de las necesidades	44
Tabla 4	<i>Conocimientos sobre radiación solar UV de los estudiantes de ingeniería electrónica de la universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Información preliminar</i>	44
4.2.	Diseño del solmáforo	46
4.2.1.	Diseño Del Circuito Transmisor	48
4.2.2.	Diseño Del Circuito Receptor.....	53
4.2.3.	Diseño de las placas PCB:	55
4.2.4.	Desarrollo de la Programación de Los Microcontroladores.....	56
4.2.5.	Materiales empleados en el circuito.....	61
4.3.	Construcción del Solmáforo	62

4.4. Aplicación del solmáforo	66
4.4.1. Sensibilización a los estudiantes.....	66
4.4.2. Exhibición Del Solmáforo	67
4.5. Evaluación de la aplicación del solmáforo	70
4.5.1. Primera Sub Hipótesis	71
Tabla 5 Resultados SPSS para mediciones de Lutron Y Solmáforo.....	72
Tabla 6 Proceso de Aceptación de Hipótesis de mediciones	73
4.5.2. Segunda Sub Hipótesis	74
Tabla 7 Resultados SPSS para Conocimientos antes y después	75
Tabla 8 Proceso de Aceptación de Hipótesis de Conocimientos.....	76
4.5.3. Tercera Sub Hipótesis	77
Tabla 9 Resultados SPSS para Uso del Solmáforo antes y después.....	77
Tabla 10 Proceso de aceptación de hipótesis del uso del solmáforo	78
CAPITULO V	80
DISCUSION DE RESULTADOS.....	80
5.1. Validación del prototipo del solmáforo	81
5.2. Disponibilidad del prototipo del solmáforo para uso de los estudiantes	81
5.3. Conocimientos de los colores del solmáforo por los estudiantes	82
5.4. Responsabilidad para evitar exposición peligrosa a la radiación solar	82
5.5. Solmáforo para informar los niveles de IUV a los estudiantes.....	82
CAPITULO IV	84
PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	84
CONCLUSIONES.....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
Anexo 1: Encuesta	89
Anexo 2: Mediciones	91
Tabla 11 Mediciones de la radiación ultravioleta usando un medidor portátil de UV.....	91
Anexo 3: Cartilla de difusión para sensibilización	93
Anexo 4: Resultados SPSS validación de mediciones del solmáforo	96
Anexo 5: Resultados SPSS conocimiento de los colores del solmáforo y su tiempo de exposición máxima	98
Anexo: Encuesta antes	99
Anexo: Encuesta después	102

Anexo 6: Resultados SPSS uso de la información en tiempo real del solmáforo para evitar exposición peligrosa	105
Constancia de aprobación.....	106
Informe final de tesis	107
Turnitin	108

Índice de tablas

Tabla 1	Índices UV y tiempos máximos de exposición	34
Tabla 2	Categoría de exposición de los índices UV.....	35
Tabla 3	Operacionalización de las variables.....	39
Tabla 4	<i>Conocimientos sobre radiación solar UV de los estudiantes de ingeniería electrónica de la universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Información preliminar</i>	44
Tabla 5	Resultados SPSS para mediciones de Lutron Y Solmáforo.....	72
Tabla 6	Proceso de Aceptación de Hipótesis de mediciones	73
Tabla 7	Resultados SPSS para Conocimientos antes y después	75
Tabla 8	Proceso de Aceptación de Hipótesis de Conocimientos.....	76
Tabla 9	Resultados SPSS para Uso del Solmáforo antes y después.....	77
Tabla 10	Proceso de aceptación de hipótesis del uso del solmáforo	78
Tabla 11	Mediciones de la radiación ultravioleta usando un medidor portátil de UV	91

Índice de figuras

Figura 1.	Ciclo del Ozono.....	37
Figura 2.	Diagrama del bloque del transmisor	47
Figura 3.	Diagrama del bloque del receptor.....	47
Figura 4.	Sensor de radiación ultravioleta UVM 30 A	49
Figura 5.	Circuito de alimentación de un fotodiodo	50
Figura 6.	Circuito del Transmisor del solmáforo.....	52
Figura 7.	Circuito del Receptor del Solmáforo.....	54
Figura 8.	Placa impresa del Transmisor.....	55
Figura 9.	Vista pictórica del receptor	55
Figura 10.	Circuito receptor donde se observa la antena revestida de plástico	62
Figura 11.	Circuito receptor, donde se observan el microcontrolador PIC 16F877, los cinco optoacopladores MOC y los 5 triacs que manejan a las cinco lámparas leds señalizadoras	63
Figura 12.	Transmisor con el sensor.....	63
Figura 13.	Instrumento medidor de UV Lutron - YK-35UV	64
Figura 14.	Parte de posterior del circuito transmisor donde se puede apreciar el circuito transmisor de RF el XY-FST	64
Figura 15.	Circuito grabador de PIC para insertar en el microcontrolador el programa de operación	65
Figura 16.	Circuito transmisor donde se muestra el circuito sensor de radiación UV, el cual tiene una ventana para exponerlo al sol y así captar la radiación solar UV	65
Figura 17.	Exposición del solmáforo y una gigantografía explicativa	68
Figura 18.	Solmáforo con la luz roja que exhibe.....	68
Figura 19.	El ing. Ramírez y estudiantes a los que explica el uso del solmáforo	69
Figura 20.	Gigantografía con los colores del solmáforo	69
Figura 21.	Exhibición del receptor	70
Figura 22.	Exhibición del Solmáforo con el Dr. Eduar Vásquez	74

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como situación problemática la siguiente, que los alumnos de Ingeniería Electrónica se estaban exponiendo innecesariamente a la radiación solar ultravioleta, con los peligros que eso conlleva, por eso surgió la pregunta de qué manera práctica se les puede informar de los peligros a una sobre exposición a la radiación solar ultravioleta y la solución fue el diseño, construcción, exhibición y exposición de un aparato luminoso llamado solmáforo.

El objetivo fue diseñar, construir y exhibir un prototipo de solmáforo o sea un aparato que mide el índice de radiación solar ultravioleta y lo da a conocer por medio de diversas luces de lámparas led, cuyos colores están establecidos por la Organización Mundial de la Salud. Luego para ver el efecto de la exhibición del solmáforo en los estudiantes de Electrónica de la FACFyM de la UNPRG, se aplicaron dos encuestas, una antes y otra después de la sensibilización y las exhibiciones del uso del solmáforo, que duraron aproximadamente un mes. El análisis estadístico de dichas encuestas demuestra que se lograron cambios significativos en el comportamiento de los estudiantes con respecto a una exposición prolongada a la radiación solar UV, lo cual a largo plazo puede evitar problemas de salud relacionados como cáncer de piel, envejecimiento prematuro de la piel y cataratas.

Como conclusión se puede decir que se diseñó y construyó el prototipo de solmáforo con un funcionamiento óptimo, y que la sensibilización y la exhibición afectó positivamente en el comportamiento de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.

Palabras clave: *radiación solar UV, equipo indicador de nivel UV, enfermedades generadas por UV*

Abstract

The present research work had as a problematic situation the following, that the students of Electronic Engineering were unnecessarily exposed to ultraviolet solar radiation, with the dangers that this entails, so the question arose in what practical way they can be informed of the dangers to an overexposure to the radiation. The solution was the design, construction, exhibition and exhibition of a luminous device called a solmaphore.

The objective was to design, build and exhibit a prototype of solmaphore or a device that measures the index of ultraviolet solar radiation and gives it with order by means of various LED lamp lights, whose cabbages established by the World Health Organization. Then, to see the effect of the solmaphore display on the Electronics students of the FACFyM of the UNPRG, two surveys were applied, one before and one after the sensitization and exhibitions of the use of the solmaphore, which lasted about a month. Statistical analysis of these surveys shows that significant changes were achieved in the behavior of the students with regard to prolonged exposure to solar UV radiation, which in the long term can prevent related health problems such as skin cancer, premature skin aging and cataracts.

In conclusion, it can be said that the solmaphore type was designed or built with optimal functioning, and that awareness and exhibition positively affected the behavior of Electronic Engineering students.

Key words: solar UV radiation, UV level indicator equipment, UV diseases

Introducción

El hombre como todo ser vivo está en contacto con un ambiente que regula su vida. Los factores ambientales se mantienen aproximadamente constantes; si se apartan de sus niveles normales, el hombre se siente incómodo o incluso muere, tomamos como ejemplo el factor temperatura, que puede tener valores desde el cero absoluto ($-273\text{ }^{\circ}\text{C}$) hasta los millones de grados que hay en el Sol. De toda esta vasta gama de temperatura, el hombre sólo puede mantenerse vivo en un pequeño intervalo de aproximadamente entre $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nuestros cuerpos se han adaptado a lo largo de los años en este intervalo de temperatura.

La luz solar es esencial para la salud, pero no está exenta de riesgos. La radiación ultravioleta (UV) solar puede causar diferentes enfermedades, pero hay formas eficaces de evitar estos problemas y seguir disfrutando del Sol.

Desde la aparición del agujero en la capa de ozono sobre la región antártica, a principios de la década de los 80, las personas no han tomado conciencia del peligro que representa la reducción de los niveles de ozono, al debilitar la protección natural que nos brinda la atmósfera contra los rayos ultravioletas (UV) perjudiciales que emite el Sol.

Los problemas de salud más graves que puede acarrear la sobreexposición a la radiación UV son: cáncer de piel (melanoma), envejecimiento prematuro de la piel, cataratas y lesiones oculares, y otros problemas cutáneos.

El Sol emite distintas radiaciones y no todas llegan a la superficie de nuestro planeta. Los rayos gamma y ultravioleta C (UVC) son absorbidos en su totalidad por la capa de ozono, los ultravioleta B (UVB) son sólo absorbidos en parte y cada vez menos, y los ultravioleta (UVA) llegan hasta nosotros. Cada uno de estos rayos causa un efecto distinto en nuestra piel: mientras

los rayos UVA atraviesan la epidermis y producen el bronceado y a veces el envejecimiento prematuro de la piel, los UVB se quedan en la dermis y son los principales causantes de los cánceres cutáneos, según informa la Organización Mundial de la Salud (OMS).

La disminución de la capa de ozono hace que lleguen hasta nosotros mayores radiaciones ultravioleta, que favorecen la aparición de enfermedades como el cáncer de piel. Los científicos llevan varias décadas alertando de que nuestro planeta sufre el debilitamiento de la capa de ozono que nos protege de la radiación UV-B. Este fenómeno se conoce coloquialmente como “agujero en la capa de ozono”

La preocupación por el medio ambiente es fundamental; ya que forma parte integral del desarrollo de la sostenibilidad, aspecto con el cual nuestro comportamiento se encuentra vinculado, a pesar de que muchos lo ignoremos. ¿Qué tan concientizados o sensibilizados estamos acerca de la influencia de la radiación solar?

Por eso es necesario quitar de la mente de las personas la percepción de que el bronceado es deseable y saludable, realizar programas educativos para dar a conocer mejor los efectos nocivos de la radiación UV e impulsar cambios de los estilos de vida que frenen la tendencia al aumento continuo de los casos de cáncer de piel y otras enfermedades relacionadas.

En la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, se carece de investigación con aporte al cuidado del medio ambiente, además de la escasa capacitación hacia los estudiantes. Conforme la tecnología avanza, se deben incorporar la tecnología electrónica, para contribuir al cuidado del medio ambiente con relación a la radiación solar que afecta con importante magnitud a los estudiantes universitarios.

Siendo el objetivo de la presente investigación: Diseñar y construir un indicador luminoso para informar en tiempo real a los estudiantes de electrónica sobre los niveles de radiación solar ultravioleta a los que están expuestos.

Dentro de los objetivos específicos se encuentran efectuar un diagnóstico sobre la situación real de la sobre exposición a los rayos UV de los estudiantes de Ingeniería Electrónica, para luego diseñar un prototipo de solmáforo que sirva para visualizar los niveles de radiación, luego construir el prototipo de manera que sea fácil de transportar y exhibir, posteriormente instalar el prototipo en los ambientes externos del Laboratorio de Electrónica para su exhibición y sensibilización a través de charlas expositivas, por último aplicar y procesar encuestas para medir el grado de comprensión de los estudiantes sobre los peligros de una exposición prolongada a los rayos solares UV.

La estructura del informe es la siguiente:

La investigación tiene dos partes, el diseño del solmáforo y la determinación del efecto del uso del solmáforo en el comportamiento de los estudiantes frente a la exposición a la radiación solar UV.

En el capítulo I, se trata el planteamiento de la Investigación, le sigue el capítulo II donde se aborda el Diseño Teórico, en el capítulo III se abarca el Diseño Metodológico, dejando la exposición de los resultados para el capítulo IV. Posteriormente, se dan las Conclusiones y Recomendaciones. Por último, se dan la Bibliografía y los anexos.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Síntesis de la situación problemática

El departamento de Lambayeque que tiene un latitud de -6.7 y está a una distancia aproximada de 750 km de la línea ecuatorial, posee un clima semitropical; con alta humedad atmosférica y escasas precipitaciones en la costa sur, la temperatura máxima puede bordear los 35°C (entre enero y abril), siendo el verano el tiempo más caluroso; entre los distritos mayor intensidad de calor se encuentran Lambayeque, Olmos, Motupe, Jayanca, Chongoyape y Mórrope, generando en algunas oportunidades una sensación de sofocación.

Los pobladores de esta región poseen diferentes actividades económicas entre las cuales tenemos la pesca artesanal, actividad que es realizada por hombres, mujeres y niños la cual es realizada en frecuente exposición a los rayos solares, siendo los pescadores artesanales los que poseen un alto índice de cáncer en la piel; este Departamento posee gran actividad comercial entre sus diferentes distritos, pues nuestros comerciantes viven en constante exposición solar, a ello se suma que no existe una adecuada orientación para el cuidado de los rayos UV. De igual manera en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo se observa que los ambientes como el parque, los complejos deportivos, las bancas no se encuentran debidamente protegidas contra la radiación solar, además no se recibe una orientación adecuada acerca de la protección del medio ambiente y de la Radiación Solar. (INEI, 2014)

En nuestro ambiente pequeñas dosis de radiación solar son beneficiosas para el ser humano y esenciales para la producción de vitamina D. La radiación solar también se utiliza

para tratar diversas enfermedades, como el raquitismo, la psoriasis y el eczema. Estos tratamientos se realizan bajo supervisión médica y la ponderación de sus ventajas frente a los riesgos de la exposición a la radiación solar es cuestión de juicio clínico.

En el ser humano, una exposición prolongada a la radiación solar puede producir efectos agudos y crónicos en la salud de la piel, los ojos y el sistema inmunitario. Las quemaduras solares y el bronceado son los efectos agudos más conocidos de la exposición excesiva a la radiación solar; a largo plazo, se produce un envejecimiento prematuro de la piel como consecuencia de la degeneración de las células, del tejido fibroso y de los vasos sanguíneos inducida por la radiación solar.

Los efectos crónicos comprenden dos grandes problemas sanitarios: los cánceres de piel y las cataratas. Cada año, se producen en todo el mundo entre dos y tres millones de casos de cáncer de piel no melánico y aproximadamente 132000 casos de cáncer de piel melánico.

Los cánceres de piel no melánicos se pueden extirpar quirúrgicamente y rara vez son mortales, pero los melanomas malignos contribuyen de forma sustancial a la mortalidad en las poblaciones de piel clara. Entre 12 y 15 millones de personas padecen de ceguera causada por cataratas. Según estimaciones de la OMS, hasta un 20% de estos casos de ceguera pueden haber sido causados o haberse agravado por la exposición al Sol, especialmente en la India, Pakistán y otros países del llamado “cinturón de cataratas”, la zona de mayor incidencia, cercana al ecuador. Asimismo, cada vez hay más pruebas que indican que los niveles medioambientales de radiación UV pueden aumentar el riesgo de enfermedades infecciosas y limitar la eficacia de las vacunas. (Organización Mundial de la Salud, 2010)

Se considera que la conducta de las personas con respecto al Sol es una causa principal del aumento de las tasas de cáncer de piel en las últimas décadas. El incremento de las actividades al aire libre y los nuevos hábitos al tomar el sol ocasionan a menudo una excesiva exposición a la radiación UV. A muchas personas les parece normal tomar el sol de forma intensa; por desgracia, incluso los niños, los adolescentes y sus padres consideran que el bronceado es un símbolo de belleza y buena salud. (Organización Mundial de la Salud, 2010)

La exposición a la radiación solar puede producir, en el ser humano, efectos agudos y crónicos en la salud de la piel, los ojos y el sistema inmunitario. Es frecuente la creencia, equivocada, de que sólo las personas de piel clara deben preocuparse por la sobreexposición al sol. Las pieles más oscuras contienen más melanina protectora y la incidencia de cáncer de piel es menor en personas con este tipo de piel. Sin embargo, se producen casos de cáncer de piel en estas personas y, por desgracia, estos cánceres a menudo se detectan en estadios más avanzados y más peligrosos.

El riesgo de efectos sobre la salud ocular y del sistema inmunitario relacionado con la radiación UV es independiente del tipo de piel. En la monografía de la OMS Radiación Ultravioleta, de la serie Criterios de Salud Ambiental, y en las actas de un taller internacional sobre la radiación UV2 puede encontrarse un amplio resumen y evaluación de los efectos sobre la salud relacionados con la radiación UV. (Organización Meteorológica Mundial, 2010)

El estudiante universitario en general no tiene información sobre los efectos de la radiación solar ultravioleta en la salud de las personas y no identifican los niveles de radiación

a los que están expuestos regularmente en la vida universitaria entre desplazamientos y permanencia en los patios y áreas de tertulia y estudios en ambientes abiertos.

1.2. Formulación del Problema de Investigación

Por lo indicado el problema de la presente investigación se define mediante la siguiente pregunta:

¿Como mitigar los efectos de la radiación solar ultravioleta en los estudiantes de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo?

1.3. Hipótesis

Si se proporciona información en tiempo real del nivel de radiación solar ultravioleta a los estudiantes de Ingeniería Electrónica entonces se mejora su comportamiento para evitar la exposición peligrosa a la radiación solar ultravioleta.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar y construir un indicador luminoso para informar a los estudiantes de electrónica sobre los niveles de radiación ultravioleta a los que están expuestos.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación real de los conocimientos y necesidades de los estudiantes de ingeniería electrónica sobre a la radiación solar ultravioleta.
- Diseñar un solmáforo, equipo de información en tiempo real, y hacer visible el nivel de radiación solar ultravioleta.
- Construir un Prototipo de Solmáforo e instalarlo en los ambientes aledaños al Laboratorio de Ingeniería Electrónica de la FAcFyM
- Sensibilizar a los estudiantes sobre la radiación solar ultravioleta y presentar el solmáforo para uso de la información en sus actividades diarias en el campus universitario.
- Evaluar el resultado de la sensibilización y el uso de la información del solmáforo para evitar la exposición peligrosa a la radiación solar ultravioleta.

CAPITULO II

DISEÑO TEORICO

2.1. Estado del arte

Se ha revisado las publicaciones de los últimos años en base de datos de prestigio y se presenta a continuación:

En la tesis de Conocimientos y hábitos sobre exposición solar en trabajadores de complejos arqueológicos – Lambayeque se indica

“En los últimos 30 años, se han producido los descubrimientos más notables en la historia de la arqueología peruana, las personas que se encuentran detrás de estos grandes hallazgos para la cultura, realizan un arduo y exhaustivo trabajo, exponiéndose continuamente a la radiación solar y en consecuencia a diversas enfermedades que pueden ser graves, pero sobre todo prevenibles.

Es importante actuar para promover un mejor conocimiento de este riesgo y para mejorar el comportamiento de protección durante el trabajo y el tiempo libre.

El objetivo del estudio fue: Determinar los conocimientos y hábitos sobre el grado de exposición solar en trabajadores de complejos arqueológicos en Lambayeque, durante octubre-noviembre del 2019.

El estudio fue descriptivo transversal prospectivo, en el que se obtuvo los conocimientos y hábitos de sobreexposición solar a partir de un cuestionario con preguntas elaboradas por la autora, y aplicado por dos investigadores para la población de estudio, el tamaño de la muestra estuvo compuesto por 162 trabajadores de complejos arqueológicos.

Resultados fueron: de los 162 encuestados se halló que el 38,9% tenía un nivel de conocimiento bajo, el 53% regular y el 8% bueno y en cuanto a los hábitos se encontró que el 49.3% tenía un nivel de hábitos regular, el 34.5% malo y el 16% adecuado. El nivel de conocimientos y hábitos de los trabajadores de complejos arqueológicos es regular” (Wester, 2022).

En el Artículo: A wearable device for monitoring health risks when children play outdoors, se plantea que “La educación para la salud es muy importante para concientizar sobre los peligros de la exposición excesiva al sol y otros elementos climáticos, especialmente para los grupos de personas más sensibles, como los niños. Aunque son muchos los beneficios conocidos de la exposición al sol para la salud humana, también es cierto que, en exceso, también puede aumentar el riesgo de enfermedades relacionadas con la exposición a estos elementos.

Por lo tanto, es importante contar con mecanismos de monitoreo para mantener a los niños a salvo de los riesgos para la salud que pueden surgir de la exposición a esos elementos climáticos.

Este trabajo describe el desarrollo de un dispositivo portátil que monitorea algunos parámetros asociados a la salud y condiciones a las que puede estar expuesto un niño y, dependiendo de estas condiciones, alerta del riesgo al que está expuesto el niño.

Los puntos fuertes del sistema descrito, en cuanto a la salud de los niños, se centran no solo en los avisos que les proporcionarán los colores cambiantes de la alerta luminosa, en cuanto a la radiación solar UV, la temperatura corporal y la temperatura ambiente, sino que también mejora el conocimiento sobre la promoción de la salud. y medidas de protección a adoptar, considerando las condiciones a las que está expuesto el niño

Para los adultos, el prototipo también revela cierto interés, según las respuestas a las encuestas, y ventajoso en que puede ayudarlos en el seguimiento constante de sus hijos. Pero, sobre todo, permite concienciar sobre la importancia del cuidado de la salud, especialmente con los niños”. (Azevedo, 2020)

En la Revista Dermatology and Therapy, se presenta el artículo científico Photoprotection in Outdoor Sports: A Review of the Literature and Recommendations to Reduce Risk Among Athletes que plantea que “La exposición solar, durante largas horas y, a menudo, en las horas pico con poca sombra disponible, predispone a los atletas a las quemaduras solares episódicas y al daño crónico, lo que aumenta el riesgo de lesiones precancerosas y cáncer de piel. Los factores ambientales y la intensidad del entrenamiento afectan el riesgo. La ropa proporciona una buena protección, pero es posible que no sea posible cambiar los "uniformes" establecidos por razones prácticas, de seguridad o simplemente por costumbre”.

“Aunque se debe fomentar la actividad física por sus beneficios físicos y mentales, se debe minimizar el riesgo de daños en la piel. Revisamos los comportamientos existentes, el riesgo de cáncer de piel y las campañas en la población deportista y destacamos recomendaciones clave para ayudar a que las prácticas de protección solar se arraiguen en la práctica deportiva”. (Gilaberte, 2022).

En el artículo de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, se manifiesta que “La radiación solar es un importante factor natural porque moldea el clima de la tierra y tiene una influencia significativa sobre el medio ambiente.

La parte ultravioleta del espectro solar (UV) juega un papel muy importante en varios procesos de la biosfera. Tiene varios efectos beneficiosos, pero también puede ser muy

dañina si se exceden ciertos límites de seguridad. Si la cantidad de radiación UV es alta se agotan los mecanismos de autoprotección de algunas especies biológicas y sus organismos pueden resultar seriamente dañados. Esto también afecta al organismo humano, en particular a la piel y a los ojos. Para evitar el daño producido por las elevadas exposiciones al UV, la gente debe limitar su exposición a la radiación solar utilizando medidas protectoras”. (SENAMHI, 2021).

2.2. Bases Epistemológicas

2.2.1. Educación ambiental para el desarrollo sostenible.

La educación ambiental a lo largo del tiempo ha ido adquiriendo una triple pertinencia: social, ambiental y educativa, y existen diversas corrientes de pensamiento y de prácticas, que dependen de la ideología y ética de los líderes y los protagonistas de estas corrientes.

“El desequilibrio hombre-naturaleza, a escala global y local, exige fortalecer el papel y la capacidad de las localidades en la implantación de programas que permitan aproximarnos a territorios más sostenibles” (Morales, 2018).

El apoyo a las pequeñas y medianas empresas, el fomento de las actividades estratégicas, como las de alta tecnología y el desarrollo de las energías solar y eólica.

Un criterio epistemológico, definido como característica para sus investigaciones en las universidades, plantea que las investigaciones deben diagnosticar la realidad objeto de investigación y plantear una transformación del estado actual a un estado de desarrollo sostenible. (López y otros, 2019).

El paradigma de diagnosticar y transformar, introduce la ideología de forma explícita y la autorreflexión crítica en los procesos del conocimiento para transformar “... la estructura de las relaciones sociales y dar respuesta a determinados problemas generados por éstas, partiendo de la acción- reflexión de los integrantes de la comunidad” (Alvarado & García, 2008).

La Universidad Metropolitana del Ecuador, basado en valoraciones epistemológicas aplica una trilogía compuesta por Resultados, Actividades e Indicadores, como un intento para lograr la transformación de la sociedad actual a una sociedad con educación ambiental para el desarrollo sostenible.

2.2.2. El término ambiente en las ciencias ambientales

En las ciencias ambientales existen tres grandes acepciones de ambiente y presentamos a continuación:

1. Ambiente, comparte parcialmente con algunos términos como entorno, contexto, medio, etc. puede considerarse como el lugar que nos rodea, e incluye los aspectos, antropológicos, económicos, políticos y sociales.
2. Ambiente es la naturaleza modificada por los humanos a lo largo del tiempo y se basa en el criterio de Aristóteles diferenciando entre los objetos naturales y los creados por el hombre.
3. Ambiente se puede considerar la relación conjunta de la sociedad y de la naturaleza, relación de las ciencias sociales con las ciencias naturales.

2.3. Antecedentes del problema

Virginia Villafañe y Walter Helbling (1998), indicaron que la radiación solar es la principal fuente de energía en la mayoría de los ecosistemas naturales. Las algas y las plantas verdes utilizan la energía radiante proveniente del sol para sintetizar moléculas orgánicas a partir de moléculas inorgánicas que toman del medio -o sea, que pueden realizar fotosíntesis-, por lo que así se convierten en la base de la vida en la Tierra. Sin embargo, la exposición a niveles altos de radiación solar, en particular de radiación ultravioleta, tiene efectos perjudiciales sobre la mayoría de los seres vivos.

Apenas unas décadas atrás se consideraba que la radiación ultravioleta carecía de importancia como factor ambiental en los ecosistemas acuáticos, ya que se suponía que se absorbía totalmente en los primeros centímetros de la columna de agua. El descubrimiento del "agujero de ozono" sobre la Antártida estimuló el desarrollo de mejores instrumentos de medición, algunos de ellos capaces de funcionar debajo del agua. Gracias a ellos hoy se sabe que la penetración de la radiación ultravioleta es mucho mayor, y que sus efectos biológicos resultan observables hasta decenas de metros de profundidad.

El ozono es uno de los factores que determinan la intensidad de la radiación ultravioleta que llega a la superficie de la Tierra, pero una vez que ella ha penetrado en el agua, su atenuación depende fundamentalmente de la concentración de materia orgánica disuelta y de la cantidad de microorganismos presentes.

El hombre ha causado cambios sustanciales en el medio ambiente. La producción de clorofluorcarbonos ha resultado en una disminución de la concentración de ozono estratosférico, mientras que el aumento del efecto invernadero está alterando el balance de materia orgánica disuelta en los lagos. Es decir, que se puede prever un aumento de la

radiación ultravioleta en el medio acuático a mediano y largo plazo. Esto podría afectar las cadenas alimentarias de algunos ecosistemas lacustres y marinos, y perjudicar, por ejemplo, la producción pesquera.

Organización Mundial de la Salud (2003) ejecutaron El índice UV solar mundial (IUV) como una medida sencilla de la intensidad de la radiación UV en la superficie terrestre y un indicador de su capacidad de producir lesiones cutáneas, que sirve como vehículo importante para hacer conciencia en la población y advertir a las personas de la necesidad de adoptar medidas de protección cuando se exponen a la radiación UV. El IUV es el fruto de una labor internacional de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la Comisión Internacional sobre Protección contra la Radiación no Ionizante (ICNIRP) y la Oficina Federal Alemana para la Protección contra la Radiación.

MINSA – “Plan de Comunicación y Educación sobre la Radiación Solar” (2011); La radiación solar, incluyendo su radiación ultravioleta (UV), ha sido siempre un factor ambiental favorable para la vida en la Tierra.

Pequeños montos de UV son beneficiosos para la gente y esencial para la producción de la vitamina D. Durante los pasados años, los hábitos de las personas han cambiado respecto a su tiempo de exposición al Sol, provocando que la gente incremente su tendencia a broncearse y tomen sol excesivamente.

2.4. Base Teórica

2.4.1. Solmáforo

Es un aparato que mide los niveles de radiación ultravioleta, alertando a la población por medio de un código basado en 5 colores determinados por la Organización Mundial de la Salud, OMS. También puede ser llamado semáforo de sol.

Los filtros ultravioletas (UV) y sensores ópticos del Solmáforo: Miden el nivel de radiación y entregan la intensidad según una carta de colores establecida por la Organización Mundial de la Salud. Los colores son: verde (bajo), amarillo (medio), naranja (alto), rojo (peligroso) y violeta (extremo). Los solmáforos son utilizados para prevenir a la población de los peligros de la radiación ultravioleta. En particular, monitorean la banda UV-B, que es peligrosa para la vida y la salud humana, que puede provocar cáncer a la piel, melanomas, cataratas y afectar el sistema inmunitario, debilitándolo.

2.4.2. Radiación solar

Nuestra estrella, el Sol, emite un conjunto de radiaciones electromagnéticas que se conoce como Radiación solar. La energía liberada por el Sol debido a las reacciones nucleares se transmite al espacio sideral y una minúscula parte de ella llega a nuestro planeta. El espectro de esta radiación abarca desde el infrarrojo, la luz visible y el ultravioleta. Gracias a la protección de la atmósfera de la Tierra, y en especial, a la capa de Ozono, las radiaciones ultravioletas más dañinas son absorbidas y no llegan a la superficie. La irradiancia es la magnitud de la radiación solar y se mide en W/m^2 .

2.4.3. Sensor

El sensor es usado para convertir una magnitud física, tal como la temperatura, en una magnitud eléctrica, tal como el voltaje y de esa manera poder medirla por un equipo o circuito electrónico. Hay sensores para casi todas las magnitudes físicas, y en el caso que nos interesa, para medir la irradiancia o magnitud de la radiación solar ultravioleta incidente. La salida de un sensor por lo general es una magnitud analógica, que debe ser convertida a digital para ser procesada de mejor manera y se le pueda visualizar con comodidad en pantallas de cristal líquido.

2.4.4. Microcontrolador

Es un circuito integrado que para realizar una determinada función necesita de un programa elaborado por el usuario y que se guarda en su memoria interna de programa. Es el circuito electrónico omnipresente en la mayoría de aparatos electrónicos, desde los celulares inteligentes hasta los drones de combate. Existen una variedad de modelos y fabricantes de microcontroladores y la elección de uno en particular depende de los criterios del diseñador y del alcance de la tarea a realizar. Los más conocidos son los que están incorporados en las placas Arduino.

2.4.5. LEDs

Se usan como indicadores en muchos equipos y en lámparas de iluminación, así como en pantallas de televisores. Los primeros LEDs emitían luz roja de baja intensidad, pero los dispositivos actuales emiten luz de alto brillo en el espectro infrarrojo, visible y ultravioleta. Los LEDs infrarrojos también se usan en unidades de control remoto de muchos productos comerciales incluyendo equipos de audio y video.

2.4.6. Índice de radiación ultravioleta (IUV)

El Índice de Radiación Ultravioleta, es usado para advertir a la población sobre una exposición prolongada a dicha radiación.

La siguiente tabla relaciona los índices UV con el tiempo máximo de exposición según el tipo de piel.

Si la Radiación Ultravioleta es:	Y el IUV está en:	Según el tipo de piel , el tiempo máximo de exposición en minutos sin protección es:					
		Muy clara	Clara	Morena clara	Morena oscura	Oscura	Muy oscura
Baja	0	Indefinido	Indefinido	Indefinido	Indefinido	Indefinido	Indefinido
	1	112	140	175	219	274	342
	2	56	70	88	109	137	171
Moderada	3	37	47	58	73	91	144
	4	28	35	44	55	68	86

	5	22	28	35	44	55	68
Alta	6	19	23	29	37	47	57
	7	16	20	25	31	39	49
Muy alta	8	14	18	22	27	34	42
	9	12	16	19	24	30	38
	10	11	14	18	22	27	34
Extremadamente alta	11	10	13	16	20	25	31
	12	9	12	15	18	23	29
	13	9	11	14	17	21	26
	14	8	10	13	16	20	24
	15	8	9	12	15	18	23

Elaborado a partir de las siguientes fuentes: Índice UV solar, Guía práctica. OMS, OMM, PNUMA y el ICNIRP. 2003 y tutiempo.net para el FPS.

Tabla 1 **Índices UV y tiempos máximos de exposición**

Radiación Ultravioleta

La radiación UV se clasifica en tres categorías de acuerdo a su longitud de onda:

UVA (315–400 nm)

UVB (280–315 nm)

UVC (100–280 nm)

La radiación UVC es totalmente absorbida por la capa de Ozono. A la superficie terrestre llega un 10% de la radiación UVB y un alto porcentaje de la radiación UVA.

Estos factores afectan la intensidad de la radiación UV (OMS, 2003):

- Altura del sol: cuanto más cerca del cenit mayor es la intensidad
- Latitud: cuanto más cerca al ecuador, mayor es la intensidad
- Nubosidad: es máxima en cielo despejado, pero la presencia de nubes atenúa, pero no la elimina

Integridad de la capa de Ozono: Cuando está agujereada no absorbe la radiación UV

Albedo: la reflexión del suelo modifica el comportamiento de radiación UV en superficie

Cálculo del índice UV

La ecuación para calcular el índice UV es:

$$I_{UV} = k_{er} \cdot \int_{250nm}^{400nm} E_{\lambda} \cdot S_{er}(\lambda) d\lambda \quad (1)$$

Fuente:

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42633/9243590073.pdf;jsessionid=04526E9950C2D4194A8BF2F36BD9564D?sequence=1>

Donde E_{λ} es la irradiancia para una determinada longitud de onda λ

$d\lambda$ es el diferencial de longitud de onda utilizado en la integración

$Ser(\lambda)$ es el espectro de acción de referencia para el eritema

k_{er} es una constante igual a $40\text{m}^2/\text{W}$.

Categorización del índice UV

La siguiente tabla relaciona los valores numéricos de los índices UV con diversas categorías que sirven para informar a la población sobre la intensidad de la radiación a la que están expuestos.

Tabla 2 **Categoría de exposición de los índices UV**

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

Tabla 1: Categorías de exposición a la radiación UV

Fuente: Índice UV solar, Guía práctica. OMS, OMM, PNUMA y el ICNIRP.

2.4.7. Capa de ozono

El ozono es gas, que está compuesto de tres átomos de oxígeno. La capa de Ozono es una delgada capa de la atmósfera, situada en la estratósfera y que tiene una alta concentración de ozono. Su importancia estriba en que absorbe más del 90% de la radiación solar ultravioleta de alta frecuencia y que es dañina para todos los seres vivos de este planeta y por tanto es una capa protectora. El deterioro de esta capa

debido a algunas actividades industriales está ocasionando problemas a la salud humana.

La siguiente información se ha tomado de la página: <https://curiosoando.com/como-funciona-la-capa-de-ozono>

“La formación del ozono de la estratosfera terrestre es catalizada por los fotones de luz ultravioleta que al interaccionar con las moléculas de oxígeno gaseoso, que están constituidas por dos átomos de oxígeno, las separa en los átomos de oxígeno (oxígeno atómico) constituyente; el oxígeno atómico se combina con aquellas moléculas que aún permanecen sin disociar, formando, de esta manera, moléculas de ozono.

La concentración de ozono es mayor entre los 15 y 40 km, con un valor de 2-8 partículas por millón, en la zona conocida como capa de ozono. Si todo ese ozono fuese comprimido a la presión del aire al nivel del mar, esta capa tendría solo 3 milímetros de espesor.

El ozono actúa como filtro, o escudo protector, de las radiaciones nocivas, y de alta energía, que llegan a la Tierra, permitiendo que pasen otras como la ultravioleta de onda larga, que de esta forma llega a la superficie. Esta radiación ultravioleta es la que permite la vida en el planeta, ya que es la que permite que se realice la fotosíntesis del reino vegetal, que se encuentra en la base de la pirámide trófica.

El ozono se produce mediante la siguiente reacción:

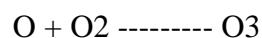
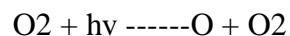
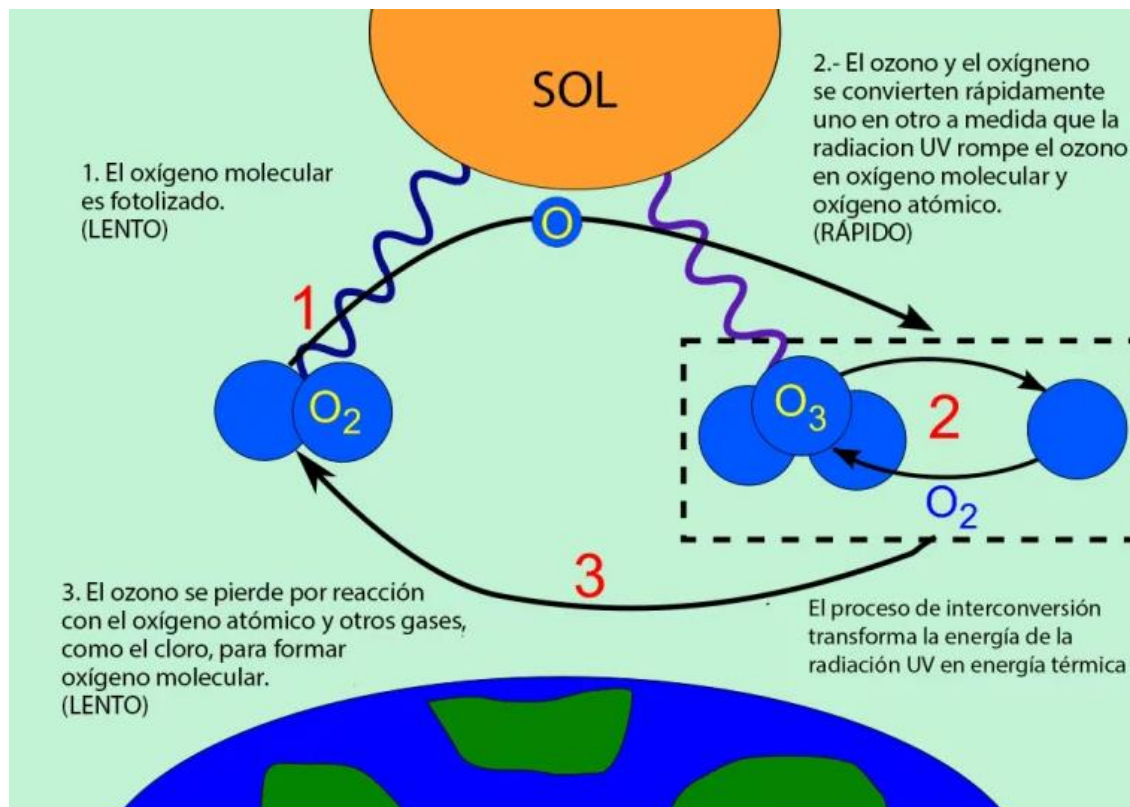


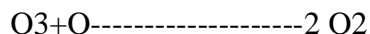
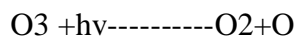
Figura 1. Ciclo del Ozono



Fuente: <https://curiosoando.com/como-funciona-la-capa-de-ozono>

Es decir, el oxígeno molecular que se encuentra en las capas altas de la atmósfera es bombardeado por la radiación solar. Del amplio espectro de radiación incidente una determinada fracción de fotones cumple los requisitos energéticos necesarios para catalizar la rotura del doble enlace de los átomos de oxígeno de la molécula de oxígeno molecular.

Posteriormente, el Sol convierte una molécula de ozono en una de oxígeno diatómico y un átomo de oxígeno sin enlazar:



Durante la fase oscura (la noche de una determinada región del planeta), el oxígeno monoatómico, que es altamente reactivo, se combina con el ozono de la ozonósfera para formar una molécula de oxígeno biatómico:

Para mantener constante la capa de ozono en la estratosfera esta reacción fotoquímica debe suceder en perfecto equilibrio, pero estas reacciones son fácilmente perturbables por moléculas, como los compuestos clorados (como los clorofluorocarbonos) y los compuestos bromurados.”

2.4.8. Lenguaje C

El lenguaje C es un lenguaje de programación en general, que se adapta a la programación de microcontroladores y es de alto nivel, es decir comprensible al ser humano, en este caso al programador, que luego mediante un proceso de compilación se convierte en un programa de lenguaje en bajo nivel o de máquina, es decir un conjunto de bits que el microcontrolador entiende para su funcionamiento en una determinada aplicación. Existen otros lenguajes de programación de microcontroladores PIC, tales como el PBP, PIC BASIC PRO o el Assembler, pero el que goza de más simpatía por los programadores es el lenguaje C.

2.5. Bases conceptuales

Las variables y los indicadores se presentan de acuerdo con la hipótesis

2.5.1. Variable Independiente VI:

Información en tiempo real del nivel de radiación solar ultravioleta.

2.5.2. Variable Dependiente VD:

Comportamiento para evitar la exposición peligrosa a la radiación solar ultravioleta

En la tabla 3 se muestra las variables y los indicadores.

Tabla 3 Operacionalización de las variables

VARIABLES	INDICADORES
INDEPENDIENTE Información en tiempo real del nivel de radiación solar ultravioleta	Disponibilidad de Información del nivel de radiación solar ultravioleta en tiempo real con Solmáforo validado
DEPENDIENTE Comportamiento para evitar la exposición peligrosa a la radiación solar ultravioleta	Conocimiento de los colores del solmáforo y su tiempo de exposición máximo.
	Uso de la información en tiempo real del solmáforo y evitar exposición peligrosa.

2.5.3. Indicadores

Los indicadores de la presente investigación son:

- Disponibilidad de Información del nivel de radiación solar ultravioleta en tiempo real con Solmáforo validado.
- Conocimiento de los colores del solmáforo y su tiempo de exposición máximo.
- Uso de la información en tiempo real del solmáforo y evitar exposición peligrosa.

2.5.4. Unidad de análisis

La Información del nivel de radiación solar ultravioleta del solmáforo y el comportamiento del estudiante para evitar la exposición prolongada peligrosa ante la radiación solar ultravioleta.

CAPITULO III

DISEÑO METODOLOGICO

En este capítulo se presenta el diseño de contrastación de hipótesis, procedimiento de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos, y equipos y materiales.

3.1. Diseño de contrastación de hipótesis

En la presente investigación se tiene una hipótesis o hipótesis general, y para contrastar se tendrá tres sub hipótesis:

La primera sub hipótesis para validar la información del equipo que brinda información en tiempo real denominado Solmáforo con un instrumento patrón, equipo de fábrica, cuyas medidas en milivoltios serán procesados estadísticamente para determinar si están en el rango de valores similares.

La segunda sub hipótesis para determinar si la sensibilización y la presentación del solmáforo ha permitido que los estudiantes conozcan los colores y el tiempo máximo de exposición para cada uno de dichos colores, así como los valores de índice UV – IUV que les corresponden.

La tercera sub hipótesis para determinar las decisiones de comportamiento futuro de los estudiantes para evitar permanecer mayor tiempo que el máximo permitido para cada nivel IUV, informado por solmáforo mediante colores.

Se utilizará la estadística para contrastar las sub hipótesis de la presente investigación y con ellas contrastar la hipótesis o hipótesis general. Se utilizará el software SPSS v22.

3.2. Procedimiento de la investigación

El procedimiento de la investigación tiene dos partes:

3.2.1. Parte experimental tecnológica

La parte experimental tecnológica de la construcción de un equipo que informe en tiempo real el nivel de radiación solar ultravioleta mediante colores, denominado solmáforo sus pruebas de funcionamiento y su valides de resultados por contrastación con un instrumento patrón.

3.2.2. Parte investigación científica

La parte de investigación científica mediante levantamiento de información: primero información preliminar para el diagnóstico de las necesidades y luego dos encuestas a una muestra definida que debía participar en las dos encuestas, una antes de la sensibilización y presentación del solmáforo y otra después., sobre los conocimientos de los estudiantes respecto a los colores del solmáforo, su significado en cuanto a los niveles IUV y riesgos de la radiación solar ultravioleta si se expone a mayor tiempo que el máximo permitido para cada color.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

La población de la presente investigación son todos los estudiantes del programa de Ingeniería Electrónica de la UNPRG.

3.3.2. Muestra

La muestra está conformada por los alumnos de los cursos de electrónica de los ciclos tercero, cuarto, quinto y sexto del 2019-II.

3.4. Técnicas e Instrumentos

- Para la primera parte experimento tecnológico se requirió:
 - Técnicas de diseño, construcción, pruebas y validación de equipos electrónicos aplicados, para disponer de un prototipo de Solmáforo.
 - Los instrumentos que se utilizaron son los típicos de un laboratorio de ingeniería electrónica como son: fuentes, multímetros, generadores de señal, osciloscopio, y para la validación, el instrumento patrón denominado luxómetro que es un medidor portátil de radiación UV
 -
- Para la segunda parte la investigación científica, se requirió:
 - Encuestas y entrevistas usando cuestionarios y guía de entrevista.

3.5. Equipos y Materiales.

Los equipos y materiales para el experimento tecnológico se definieron en el diseño, siendo los principales: un microcontrolador, un transmisor, un receptor y medidor portátil de UV.

También se utilizaron computadoras, materiales de oficina, impresoras y servicio de internet.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Diagnóstico de las necesidades

Para conocer en forma general los conocimientos de los estudiantes del Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, referente a los aspectos ambientales y la radiación solar ultravioleta.

Se realizó en el semestre 2018-I, y se contó con el apoyo de los docentes de diferentes cursos del programa, participando un total de 140 estudiantes, cuyos resultados mostramos en la tabla 4.

Tabla 4 *Conocimientos sobre radiación solar UV de los estudiantes de ingeniería electrónica de la universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Información preliminar*

PREGUNTAS Y ALTERNATIVAS DE RESPUESTAS		N°	%
1. ¿Cree usted que la exposición prolongada a la radiación solar ultravioleta es dañina para la salud?	SI	135	96.48
	NO	5	3.6
2. Horario de mayor incidencia de radiación ultravioleta.	11 a 12: pm	35	25.0
	12: a 1:pm	88	62.9
	De 2:a 3:00 pm	18	12.9
3. Aparato indicador del índice de radiación solar ultravioleta	Solarímetro	10	7.1
	Espectrómetro solar	116	82.9
	Solmáforo	14	10.0
4. Causa del aumento de la incidencia de la radiación solar ultravioleta	Fenómeno del Niño	6	4.3
	Calentamiento Global	55	39.3
	Daño en la Capa Ozono	79	56.4
5. ¿Atenúa un cielo nublado la radiación solar ultravioleta a tal punto que no se considere dañina?	SI	53	37.9
	NO	87	62.1

PREGUNTAS Y ALTERNATIVAS DE RESPUESTAS (Continuación)		N	%
6. Protección más recomendable para evitar la exposición a la radiación solar ultravioleta.	Cubrirse la piel con ropa oscura	13	9.3
	Usar crema bloqueadora de radiación UV	107	76.4
	Usar una sombrilla	20	14.3
7. ¿Cuál es la enfermedad más relacionada con la alta incidencia de radiación solar ultravioleta?	Cáncer a la piel	130	92.9
	Cáncer a los ojos	7	5.0
	Calvicie	3	2.1

De acuerdo a experiencias de diagnóstico las necesidades para evitar los riesgos de la radiación solar ultravioleta, que se observa en la tabla 4 y por información de artículos y tesis, y confirmado en una reunión con alumnos, usando la metodología de lluvia de ideas se determinó que si se disponía de información de la radiación solar ultravioleta en el instante en que está expuestos al sol, el comportamiento de los estudiantes sería de evitar la exposición a la radiación solar por un tiempo mayor al máximo permitido para cada nivel de IUV.

Por ello se planteaba señalizadores sonoros o luminosos que indicaría de manera inconfundible el nivel de radiación solar ultravioleta y en base a la difusión reiterada de los tiempos máximos que se puede estar expuesto para cada nivel, el comportamiento de los alumnos será adecuado.

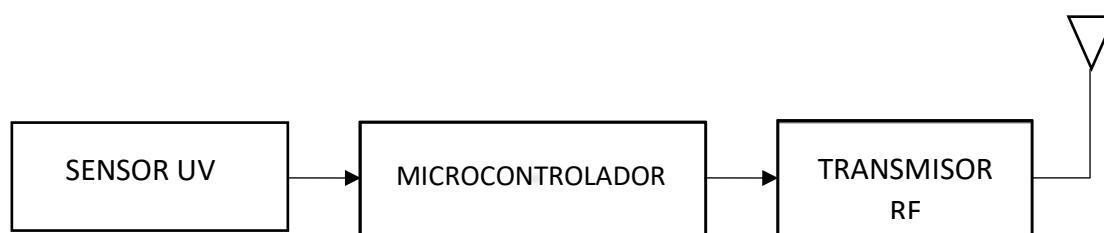
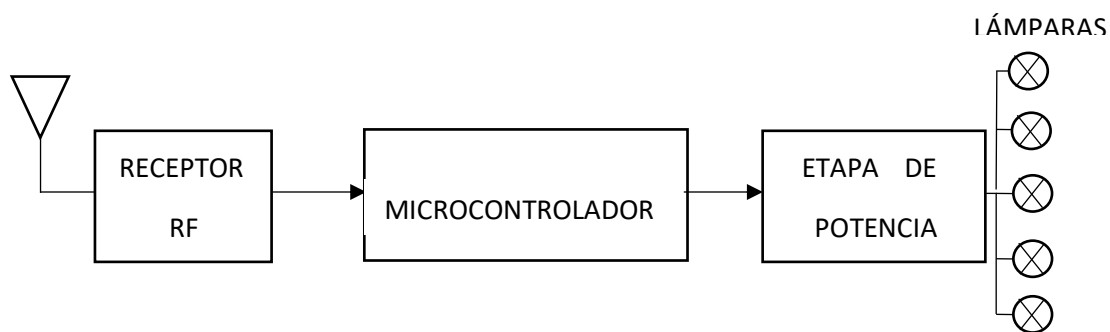
Se Planteó, así como un semáforo advierte el estado de autorización para la circulación de vehículos, indicando no pasar con el rojo, estar alerta el amarillo y pase libre

con el verde, podría tenerse un semáforo para la radiación solar de luz ultravioleta, este equipo será el solmáforo y ayudara a evitar daños a la salud de los estudiantes.

4.2. Diseño del solmáforo

Inicialmente se pensó en diseñar una estructura única del solmáforo, para exhibirlo en los ambientes externos del Laboratorio de Electrónica de la FACFyM, con el sensor en la azotea del mismo. Pero ante las complicaciones que presentarían el tenerlo permanentemente fuera del laboratorio sin supervisión, lo que llevaría problemas de vandalismo o robo, se decidió por una estructura portátil, que consistiría en dos partes: una que contendrá al sensor de la radiación UV, junto con el transmisor de RF, y otra que contendría al receptor de RF y las lámparas leds. Esto tendría la ventaja de que el sensor se podría exponer al Sol ajustando su inclinación manualmente y el receptor estaría en la sombra donde se apreciarían mejor las luces de las lámparas y donde no se contradeciría el objetivo de la investigación, debido que al estar en sombra los espectadores no se expondrían innecesariamente a la radiación solar UV.

Es por eso, que en el diseño del solmáforo, se toma en cuenta que constaría de cuatro partes: el detector, el transmisor, el receptor y el visualizador, siendo las partes importantes para la tesis el primero y el último, ya que el transceptor (la combinación del transmisor RF y el receptor RF) solo le transfiere movilidad al prototipo.

Figura 2. Diagrama del bloque del transmisor**Figura 3.** Diagrama del bloque del receptor

- Un sensor de radiación solar ultravioleta, el cual convierte la radiación solar ultravioleta, expresada en índices de radiación, en voltaje expresado en milivoltios.
- Un microcontrolador, que dentro de sus funciones incluye un convertidor analógico-digital, para convertir los milivoltios en bits o en su equivalente decimal; cinco comparadores digitales, implementados por programa, que sirven para establecer cinco escalas de visualización para abarcar los índices de radiación ultravioleta desde el 0 hasta el 15.
- Un transmisor de radio frecuencia
- Un Receptor de radio frecuencia

El circuito receptor incluye los siguientes elementos:

- El receptor de radio frecuencia, que recibe el Byte donde se indica qué lámpara va a encender de acuerdo al índice de radiación UV.
- El Microcontrolador, que recibe la información del receptor de RF y lo transmite a la etapa de potencia.
- La etapa de potencia, que consiste en cinco interfaces de potencia, que incluye cinco opto acopladores y cinco triacs de potencia.
- Cinco lámparas LED que mediante su luz dan a conocer a los estudiantes y público en general, el índice de radiación UV actualizado.

Adicionalmente, tanto el transmisor como el receptor, requieren de placas de circuito impreso para su instalación y soportes mecánicos.

Para la explicación del significado de las luces se adjunta una gigantografía consistente en una tabla de equivalencia entre los colores de la lámpara y el índice de radiación ultravioleta respectivo, proporcionada por la OMS.

4.2.1. Diseño Del Circuito Transmisor

Elección Del Sensor

Básicamente el elemento electrónico que detecta la radiación UV es un fotodiodo, al cual se le adicionan componentes para tener un circuito que detecte la radiación solar UV y la convierta en milivoltios, al cual también se le denomina chip sensor de radiación UV.

Para la elección del sensor se tiene que considerar que su entrada sea el índice de radiación ultravioleta y su salida un voltaje en milivoltios.

En el mercado existen una variedad de sensores, de los cuales por su sensibilidad y bajo coste se ha elegido el Gsens UVM 30 A, cuyas características técnicas se detallan a continuación:

- Voltaje de operación: DC de 3 a 5 V
- Corriente: 0.06 mA (Estándar)/ 0.1 mA (Máx)
- Longitud de onda de respuesta: 200 a 370 nm
- Temperatura de operación: -20 a 85 °C.
- Voltaje de salida de 0 a 2 V: correspondiente a índices de 0 a 20
- Precisión: +- 1 índice UV
- Tiempo de respuesta: menor a 0.5 s
- Dimensiones: 27 por 22 mm

Figura 4. Sensor de radiación ultravioleta UVM 30 A



La salida de este chip, fácilmente se puede adaptar a una tarjeta Arduino, una placa Raspberry Pi u otro microcontrolador.

A continuación, se da el circuito de alimentación de un fotodiodo

Figura 5. Circuito de alimentación de un fotodiodo



Para un voltaje de 2V en el fotodiodo y una corriente de 0.05 mA, R_s , la resistencia en serie vale 60 k Ω .

Elección Del Microcontrolador. Debido a que la señal del sensor debe ser convertida de analógica a digital, el microcontrolador debe tener incorporado un conversor A/D. Es por eso que se ha elegido el microcontrolador PIC 16F877, de 40 pines.

Elección del transmisor RF. Debido a que el transmisor va a estar en contacto con la radiación solar UV y el receptor en una posición fija del Laboratorio de Ing.

Electrónica, en la sombra, es que se requiere un transmisor de mínimo 10 metros de alcance. Por esta razón se ha seleccionado un circuito integrado transmisor de radio frecuencia popular, que, junto con un circuito codificador, de código HT12E, cuyos datos técnicos se muestran en el anexo 3 y que trabaja a una frecuencia de 434 MHz, a 4800 bits por segundo y a una distancia máxima de 150 metros en campo abierto.

Por ahora solo nos centraremos en la placa emisora (modulo RF). Esta placa puede enviar datos a 433Mhz ingresándolos por su único pin de datos. Pero esta información podría ser “vista” o recopilada por cualquiera, aparte de ser vulnerable a interferencia y al ruido. Es por ello que se ha optado por acompañarlo de un Circuito codificador integrado o Chip llamado HT12E. Este chip tiene 18 pines.

Dicho chip se encargará de proteger mejor la información y asegurar su fiabilidad al momento de leerla o recopilarla.

Este chip se comunica directamente con nuestro microcontrolador pic16f877a mediante solo 4 pines de conexión. Es decir que la información viaja de manera unidireccional (del pic16f877a hacia el HT12E) y es de un tamaño de 4 bits (transmitidos de forma paralela).

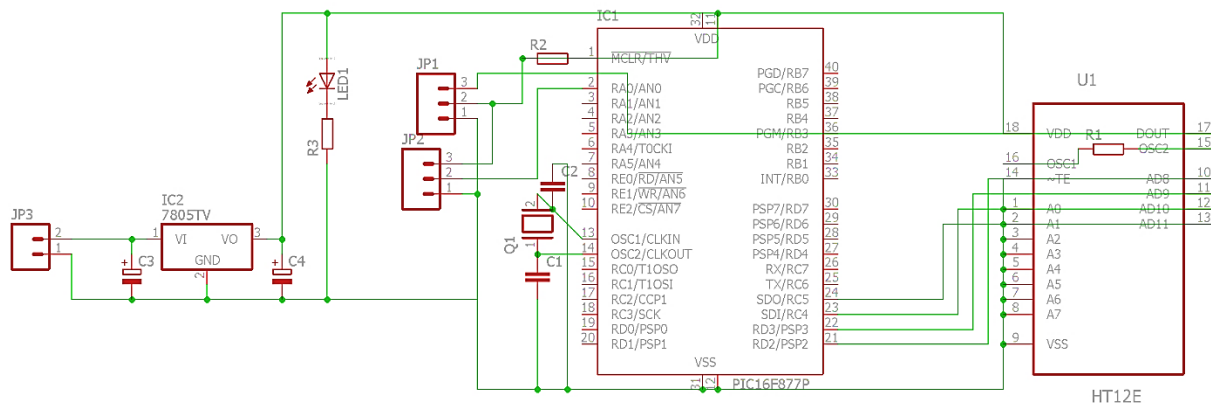
Ahora ya tenemos claro el porqué de los 4 bits de información. Pero esa no es toda la información enviada en realidad. Recordemos que el chip HT12E protege la información y su fiabilidad. Para ellos necesita acompañar esos 4 bits con información adicional. Para eso el HT12E no solo envía los 4 bits de información “útil”, sino que envía a la vez 8 bits más de información de “direccionamiento” para que nadie pueda obtener la información a menos que conozca la dirección (0-255).

Aparte de ello, el chip ht12e tiene dos pines especiales en donde se inserta una resistencia. El valor de la resistencia hacer trabajar al chip a una frecuencia específica (frecuencia de codificación), que constituye en un obstáculo más para el que quiera obtener o apoderarse de la información. Según las hojas técnicas se recomienda un valor de 1 M Ω .

En resumen, a menos que se conozca la frecuencia de codificación y la dirección, nadie podrá obtener nuestra información.

Elección de la Antena. Para transmitir la señal, se necesita una antena que en este caso consiste en un alambre de cobre de longitud 10 cm.

Figura 6. Circuito del Transmisor del solmáforo



4.2.2. Diseño Del Circuito Receptor

ANTENA: Nuevamente y debido a que la distancia entre el transmisor y el receptor no es muy grande, máximo 20 metros en espacio abierto, es que se ha optado por un alambre de cobre de 10 cm.

RECEPTOR DE RF: Debido a los problemas de interferencia y ruido eléctrico es que se ha optado por una placa integrada receptora de RF, cuyo código es XY-MK-SV, al cual se le ha añadido un decodificador integrado, el HT12D.

En la parte de la recepción de información se aplica la misma metodología. Existe una placa receptora (módulo RF) y un chip HT12D. Este chip también tiene asociada una resistencia que determina la frecuencia de recepción que debe ser 50 veces mayor a la frecuencia de codificación para asegurar la correcta comunicación, el valor recomendado por las hojas técnicas es 2.2 M Ω .

La combinación de esos dos (transmisor RF + HT12D) y además incluyendo a un pic16f877A que reciba la información digital, hace que dicha la información sea recibida correctamente y sin interferencias.

Una vez establecida la comunicación inalámbrica, se procede a actuar conforme a la información obtenida.

Microcontrolador: La función de este chip es adaptar el código recepcionado para habilitar, mediante otro código, a una de las lámparas indicadoras del solmáforo. Aunque se podría haber elegido el 16F84A de 18 pines, se volvió a seleccionar el PIC 16 F877A, debido a que se puede adicionar la conexión de una pantalla LCD que indique numéricamente, y ya no mediante colores, el índice de radiación UV, así

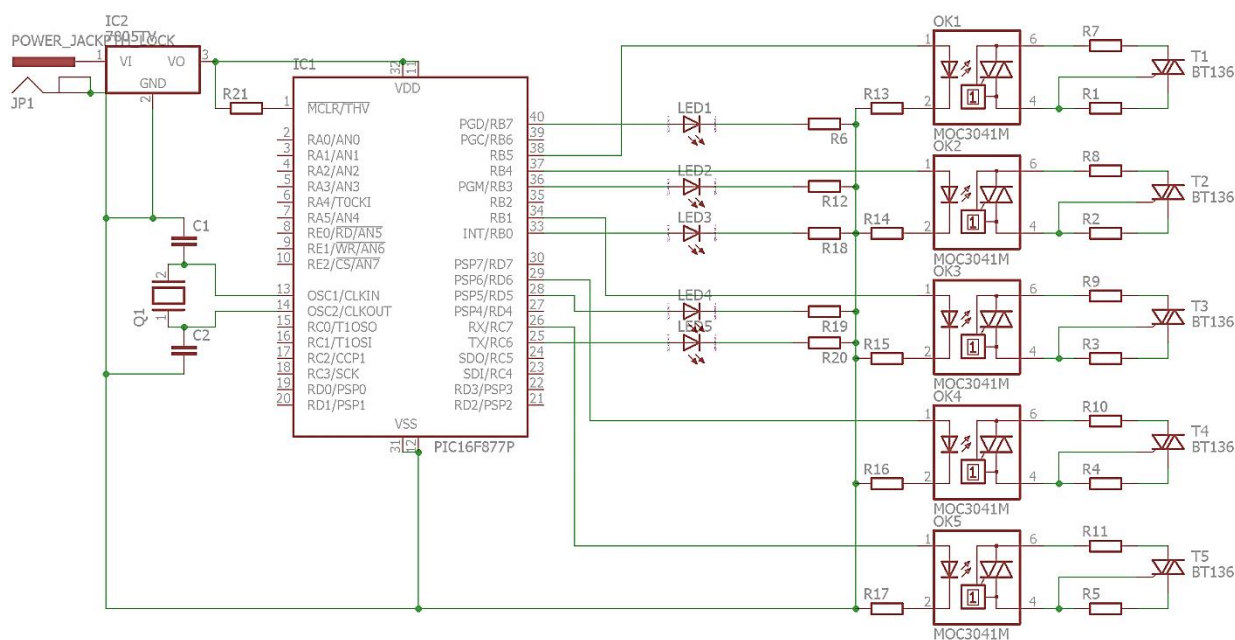
como también una alarma auditiva para sordos, sugerencias que colegas me hicieron alcanzar.

ETAPA DE POTENCIA

Esta etapa sirve para que los bits del puerto del microcontrolador puedan controlar a las lámparas del solmáforo. Básicamente consta de 5 etapas idénticas, una por cada lámpara. Cada etapa consta de un acoplador óptico, un led y un fototriac en el mismo encapsulado, el MOC 3025, y un triac de potencia, el BT137, encargado de darle potencia ac a las lámparas.

Las lámparas son LED de potencia de 12W suficiente para ser observadas a plena luz del día, aunque en la sombra. Los colores de las lámparas son los sugeridos por la OMS, a saber: Verde, Amarillo, Anaranjado, Rojo y Morado o lila.

Figura 7. Circuito del Receptor del Solmáforo



4.2.3. Diseño de las placas PCB:

Usando el software EAGLE se diseñaron las placas PCB, teniendo como criterio el ahorro de espacio.

Figura 8. Placa impresa del Transmisor

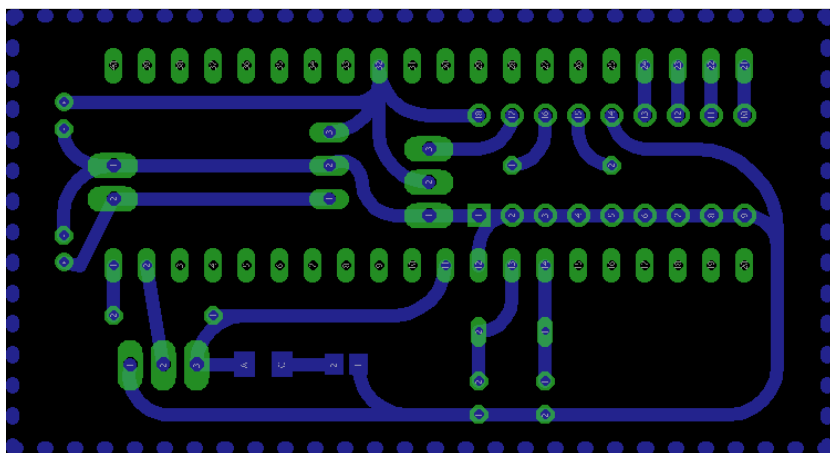
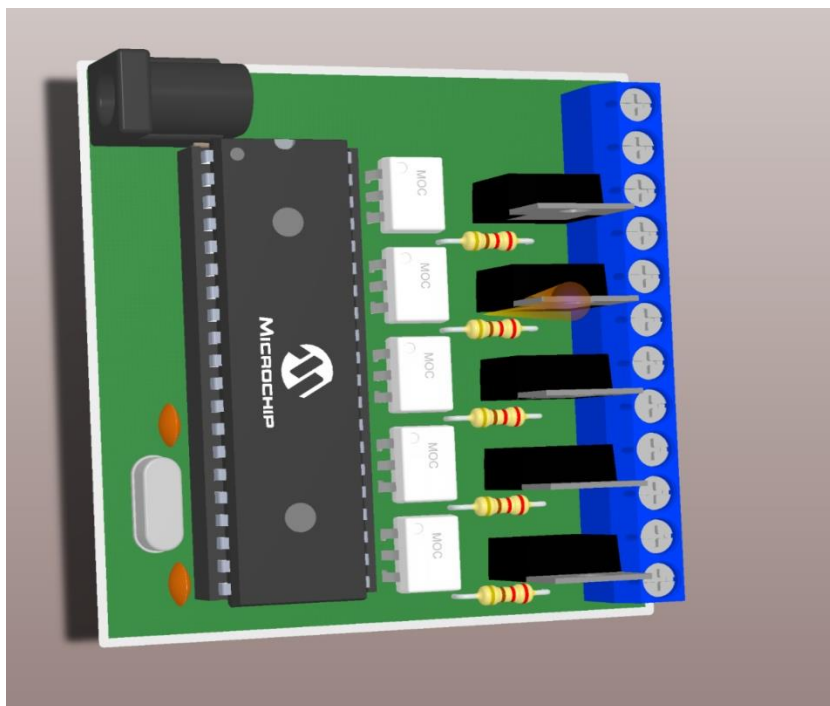


Figura 9. Vista pictórica del receptor



4.2.4. Desarrollo de la Programación de Los Microcontroladores

Cada microcontrolador debe ser programado para su funcionamiento.

Para ello se seleccionó el lenguaje C de alto nivel.

Programa del PIC Transmisor en Lenguaje C

La idea de esta programación es que el PIC recibe por una de sus entradas analógicas, la información del sensor en mV, luego la transforma de analógica y digital y la compara con cinco diferentes referencias que representan los distintos índices de radiación UV permitidos. Según esa comparación se generan diferentes códigos a ser transmitidos que se envían al circuito transmisor por los pines digitales del PIC.

```
#fuses HS, NOWDT, NOPROTECT, NOLVP, PUT, BROWNOUT
```

```
#device adc=10
```

```
#use delay (clock = 10000000) // a trabajar con 4MHz
```

```
#byte PA=0x05
```

```
#byte PB=0x06
```

```
#byte PC=0x07
```

```
#byte PD=0x08
```

```
#byte PE=0x09
```

```
#byte TA=0x85
```

```
#byte TB=0x86
```

```
#byte TC=0x87
```

```
#byte TD=0x88
```

```
#byte TE=0x89
```

```
#BIT DAT1=PD.2
```

```
#BIT DAT2=PD.3
```

```
#BIT DAT3=PC.4
```

```
#BIT DAT4=PC.5
```

```
#BIT TSEN=TA.0
```

```
#BIT SEN=PA.0
```

```

long A=0L;
void lee()
{
    SETUP_ADC_PORTS(AN0);
    SETUP_ADC(ADC_CLOCK_INTERNAL);
    SET_ADC_CHANNEL(0);
    DELAY_US(100);
    A=READ_ADC();
}
void main()
{
    TA=TB=TC=TD=TE=0X00;
    PA=PB=PC=PD=PE=0X00;
    TSEN=1;
    while(true)
    {
        lee();
        if(0<=A && A<=20) {DAT1=0;DAT2=0;DAT3=0;DAT4=0;}
        if(20<A && A<=74) {DAT1=1;DAT2=0;DAT3=0;DAT4=0;}
        if(74<A && A<=133) {DAT1=0;DAT2=1;DAT3=0;DAT4=0;}
        if(133<A && A<=172) {DAT1=0;DAT2=0;DAT3=1;DAT4=0;}
        if(172<A && A<=230){DAT1=0;DAT2=0;DAT3=0;DAT4=1;}
        if(230<A){DAT1=1;DAT2=0;DAT3=0;DAT4=1;}
        delay_ms(1000);
    }
    while(false)
    {
        delay_ms(1000);
        DAT1=1;
        DAT2=0;
        DAT3=0;
        DAT4=0;
        delay_ms(1000);
    }
}

```

```

DAT1=0;
DAT2=1;
DAT3=0;
DAT4=0;
delay_ms(1000);
DAT1=0;
DAT2=0;
DAT3=1;
DAT4=0;
delay_ms(1000);
DAT1=0;
DAT2=0;
DAT3=0;
DAT4=1;
delay_ms(1000);
DAT1=1;
DAT2=0;
DAT3=0;
DAT4=1;
}
}

```

Programa del PIC Receptor en Lenguaje C

La idea de esta programación es que el PIC recibe del módulo RF receptor un código por uno de sus puertos, que significa que nivel radiación UV ha sido detectado. Posteriormente con este código se activa determinada salida del puerto B, que activará el encendido de determinada lámpara led, de acuerdo al código de colores establecido.

```

#fuses HS,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP,PUT,BROWNOUT
#device adc=10

```

```

#use delay (clock = 10000000) // a trabajar con 4MHz
#byte PA=0x05
#byte PB=0x06
#byte PC=0x07
#byte PD=0x08
#byte PE=0x09
#byte TA=0x85
#byte TB=0x86
#byte TC=0x87
#byte TD=0x88
#byte TE=0x89
#BIT DAT1=PD.2
#BIT DAT2=PD.3
#BIT DAT3=PC.4
#BIT DAT4=PC.5
#BIT TSEN=TA.0
#BIT SEN=PA.0
long A=0L;
void lee()
{
  SETUP_ADC_PORTS(AN0);
  SETUP_ADC(ADC_CLOCK_INTERNAL);
  SET_ADC_CHANNEL(0);
  DELAY_US(100);
  A=READ_ADC();
}
void main()
{
  TA=TB=TC=TD=TE=0X00;
  PA=PB=PC=PD=PE=0X00;
  TSEN=1;
  while(true)
  {

```

```

    lee();
    if(0<=A && A<=20) {DAT1=0;DAT2=0;DAT3=0;DAT4=0;}
    if(20<A && A<=74) {DAT1=1;DAT2=0;DAT3=0;DAT4=0;}
    if(74<A && A<=133) {DAT1=0;DAT2=1;DAT3=0;DAT4=0;}
    if(133<A && A<=172) {DAT1=0;DAT2=0;DAT3=1;DAT4=0;}
    if(172<A && A<=230){DAT1=0;DAT2=0;DAT3=0;DAT4=1;}
    if(230<A){DAT1=1;DAT2=0;DAT3=0;DAT4=1;}
    delay_ms(1000);
}
while(false)
{
    delay_ms(1000);
    DAT1=1;
    DAT2=0;
    DAT3=0;
    DAT4=0;
    delay_ms(1000);
    DAT1=0;
    DAT2=1;
    DAT3=0;
    DAT4=0;
    delay_ms(1000);
    DAT1=0;
    DAT2=0;
    DAT3=1;
    DAT4=0;
    delay_ms(1000);
    DAT1=0;
    DAT2=0;
    DAT3=0;
    DAT4=1;
    delay_ms(1000);
    DAT1=1;

```

```

DAT2=0;
DAT3=0;
DAT4=1;
}
}

```

4.2.5. Materiales empleados en el circuito

- *En el Transmisor:*

Microprocesador PIC 16F877A

Sensor de radiación UV.: UVM-30A

Codificador

Componentes; resistores, capacitores, inductores, diodos

Antena

Batería

- *En el Receptor:*

Microprocesador

Antena

Decodificador

Optoacopladores

Triacs

Lámparas led

Soquetes

Soporte:

Tubo PVC de 6 pulgadas

Pintura

Gigantografía

4.3. Construcción del Solmáforo

Después de adquirir todos los componentes y diseñar la placa de circuito impreso, se procedió a montar los componentes en la placa y soldarlos. Posteriormente se construyó un case o carcasa tanto para el transmisor, como para el receptor.

Las lámparas leds de color señalizadoras, se montaron en un soporte hecho en base a tubos de desagüe de 6 pulgadas y uniones T, para que su peso no sea mucho y sea fácil de transportar.

Para la explicación de los colores del solmáforo, se diseñó y construyó un cartel indicador que se colocó al lado del solmáforo. Se anexan fotos del mismo.

Figura 10. Circuito receptor donde se observa la antena revestida de plástico



Figura 13. Instrumento medidor de UV Lutron - YK-35UV



En la foto 13 se muestra el instrumento medidor de la radiación solar UV, el YK-35UV, que sirvió para contrastar con las luces del solmáforo, en la foto la lectura es de 3.55 mW/cm^2 , que se corresponde con un índice de radiación de IUV de valor 11.

Figura 14. Parte de posterior del circuito transmisor donde se puede apreciar el circuito transmisor de RF el XY-FST

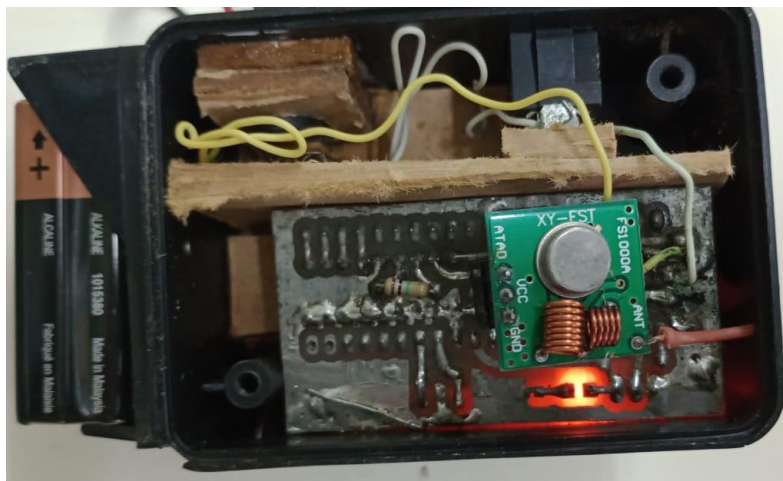


Figura 15. Circuito grabador de PIC para insertar en el microcontrolador el programa de operación

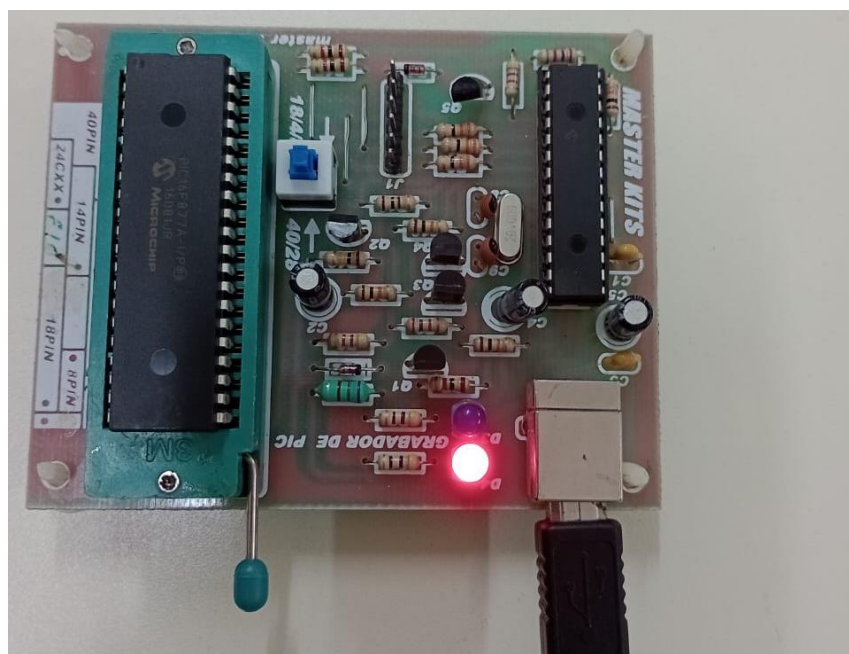
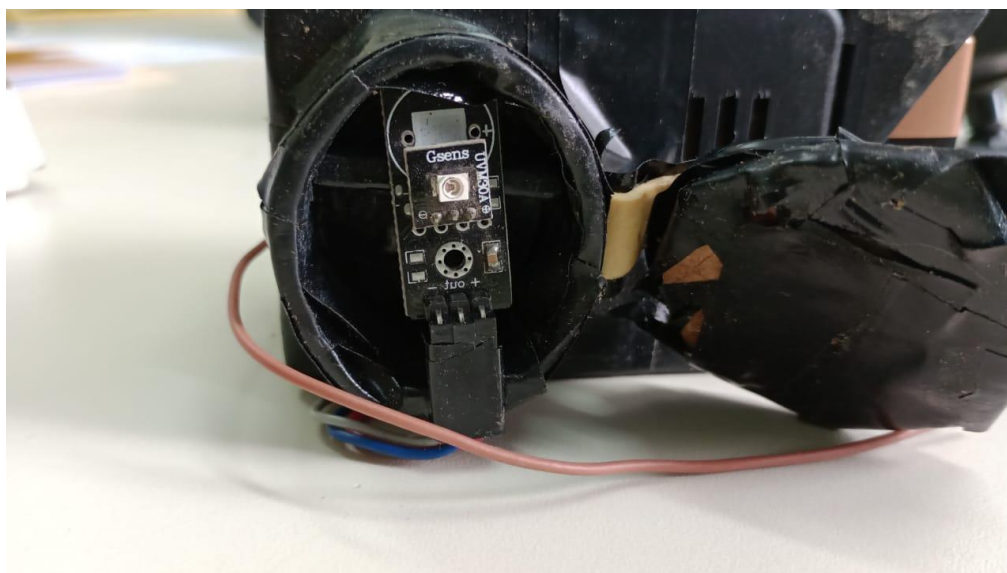


Figura 16. Circuito transmisor donde se muestra el circuito sensor de radiación UV, el cual tiene una ventana para exponerlo al sol y así captar la radiación solar UV



- 1.- Las pruebas parciales se realizan en la construcción
- 2.- Las pruebas completas se realizan en la construcción (sin público) y las contrastaciones para validar el funcionamiento, también se hacen en la construcción
- 3.- Las pruebas finales de funcionamiento completo se realizan en la aplicación. (con público y participación de los usuarios)

4.4. Aplicación del solmáforo

Teniendo el prototipo de solmáforo, comprobado su correcto funcionamiento y validado los colores que presenta en cada instante mediante la toma de lecturas dentro del circuito detector y con el medidor portátil marca Lutron modelo YK-35UV, y hallando sus equivalentes en milivoltios, para una corriente constante y área constante de los valores típico en kilowatts/cm^2 , se procedió a dos actividades, la sensibilización a los estudiantes del Programa de Ingeniería Electrónica que formaron parte de la muestra del presente estudio y después se le presentó y demostró su funcionamiento a todos los estudiantes de la muestra y se dejó el solmáforo funcionando por el resto del ciclo, retirándolo al concluir el semestre por las vacaciones.

La muestra estuvo conformada por los estudiantes del tercero, cuarto, quinto y sexto ciclo del Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

4.4.1. Sensibilización a los estudiantes

Antes de las actividades de sensibilización, se les aplicó una encuesta a los estudiantes de la muestra, para conocer sus conocimientos básicos de la radiación

solar ultravioleta y terminada todas las actividades de la aplicación del solmáforo, que incluyó presentación y demostración del solmáforo, y dejar instalado para su uso de los estudiantes, antes de finalizar el ciclo se les tomo otra encuesta para conocer los resultados de la aplicación del solmáforo.

En la sensibilización se distribuyó a los estudiantes en físico y vía correo electrónico una separata con conocimientos básicos de la radiación solar ultravioleta y luego en las aulas de clase, en diversos horarios y con el apoyo de sus docentes, se les explico los detalles sobre los efectos de la radiación solar ultravioleta en la salud de las personas y las diversas formas de evitar sus efectos.

También se les informo sobre la próxima presentación, demostración y uso del solmáforo por todos los estudiantes de Ingeniería Electrónica y en general por todos los estudiantes que se acerquen al patio del Laboratorio.

La separata que se distribuyó a los estudiantes se muestra en los anexos del presente informe.

4.4.2. Exhibición Del Solmáforo

El solmáforo se exhibió a los alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica, los meses de mayo y junio del 2019, en el ambiente del Laboratorio de Ingeniería Electrónica. A continuación, se muestran unas fotos de la exhibición

Figura 17. Exposición del solmáforo y una gigantografía explicativa



Figura 18. Solmáforo con la luz roja que exhibe



Figura 19. El ing. Ramírez y estudiantes a los que explica el uso del solmáforo



Figura 20. Gigantografía con los colores del solmáforo

TABLA SOBRE ÍNDICES DE RADIACIÓN ULTRA VIOLETA				
BAJO	MODERADO	ALTA	MUY ALTA	EXTREMO
ÍNDICE UV				
< 2	3 a 5	6 a 7	8 a 10	11+
PRECAUCIÓN				
Puede permanecer en el exterior sin riesgo	Manténgase a la sombra durante las horas del día	Póngase camisa, aplíquese crema de protección solar y sombrero	Evite salir durante las horas centrales del día	Son imprescindibles camisa negra de protección solar y sombrero

Figura 21. Exhibición del receptor



4.5. Evaluación de la aplicación del solmáforo

Para poder contrastar la hipótesis general que se formula de la siguiente forma: Si se proporciona información en tiempo real del nivel de radiación solar ultravioleta a los estudiantes de Ingeniería Electrónica entonces se mejora su comportamiento para evitar la exposición peligrosa a las radiación solar ultravioleta, se definio tres sub hipótesis que si se aceptan sus planteamientos en las decisiones que se tomaran en base a los resultados del procesamiento estadístico, se ha habrá cumplido con aceptar la hipótesis general.

4.5.1. Primera Sub Hipótesis

Planteamiento:

La primera sub hipótesis se relaciona con el indicador de la variable independiente que se define como la “Disponibilidad de Información del nivel de radiación solar ultravioleta en tiempo real con Solmáforo validado” en el laboratorio de Ingeniería Electrónica de la UNPRG, si o no.

Para ello se debe demostrar estadísticamente que las mediciones que realiza el solmáforo son válidas gracias a la contrastación con las mediciones de un instrumento patrón y luego tener las evidencias de que el equipo fue instalado y puesto para el uso de los estudiantes.

Se ha realizado las mediciones de los índices de Radiación solar Ultravioleta – IUUV, y se definido los valores en equivalencias en milivoltios – mV, se realizaron 60 mediciones, al mismo tiempo con un equipo luxómetro marca Lutron modelo YK-35UV y equipo construido para la presente experiencia, el Solmáforo para instalarlo en el patio del Laboratorio de Ingeniería Electrónica de la UNPRG.

La intención es demostrar en base a los datos de las 60 mediciones con el luxómetro Lutron y las 60 mediciones del Solmáforo, estadísticamente son similares y por lo tanto la información proporcionada por el solmáforo es confiable.

Para ello la hipótesis de H1 no se debe aceptar y por lo tanto se aceptará la hipótesis nula H0.

Procesando estadísticamente para un Intervalo de Confianza – IC, para la media del 95%, utilizando el software SPSS v 22, con una prueba de t para grupos

independientes a las mediciones que se presentan en los anexos, se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en la tabla 5.

Tabla 5 Resultados SPSS para mediciones de Lutron Y Solmáforo

MEDIDAS	EQUIPO LUTRON	SOLMAFORO	DIFERENCIA
MEDIA	3.394	3.398	0.0041
ERROR ESTÁNDAR	0.158	0.158	0.2242
IC 95% LIMITE INFERIOR	3.076	3.081	-0.4482
IC 95% LIMITE SUPERIOR	3.711	3.715	0.4398

Si el Intervalo de Confianza – IC para las diferencias incluye al cero, como se observa en el resultado, donde el límite inferior para un IC 95% es -0.4482 y el límite superior es 0.4398 y por lo tanto incluye al cero, entonces no hay diferencia entre los valores de las mediciones del equipo maestro Lutron y el equipo solmáforo.

En la tabla 6 se muestra los detalles para aceptar o rechazar las hipótesis H0 y H1, en base a los análisis estadísticos de los datos, en este caso a las mediciones de la radiación solar ultravioleta por ambos equipos.

Tabla 6 Proceso de Aceptación de Hipótesis de mediciones

PASO	DETALLE
1	PLANTEO DE HIPOTESIS
	<p>H0: No existe diferencia entre las mediciones del equipo Lutron y el Solmáforo</p> <p>H1: Existe diferencia entre las mediciones del equipo Lutron y el Solmáforo</p>
2	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
	Nivel de significancia (alfa) = 5% = 0.05
3	PRUEBA ESTADISTICA
	T para grupos independientes
4	VALOR DE P
	<p>P-VALOR = 0.985</p> <p>Con una Probabilidad de Error del 98.5%, se aceptaría la hipótesis H1 y como se trabajó con alfa del 5%, se rechaza la hipótesis H1 y se acepta la hipótesis nula H0, con una probabilidad de error de 1,5%.</p> <p>H0: No existe diferencia entre las mediciones del Equipo Lutron y el Solmáforo.</p>

Decisión: No existe diferencia entre las mediciones del Equipo Lutron YK-35UV y el equipo denominado Solmáforo, por lo tanto, se valida el correcto funcionamiento del solmáforo y se garantiza que los colores que muestra el solmáforo como resultado de las mediciones que realiza el equipo para informar el nivel de radiación solar ultravioleta a los estudiantes es el correcto con una probabilidad de error del 1,5%.

Las evidencias son múltiples, pero bastara con adjuntar una foto más de la presentación del equipo a los miembros de la comunidad de la facultad de ciencias físicas y matemáticas de la UNPRG, de la que forma parte el Programa de Ingeniería Electrónica.

En la foto está el Dr. Eduar Vásquez y el Ing. Manuel Ramírez con el Solmáforo instalado en el patio del Laboratorio de Ingeniería Electrónica.

Figura 22. Exhibición del Solmáforo con el Dr. Eduar Vásquez



4.5.2. Segunda Sub Hipótesis

Planteamiento:

La segunda sub hipótesis se relaciona con el primer indicador de la variable dependiente que se define como el “Conocimiento de los colores del solmáforo y su tiempo de exposición máximo”, por los estudiantes de la muestra del presente estudio, antes y después de la sensibilización y presentación del solmáforo.

Se ha evaluado el conocimiento de los estudiantes, sobre la radiación solar ultravioleta y sus efectos en la salud de las personas, los colores del solmáforo, el tiempo máximo de permanecer expuestos sin peligro para cada uno de los colores y el rango de valores de los índices IUV que representan cada uno de los colores. Teniendo una muestra de 64 estudiantes de ingeniería electrónica.

Procesando estadísticamente para un Intervalo de Confianza – IC, para la media del 95%, utilizando el software SPSS v 22, con una prueba del test de McNemar para los datos levantados al mismo grupo antes y después de la sensibilización y presentación del solmáforo, con los resultados que se presentan en la tabla 7.

Tabla 7 Resultados SPSS para Conocimientos antes y después

	DESPUES							
	SABE		NO SABE TIEMPO REAL		OTRA RESPUESTA		TOTAL	
ANTES	N	%	N	%	N	%	N	%
SABE	3	4.7%	2	3.1%	1	1.6%	6	9.4%
NO SABE	22	34.3%	3	4.7%	3	4.7%	28	43.7%
OTRA RESPUESTA	25	39.1%	4	6.3%	1	1.6%	30	46.9%
TOTAL	50	78.1%	9	14.1%	5	7.8%	64	100.0%

De la tabla 7 se puede observar que antes de la sensibilización solo 6 sabían sobre los detalles y usos del solmáforo y después 50 estudiantes esto es el 78.1% de la muestra.

Tabla 8 **Proceso de Aceptación de Hipótesis de Conocimientos**

PASO	DETALLE
1	PLANTEO DE HIPOTESIS
	H0: No existe diferencia entre en el conocimiento de los estudiantes sobre la radiación solar UV después de la sensibilización y presentación del Solmáforo
	H1: Existe diferencia entre en el conocimiento de los estudiantes sobre la radiación solar UV después de la sensibilización y presentación del Solmáforo
2	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
	Nivel de significancia (alfa) = 5% = 0.05
3	PRUEBA ESTADISTICA
	Chi cuadrado de McNemar
4	VALOR DE P
	P-VALOR = 0.000 corresponde a 0.0%
	Con una Probabilidad de Error del 0.0%, aceptamos la hipótesis H1: Existe diferencia entre en el conocimiento de los estudiantes sobre la radiación solar UV después de la sensibilización y presentación del Solmáforo.

Decisión: La sensibilización y la presentación del Solmáforo, incrementó los conocimientos y la experiencia de usar la información de equipos en tiempo real como el Solmáforo, los colores del solmáforo, el tiempo máximo de permanecer expuestos sin peligro para cada uno de los colores y el rango de valores de los índices IUV que representan cada uno de los colores, en los estudiantes de ingeniería electrónica de la Universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.

4.5.3. Tercera Sub Hipótesis

Planteamiento:

La tercera sub hipótesis se relaciona con el segundo indicador de la variable dependiente que se define como el “Uso de la información en tiempo real del solmáforo y evitar exposición peligrosa”, por los estudiantes de la muestra del presente estudio, antes y después de la sensibilización y presentación del solmáforo.

La información disponible se procesó estadísticamente para un Intervalo de Confianza – IC, para la media del 95%, utilizando el software SPSS v 22, teniendo siempre la muestra de 64 estudiantes de ingeniería electrónica., mediante una prueba con una prueba del test de McNemar para dos mediciones del mismo grupo, con los resultados que se muestran en la tabla 9.

Tabla 9 **Resultados SPSS para Uso del Solmáforo antes y después**

	DESPUES							
	SIEMPRE		CASOS ESPECIALES		OTRA RESPUESTA		TOTAL	
ANTES	N	%	N	%	N	%	N	%
SIEMPRE	5	7.8%	0	0.0%	0	0.0%	5	7.8%
CASOS ESPECIALES	2	3.1%	1	1,6%	0	0.0%	3	4.7%
OTRA RESPUESTA	47	73.4%	8	12.5%	1	1.6%	56	87.5%
TOTAL	54	84.4%	9	14.1%	1	1.6%	64	100.0%

De la tabla 9 se puede observar que antes de la sensibilización solo 5 estudiantes consideraban que siempre usarían la información del solmáforo para tomar sus precauciones para evitar los efectos perjudiciales de la radiación solar ultravioleta y después 54 estudiantes manifiestan que siempre usaran la información para no superar el tiempo máximo permitido para cada color del solmáforo en su exposición al sol. Y ello corresponde al 84.4% de la muestra.

Tabla 10 Proceso de aceptación de hipótesis del uso del solmáforo

PASO	DETALLE
1	PLANTEO DE HIPOTESIS
	H0: No existe diferencia entre el comportamiento de los estudiantes respecto a la exposición a radiación solar UV peligrosa antes y después de la sensibilización y presentación del Solmáforo.
	H1: Existe diferencia entre el comportamiento de los estudiantes respecto a la exposición a radiación solar UV peligrosa antes y después de la sensibilización y presentación del Solmáforo.
2	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
	Nivel de significancia (alfa) = 5% = 0.05
3	PRUEBA ESTADISTICA
	Chi cuadrado de McNemar
4	VALOR DE P
	P-VALOR = 0.000 corresponde a 0.0%
	Con una Probabilidad de Error del 0.0%, aceptamos la hipótesis H1: Existe diferencia entre el comportamiento de los estudiantes respecto a la exposición a radiación solar UV peligrosa antes y después de la sensibilización y presentación del Solmáforo.

Decisión: La sensibilización, la presentación del Solmáforo y su uso, modifíco el comportamiento de los estudiantes respecto a la exposición peligrosa a la radiación solar ultravioleta, procurando no permanecer expuesto por más tiempo que el máximo permitido para el color que el solmáforo indica en cada instante.

Decisión Final:

Habiéndose tomado la decisión de aceptar como cumplido cada uno de los indicadores de las variables: independiente y dependiente, basado en el análisis estadístico que se presentó para cada sub hipótesis, se toma la decisión de aceptar la hipótesis general de la presente investigación.

CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados de la presente investigación discutiremos siguiendo los objetivos específicos que se plantearon para cumplir con el objetivo general.

El primer objetivo específico, Diagnosticar la situación real de los conocimientos y necesidades de los estudiantes de ingeniería electrónica sobre a la radiación solar ultravioleta, para ello se realizó una encuesta general preliminar a la mayoría de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.

Esta información nos permitió determinar la necesidad de tener un equipo de información en tiempo real que permita a los estudiantes conocer en cada momento el nivel IUV, y en base esa información no exponerse a los rayos solares, por tiempos prologados peligrosos.

También se determinó que el conocimiento básico sobre la radiación solar ultravioleta de los estudiantes de Ingeniería Electrónica era muy pobre y que se requería actividades de sensibilización para mejorar esta situación y en base a ello evitar los efectos peligrosos para salud de las personas, conocimientos que no solo ayudan a los estudiantes sino a los miembros de sus familias y amigos.

El segundo objetivo específico, Diseñar un solmáforo, equipo de información en tiempo real, y hacer visible el nivel de radiación solar ultravioleta, para que los estudiantes de Ingeniería Electrónica, y siguiendo las técnicas y normas de diseño de equipos electrónicos y verificando la disponibilidad de los componentes y materiales en el mercado se definieron los módulos y sus interconexiones, los circuitos y las bases para los circuitos.

El Tercer objetivo específico, Construir un Prototipo de Solmáforo e instalarlo en los ambientes aledaños al Laboratorio de Ingeniería Electrónica de la FACFyM, se construyó y probó cada módulo y luego se realizó las pruebas correspondientes basado en las normas técnicas de equipos electrónicos.

El Cuarto objetivo específico, Sensibilizar a los estudiantes sobre la radiación solar ultravioleta y presentar el solmáforo para uso de la información en sus actividades diarias en el campus universitario, se realizó las sesiones de sensibilización a los estudiantes en el aula de clase y los resultados fueron notorios en cuanto al conocimiento y al interés de probar el solmáforo.

El Quinto objetivo específico, Evaluar el resultado de la sensibilización y el uso de la información del solmáforo para evitar la exposición peligrosa a la radiación solar ultravioleta, se levantaron las encuestas antes de la intervención y por supuesto después de intervención con los siguientes resultados:

5.1. Validación del prototipo del solmáforo

El prototipo construido para el presente estudio esta validado, Pues No existe diferencia entre las mediciones del equipo Lutron YK-35UV y el equipo Solmáforo.

5.2. Disponibilidad del prototipo del solmáforo para uso de los estudiantes

El prototipo fue presentado y demostrado su uso en actividades programadas para los estudiantes de la muestra, y la comunidad de la facultad también participo voluntaria o circunstancialmente, de las demostraciones, y se dejó durante dos meses disponible para el uso de los estudiantes, se ubicaba en las mañanas y retiraba en las tardes.

5.3. Conocimientos de los colores del solmáforo por los estudiantes

Después de la sensibilización y la presentación del Solmáforo, los estudiantes identifican en forma correcta los colores del solmáforo, el tiempo máximo de permanecer expuestos sin peligro para cada uno de los colores y el rango de valores de los índices IUV que representan cada uno de los colores, ello contribuye a mejorar su comportamiento frente a la exposición de los rayos solares.

5.4. Responsabilidad para evitar exposición peligrosa a la radiación solar

Los estudiantes del Programa de Ingeniería Electrónica, tomaron conciencia de la gravedad de exponerse a la radiación solar por tiempo prologado sin tener en cuenta el nivel IUV en tiempo real, y manifiestan mayoritariamente que siempre usaran la información del solmáforo para no sobre pasar el tiempo máximo para el color presente en el solmáforo.

5.5. Solmáforo para informar los niveles de IUV a los estudiantes

El Objetivo General de la presente investigación es Diseñar y construir un indicador luminoso para informar a los estudiantes de electrónica sobre los niveles de radiación ultravioleta a los que están expuestos.

El solmáforo es un equipo que informa en tiempo real, en forma luminosa el nivel de radiación solar ultravioleta mediante los colores aprobados por la Organización Mundial de la Salud y al estar ubicado en el patio de ingeniería electrónica está al servicio de los estudiantes de Ingeniería Electrónica, comunidad universitaria y público en general.

Los estudiantes bien informados de los efectos en la salud de las personas que produce la exposición prologada peligrosa a la radiación solar ultravioleta, y teniendo información en tiempo real sobre el nivel IUV en cada instante, tomaron la decisión de tener en cuenta siempre la información del color del solmáforo y evitar exponer más tiempo que el máximo permitido para cada color.

Cumpléndose de esta manera el objetivo de la presente investigación.

CAPITULO IV

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

La presente investigación ha sido completa en su metodología, se planteó realizar una evaluación preliminar sobre los conocimientos y necesidades para evitar los efectos de la radiación solar ultravioleta, luego se propuso diseñar y construir un equipo de información del nivel IUV en tiempo real, denominado solmáforo, luego definir una muestra para realizar una intervención sobre el tema.

A la muestra se le aplicó una primera encuesta para tener información antes de la intervención.

La intervención consistió en sensibilizar a los estudiantes de la muestra sobre la radiación solar ultravioleta, sus efectos para la salud de las personas y actividades para evitar sus efectos, después se presentó el solmáforo y se realizó la demostración de su uso a varios grupos de alumnos en varias oportunidades y finalmente se dejó disponible para el uso de los estudiantes por dos meses.

Terminado el periodo de la intervención se realizó una encuesta para evaluar el comportamiento de los estudiantes al contar con un solmáforo, y tomar precauciones para evitar exponerse un tiempo superior al permitido para el color que indica el solmáforo y su correspondiente valor del índice IUV.

Por lo tanto, se realizó una investigación experimental con la correspondiente intervención a la muestra.

Sin embargo, consideramos que se debe proponer una intervención de mayor nivel como consecuencia de la presente investigación, que permita difundir esta experiencia a otras

universidades, por lo pronto ya tenemos contacto con la Universidad Nacional del Centro del Perú de Huancayo, para realizar trabajos conjuntos, entre ellos replicar la presente.

También se tiene contacto con la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa - UN SA y se procurará realizar actividades con universidades de otros países, entre ello nuestro interés está en Chile, Ecuador y Colombia.

CONCLUSIONES

Las conclusiones de la presente investigación son:

1. Se diseñó el prototipo de un indicador luminoso de radiación solar UV, conocido como solmáforo, utilizando un sensor de radiación solar ultravioleta, un transmisor y un receptor inalámbricos, ambos diseñados en base al microprocesador PIC 16F877A y utilizando como medio de visualización 5 lámparas leds de diferentes colores, correspondiente a cada nivel de radiación.
2. Se construyó el prototipo del solmáforo, utilizando soportes portátiles para las lámparas leds que indicaban el nivel de radiación y una unidad portátil que incluía el sensor de UV.
3. Se exhibió el solmáforo por un periodo de dos meses, hasta finalizar el semestre 2019-II, en los ambientes externos del Laboratorio de Electrónica, para uso diario de los estudiantes de Ingeniería Electrónica y otros miembros de la comunidad universitaria. Para ello se acompañó con una gigantografía que mostraba los diferentes colores de las luces y sus equivalentes en radiación UV.
4. Después de aplicar las encuestas, antes y después del periodo de exhibición y analizar los datos de las mismas con un software estadístico, se tiene la seguridad que el solmáforo contribuye a mejorar el comportamiento de los estudiantes Ingeniería Electrónica, para evitar exponerse a la radiación solar ultravioleta por un tiempo mayor al permitido para cada color del solmáforo y evitar los efectos perjudiciales para la salud de las personas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arnau Ll. V., Orduña H.. J.M. (1996) “Arquitectura Y Programación de Microcontroladores”.

http://www.spaingbc.org/files/BD+C_StudyGuide-ES.pdf

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257020605003>

<http://www.pce-iberica.es/Catalogo/catalogo-radiacion.pdf>

<http://www.solmaforo.com/home.html>

<http://www.geonica.com/prod/84/142/Sensores-Meteorologicos-e>

[Hidrologicos/Radiacion-Solar/index.html](http://www.geonica.com/prod/84/142/Sensores-Meteorologicos-e)

<http://www.ger-unne.com.ar/articulos/2005fot01.pdf>

<http://academicae.unavarra.es/bitstream/handle/2454/4670/577682.pdf?sequence=1>

<http://www.quiminet.com/articulos/el-uso-de-piranometros-en-estudios-meteorologicos-de-radiacion-solar-2587642.htm>

Dummer R, Nestle F.O., Gunter B. (2002) - Cancers of the Skin - Australian Cancer Network

López, R. Morales, M. Medina, R y Palmero, D. (2019). *Fundamentos epistemológicos que sustentan una investigación en educación ambiental para el desarrollo local sostenible, en la provincia de El Oro*, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000200282

Morales-Jasso, G. (2016). *La categoría “ambiente”. Una reflexión epistemológica sobre su uso y su estandarización en las ciencias ambientales*, Nova scientia vol.8 no.17 León 2016

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052016000200579

Rodriguez M. H., Gonzalez B.F. (1994) - Manual de Radiación solar en Colombia -Colombia

Valdés P. F.E., Pallàs A. R. (2007) - Microcontroladores: fundamentos y aplicaciones con PIC

Anexo 1: Encuesta

FORMATO DE ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES DE ING. ELECTRONICA
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
ESCUELA DE POSTGRADO

El objetivo del presente cuestionario es determinar el nivel de conocimientos sobre radiación solar que tienen los estudiantes de ingeniería electrónica de la UNPRG.

Marque con x/ la alternativa que considere correcta a cada pregunta.

1.- ¿Cree usted que la exposición prolongada a la radiación solar ultravioleta puede ser dañina para la salud?

A) SI

B) NO

2.- Indique el intervalo horario de mayor incidencia de radiación ultravioleta.

A) De 11:00 am a 12 m B) de 12 m a 1:00 pm C) de 2 pm a 3pm

3.- El aparato indicador del índice de radiación solar ultravioleta se denomina:

A) Solarímetro B) Espectrómetro solar c) Solmáforo

4.- La causa del aumento de la incidencia de la radiación solar ultravioleta es:

A) Fenómeno del Niño B) Calentamiento Global C) Daño en la Capa de Ozono

5.- ¿Atenúa un cielo nublado la radiación solar ultravioleta a tal punto que no se considere dañina?

A) Sí B) No

6.- La protección más recomendable para evitar la exposición a la radiación solar ultravioleta es:

A) Cubrirse la piel con ropa oscura

B) Untarse sobre la piel crema bloqueadora de radiación UV.

C) Usar una sombrilla

7.- ¿Cuál es la enfermedad más relacionada con la alta incidencia de radiación solar ultravioleta?

A) Cáncer a la piel B) Cáncer en los ojos C) Calvicie

Gracias.

Anexo 2: Mediciones

Tabla 11 Mediciones de la radiación ultravioleta usando un medidor portátil de UV

IDSOL	LUTRON	SOLMAFORO
1	1.52	1.55
2	3.20	3.18
3	5.30	5.27
4	5.00	4.95
5	0.30	0.33
6	2.80	2.82
7	3.40	3.38
8	5.20	5.19
9	4.30	4.33
10	0.23	0.24
11	3.25	3.24
12	4.96	4.98
13	3.30	3.29
14	0.70	0.70
15	2.60	2.64
16	3.80	3.79
17	3.00	3.06
18	0.90	0.89
19	0.40	0.38
20	2.84	2.83
21	4.36	4.35
22	4.60	4.65
23	4.40	4.45
24	4.35	4.36
25	1.65	1.64
26	4.10	4.11
27	4.10	4.12
28	5.85	5.84
29	4.25	4.24
30	2.80	2.79
31	3.60	3.61
32	3.90	3.89
33	3.80	3.84

34	3.70	3.73
35	4.00	4.01
36	4.10	4.06
37	4.27	4.28
38	4.00	3.99
39	1.60	1.62
40	3.90	3.91
41	4.35	4.37
42	2.00	2.01
43	3.60	3.59
44	3.60	3.57
45	3.65	3.64
46	3.70	3.71
47	3.71	3.69
48	3.70	3.67
49	4.13	4.12
50	3.60	3.62
51	3.40	3.39
52	3.74	3.73
53	3.81	3.84
54	2.90	2.91
55	3.20	3.21
56	3.50	3.53
57	3.60	3.61
58	3.70	3.73
59	3.75	3.76
60	1.68	1.67

Si comparamos con los datos proporcionados por el Lic. Francisco García Roque de la Estación Meteorológica de la FACFyM del año 2013, que fue de: Índice UV de valor máximo de 12 para el mes de febrero del año 2013, es que se puede concluir que las lecturas tienen bastante aproximación.

Anexo 3: Cartilla de difusión para sensibilización

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

CARTILLA DE DIFUSION DEL RIESGO DE EXPOSICIÓN A LA RADIACION SOLAR ULTRAVIOLETA

RADIACION SOLAR ULTRAVIOLETA

El Sol emite una gran cantidad de energía a la Tierra, de la cual un 6% corresponde a la radiación ultravioleta (UV), que es una forma de energía radiante invisible que cubre el rango de longitudes de onda entre los 100 y los 400 nanómetros y usualmente es clasificada en tres categorías: UV-A, UV-B y UV-C, de acuerdo con la longitud de onda.

TIPO DE ONDA	UVA	UVB	UVC
LONGITUD ONDA	399 – 315 nm	314 - 280 nm	279 – 100 nm
NIVEL DE ABSORCIÓN	No absorbida por la capa de ozono	Mayor parte absorbida por la capa de ozono, algo llega a la superficie	Completamente absorbida por la capa de ozono y la atmosfera

La longitud de onda UV, cuando más corta biológicamente es más dañina, por lo tanto la que afecta a la salud de los seres vivos de la tierra es la UVB.

BENEFICIOS

Los efectos beneficiosos de la radiación UV incluyen la producción de vitamina D, esencial para la salud humana, que ayuda al cuerpo a absorber el calcio y el fósforo de los alimentos y contribuye a la formación de los huesos. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda de 5 a 15 minutos de exposición al sol, 2 o 3 veces por semana.

RIESGOS

El cáncer de piel y el envejecimiento prematuro de la piel son los efectos que se producen como consecuencia de la exposición prolongada a las radiaciones UV. Las quemaduras solares son un signo de sobreexposición por un corto periodo a la radiación UV. El cáncer de piel se forman en la cabeza, la cara, el cuello, las manos y los brazos porque estas son las partes del cuerpo que más se exponen a la radiación UV.

La exposición a la radiación UV aumenta el riesgo de presentar enfermedades que podrían causar ceguera si no se usa protección para los ojos.

PRECAUCIONES

Para protegerse de la radiación UV:

Quédese en la sombra, especialmente durante las horas alrededor del mediodía.

Vístase con ropa que le cubra los brazos y las piernas.

Use un sombrero de ala ancha para cubrirse la cara, la cabeza, las orejas y el cuello.

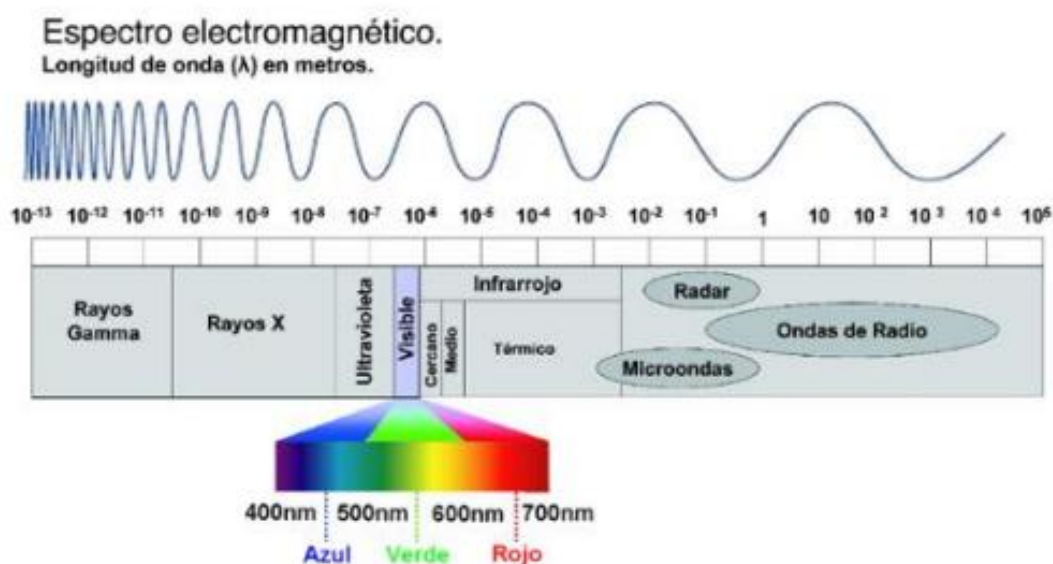
Use gafas de sol envolventes que bloqueen tanto los rayos UVA como los UVB.

Use filtro solar con factor de protección solar (SPF) 15 o más alto que proteja tanto de los rayos UVA como de los UVB.

ESPECTRO

Las ondas electromagnéticas que componen la radiación electromagnética pueden ser representadas como campos eléctricos y campos magnéticos auto propagados en forma de onda transversal y tiene como rango al espectro electromagnético que varía desde los rayos Gamma hasta las ondas de Radio, entre ellas se encuentran la Radiación Ultravioleta.

Las señales electromagnéticas



INDICE UV

El índice UV es un indicador de la intensidad de radiación ultravioleta proveniente del Sol en la superficie terrestre en una escala que comienza en 0 y no está acotado superiormente, y señala la capacidad de la radiación UV solar de producir lesiones en la piel.



La escala se encuentra conformada de acuerdo con las pautas internacionales para el informe de mediciones ultravioleta (UVI) establecidas por la OMS, en la escala a partir

de 11 que la radiación ultravioleta se convierte en extremadamente dañina, los que trabajan en el campo y en general, en lugares abiertos, son afectados por la exposición al sol, produciéndoles quemaduras en la piel, daños en los ojos, envejecimiento prematuro de la piel, cáncer.

TIEMPO MAXIMO DE EXPOSICION

ÍNDICE UV	RIESGO	TME*
0 a 2	BAJO	60+
3 a 5	MODERADO	45
6 a 7	ALTO	30
8 a 10	MUY ALTO	25
11 o +	EXTREMO	10

TME
Tiempo
máximo de
exposición
en minutos

COMPORTAMIENTO

La Universidad tiene la intención de sensibilizar a los estudiantes en el adecuado conocimiento y comportamiento para evitar las consecuencias del cambio climático y uno de los primeros aspectos están referidos a los efectos sobre la salud y en ello el principal es la radiación solar ultravioleta.

Para desarrollar un comportamiento responsable de los estudiantes universitarios, docentes y personal administrativo, se plantea tener equipos instalados en el campus universitarios que indiquen en tiempo real el nivel de Radiación Solar Ultravioleta y con esa información real del momento, cumplan con el tiempo máximo recomendado para cada nivel de radiación.

En la Universidad los niveles típicos son Moderado en la mayor parte del día, sin embargo al medio día los niveles llegan a Alto en los meses de invierno, y en la temporada de verano se llega a Alto y Muy Alto.

En el caso de nivel Extremo procurar no exponerse al sol por tiempos que superen los 10 minutos.

Anexo 4: Resultados SPSS validación de mediciones del solmáforo

PRIMERA SUB HIPÓTESIS

Procedencia

Resumen de procesamiento de casos

Procedencia		Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Medición	LUTRON	60	100,0%	0	0,0%	60	100,0%
	SOLMAFORO	60	100,0%	0	0,0%	60	100,0%

Descriptivos

Procedencia			Estadístico	Error estándar
Medición	LUTRON	Media	3,3942	,15867
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	3,0767 3,7117
		Media recortada al 5%	3,4513	
		Mediana	3,7000	
		Varianza	1,511	
		Desviación estándar	1,22908	
		Mínimo	,23	
		Máximo	5,85	
		Rango	5,62	
		Rango intercuartil	1,17	
		Asimetría	-,984	,309
		Curtosis	,877	,608
	SOLMAFORO	Media	3,3983	,15845
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	3,0813 3,7154
		Media recortada al 5%	3,4565	
		Mediana	3,6800	
		Varianza	1,506	
		Desviación estándar	1,22733	
		Mínimo	,24	
		Máximo	5,84	
		Rango	5,60	
		Rango intercuartil	1,17	
		Asimetría	-,993	,309
		Curtosis	,878	,608

Estadísticas de grupo

	Procedencia	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Medición	LUTRON	60	3,3942	1,22908	,15867
	SOLMAFORO	60	3,3983	1,22733	,15845

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Medición	Se asumen varianzas iguales	,000	,996	-,019	118	,985	-,00417	,22424	-,44822	,43989
	No se asumen varianzas iguales			-,019	118,000	,985	-,00417	,22424	-,44822	,43989

Imagen de presentación del solmáforo.

SOLMAFORO CON LUTRON								
IDSOL	LUTRON	SOLMAFORO	IDSOL	LUTRON	SOLMAFORO	IDSOL	LUTRON	SOLMAFORO
1	1.52	1.55	21	4.36	4.35	41	4.35	4.37
2	3.20	3.18	22	4.60	4.65	42	2.00	2.01
3	5.30	5.27	23	4.40	4.45	43	3.60	3.59
4	5.00	4.95	24	4.35	4.36	44	3.60	3.57
5	0.30	0.33	25	1.65	1.64	45	3.65	3.64
6	2.80	2.82	26	4.10	4.11	46	3.70	3.71
7	3.40	3.38	27	4.10	4.12	47	3.71	3.69
8	5.20	5.19	28	5.85	5.84	48	3.70	3.67
9	4.30	4.33	29	4.25	4.24	49	4.13	4.12
10	0.23	0.24	30	2.80	2.79	50	3.60	3.62
11	3.25	3.24	31	3.60	3.61	51	3.40	3.39
12	4.96	4.98	32	3.90	3.89	52	3.74	3.73
13	3.30	3.29	33	3.80	3.84	53	3.81	3.84
14	0.70	0.70	34	3.70	3.73	54	2.90	2.91
15	2.60	2.64	35	4.00	4.01	55	3.20	3.21
16	3.80	3.79	36	4.10	4.06	56	3.50	3.53
17	3.00	3.06	37	4.27	4.28	57	3.60	3.61
18	0.90	0.89	38	4.00	3.99	58	3.70	3.73
19	0.40	0.38	39	1.60	1.62	59	3.75	3.76
20	2.84	2.83	40	3.90	3.91	60	1.68	1.67

Anexo 5: Resultados SPSS conocimiento de los colores del solmáforo y su tiempo de exposición máxima

SEGUNDA SUB HIPÓTESIS

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
SABE ANTES * SABE DESPUES	64	100,0%	0	0,0%	64	100,0%

SABE ANTES*SABE DESPUES tabulación cruzada

			SABE DESPUES			Total
			SABE	NO SABE	OTRA RESPUESTA	
SABE ANTES	SABE	Recuento	3	2	1	6
		% del total	4,7%	3,1%	1,6%	9,4%
	NO SABE	Recuento	22	3	3	28
		% del total	34,4%	4,7%	4,7%	43,8%
	OTRA RESPUESTA	Recuento	25	4	1	30
		% del total	39,1%	6,3%	1,6%	46,9%
Total	Recuento	50	9	5	64	
	% del total	78,1%	14,1%	7,8%	100,0%	

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Prueba de McNemar-Bowker	38,963	3	,000
N de casos válidos	64		

Anexo: Encuesta antes

Levantamiento de datos sobre Medio Ambiente Sostenible

Estimado estudiante:

Pido tu apoyo respondiendo con la mayor seriedad la presente encuesta para proponer actividades de mejora para un medio ambiente sostenible en nuestra universidad

Este formulario recopila automáticamente los correos electrónicos de usuarios de La Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. [Cambiar la configuración](#)

Código Universitario

Respuesta corta

Texto de respuesta breve

Obligatoria ☒

1.- Que efectos sobre la salud de las personas produce un exposición prolongada a la radiación solar.

Texto de respuesta breve

2.- Cual es la situación más común que se produce en tu campus universitario, (marcar la que ^{*} consideras que es correcta):

- ☐ Nivel radiación es alta extrema y no deberíamos permanecer mas de 10 minutos expuesto a los rayos s...
- ☐ Nivel radiación es muy alta, y no deberíamos permanecer mas de 15 minutos expuesto a los rayos solares
- ☐ Nivel radiación es alta, no deberíamos permanecer mas de 30 minutos expuesto a los rayos solares
- ☐ Nivel radiación es moderada, no deberíamos permanecer mas de 45 minutos expuesto a los rayos solares
- ☐ Nivel radiación es baja, no deberíamos permanecer mas de 50 minutos expuesto a los rayos solares

3.- El tiempo de exposición a la radiación solar y el nivel de radiación solar, condicionan el efecto sobre nuestra salud: (marcar la que considera que es correcto) ^x

- ☐ A menor nivel de radiación mayor el tiempo al que podemos estar expuesto a la radiación sin peligro
- ☐ A mayor nivel de radiación menor el tiempo al que podemos estar expuestos a la radiación sin peligro
- ☐ No importa el nivel de radiación, es el tiempo de exposición es lo afecta a la salud
- ☐ No importa el tiempo de exposición, es el nivel de radiación lo que afecta a nuestra salud

4.- Que podrías proponer para estar informado sobre el nivel de radiación solar que hay en cada momento, y con esa información tomar precauciones para evitar una exposición prolongada peligrosa que afecte nuestra salud ^{*}

Texto de respuesta breve

.....

5.- Que tiempo, en promedio, los estudiantes están expuestos a la radiación solar cada día, considerando el deporte, las caminatas dentro del campus y las coordinaciones en exteriores con nuestros compañeros por trabajos u otros. (marcar la que representa tu realidad antes de la pandemia)

- ☐ Menos de una hora
- ☐ Entre una hora y dos horas
- ☐ Entre dos horas y tres horas
- ☐ Más de tres horas

6.- Como podemos evitar el exponernos a la radiación solar en nuestras actividades diarias en la universidad

Texto de respuesta breve

.....

Anexo: Encuesta después

Levantamiento de datos sobre Radiación Solar Ultravioleta

Estimado estudiante:

Pido tu apoyo respondiendo con la mayor seriedad la presente encuesta para proponer actividades para evitar el riesgo de salud por exposición a la radiación solar ultravioleta en nuestra universidad

Este formulario recopila automáticamente los correos electrónicos de usuarios de La Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. [Cambiar la configuración](#)

0. Código Universitario



Respuesta corta

Texto de respuesta breve



Obligatoria ☒

1.- Seleccione los dos efectos de mayor peligro sobre la salud de las personas, produce un exposición prolongada a la radiación solar.

a) Cáncer de Piel, b) Quemaduras c) cataratas d) envejecimiento de la piel e) insolación f) deshidratación

Texto de respuesta breve

2.- El tiempo de exposición a la radiación solar y el nivel de radiación solar, condicionan el efecto sobre nuestra salud: (marcar la que considera que es mas importante para la salud) *

- ☐ A menor nivel de radiación mayor el tiempo al que podemos estar expuesto a la radiación sin peligro
- ☐ A mayor nivel de radiación menor el tiempo al que podemos estar expuestos a la radiación sin peligro
- ☐ No importa el nivel de radiación, es el tiempo de exposición es lo afecta a la salud
- ☐ No importa el tiempo de exposición, es el nivel de radiación lo que afecta a nuestra salud

3.- Teniendo en cuenta los conocimientos sobre la Radiación Solar Ultravioleta, Cual es la situación más común en el campus universitario de la UNPRG, (marcar la que consideras corresponde a la realidad de la UNPRG): ^

- ☐ Nivel radiación es alta extrema y no deberíamos permanecer mas de 10 minutos expuesto a los rayos s...
- ☐ Nivel radiación es muy alta, y no deberíamos permanecer mas de 15 minutos expuesto a los rayos solares
- ☐ Nivel radiación es alta, no deberíamos permanecer mas de 30 minutos expuesto a los rayos solares
- ☐ Nivel radiación es moderada, no deberíamos permanecer mas de 45 minutos expuesto a los rayos solares
- ☐ Nivel radiación es baja, no deberíamos permanecer mas de 50 minutos expuesto a los rayos solares

4.- ¿Qué medio de información en tiempo real sobre el nivel de Radiación Solar Ultravioleta, tienes información que se usó antes de la pandemia en la UNPRG, específicamente en el patio del Laboratorio de Ingeniería Electrónica? *

Texto de respuesta breve

.....

5.- Si tenemos una cultura de protección de la salud ante la radiación solar ultravioleta, que acción tomarías

- ☐ a) Usaría ropa que cubra la mayor parte del cuerpo
- ☐ b) Escogería Horarios adecuado para hacer deporte
- ☐ c) Usaría permanentemente sombrero o gorros
- ☐ d) Procuraría tener tiempo reducido en actividades sin sombra natural como toldos
- ☐ e) Solo me limitaría el sol es muy fuerte
- ☐ f) Tomaría precauciones pero sin depender del cumplimiento exagerado

6.- De acuerdo a la información que te proporciona un equipo de información en tiempo real como el Solmáforo, tomarías en cuenta la información para mejorar tu comportamiento respecto a la exposición a la Radiación Solar Ultravioleta? Selecciona cual sería tu comportamiento.

- ☐ a) Tendría en cuenta siempre
- ☐ b) Tendría en cuenta solo si es un día soleado
- ☐ c) Tendría en cuenta si voy a realizar deporte
- ☐ d) Tendría en cuenta si el sol esta notoriamente muy fuerte
- ☐ e) Solo cuando me acuerdo, pero sin mucha obligación

Anexo 6: Resultados SPSS uso de la información en tiempo real del solmáforo para evitar exposición peligrosa

TERCERA SUB HIPÓTESIS

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
SIEMPRE ANTES * SIEMPRE DESPUES	64	100,0%	0	0,0%	64	100,0%

SIEMPRE ANTES*SIEMPRE DESPUES tabulación cruzada

			SIEMPRE DESPUES			Total
			SIEMPRE	CASOS ESPECIALES	OTRA RESPUESTA	
SIEMPRE ANTES	SIEMPRE	Recuento	5	0	0	5
		% del total	7,8%	0,0%	0,0%	7,8%
	CASOS ESPECIALES	Recuento	2	1	0	3
		% del total	3,1%	1,6%	0,0%	4,7%
	OTRA RESPUESTA	Recuento	47	8	1	56
		% del total	73,4%	12,5%	1,6%	87,5%
Total	Recuento	54	9	1	64	
	% del total	84,4%	14,1%	1,6%	100,0%	

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Prueba de McNemar-Bowker	57,000	3	,000
N de casos válidos	64		

Constancia de aprobación

Yo, **EDUAR VÁSQUEZ SÁNCHEZ**, asesor del estudiante de maestría, **MANUEL JAVIER RAMIREZ CASTRO** titulada: *DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SOLMAFORO PARA INFORMACION DEL NIVEL DE RADIACION SOLAR ULTRAVIOLETA A LOS ESTUDIANTES DE INGENIERIA ELECTRONICA DE LA UNIVERSIDAD PEDRO RUIZ GALLO*, luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 9 % verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 10 de noviembre del 2022



EDUAR VÁSQUEZ SÁNCHEZ

NOMBRES Y APELLIDOS

DNI: 16525869

ASESOR

Se adjunta:

Resumen del Reporte (Con porcentaje y parámetros de configuración)

Recibo digital.

Informe final de tesis

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SOLMAFORO PARA
INFORMACION DEL NIVEL DE RADIACION SOLAR
ULTRAVIOLETA A LOS ESTUDIANTES DE INGENIERIA
ELECTRONICA DE LA UNIVERSIDAD PEDRO RUIZ GALLO

INFORME DE ORIGINALIDAD

9 %	8 %	3 %	5 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	2 %
2	Wei Sun, Lisong Xu, Sebastian Elbaum. "Improving the cost-effectiveness of symbolic testing techniques for transport protocol implementations under packet dynamics", Proceedings of the 26th ACM SIGSOFT International Symposium on Software Testing and Analysis - ISSTA 2017, 2017 Publicación	1 %
3	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
5	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

hdl.handle.net



EDUAR VÁSQUEZ SÁNCHEZ

NOMBRES Y APELLIDOS

DNI: 16525869

ASESOR

Turnitin



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Manuel Javier Ramírez Castro
Título del ejercicio:	Diseño y Construcción de un SOLMÁFORO
Título de la entrega:	DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SOLMAFORO PARA INFOR...
Nombre del archivo:	Borrador_Final_de_Tesis_para_revisi_n_8-11.docx
Tamaño del archivo:	6.29M
Total páginas:	91
Total de palabras:	14,165
Total de caracteres:	76,366
Fecha de entrega:	08-nov.-2022 10:31p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	1948839523



Dr. EDUAR VÁSQUEZ SÁNCHEZ
DNI: 16525869
ASESOR