



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Enseñanza-aprendizaje de la radiación electromagnética en
escenarios no formales a través del enfoque STEM

Tesis presentada al

Colegio de Física

como requisito parcial para la obtención del grado de

LICENCIADA EN FÍSICA APLICADA

por

Sara Jaqueline Ruiz Cisneros

Asesorado por

Dra. Carmen del Pilar Suárez Rodríguez

Dra. Patricia Mendoza Méndez

Puebla Pue.

Febrero de 2024



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Enseñanza-aprendizaje de la radiación electromagnética en
escenarios no formales a través del enfoque STEM

Tesis presentada al

Colegio de Física

como requisito parcial para la obtención del grado de

LICENCIADA EN FÍSICA APLICADA

por

Sara Jaqueline Ruiz Cisneros

Asesorado por

Dra. Carmen del Pilar Suárez Rodríguez

Dra. Patricia Mendoza Méndez

Puebla Pue.

Febrero de 2024

Título: Enseñanza-aprendizaje de la radiación electromagnética en escenarios no formales a través del enfoque STEM

Estudiante: SARA JAQUELINE RUIZ CISNEROS

COMITÉ

Dr. Roberto Ramírez Sánchez
Presidente

Dra. Olivia Hernández Cruz
Secretario

Dra. Honorina Ruíz Estrada
Vocal

Dra. Patricia Mendoza Méndez
Dra. Carmen del Pilar Suarez Rodríguez
Asesoras

Dedicatoria

A mi madre, quien tuvo la sabiduría de orientarme y brindarme consejos para seguir luchando y cumplir mis objetivos.

A mi padre, que me ha apoyado económicamente y ha estado a mi lado siempre, dándome fuerzas para cumplir mi meta.

Mis hermanos, cuya motivación ha sido fundamental para alcanzar la culminación de mis estudios, cumpliendo así uno de mis sueños. Aspiro a convertirme en un ejemplo de perseverancia para ellos.

A Cris, que ha adquirido un papel significativo en mi vida, acompañándome a lo largo de este camino. Es invaluable su apoyo en momentos y situaciones desafiantes, y sus palabras alentadoras para no permitirme rendir ante las adversidades.

A mis asesoras, por su motivación incondicional y apoyo siempre para la culminación exitosa de esta tesis.

Agradecimientos

A Dios por otorgarme protección y fortaleza durante el transcurso de esta travesía académica. A mis queridos padres y hermanos por su inquebrantable amor, cuya presencia ha constituido un sustento fundamental en este camino. A mis asesoras y a mi novio por ser componentes esenciales de esta experiencia académica, dejando una huella imborrable en mi vida por su apoyo constante para superar cualquier desafío en este trayecto. A Judith, mi amiga y profesional en el campo, por su respaldo en la retroalimentación y discusión acerca de la técnica de uñas postizas que se abordó durante la elaboración de esta tesis. A Hiram, quien me brindó apoyo y orientación a lo largo de la elaboración de este proyecto y que en el camino se convirtió en un gran amigo.

Por último, pero no menos relevante, dirijo un extenso agradecimiento a todas las manicuristas y usuarias que generosamente dedicaron su tiempo para responder a nuestras indagaciones y compartir sus experiencias. Su participación resultó esencial para la realización exitosa de este proyecto de investigación.

A todos ellos gracias.

Contenido

Resumen	1
Introducción	2
Hipótesis	6
Objetivos	6
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos.....	6
Capítulo 1	7
Planteamiento del problema	7
Capítulo 2	12
Marco teórico	12
Marco Conceptual.....	12
2.1. Materiales y las uñas artificiales	12
2.1.1. Uñas acrílicas	12
2.1.2. Gel semipermanente	12
2.1.3. Proceso de polimerización por adición radicalaria en la formación de uñas artificiales acrílicas y aplicación de gel semipermanente	12
2.2. Componente Pedagógico.....	16
2.3. Física	18
2.3.1. Campo eléctrico	18
2.3.2. Campo magnético	19
2.3.3. Ondas electromagnéticas.....	19
2.3.4. Radiación electromagnética.....	20
2.3.5. Radiación ionizante y no ionizante	22
2.4. Lámpara para uñas.....	24
2.4.1. Lámpara fluorescente	24
2.4.2. Lámpara UV-LED.....	26
2.4.3. Diferencias entre la lámpara para secado de uñas fluorescente UV y UV-LED.....	27
Estado del Arte	28
2.5. Radiación UV-A	29
2.5.1. Efectos en el cuerpo humano.....	29
Marco Legal	30
Capítulo 3	32

Metodología	32
Materiales y métodos	32
Fase I. Diagnóstico.....	32
Construcción del instrumento	32
Validación del instrumento por expertos	33
Fase II. Elaboración de un plan.	33
Fase III. Ejecución del Plan de acción.	34
Fase IV. Realimentación y reflexión.	34
3.1 Diseño experimental	34
Localización y descripción del área de medición	35
Equipos	35
Capítulo 4	36
Propuesta didáctica	36
Planeación didáctica	36
Estrategia	36
Resultados y discusión	41
5.1 Taller de divulgación científica.....	41
5.1.1 Evaluación de manuales de usuario de lámparas de secado de uñas.....	43
5.1.2 Implementación del taller de divulgación científica	44
5.2 Mediciones de radiación UV-A.....	51
5.2.1 Fuente natural: Sol	51
5.2.2 Fuente artificial: Lámparas para uñas.....	53
5.3 Uso de la norma NOM 013-STPS-1993.....	56
5.3.1 Fuente natural: Sol	56
5.3.2 Fuente artificial: Lámparas para uñas.....	56
5.4 Propuesta de recomendaciones a los fabricantes de lámparas UV para el secado de uñas ..	58
5.5 Conocimientos nuevos adquiridos, competencias profesionales y áreas de oportunidad	58
Capítulo 6	61
Conclusiones y recomendaciones	61
Bibliografía	64
Anexos	70
Anexo I.....	70
Anexo II.....	71

Anexo III.....	72
Anexo IV.	74
Anexo V.	75
Anexo VI.	76

Índice de figuras

Figura 1. Historia de las uñas artificiales. Fuente: elaboración propia a partir de (Gutiérrez Buitrago & Mendoza Castillo, 2023) (Xepl, 2023) (Nailsforyou.Store, 2021) (Dental Rodríguez Muñoz, 2019).	7
Figura 2. Materiales empleados para la elaboración de uñas artificiales.	14
Figura 3. Retiro de cutícula de la modelo.....	15
Figura 4. Aplicación y moldeo del acrílico para la formación de la uña postiza.	15
Figura 5. La modelo introduce la mano derecha a la lámpara para el secado del gel semipermanente que se le ha aplicado.	16
Figura 6. Mapeo de contenidos relacionados al concepto de radiación electromagnética. Elaboración propia basada en (Ambarwati, Suyatna, & Ertikanto, 2018).....	18
Figura 7. Dirección de la fuerza que actúa sobre la carga de prueba positiva cuando se coloca en el campo eléctrico de la carga Q (Serway & Jewett, Jr. , 2009).	19
Figura 8. El espectro electromagnético. Se divide en radiación electromagnética ionizante y no ionizante (Comunidad de Madrid, 2024)	21
Figura 9. Estructura y funcionamiento del tubo fluorescente de una lámpara de vapor de mercurio a baja presión (Suárez Vega & Camargo Díaz, 2014).....	25
Figura 10. Manos alzadas de los participantes que considere que la radiación electromagnética es causa de cáncer.	45
Figura 11. Fotografía obtenida durante el curso de los participantes tomados de la mano transmitiendo la ola que formaron.....	46
Figura 12. Proyección del espectro electromagnético para visualizar como se encuentra clasificado.	48
Figura 13. Simulador Moléculas y luz del programa PHET de microondas en interacción con una molécula de agua (PHET, 2023).	49
Figura 14. Arreglo experimental de la medición de la irradiancia UV-A recibida por las cuentas para realizar pulseras expuestas al sol.....	52
Figura 15. Comparación entre las cuentas para pulseras a) expuestas a radiación UV en un día soleado, b) a la resolana de una ventana y c) a la radiación UV en un día nublado.....	52
Figura 16. Secado del esmalte de uñas con el Sol en un dedo maniquí para practicar uñas artificiales.	53
Figura 17. Una de las instancias de la mano de la modelo siendo introducida debajo de la lámpara para el secado del esmalte de las uñas artificiales.	54

Índice de Tablas

Tabla 1. Evolución en los materiales de las uñas artificiales. Fuente: elaboración propia a partir de (Gutiérrez Buitrago & Mendoza Castillo, 2023) (Xepl, 2023) (Nailsforyou.Store, 2021) (Dental Rodríguez Muñoz, 2019).	8
Tabla 2. Ventajas y desventajas de técnicas de uñas artificiales. Fuente elaboración propia a partir de (EMAGISTER , 2023) (Escuela Origen, 2023).	8
Tabla 3. Categorías y descriptores de la encuesta a usuarias y manicuristas, en el que las preguntas se adaptaron según su contexto como usuarias del servicio o prestadoras de él (vea Anexos 1 y 2).	10
Tabla 4. Resultados de la aplicación de los instrumentos a las usuarias del servicio y manicuristas.	10
Tabla 5. Correspondencia entre longitudes de onda de luz visible y color (Serway & Jewett, Jr. , 2009).	22
Tabla 6. Ejemplos de aplicaciones de la radiación UV en diferentes áreas (INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION, 2010).	23
Tabla 7. Beneficios y riesgos por exposición del cuerpo humano a la radiación UV-A y UV-B.	24
Tabla 8. Diferencias entre la lámpara para secado de uñas fluorescente UV UV-LED.	27
Tabla 9. Descripción de las categorías e indicadores de las encuestas.	33
Tabla 10. Descripción de lámparas empleadas en la medición de emisión de radiación UV-A y UV-B.	34
Tabla 11. Tiempos y niveles máximos de exposición a la radiación UV-A (Diario Oficial de la Federación, 1993).	35
Tabla 12. Resultados de la sección de formación profesional de la encuesta realizada a manicuristas.	41
Tabla 13. Resultados de la aplicación del instrumento a las manicuristas y usuarias del servicio...	42
Tabla 14. Resultados de la evaluación de los manuales de lámparas de uñas de secado.	43
Tabla 15. Comparación de las respuestas obtenidas en la prueba diagnóstica y final.	50
Tabla 16. Mediciones de radiación UV-A directamente del sol.....	52
Tabla 17. Resultados de los tiempos en que se secó el gel semipermanente en un maniquí expuesto al Sol.	53
Tabla 18. Resultados de las mediciones de irradiación de la lámpara UV LED antes de la colocación de uñas acrílicas.....	53
Tabla 19. Resultados de las mediciones de irradiación de la lámpara UV LED durante el secado del gel semipermanente sobre la uña acrílica.....	54
Tabla 20. Medición de radiación UV dentro de la lámpara fluorescente UV antes de introducir las cuentas.	55
Tabla 21. Intensidad UV-A máxima obtenida durante la transición de color de las cuentas.....	55
Tabla 22. Resultados del experimento 1.....	56
Tabla 23. Resultados del experimento 1 de identificación de los niveles de exposición a rayos UV-A durante la aplicación de uñas acrílicas esculturales durante el secado del gel semipermanente. ...	56
Tabla 24. Resultados del experimento 2.....	57

Tabla 25. Resultados del experimento 2 de mediciones de la irradiancia UV-A máxima a la que se encontraron expuestas las cuentas para realizar pulseras hasta alcanzar la intensidad máxima en su color.....	57
Tabla 26. Conocimientos aplicados y obtenidos durante la formación académica de la carrera de Física Aplicada y las competencias profesionales alcanzadas para abordar el trabajo de tesis.	59
Tabla 27. Áreas del Conocimiento y temas correspondientes involucrados para el desarrollo de este trabajo de tesis.....	59

Resumen

Vivimos en la era de la información y el conocimiento, la población está cada vez más informada en temas de ciencia y tecnología, sin embargo, existen fuentes de comunicación masiva que tratan temas que parecen ser de corte científico, pero no lo son y muchos de ellos están asociados a riesgos en la salud producidos por la radiación electromagnética. Después de la explosión de la bomba atómica y los accidentes nucleares de Chernóbil y Fukushima, se generó en la comunidad internacional una preocupación y creencia de que la radiación es mala y que, dispositivos como; la telefonía celular, los hornos de microondas, las lámparas para secado de uñas, los termómetros de infrarrojo también son peligrosos, incrementando con ello estas preconcepciones. Por esta razón, es importante conocer los riesgos reales a los que podrían estar sometidas las personas en ciertos ambientes laborales o el hogar donde pudieran estar expuestas a algún tipo de radiación.

Esta tesis se enfoca en identificar las percepciones de las personas que se dedican a la creación de uñas esculturales, en el Municipio de Tamazunchale, San Luis Potosí en México, acerca de los riesgos a la salud de las ondas electromagnéticas generadas por las lámparas ultravioleta (UV) o LED con las que trabajan. En nuestro estudio se determinaron las condiciones de trabajo de las manicuristas considerando aspectos como; la duración de la jornada de trabajo, los materiales y técnicas para la elaboración de uñas artificiales, las características de operación de las lámparas UV que utilizan en el proceso de manicura, el tipo de protección utilizado, el conocimiento de normas de seguridad que rigen su actividad, entre otros. De tal forma, el objetivo principal fue el diseño e implementación de un taller de divulgación de la ciencia bajo un enfoque STEM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por sus siglas en inglés), que permita la alfabetización científica de la radiación electromagnética en las trabajadoras, así como en la población en general. La metodología de investigación empleada para realizar este estudio consideró dos vertientes; la primera fue de corte cualitativo-ubicada en el nivel descriptivo para la evaluación de la estrategia educativa a fin de diseñar e implementar el taller de divulgación y la segunda de tipo cuantitativo experimental que hace uso de la formación académica en Física para evaluar la exposición a la radiación UV y determinar sus efectos en la salud. De los resultados obtenidos para la primera, se concluyó que el conocimiento básico sobre el concepto de radiación es importante para decir si existen o no posibles riesgos en la salud a la exposición de radiación UV. Para la segunda, que hace referencia a la exposición de la radiación UV-A de las lámparas de secado de uñas utilizados por las trabajadoras se encuentra que los valores máximos medidos, tanto en la intensidad de radiación UV-A como en los tiempos de exposición, no sobrepasan los niveles establecidos por la NORMA Oficial Mexicana NOM 013-STPS-1993 relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes. En consecuencia, la exposición en una sesión de trabajo no es un riesgo inmediato a la salud, pero si potencial en el caso de la aplicación frecuente de este tipo de uñas por esta técnica. Por esta razón, la importancia de impartir el taller de divulgación científica sobre radiación electromagnética, que incluya medidas de protección como prevención de daños a la salud, radica no solo en la educación de las personas sino también es de utilidad para tomar decisiones en la vida diaria.

Introducción

La mejora de los procesos de producción, con base en estándares científicos y tecnológicos son cada vez más sofisticados gracias al avance en sus conocimientos, satisfaciendo las cambiantes necesidades globales (Osorio, 2004). Podría uno enumerar una gran cantidad de ejemplos de estos avances en los sectores productivos de nuestro país, sin embargo, en el presente trabajo centraremos nuestra atención en el sector productivo terciario (sector de servicios), el más importante de la economía en México ya que contribuye con aproximadamente el 58 % del Producto Interno Bruto y genera el 63.2 % de los empleos formales del país (INEGI, 2022) (INEGI, 2023). Entre las diversas áreas o actividades que integran el sector productivo terciario se encuentran los servicios personales cuyo objetivo es mejorar la calidad vida de las personas, estos comprenden los servicios de salud y estéticos los cuales se han vuelto cada vez más competitivos ya que requieren satisfacer las necesidades y exigencias de los consumidores, de manera que, incorporar la inteligencia artificial, la realidad aumentada, el reconocimiento facial, la ciencia de datos, la lectura y análisis del ADN y la innovación tecnológica les ha permitido revolucionarse. Lo que conlleva, al mismo tiempo a la necesidad de que los profesionales de este sector sean capaces de adaptarse a estos nuevos requerimientos tecnológicos.

El descubrimiento de los rayos X por Wilhelm Röntgen, físico alemán y primer premio Nobel de Física en 1895 y un año posterior el descubrimiento de la radiactividad por Henry Becquerel, físico francés, quien compartió el premio Nobel de Física con Pierre y Marie Curie, allanaron el camino para la utilización de la radiación en el desarrollo de tratamientos efectivos para enfermedades malignas. El descubrimiento del radio por Marie Curie, en 1898, fue fundamental para tener una comprensión del cáncer y su tratamiento. Pierre Curie también contribuyó al poner a disposición del médico Henri Danlos el radioactivo para fabricar aplicadores que se utilizaron en el tratamiento de lesiones cutáneas. Poco a poco el área de investigación de la física en la medicina se enfocó en el tratamiento del cáncer utilizando terapias de radiación. La radioterapia implica la localización precisa del tumor y dosis fraccionadas de irradiación. Entonces, la radiología y la medicina nuclear surgieron como especialidades médicas que utilizan la radiación para diagnóstico y tratamiento de enfermedades. La radiología diagnóstica emplea rayos X y otras técnicas ionizantes. La medicina nuclear administra sustancias radiactivas asociadas con fármacos para diagnósticos por imágenes. Y los físicos médicos son responsables del uso adecuado de radiaciones ionizantes de los equipos emisores, las fuentes radiactivas y deben garantizar la seguridad de pacientes y personal (Plazas, 2005) (Martín Martín, 2017).

A pesar de tales beneficios, también ha habido episodios en la historia de la humanidad donde se usó el conocimiento científico para fabricar por ejemplo armas de destrucción masiva como la bomba atómica, originando las imágenes dantescas de Hiroshima y Nagasaki y que han quedado en el saber colectivo. De la misma manera, los accidentes en las plantas nucleares de Chernóbil (en 1986) y Fukushima (en 2011), han hecho que las personas asocien a la “radiación” como la causa del cáncer. Además de las armas biológicas y misiles, y muchos otros problemas generados como las botellas de único uso, la generación de gases de tipo invernadero, y el cambio climático han provocado una percepción negativa hacia la ciencia (FECYT, 2022). Especialmente, desde que la información sobre pseudociencia y noticias falsas (Fake News) se ha acrecentado en las redes

sociales, en una sociedad donde sus habitantes no han desarrollado un pensamiento crítico, ha provocado concepciones erróneas acerca de diversos temas, especialmente aquellos relacionados al cuidado de la salud (Gutierrez J., 2022) (Castillo Rincón, 2021). Lo anterior hace evidente la necesidad de contar con programas educativos que promuevan la toma de decisiones basadas en evidencia, en escenarios formales y no formales.

Por otro lado, junto con los cambios en la sociedad, la cultura y el estilo de vida, los avances en ciencia y tecnología también se han desarrollado y creado nuevos conceptos de belleza viéndose involucrados campos de la medicina, la odontología, la medicina estética, la farmacéutica y la cosmetología los cuales deben desempeñar un papel primordial en la innovación de productos, creación de técnicas y nuevos procesos que mejoren la apariencia física de las personas. Vale la pena considerar que la primera impresión que se da a los demás es través de nuestro rostro y cuerpo, no se puede negar la necesidad de sentirse bien y satisfechos con nuestra apariencia por lo que los defectos estéticos tienen efectos en la salud física y mental, de no ser positiva, podrían conducir al desarrollo de síntomas como depresión, ansiedad, sentimientos de rechazo social, baja autoestima y sentimientos de minusvalía. Estas alteraciones pueden reducir de manera global la calidad de vida de la persona y tener un profundo impacto en el desempeño individual, social, familiar y profesional. Por ello, la apariencia física y la salud mental van de la mano, desde cambios emocionales y mentales hasta patologías estéticas, neurosis, psicosis y trastornos graves de la personalidad. Es importante señalar que es válido realizarse algún procedimiento y tratamiento cosmético, ya sea por amor propio, para aumentar la autoestima de las personas o brindar confort a quienes los usan, incluido el empleo de los diferentes servicios estéticos que se ofrecen, ya que están diseñados para realzar la belleza de una persona, permitiendo que cada individuo muestre con orgullo su belleza y su singularidad lo cual forma parte de una buena salud, que definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), es el estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades de una persona (OMS, 2023). Los pacientes con poca conciencia de su propio cuerpo no deberían recibir servicios estéticos. En estos casos, el tratamiento debe ser principalmente psicológico o psicológico (Pizarro Reynero, 2023) (Zerpa Herrero & Rondón, 2004).

Los servicios estéticos ofrecen una variedad de tratamientos que van desde los cuidados faciales, peluquería, depilación, bronceado, masajes, maquillaje, hasta los de manicura y pedicura que se han convertido en los servicios más populares porque requieren la visita del usuario a los establecimientos que los ofertan al menos una vez al mes, son personalizables, no pasan de moda, y en los que también ha llegado el arribo de productos y nuevas tecnologías. Además, el propósito de los servicios de manicura y pedicura es contribuir al cuidado que manos y pies requieren cuando se ven afectados por agentes externos, por esta razón ofertan tratamientos que permiten remover impurezas o células muertas, hidratar la piel y cuidar la apariencia estética de las uñas, este último es el tema que vamos a desarrollar.

El cuidado de las uñas habla mucho de su estado de salud, de la presentación y apariencia física de las personas por lo que la colocación de uñas postizas de gel o acrílico se han convertido en una opción no solo para mejorar la parte estética, también como prótesis en el caso de sufrir la pérdida de las uñas naturales. Este servicio, requiere que las instalaciones que lo brindan cumplan con estándares de higiene y bioseguridad para garantizar la salud tanto de quien lo oferta como de quien lo recibe (Marroquin León, 2017), específicamente es de interés, el uso de las lámparas UV que se

usan para acelerar el proceso de secado de las uñas, el nivel de exposición a este tipo de radiación electromagnética y la percepción de riesgo de las usuarias.

Es necesario prestar atención en las opiniones divergentes que se han expresado sobre este tipo de radiación, si se percibe como “buena o mala”. El desconocimiento que existe del tema en ciertos sectores de la población es un indicador que motiva a incluir estos temas científicos desde la educación básica empleando el enfoque de educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas, por sus siglas en inglés).

Como ya se ha indicado en el resumen, el objetivo principal de este trabajo es diseñar e implementar un taller de divulgación de la ciencia sobre los efectos en la salud por la exposición a radiación electromagnética bajo un enfoque STEM, a partir del conocimiento y preconcepciones de las manicuristas y usuarias del servicio de uñas postizas, dirigido este sector de la población y que pueda, a su vez, ser impartido a la población en general. Presentamos los resultados de una investigación educativa de corte cualitativo descriptivo para la evaluación de la estrategia educativa, la cual tomó en cuenta las condiciones de trabajo de las manicuristas, el tipo de equipo y las características de operación de las lámparas UV que utilizan en el proceso de secado de uñas postizas. El estudio comienza con una revisión de la literatura sobre los efectos de la radiación UV, y las normas de dosificación, centrándose específicamente en las lámparas UV para el secado de uñas. Se analizan los factores clave que influyen en las concepciones y el conocimiento sobre radiación de las manicuristas a partir de los resultados de una encuesta que les fue aplicada. Posteriormente, con el fin de determinar si la radiación afecta a su salud o no, y con ello poder brindar certeza tanto a manicuristas como a usuarias, se realizó la evaluación de los equipos con que ellas trabajan y la medición de los niveles de exposición en una sesión de trabajo, a partir de los resultados, se realiza el diseño e implementación del taller y su evaluación en la búsqueda de una futura sistematización de la experiencia.

El contenido de la tesis está organizado de la siguiente manera; en el Capítulo 1 se abordan los antecedentes y el contexto que enmarca nuestra investigación. Se realiza un análisis de los factores determinantes que inciden en las percepciones y el nivel de conocimiento acerca de la radiación electromagnética por parte de las manicuristas y las usuarias del servicio de uñas postizas en el municipio de Tamazunchale, San Luis Potosí a través de una encuesta diseñada específicamente para este sector de la población debido a la estrecha interacción que mantienen con su herramienta de trabajo, la cual consiste en una lámpara UV utilizada para el secado de uñas postizas.

En el Capítulo 2 se presenta el marco teórico dividido en tres apartados: marco conceptual, estado del arte y marco legal. En el marco conceptual se exponen los elementos teóricos relacionados con el tema de investigación; en la física, los conceptos relacionados con la radiación electromagnética no ionizante, en la salud, los efectos de la radiación UV-A en la salud de las personas, en la ciencia de los materiales, las propiedades de los materiales empleados en la colocación de uñas postizas y sus procedimientos y, sobre los elementos que debe contener una estrategia educativa. En el estado del arte se hace referencia a los hallazgos de la literatura consultada relacionados a la enseñanza-aprendizaje de la radiación electromagnética y los efectos de la radiación UV-A en las personas. Finalmente, en el marco legal se presenta información de las normas oficiales relativas a la radiación no ionizante centrándose en la UV-A emitida por las lámparas UV para el secado de uñas.

En el Capítulo 3 se describe la metodología empleada la cual consideró un estudio de corte cualitativo descriptivo para evaluar la estrategia educativa, así como un estudio de tipo cuantitativo experimental. Con el propósito de comprender el entorno laboral de las manicuristas, se lleva a cabo una evaluación de las lámparas utilizadas y su uso, proporcionando una descripción del tipo de equipamiento y las características operativas de las mismas empleadas en el proceso de secado de uñas postizas. Además, se expone el diseño experimental empleado en el estudio.

En el Capítulo 4 se presenta una propuesta de divulgación de la ciencia con el diseño e implementación del taller “¿Toda la radiación electromagnética causa cáncer?” bajo un enfoque STEM, a partir de creencias y el conocimiento sobre los efectos en la salud por la exposición a radiación electromagnética, de las manicuristas y usuarias del servicio de uñas postizas (descritos en los Capítulos 1 y 3) y que pueda, a su vez, ser impartido a la población en general.

En el Capítulo 5, se exponen los resultados derivados de la medición de los niveles de exposición a la radiación UV-A, tanto proveniente del sol como de las lámparas para uñas UV, prestando especial atención a la exposición durante una sesión de trabajo dedicada a la colocación de uñas artificiales. Estos resultados son fundamentales para respaldar científicamente el diseño y la implementación del taller ¿Toda la radiación electromagnética causa cáncer?, concebido bajo un enfoque STEM, los resultados de esta propuesta didáctica también se muestran en este capítulo.

En el Capítulo 6 se presentan las recomendaciones y conclusiones. Y finalmente, las referencias y anexos.

Hipótesis

Las percepciones de las personas hacia el riesgo de la radiación electromagnética están relacionadas con el conocimiento sobre el tema, es posible incidir en las creencias de usuarias de uñas postizas y manicuristas a partir de una intervención educativa basada en educación STEM.

Objetivos

Objetivo general

Identificar las percepciones de las personas que se dedican a la creación de uñas esculturales en el Municipio de Tamazunchale, San Luis Potosí, en México acerca de los riesgos a la salud de la exposición a la radiación electromagnética y su nivel de conocimiento sobre el tema, a fin de diseñar e implementar un taller de divulgación de la ciencia basada en educación STEM dirigido este sector de la población y que pueda, a su vez, ser impartido a la población en general.

Objetivos específicos

- Identificar las percepciones de las personas que se dedican a la creación de uñas esculturales acerca de los riesgos a la salud de la radiación electromagnética y así como su nivel de conocimiento sobre este tema, específicamente de las ondas UV, a través de la aplicación de un cuestionario.
- Seleccionar la muestra poblacional sobre la cual determinar la percepción de riesgo de la exposición a la lámpara UV-LED para el secado de uñas acrílicas o aplicación de gelish en su salud.
- Identificar el tipo de lámparas que se utilizan y el nivel de radiación emitido, para comparar con la Norma Oficial Mexicana NOM 013-STPS-1993 relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generan radiaciones electromagnéticas no ionizantes.
- Proponer medidas de seguridad para las trabajadoras y usuarias que se exponen a la lámpara de uñas UV-LED para evitar riesgos de daños en su salud.

Capítulo 1

Planteamiento del problema

El uso de los materiales ha ido avanzando en todos los ámbitos de la vida, el estudio de sus propiedades físicas y químicas, así como su procesamiento ha abierto una gama de otras posibles aplicaciones. Por ejemplo, en el ámbito de la cosmetología con el origen del esmalte de uñas que se remonta al año 3000 A. de C., en el antiguo Egipto las mujeres pintaban sus uñas con un tinte negro, los colores más brillantes eran asignados a las reinas y las familias reales con lo que remonta su función inicial como indicador de estatus social, reservado únicamente para aquellos de posición económica elevada. Los primeros esmaltes fueron elaborados a partir de un compuesto de cera de abeja, gelatina, goma arábiga, clara de huevo y colorantes vegetales y a fin de obtener colores más intensos, que iban del rosa al rojo, se machacaban pétalos de rosa y de orquídea y se juntaban con esta mezcla. Con el tiempo, esta actividad evolucionó para convertirse en una expresión integral de la identidad personal, al punto de incorporarse incluso en ceremonias formales. Posteriormente, en el siglo XX, el descubrimiento de qué materiales naturales podían ser empleados para fortalecer y proteger las uñas, dio origen al diseño de uñas artificiales, marcando un hito significativo en esta evolución. En la Figura 1 se presenta la línea de tiempo en que se ubica la invención y evolución de las uñas artificiales.

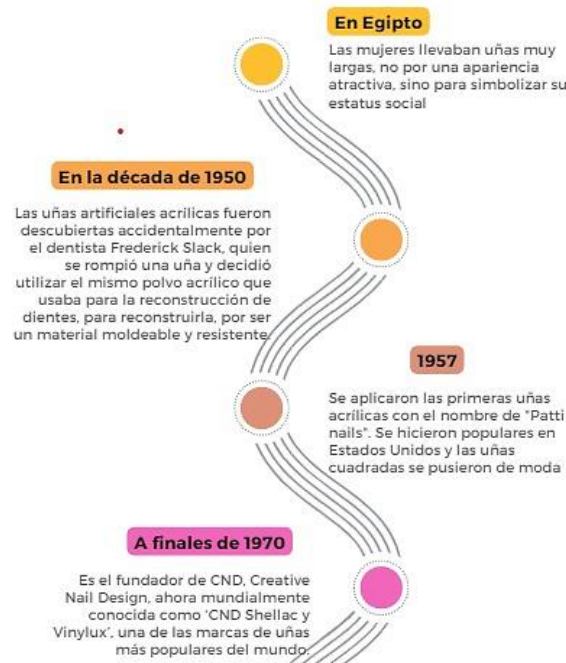


Figura 1. Historia de las uñas artificiales. Fuente: elaboración propia a partir de (Gutiérrez Buitrago & Mendoza Castillo, 2023) (Xepi, 2023) (Nailsforyou.Store, 2021) (Dental Rodríguez Muñoz, 2019).

A partir de la invención de las uñas artificiales, sus materiales han sido modificados de acuerdo con sus propiedades. En la Tabla 1 se ilustra la evolución de este proceso, donde se deja evidencia de cómo fue adquiriendo complejidad. Hasta alcanzar el amplio mercado de hoy.

Tabla 1. Evolución en los materiales de las uñas artificiales. Fuente: elaboración propia a partir de (Gutiérrez Buitrago & Mendoza Castillo, 2023) (Xepl, 2023) (Nailsforyou.Store, 2021) (Dental Rodríguez Muñoz, 2019).

Año	Descripción de los materiales
Egipto (3150 a.C)	Se utilizaba hueso, marfil e incluso metales preciosos como el oro para la decoración.
Siglo XIII y XVI, Incas	Elaboradas afilando palos y utilizando colores naturales, que aplicaban a sus uñas con las mismas herramientas que usaban para otros trabajos.
1368 y 1644, Dinastía Ming	Decoradas con conos de oro y plata. En China surgen los primeros esmaltes de uñas.
1937	Se desarrolla el quitaesmalte, las uñas artificiales y el fortalecedor de uñas. Los primeros expertos empezaron a aparecer y a dar conferencias sobre la nueva tecnología.
Década de 1950	Fabricadas a partir de acrílico dental, fotopolímero dental, también conocido como porcelana, y la fijó con acrílico dental.
1982	Las uñas de gel se introdujeron en el mercado y con ellas la necesidad de las lámparas UV.

Los primeros materiales para reparar uñas frágiles fueron la fibra de vidrio, también conocidas como Wrap nails, y seda, debido a que aportan una enorme estabilidad e imitaban las técnicas que utilizaban las manicuristas con el papel de las bolsitas de té, los filtros de café o el papel de fumar, tela o el lino que se colocaba sobre la uña rota para evitar que se rompiera más. Posteriormente, aparecieron las de porcelana hasta implementar las de material de acrílico. El descubrimiento de éstos últimos surgió por casualidad, la historia reporta que un dentista se rompió la superficie de una uña y para poder seguir trabajando se colocó fotopolímero dental, dando origen al esculpido de uñas de porcelana. Con el desarrollo de esta nueva técnica también se encontró que estos fotopolímeros dañaban a las uñas naturales por contener metil-metacrilato, un material que puede requerir uso de solventes o limadura excesiva para su eliminación o presentar mala adherencia provocando el levantamiento en la uña postiza y con ello la presencia de humedad y acumulación de bacterias debajo de ella, favoreciendo el riesgo de infección en la uña natural. Es por esto que este material tuviera que ser sustituido por acrílicos formados por etil-metacrilato ya que ofrecen mejor adherencia, flexibilidad, facilidad de eliminación y menor riesgo de toxicidad. Debido a la importancia que tiene hoy en día el cuidado de las uñas como una forma de autoexpresión y parte integral de la belleza y el cuidado personal, es necesario comparar y resaltar las ventajas y desventajas de las diferentes técnicas que se han desarrollado de uñas artificiales las cuales se han popularizado en la actualidad. Esta comparación se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Ventajas y desventajas de técnicas de uñas artificiales. Fuente elaboración propia a partir de (EMAGISTER, 2023) (Escuela Origen, 2023).

Técnica	Desventajas	Ventajas
Wrap nails	La durabilidad del producto es limitada y se ve significativamente disminuida por exposición al agua. Pueden tener un aspecto grueso y poco natural. Son de muy poca resistencia, sobre todo si se mojan con frecuencia. No tienen un efecto natural debido a su apariencia gruesa.	Tienen el costo más accesible. Reduce el daño a las uñas naturales Requiere cuidados mínimos para su mantenimiento. Útiles mientras son reemplazadas por las uñas artificiales de costumbre.
Porcelana	Requiere mayor cuidado y mantenimiento. Su duración es más corta que las acrílicas (15 días). Más quebradizas.	Costo más accesible que las acrílicas. Aunque su estética no se aprecia tan natural como las acrílicas, tienen un color similar a las uñas naturales. Material accesible.
Acrílico	Las uñas pueden verse afectadas con un limado excesivo. La colocación inadecuada y la falta de mantenimiento pueden provocan hongos difíciles de erradicar.	Mayor duración que las de gel, hasta 4 semanas con un cuidado mínimo. Con mantenimiento pueden durar hasta 6 meses. Costo accesible.

	Su retiro de la uña natural es con solventes fuertes.	Tratamiento para el trastorno emocional de onicofagia (hábito de morderse las uñas). Disponibles en cualquier estudio para uñas. Si se eliminan correctamente no dañaran las uñas naturales. Tienen un color rosa muy natural similar al de las uñas naturales.
Gel	Uso de hasta por 3 semanas con su debido cuidado y retoque. Frágiles. Su retiro de la uña natural es con acetona. Costo mayor al de las acrílicas.	Reduce el uso de químicos volátiles. Ayuda a la onicofagia. Efecto más natural que el de las acrílicas. Al ser tan ligeras causan mínimas molestias. De fácil colocación.
Polygel	Son de mayor costo. Técnica no tan conocida por lo que es difícil encontrar un estudio que las aplique.	Al ser tan ligeras causan mínimas molestias. Flexibles.

De la Tabla 2 podemos observar las características de los diferentes procedimientos para la colocación de uñas las cuales nos permiten entender no solo cómo han evolucionado estas técnicas, también el criterio las personas para la selección de alguna de ellas, que además de preferir el parecido con las uñas naturales, toman en cuenta otros factores tales como; el costo, mantenimiento, durabilidad y facilidad de la aplicación. En este trabajo nos enfocaremos al estudio de uñas acrílicas y gel semipermanente debido a que recientemente han tenido auge y se han convertido en las más populares en el lugar donde se hace el estudio y, porque utilizan la lámpara ultravioleta (UV) en el proceso. Se destaca este instrumento de trabajo debido al reconocimiento de que, bajo condiciones particulares, existe la creencia de que la exposición a la radiación UV puede ser un factor contribuyente al desarrollo de cáncer. Así, se originó esta investigación cuando durante una sesión de aplicación de gel semipermanente se hizo una observación sobre la luz púrpura emitida por la lámpara de secado uñas, que generó la inquietud sobre el principio de funcionamiento de este dispositivo y los niveles de radiación emitida, y surge la pregunta inicial acerca de que si las usuarias que se aplican el servicio de uñas acrílicas o gel semipermanente identifican alguna percepción de riesgo para su salud al exponer sus manos a la lámpara UV para uñas.

La percepción del investigador no siempre coincide con la de un grupo social, para saber si las manicuristas y usuarias del servicio, tienen la misma preocupación acerca de los riesgos de salud sobre el servicio y el procedimiento, se decidió tener un acercamiento con ellas para preguntarles cuál es su percepción. Como parte del código de ética del trabajo con humanos, se les informó a las posibles participantes que no sufrirían ningún riesgo con la participación en el estudio, se iba a mantener su confidencialidad si así lo deseaban y siempre podían solicitar que sus datos no se consideraran si acaso cambiaban de opinión, también se les informó que este trabajo tenía un enfoque académico y que podrían publicarse algunos trabajos que incluirían sus respuestas. Para la averiguación previa, se conformaron dos grupos, el de usuarias y el de manicuristas.

1. Usuarías. Se realizó una encuesta piloto de manera electrónica a un grupo de estudiantes de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) la cual se difundió por medio de las redes sociales, en la descripción del formulario se incluyó el consentimiento informado y se les dijo que, al responder el instrumento, estaban de acuerdo. La encuesta fue diseñada con las categorías y descriptores que se muestran en la Tabla 3. Integradas en 18 preguntas, abiertas y cerradas, el instrumento se integra en el Anexo I. La encuesta fue respondida por N=26 personas. Los mecanismos de inclusión fueron, ser estudiantes de la BUAP.

Tabla 3. Categorías y descriptores de la encuesta a usuarias y manicuristas, en el que las preguntas se adaptaron según su contexto como usuarias del servicio o prestadoras de él (vea Anexos 1 y 2).

Categoría	Descriptor	
Datos sociodemográficos	Nivel de estudios Datos personales	
Servicio de manicura	Conocimiento y percepción de experiencia	Procedimiento Molestias
	Lámpara para uñas UV LED	Funcionamiento
		Afectación con la salud
		Seguridad
Conocimiento de la física sobre radiación	Radiación UV: concepto, fuentes	
Afectaciones de la radiación	Percepción de riesgo Peligros: Cuerpo humano	

2. Manicuristas. Se hizo una entrevista cerrada a 6 manicuristas que laboran en establecimientos aledaños a Ciudad Universitaria de la BUAP en la ciudad de Puebla. Las entrevistas se realizaron de forma personal, primero les fue leído el consentimiento informado y quienes aceptaron participar, se procedió a realizar las preguntas. El tamaño de la muestra fue de N=6 trabajadoras. El instrumento se integra en el Anexo II. Para conocer las categorías y descriptores vea la Tabla 3. Los mecanismos de inclusión fueron, ofrecer el servicio de colocación de uñas postizas, y ofrecer el servicio en las inmediaciones de la BUAP.

En los resultados de las encuestas realizadas se describen en la Tabla 4, primero los hallazgos de mayor atención en el grupo de usuarias y en seguida los identificados en el grupo de trabajadoras.

Tabla 4. Resultados de la aplicación de los instrumentos a las usuarias del servicio y manicuristas.

Usuarias	Manicuristas
<ul style="list-style-type: none"> Se identifica que el 77 % no refiere alguna molestia física al realizarse el servicio de uñas acrílicas o gelish, solo 2 de ellas refieren que al meter las manos a la lámpara sienten ardor y sensación de comezón, 1 refiere dolor y 7 una sensación de “calor”. 81 % considera que meter las manos en la lámpara para uñas es un peligro para su salud. 88 % piensa que son sometidas a algún tipo de radiación durante su uso. 77% teme a que puedan derivarse daños debido a esta exposición. 96 % también le gustaría saber más sobre el procedimiento. 100 % le gustaría conocer si el uso de la lámpara para uñas es seguro. 	<ul style="list-style-type: none"> El 100% usan la lámpara UV-LED para uñas como herramienta de trabajo Los tiempos de exposición a la lámpara para uñas es en promedio de 1 minuto, se aplica 4 veces en promedio en una sesión. El costo del servicio de uñas acrílicas es de \$279 en promedio y la aplicación de gelish es de \$122. En promedio reciben 5 clientas al día y ninguna siente alguna molestia física en su trabajo al exponerse a la lámpara para uñas. Solo una profesionista siente que está expuesta a algún daño en alguna parte de su cuerpo, ella menciona: “las manos por los rayos que lanza”. El 67% ha respondido que la radiación es mala para su salud. El 100 % considera que el uso de la lámpara para uñas es seguro. El 83 % considera que su uso constante no es un peligro para su salud debido a que no lo asocian como algún emisor de cierto tipo de radiación. Ninguna toma alguna medida de seguridad. En comparación con el horno de microondas, todas consideran que es más peligroso que la lámpara para uñas, temiéndole más a los daños que este pudiera derivarles. 83 % está más interesado en conocer el funcionamiento de este aparato electrodoméstico.

De las respuestas identificamos una necesidad de ser informadas ya que el 81% de las usuarias lo ven como un riesgo a la salud, pero a pesar de ello hacen uso de este servicio, a diferencia de las manicuristas, donde el 83% considera que es completamente seguro usar las lámparas a pesar de que el 67% manifestó que la radiación es mala para la salud.

En ambos casos no pudieron explicar las causas, lo cual hace evidente que hay un desconocimiento sobre los efectos de la radiación en general sobre su cuerpo y las medidas de prevención y,

especialmente sobre la radiación UV. Con base en esta encuesta inicial, se identifica la importancia de contribuir a la formación ciudadana en temas de radiación electromagnética y sus efectos en la salud. Se abordará el concepto de radiación, radiación electromagnética, su clasificación, pero especialmente los rayos, UV, diferencia con los A, B y C y la lámpara para uñas UV y UV-LED.

En la literatura se identifican que la exposición a la luz UV es considerada como agente causal de cáncer de piel, que la exposición a este tipo de radiación es un riesgo potencial para la salud (Shihab & Lim, 2018) y se reportan algunos casos de influencia debido a la aplicación de uñas (MacFarlane & Alonso, 2009), aunque no hay evidencia clara de ello. En el siguiente capítulo se darán los por menores de los niveles de exposición de acuerdo con las normas y otros temas similares para brindar más información y proponer medidas de seguridad al usar estos dispositivos, y especialmente que longitud de onda UV podría ser dañina de acuerdo con las normas internacionales.

Con estos resultados, también se puede iniciar investigación educativa dado que se proporciona un contexto real para la enseñanza del tema de radiación electromagnética con la sociedad y con estudiantes que cursen temas relacionados al electromagnetismo o la salud.

Capítulo 2

Marco teórico

El marco teórico se divide en el marco conceptual, el estado del arte y marco legal. Este trabajo se fundamenta en la educación STEM, por lo que en el marco conceptual se exponen los contenidos relacionados a cada temática a atender por área; en la física, lo relacionado con la radiación electromagnética no ionizante, en la salud, los efectos en el cuerpo humano, las propiedades de los materiales empleados en la colocación de uñas postizas y sus procedimientos y, sobre los elementos que debe contener una estrategia educativa. En el estado del arte se hace referencia a las investigaciones en estas áreas y en el marco legal, sobre las normas relacionadas a la salud en el tema de radiación electromagnética no ionizante, así como investigaciones relacionadas a la enseñanza aprendizaje de la radiación electromagnética.

Marco Conceptual

2.1. Materiales y las uñas artificiales

Existen muchas técnicas diferentes de uñas artificiales en la manicura, cuyo objetivo principal es alargar o reconstruir las uñas naturales. Este trabajo de investigación se centrará en dos técnicas: uñas acrílicas y gel semipermanente.

2.1.1. Uñas acrílicas

Antiguamente se conocían como "de porcelana". Están elaboradas a partir de un polvo conocido en la industria de las uñas como acrílico y un líquido llamado monómero. Se componen principalmente de disolventes, iniciadores térmicos y monómeros, de los cuales los últimos son acrilatos y metacrilatos, que son productos químicos de bajo peso molecular derivados de sales y ésteres de ácidos acrílicos y metacrílicos, que a su vez se derivan del petróleo. Estos compuestos son importantes porque son químicamente reactivos y por el proceso de polimerización se da como resultado la formación de poliacrilatos y polimetacrilatos, polímeros que forman cadenas largas y muy duraderas (La Forgia, y otros, 2019) (España Patente nº ES 2 559 027 T3, 2015).

2.1.2. Gel semipermanente

Es un tipo de esmalte colocado sobre las uñas naturales o las reconstruidas que dura de forma semipermanente o un tiempo mayor que el esmalte de uñas tradicional. Contiene compuestos que incluyen, además de inhibidores y estabilizadores de la polimerización, adhesivos, pigmentos o colorantes, así como monómeros y/u oligómeros y fotoiniciadores, que son los principales elementos para que se produzca la polimerización, dando lugar a la formación de una capa altamente adhesiva que decora a la uña.

2.1.3. Proceso de polimerización por adición radicalaria en la formación de uñas artificiales acrílicas y aplicación de gel semipermanente

Etapas del proceso

Iniciación

Es la primera etapa de la polimerización, para que se produzca este proceso se tiene un iniciador que debe crear los primeros radicales libres, pero primero deben ser activados por algún agente.

Para crear uñas artificiales a partir de acrílico o gel semipermanente se utilizan dos tipos diferentes de activadores de reacción:

Activadores térmicos: Se tratan de sustancias químicas que se activan con el calor. Por ejemplo, los productos utilizados para fabricar uñas artificiales contienen peróxido de bencilo y dimetiltoluidina. La temperatura corporal es la suficiente para la activación. Y de acuerdo con la Secretaría de Salud del Gobierno Mexicano, la temperatura corporal normal oscila entre 36.5°C y 37°C (Gobierno de México, 2015).

Fotoactivadores: Son inducidos por luz en un determinado espectro (en este caso UV). Utilizando este tipo de activador, el nombre del proceso químico cambia a fotopolimerización, pero luego de la fase de iniciación, el proceso de polimerización es el mismo que a partir de un activador térmico. Este activador se basa en el uso de fotones, que son los encargados de la transferencia de energía. La mayoría de los fotoiniciadores se componen de dos elementos. El primer elemento es un fotoiniciador y el segundo elemento es un coiniador que interactúa con el fotoiniciador activado. Los fotoiniciadores son componentes sensibles a los rayos UV que absorben fotones de esta luz incidente. Las moléculas están formadas por átomos con electrones que rodean un núcleo y están dispuestos en distintos niveles de energía, esto es, en órbitas o capas específicas. Y cada nivel de energía puede contener una cierta cantidad de electrones. Cuando se absorbe un fotón de luz, se produce una transición electrónica en la que un electrón dentro de un átomo o molécula se mueve a un nivel de energía superior. Este fenómeno ocurre porque los fotones de luz proporcionan suficiente energía necesaria para elevar los electrones a un nivel superior lo que resulta en que la molécula se encuentre en un estado excitado. En este estado, los electrones contienen más energía, se vuelven inestables y tienden a regresar rápidamente a su estado fundamental o de menor energía. En el proceso de relajación de la molécula excitada, se libera el exceso de energía adquirido durante la absorción de luz en forma de fotón de luz. Los electrones altamente energéticos generados en este proceso son transferidos o liberados hacia un coiniador presente en la formulación del producto que está diseñado específicamente para interactuar con los electrones liberados del fotoiniciador cuando este se expone a la luz UV LED. Esta transferencia de electrones constituye una reacción de tipo redox.

Una de las formas de liberación de esta energía adicional es la ocurrencia de la ruptura de un enlace químico específico en la molécula del coiniador. La ruptura de un enlace químico puede dar lugar a la formación de radicales libres que se originan cuando estas moléculas experimentan una pérdida o ganancia de electrones, dando como resultado nuevos átomos o moléculas que exhiben una estructura electrónica inestable, caracterizada por la presencia de uno o más electrones desapareados en su capa externa que los hace altamente reactivos y propensos a unirse instantáneamente con otros átomos o moléculas circundantes.

Propagación

La etapa subsiguiente en el proceso se involucra cuando los radicales libres que se originaron en la etapa de iniciación reaccionan con los monómeros presentes en la composición del material. Esto inicia la creación de cadenas poliméricas más extensas unidas mediante enlaces covalentes que se propaga a medida que los radicales libres generados en la relajación de otras moléculas de

fotoiniciador también se involucran en la creación de nuevos radicales libres y, por consiguiente, en la polimerización en curso.

Esta red de polímeros se distribuye por todo el material, lo que va dando lugar a un aumento en la viscosidad y la rigidez de este. La velocidad y la cantidad de polímero generado dependen de esta etapa.

Terminación

Finalmente, el proceso de polimerización llega a su fin debido a la ausencia de radicales libres disponibles para iniciar nuevas reacciones, culminando en la formación de una estructura tridimensional polimérica. Esto resulta en la formación de la uña artificial acrílica o una decoración con gel semipermanente, ya sea sobre la uña natural o la capa sobre una base de uña acrílica preexistente (Sánchez Soler & Espías Gómez, 2004) (Melara Munguía, Arregui Gambús, Guinot Jimeno, Sáez Martínez, & Bellet Dalmau, 2008).

2.1.4. Procedimiento para realizar las técnicas de uñas acrílicas y gel semipermanente

Materiales y herramientas

Para la fabricación se utiliza principalmente desinfectante o antiséptico de uñas (alcohol isopropílico, por ejemplo), lima de uñas, primer o adherente, pinceles de uñas (para acrílico), líquido monómero, polvo acrílico Esmalte de uñas, productos decorativos (piedritas, brillos, etc.) y aceite de cutícula.

Procedimiento

En un entorno de trabajo limpio se llevará a cabo la preparación de las uñas naturales. El proceso comienza con la antisepsia, utilizando alcohol isopropílico, que, además de sus propiedades antisépticas, actúa como deshidratante (vea Figura 2). Este paso tiene como finalidad prevenir la posible aparición de infecciones fúngicas, las cuales podrían desarrollarse gradualmente debido a la humedad atrapada entre la uña natural y el acrílico que se aplicará posteriormente, lo que podría causar el amarilleo de las uñas.



Figura 2. Materiales empleados para la elaboración de uñas artificiales.

Tras completar la desinfección, se procede a eliminar cualquier esmalte de uñas previamente aplicado y a suavizar las cutículas mediante un suave empuje hacia atrás.



Figura 3. Retiro de cutícula de la modelo.

Luego, como se observa en la Figura 3, se realiza un limado suave, eliminando únicamente la capa superficial de la uña natural, conocida como revestimiento hasta que desaparezca su brillo natural. Este proceso confiere a la uña una textura áspera y porosa, lo que facilita la adhesión del acrílico. Para incrementar esta adherencia, se aplica un primer en todas las uñas, que además de que contiene ácido metacrílico, actúa como deshidratante, aumentando la porosidad de la uña que se requiere.

Posteriormente, para la aplicación del acrílico se sumerge un pincel en el líquido monómero y luego en el polvo acrílico para recoger una pequeña cantidad de este último, creando una mezcla conocida en el mundo de las uñas como "perlita". Esta mezcla se aplica a la uña, comenzando desde la base y extendiéndola hacia la punta, dándole la forma deseada y alisándola durante la aplicación para evitar la formación de una capa excesivamente gruesa. Este proceso se realiza con rapidez, antes de que el acrílico se polimerice ya que el proceso se da a temperatura ambiente. Y así, se repite este paso en todas las uñas (vea Figura 4).



Figura 4. Aplicación y moldeo del acrílico para la formación de la uña postiza.

Una vez que el acrílico se ha polimerizado, se procede a limar nuevamente las uñas artificiales para perfeccionar su aspecto.

Luego se realiza una limpieza minuciosa para eliminar cualquier residuo de polvo acrílico. A continuación, se aplica aceite de cutícula con el fin de hidratar y suavizar la cutícula.

El último paso consiste en la aplicación de esmalte de color sobre las uñas acrílicas. Se utiliza un producto conocido como gel semipermanente, que viene en una presentación igual que el del esmalte tradicional. Posteriormente, como se muestra en la Figura 5, ambas manos se introducen en una lámpara de uñas UV LED durante el tiempo necesario, de acuerdo con las especificaciones del producto y la marca utilizada, para fotopolimerizar el esmalte. O se realiza un precurado también, permitiendo que la capa de color no se solidifique por completo, lo que facilita la adherencia de decorativos o piedritas brillantes adicionales. Posteriormente se aumenta el tiempo de exposición a la lámpara hasta finalizar el proceso. El tiempo de fotopolimerización en promedio es de 30 a 120 segundos.



Figura 5. La modelo introduce la mano derecha a la lámpara para el secado del gel semipermanente que se le ha aplicado.

Cuando se aplique exclusivamente gel semipermanente sobre la uña natural, el procedimiento es idéntico, con la excepción de que se omite la aplicación del acrílico sobre la uña natural, y en su lugar se aplica directamente el esmalte de color, posterior a la colocación del primero adherente sobre las uñas.

2.2. Componente Pedagógico

Es importante la motivación de comenzar a incluir temas científicos desde la educación básica empleando el enfoque de educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas, por sus siglas en inglés), el cual propone un aprendizaje basado en problemas reales del mundo actual y que resulta de la participación de los estudiantes en proyectos que abordan estos problemas creando una forma efectiva de aprendizaje constituido del conocimiento, comprensión, construcción, prueba y mejora. En el contexto escolar, promueve el conocimiento de las ciencias de manera integrada, al mismo tiempo que busca formar ciudadanos responsables de su entorno con habilidades para tomar decisiones argumentadas y con la capacidad de resolver problemas reales.

Cuando el aprendizaje se realiza en el salón de clase con actividades marcadas en el currículo y apegadas al plan de estudio se dice que se trabaja en un escenario formal. Cuando la actividad se realiza dentro del contexto escolar, pero no necesariamente está ligado al currículo en un curso en particular se dice que es un escenario no formal de aprendizaje, y cuando se lleva a cabo en algún otro lugar, como un cine, un parque, un museo, etc., se dice que es una actividad informal de aprendizaje. Debido a la naturaleza del STEM, las actividades son propias para ser desarrolladas en ambientes formales, no formales e informales, dependiendo cual sea el objetivo de llevarlas a cabo (Smither, 2006). El enfoque STEM, puede ser abordado de diferentes maneras, se considera que tiene diferentes aproximaciones de acuerdo con cómo se desarrollan las actividades de aprendizaje:

- i) Integración con el currículo: Durante el proceso de enseñanza aprendizaje, los contenidos no se trabajan de manera aislada, sino que durante la solución de un problema se identifican las disciplinas relacionadas y que contribuyan a su solución. Normalmente se asocia a ambientes formales de aprendizaje.
- ii) Integración con el contexto: Los problemas que se resuelven, atienden a una problemática real del grupo social al que se pertenece. Se puede definir un ambiente no formal de aprendizaje, porque a pesar de que los proyectos se desarrollan en un ambiente académico (con la participación de estudiantes y/o investigadores), se pueden combinar con acciones para beneficio de otros grupos sociales.
- iii) Despertar vocaciones científicas. Actividades de divulgación de la ciencia, normalmente de una duración corta realizadas en escenarios no académicos o informales, que no necesariamente están asociadas al currículo escolar, con la intención de aprender algún tema específico, y dar a conocer la forma en la que opera ciencia y trabajan los científicos, con la finalidad de acercar a las personas, especialmente los más jóvenes a las carreras STEM. Pueden ser desarrolladas en ambientes informales de aprendizaje.

En aprendizaje bajo STEM, incluso, hacer de los errores una parte esencial del proceso. Esta herramienta brinda un enfoque interdisciplinario que acopla conceptos académicos a la realidad y además un trabajo colaborativo donde los estudiantes se involucran física, emocional y cognitivamente, estimulando el desarrollo de habilidades socioemocionales, así el aprendizaje ocurre cuando grupos de estudiantes trabajan juntos para resolver problemas, encontrar soluciones prácticas y asumir más responsabilidad por su propio aprendizaje (Rojas Montemayor, 2021) (Domínguez Osuna, Oliveros Ruiz, Coronado Ortega, & Valdez Salas, 2019). Esto hace que sea posible mejorar la comprensión de cómo funciona el entorno, y cómo contribuir a su mejora a partir del conocimiento científico en todos los aspectos de la vida.

Una clase bajo un enfoque STEM, integra, experiencias de aprendizaje activo, un problema real y una forma de abordarlo, especificando los contenidos disciplinares necesarios de las áreas del conocimiento involucradas, así como las habilidades del pensamiento y conductuales que deberán desarrollar los estudiantes. Es importante realizar una planeación de las actividades de aprendizaje considerando los momentos de introducción, desarrollo y cierre, así como los recursos didácticos y técnicas de enseñanza aprendizaje y, la forma de evaluar durante el proceso de instrucción, no solo al finalizar la actividad, ya que una de las características más importantes del STEM, es que se centra en el proceso y no solamente en el producto del aprendizaje. En este trabajo se describen estos aspectos en la secuencia didáctica, presentada más adelante en el capítulo de resultados.

La comprensión del concepto de radiación electromagnética no es sencilla, se requiere del entendimiento de conceptos de la física tales como; energía, transferencia de energía, interacción de la radiación con la materia, ondas, dualidad onda partícula que se abordan en los cursos de electricidad y magnetismo y electrodinámica en el plan de estudios de la carrera de Física Aplicada. En la Figura 6 se muestra un cuadro sinóptico en el que se resumen y organizan los conceptos relacionados, en este trabajo se describen solamente algunos de los conceptos, ya que no se busca

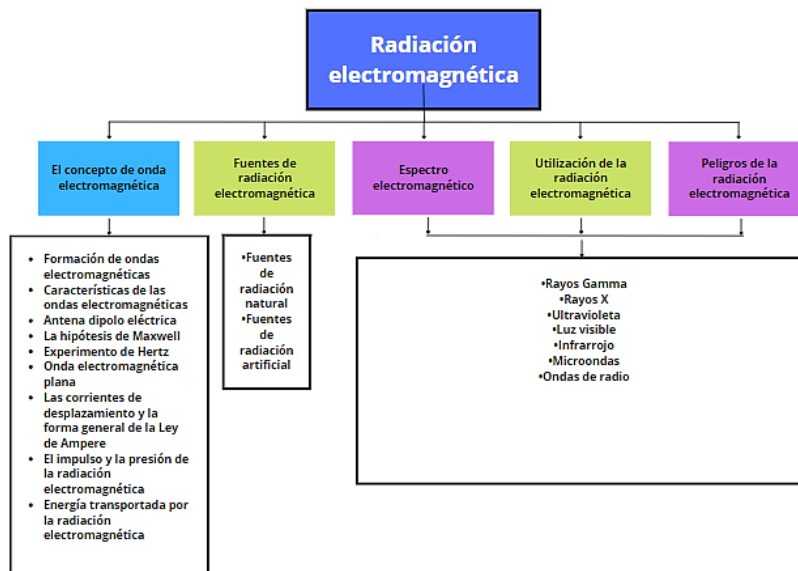


Figura 6. Mapeo de contenidos relacionados al concepto de radiación electromagnética. Elaboración propia basada en (Ambarwati, Suyatna, & Ertikanto, 2018).

en las manicuristas y usuarias un aprendizaje profundo del tema como lo que se requeriría para un estudiante de física o de ingeniería. Aunado a que debido al desarrollo tecnológico en telecomunicaciones y medicina se utilizan dentro del vocabulario común términos que llevan a conceptos erróneos a las personas, y con la información pseudocientífica, crean concepciones en las personas.

A continuación, se describen brevemente los conceptos de física relacionados con radiación electromagnética, los cuales es necesario introducir a los participantes del taller, mostrar la relación entre ellos a fin de determinar si la exposición a la lámpara de secado de uñas es segura o no.

2.3. Física

2.3.1. Campo eléctrico

Se refiere a la región del espacio circundante a un objeto cargado, conocido como la carga fuente. Cuando otro objeto cargado (llamado carga de prueba) entra en este campo eléctrico, experimenta una fuerza eléctrica. El vector \vec{E} representa el campo eléctrico generado por una carga o distribución de carga, la cual está separada de la carga de prueba. La presencia del campo eléctrico es una propiedad de la fuente de carga, no es un campo eléctrico generado por la carga de prueba en sí. La presencia de este campo no requiere la presencia de la carga de prueba para que exista. La carga de prueba actúa como detector de campo eléctrico.

Así, se define el vector de campo eléctrico en un punto particular del espacio como la fuerza eléctrica \vec{F}_e que incide sobre una carga de prueba positiva q_0 ubicada en dicho punto, dividiendo este valor por la magnitud de la carga de prueba.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q_0} \quad (2.1)$$

El vector \vec{E} tiene unidades del SI, newtons por coulomb (N/C). La figura 7, ilustra una pequeña carga de prueba positiva q_0 situada en las cercanías de otro objeto con una carga positiva considerablemente mayor (Q). La dirección de \vec{E} indica la orientación de la fuerza que influye sobre la carga de prueba positiva cuando se posiciona en el campo. Existe un campo eléctrico en un punto si una carga de prueba en ese determinado punto experimenta una fuerza eléctrica.

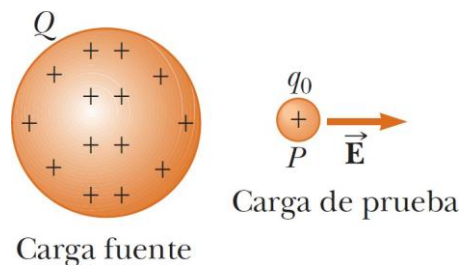


Figura 7. Dirección de la fuerza que actúa sobre la carga de prueba positiva cuando se coloca en el campo eléctrico de la carga Q (Serway & Jewett, Jr., 2009).

2.3.2. Campo magnético

Es el espacio alrededor de cualquier material magnético que forma parte de un imán permanente. Además, también es el área del espacio que rodea las cargas eléctricas en movimiento y actúa sobre cualquier partícula cargada que se mueva a una determinada velocidad, ejerciéndole una fuerza y se identifica con objeto de prueba para determinar la presencia de un campo magnético. Un campo magnético que crea una corriente eléctrica en un punto es dependiendo del valor de la magnitud, la distancia al conductor desde ese punto y la disposición de este último.

Esta carga eléctrica en movimiento, además de estar rodeada por un campo eléctrico, también contiene un campo magnético.

2.3.3. Ondas electromagnéticas

Son combinaciones de campos eléctricos y magnéticos oscilantes que transportan energía a través del espacio. Estos campos son emitidos por partículas y propagados en forma de ondas transversales incluso en el vacío. Las propiedades de las ondas electromagnéticas se basan en la relación entre los campos eléctricos y magnéticos que viajan e interactúan juntos en el espacio.

Las cargas en movimiento son corrientes eléctricas. Por tanto, se genera un campo magnético a su alrededor. Durante su movimiento oscilatorio, la velocidad de una partícula cargada cambia de valor y dirección. La magnitud y la dirección del campo magnético producido también es variable. Esto es la ley de Faraday, un campo magnético cambiante produce un campo eléctrico cambiante, y un cambio en uno provoca un cambio en el otro y viceversa.

Estos cambios mutuos se alimentan entre sí y generan ondas que viajan en el espacio. Por lo tanto, las ondas electromagnéticas se propagan perpendicularmente tanto a los campos eléctricos y magnéticos. Esto significa que la dirección de propagación es perpendicular a la dirección de oscilación de ambos campos.

Características

Amplitud

Es la máxima separación que se aleja con respecto a la posición de equilibrio en el transcurso de una oscilación completa, es decir, la máxima perturbación del medio producida por la onda que además está relacionada con la energía que transmite la onda. La representamos con la letra "A". Describe el tamaño máximo de una oscilación en una onda y puede variar según el tipo de onda y el fenómeno que la origina. En una onda electromagnética, la amplitud guarda una relación directa con la intensidad de la radiación.

Frecuencia

El número de oscilaciones o ciclos que se realiza por cada unidad de tiempo. Se denota con la letra "f". Su unidad de medida en el sistema internacional es el Hertz "Hz", en honor al físico alemán.

Longitud de onda

Distancia entre dos puntos de fase consecutivos. Dos puntos medios están en fase si están equidistantes de la posición de equilibrio y siempre tienen la misma velocidad. Denotamos con la letra lambda en el alfabeto griego " λ ".

Velocidad de propagación

Es a la velocidad de la luz, una constante fundamental en la naturaleza. Esta velocidad es de aproximadamente 299,792,458 m/s en el vacío.

Relación entre la longitud de onda y la frecuencia de una onda electromagnética

Dado que,

$$c = \lambda f \quad (2.2)$$

Para todas las ondas electromagnéticas el producto, el producto del lado derecho debe ser constante porque la velocidad de la luz es una constante, c. Así, las ondas electromagnéticas de mayor frecuencia tienen menor longitud de onda y viceversa.

2.3.4. Radiación electromagnética

La radiación se refiere a la transmisión o propagación de energía mediante partículas u ondas.

Cuando la radiación es el resultado de fuerzas eléctricas y magnéticas, se llama radiación electromagnética, es decir, resulta de la aceleración de cargas eléctricas.

La radiación electromagnética consiste en partículas portadoras de energía conocidas como fotones. Se denominan rayos visibles, rayos X, rayos gamma, rayos ultravioletas, microondas, etc.,

dependiendo de su energía, dado que los fotones que los conforman tienen diferentes energías individuales.

Espectro electromagnético

Es un continuo de diferentes tipos de ondas electromagnéticas dispuestas en una amplia gama de frecuencias y longitudes de onda, en la Figura 8 se muestra su representación. El nombre de cada tipo de onda es sólo una forma conveniente de describir la región del espectro en la que residen.

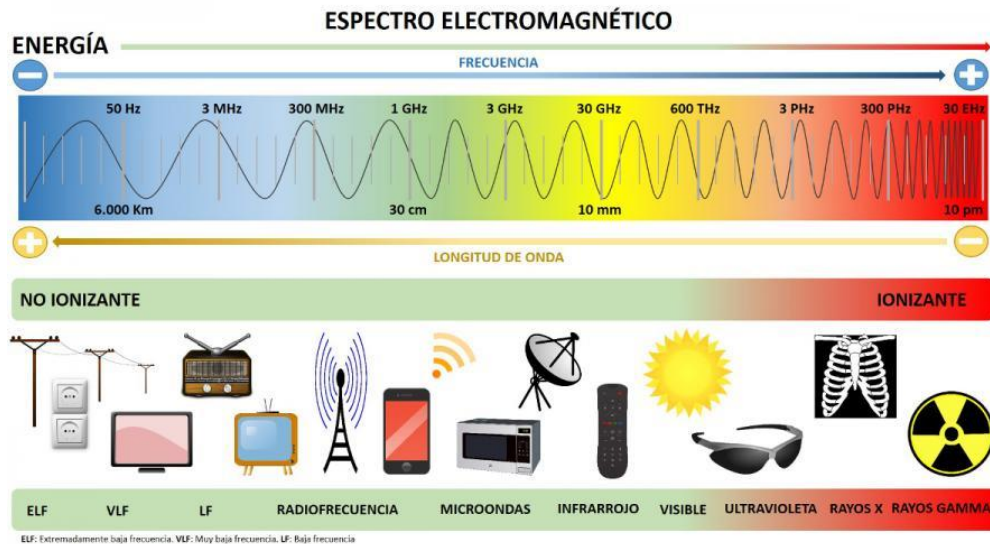


Figura 8. El espectro electromagnético. Se divide en radiación electromagnética ionizante y no ionizante (Comunidad de Madrid, 2024)

Radio

Sus intervalos de longitud de onda son las más largas, van de 104 m a casi 0.1 m. Tiene aplicaciones en comunicaciones, son generadas por dispositivos electrónicos como la televisión y radio, ya sea AM o FM.

Microondas

Su intervalo de longitud de onda se encuentra desde 0.3 m hasta 10–4 m generadas por dispositivos electrónicos. Una aplicación son los hornos de microondas que funcionan con ondas de frecuencia de 2.45 GHz. También se utilizan para la comunicación inalámbrica.

Infrarrojo

Son de frecuencia menor que la luz visible. tienen longitudes de onda clasificadas desde 10–3 hasta 7×10^{-7} m. La energía infrarroja absorbida por un material, que es de tipo interna, hace que los átomos del objeto vibren, aumentando este movimiento de vibración y provocando un aumento de la temperatura, por lo que una de sus aplicaciones es en sensores de temperatura.

Luz visible

Ondas electromagnéticas de frecuencias entre 4.3×10^{14} Hz y 7.0×10^{14} Hz. Las células de la retina del ojo humano las pueden detectar con el sentido de la vista y evocan en las sensaciones de los

diferentes colores. Cada longitud de onda es identificada como un color en particular, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Correspondencia entre longitudes de onda de luz visible y color (Serway & Jewett, Jr., 2009).

Intervalo de longitud de onda (nm)	Descripción de color
400-430	Violeta
430-485	Azul
485-560	Verde
560-590	Amarillo
590-625	Naranja
625-700	Rojo

Rayos X

Tienen longitudes de onda que varían desde aproximadamente 10^{-8} m a 10^{-12} m y sus frecuencias están entre 10^{17} y 10^{19} Hz. Además de investigación científica, los rayos X se utilizan como herramientas de diagnóstico médico, para obtener imágenes de tejidos internos y para tratar ciertos tipos de cáncer. Sin embargo, los rayos X también dañan o destruyen los tejidos y los organismos vivos, por lo que se debe tener cuidado para evitar una sobreexposición innecesaria. Otra aplicación es en el estudio de las estructuras cristalinas ya que la longitud de onda es comparable a la distancia entre átomos en los sólidos (aproximadamente 0.1 nm).

Rayos Gamma

Tienen las longitudes de onda más cortas, que van desde aproximadamente 10^{-10} m hasta menos de 10^{-14} m. Se produce naturalmente a partir de materiales radiactivos. Tienen una gran cantidad de energía que se utiliza en la investigación nuclear y en la radioterapia en medicina para destruir las células cancerosas. Sin embargo, estos rayos son tan penetrantes que causan graves daños al ser absorbidos por los tejidos vivos. Por ello, las personas que trabajan cerca de este peligroso tipo de radiación deben protegerse utilizando materiales muy absorbentes, como gruesas láminas de plomo (Serway & Jewett, Jr., 2009) (Serway & Beichner, 2002) (Young & Freedman, 2009) (González Sprinberg & Rabin Lema, 2011).

2.3.5. Radiación ionizante y no ionizante

El espectro electromagnético se divide en dos regiones, radiación ionizante, una de las cuales contiene ondas con mayor energía o transporta la mayor cantidad de energía por lo que la exposición a esta puede causar lesiones graves y la otra región es de radiación no ionizante, la Figura 8 ubicada en este mismo Capítulo muestra su representación gráfica.

La radiación ionizante es emitida por elementos radiactivos o procesos atómicos que tienen suficiente energía para ionizar átomos o moléculas, pero también pueden ocurrir cuando partículas cargadas eléctricamente se aceleran o desaceleran, y así emiten fotones potencialmente ionizantes, es decir, a medida que avanzan a través de la materia, pierden energía, rompen enlaces moleculares y forman iones.

La energía de un fotón es mayor que 10.0 eV, por lo que un solo fotón tiene suficiente energía para romper un átomo. Las partículas cargadas interactúan directamente con los electrones del material, lo que determina los riesgos asociados a su uso y posibles aplicaciones, ya que pueden tener importantes efectos biológicos y para la salud.

La radiación no ionizante no tiene suficiente energía para ionizarse por lo que no tiene efectos adversos para la salud. Este tipo de radiación forma parte de nuestra vida diaria al emplear dispositivos como teléfonos móviles, radios, GPS, controles remotos, hornos de microondas, entre otros.

2.3.6. Radiación ultravioleta

Tiene una frecuencia más alta (8×10^{14} Hz a aproximadamente 3×10^{14} Hz) y una longitud de onda más corta que la luz visible. Los fotones UV varían en energía desde 3.2 eV hasta $1,2 \cdot 10^3$ eV. El Sol es la principal fuente natural de luz ultravioleta (UV), que además constituye la parte más energética del espectro electromagnético que incide en la superficie de la Tierra. Sin embargo, el ser humano también necesita pequeñas cantidades de rayos UV para sintetizar vitamina D y en condiciones normales ayuda al proceso de fotosíntesis en las plantas.

Tipos

UV-C: Es el tipo de radiación UV con la menor longitud de onda entre 100 a 280nm por lo que es la más energética. Cuando los fotones de UV-C colisionan con los átomos de oxígeno, el intercambio de energía da como resultado la formación de ozono. Esta capa de ozono convierte la radiación UV letal de alta energía en radiación infrarroja, que solo calienta la estratosfera y ya no llegan a la superficie terrestre. Sin embargo, también puede ser emitida por fuentes artificiales como lámparas germicidas y vapor de mercurio.

UV-B: Su longitud de onda está entre 280 y 320 nanómetros. Representa aproximadamente el 5 % de la energía solar y es responsable de la mayor parte del daño biológico causado por la luz solar. Tiene suficiente energía para destruir capas biológicas. Gran parte de este tipo de radiación UV es bloqueada por la atmósfera también.

UV-A: La longitud de onda es entre 320 y 400 nm, por lo que es la menos energética. Contiene 95% de energía del sol. Es mínimamente dañino para el cuerpo humano y se usa ampliamente debido a su capacidad para crear materiales fluorescentes que emiten radiación electromagnética en el rango de luz visible. También se utiliza en equipos de bronceado y fototerapia (González-Púmariega, Vernhes Tamayo, & Sánchez-Lamar, 2009) (Bohórquez-Ballén & Pérez Mogollón, 2007).

Aplicaciones

Las aplicaciones de la radiación UV son amplias, van desde la esterilización de alimentos, fraguado y fotocurado, detección de elementos etc., en la Tabla 6 se da una visión general de las aplicaciones. Y puede verse entonces que el tamaño de la población en contacto con esta radiación es un grupo diverso.

Tabla 6. Ejemplos de aplicaciones de la radiación UV en diferentes áreas (INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION, 2010).

Área	Aplicaciones
Ingeniería	Alimentos: Esterilización de frutas, hortalizas y verduras y potabilización del agua Industria gráfica y electrónica: Impresoras y trampas para insectos electrónicas y para el fotocurado de tintas Iluminación: estudios de televisión y escenarios de teatro
Banca y comercio	Verificación de firmas y billetes
Entretenimiento	Fotografía, ropa y pinturas con materiales fluorescentes
Medicina	Estética: Lámpara de uñas y Cámaras de bronceado
	Fototerapia y estudio de patologías dermatológicas Cirugía láser con fines terapéuticos y de diagnóstico

Agricultura	Simuladores de radiación solar para el cultivo de plantas en climas adversos
Herrería	Equipo de soldadura de aluminio
Investigación	Inspección de materiales y tejidos vivos mediante la inducción de fluorescencia Fotobiología Fotoquímica

Exposición del cuerpo humano a la radiación UV-A y UV-B del Sol

Una de las preocupaciones de las personas sobre el tema de radiación UV, giran en torno a los efectos en el cuerpo humano y la salud, en la Tabla 7, se describen a detalle los riesgos y beneficios de estos basados en la Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No Ionizantes (González Ruelas, Higuera Espinoza, Hostein, & Carrillo González, 2014) (NIVEA, 2023).

Tabla 7. Beneficios y riesgos por exposición del cuerpo humano a la radiación UV-A y UV-B.

Exposición del cuerpo humano a la radiación UV-A y UV-B			
Beneficios		Riesgos	
UV-A	UV-B	UV-A	UV-B
	Síntesis de vitamina D en la piel, crucial en la salud ósea y en el funcionamiento del sistema inmunológico.	Juegan un papel menor en las quemaduras solares, pero pueden desencadenar alergias solares y el envejecimiento prematuro de la piel (o foto envejecimiento).	Responsable de las quemaduras.
	Aumentan la producción de melanina, el pigmento responsable del color de la piel (que es lo que produce el bronceado), el cabello y los ojos encontrada en la capa epidermis. Esta estimulación de melanina funciona como un bloqueo, dando color a ciertos elementos de nuestro cuerpo.	Forman radicales libres capaces de dañar las células en sus ADN, que puede provocar alergias y envejecimiento de la piel debido a que el sistema inmunológico reacciona de manera exagerada y cause procesos inflamatorios y numerosos síntomas alérgicos. Desarrolla aproximadamente el 80% de las arrugas. Atraviesa epidermis, aunque es bloqueada por la melanina en un 70% a 80% llegando a dermis papilar y reticular en un 20%-30%.	Dañan directamente al ADN de las células, lo que en el peor de los casos desencadenaría el cáncer de piel.
	Estimula la liberación de endorfinas y serotonina, neurotransmisores asociados al bienestar emocional y al mejoramiento del estado de ánimo, reconocida como la hormona de la felicidad. ¡Así que basta con el sol para ser felices!	Daños agudos en el cristalino y la retina y, en última instancia, cataratas lleva a la pérdida parcial o total de la visión.	
	Tratamiento para afecciones de la piel como la psoriasis, el eczema y la dermatitis.	Los efectos son invisibles e imperceptibles. Sus daños no causan dolor.	

2.4. Lámpara para uñas

Son fuentes generadoras de radiación ultravioleta, UV-A, en el rango de 320 a 400 nanómetros. Esta radiación es suficiente para activar los fotoiniciadores presentes en los esmaltes de uñas en presentación de gel e iniciar el proceso de polimerización. Existen dos tipos de lámparas en el mercado para el secado de uñas que se describen a continuación.

2.4.1. Lámpara fluorescente

La historia de estas lámparas se remonta a 1970. Fueron los primeros dispositivos introducidos en los salones de belleza especializados en uñas. Son mejor conocidas como lámparas UV, son de vapor de mercurio de baja presión, constan de un tubo de vidrio en su interior que contiene un gas noble,

como argón o xenón, junto con una pequeña cantidad de vapor de mercurio a baja presión. Además, poseen electrodos en ambos extremos del tubo de descarga y están recubiertas con una capa de fósforo fotocromático.

El funcionamiento de estas lámparas implica la aplicación de una corriente eléctrica a través de los electrodos, lo que genera una descarga eléctrica en el gas contenido en el tubo. Esta descarga excita los átomos del vapor de mercurio, creando un arco eléctrico en el tubo de descarga. Es relevante mencionar que el mercurio se encuentra en estado gaseoso en este proceso de excitación.

El gas noble, como buen conductor eléctrico, tiene la capacidad de mantener la corriente eléctrica bajo control en el gas. A medida que fluye la corriente, el gas noble también se excita, pero su función principal es transportar la corriente eléctrica para generar la descarga en el vapor de mercurio. Además, el gas noble presenta una alta resistencia a la reactividad química, lo que evita la formación de compuestos químicos no deseados.

Cuando los electrones excitados del vapor de mercurio retornan a su estado fundamental, liberan la energía absorbida en forma de radiación electromagnética, en particular, radiación UV-A. La radiación UV generada no es visible para el ojo humano, pero el fósforo fotocromático tiene la capacidad de convertirla en una radiación visible de longitud de onda más larga, lo que da lugar al fenómeno conocido como fluorescencia visible inducida por la radiación UV. Una descripción del funcionamiento se muestra en la Figura 9.

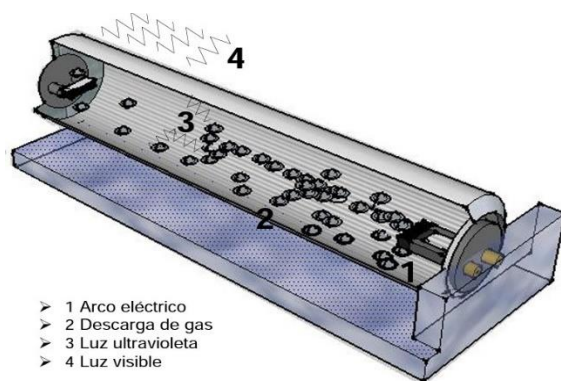


Figura 9. Estructura y funcionamiento del tubo fluorescente de una lámpara de vapor de mercurio a baja presión (Suárez Vega & Camargo Díaz, 2014).

Fluorescencia visible inducida por la radiación UV

Cuando la radiación electromagnética es absorbida por un material y simultáneamente se provoca la excitación de los electrones, esto da lugar a la transición de dichos electrones a un nivel de energía electrónica superior. Conforme el electrón en la molécula excitada retorna a un estado de energía inferior, la energía excedente se libera y se origina la emisión de radiación electromagnética en longitudes de onda más largas, en el espectro visible, que se vuelven perceptibles al ojo humano. En el contexto de la lámpara para uñas, su emisión se caracteriza en la gama de colores azules o violetas.

La energía liberada por los electrones excitados del vapor de mercurio en la lámpara se disemina en diversas direcciones, incluyendo la emisión desde el tubo. Sin embargo, la cantidad de radiación

ultravioleta, UV-A, que escapa del tubo sin ser transformada en luz visible es restringida gracias a la presencia de un recubrimiento de fósforo. A pesar de la conversión de radiación UV-A en luz visible, no se agota por completo esta radiación, la mayor parte persiste en su trayectoria debido a que el fósforo fotocromático no opera como un filtro que obstruye por completo su emisión (Espinosa Ipinza & Rivas Poblete, 2011) (Verri, 2019).

2.4.2. Lámpara UV-LED

Estas lámparas se encuentran disponibles en el mercado desde el inicio del siglo XXI y han adquirido un nivel significativo de popularidad debido a su notable eficiencia en comparación con las lámparas UV convencionales que se utilizaban previamente.

Su principio de funcionamiento está basado en la tecnología del Diodo Emisor de Luz (LED). La lámpara se compone de estos dispositivos semiconductores que emiten luz en diversas longitudes de onda, dependiendo en su totalidad del tipo de material semiconductor empleado.

Materiales semiconductores, fundamentos de las lámparas LED

Presentan una brecha de energía o "gap" que demarca la separación entre la banda de valencia y la banda de conducción, siendo esta considerablemente menor en comparación con la de los materiales aislantes. No obstante, bajo determinadas condiciones de temperatura, es posible inducir la excitación de electrones desde la banda de valencia hacia la banda de conducción, originando lo que se denomina un par electrón-hueco. Sin embargo, mediante el proceso de dopaje, en combinación con otro material se incrementan los portadores de carga mayoritarios que se desean obtener en un material semiconductor, lo que se conoce como semiconductor extrínseco.

En un semiconductor de tipo N, la concentración predominante de portadores se atribuye a electrones, mientras que en un semiconductor de tipo P, los portadores mayoritarios corresponden a huecos.

Unión P-N

La combinación de un semiconductor tipo P con un semiconductor tipo N da lugar a una estructura denominada unión P-N que manifiesta una difusión natural de portadores de carga: los huecos del semiconductor tipo P tienden a propagarse hacia el material tipo N, y los electrones del semiconductor tipo N se desplazan hacia el material tipo P. Esta migración de cargas culmina en la acumulación de estas cargas en ambos lados de la superficie de separación. Como consecuencia de esta acumulación, se genera un campo eléctrico, acompañado de una diferencia de potencial, que actúa para contrarrestar la continua difusión de las cargas. Esta región resultante debido a la difusión recibe el nombre de "zona de agotamiento", en la cual el flujo neto de corriente se equilibra y se establece en cero.

Cuando se aplica un voltaje proveniente de una fuente externa a la unión P-N, conectada desde el polo positivo de la batería al ánodo del diodo y el polo negativo al cátodo, se facilita el flujo de corriente en una sola dirección. Este sentido del voltaje en el que la corriente es permitida recibe el nombre de polarización directa.

En contraste, en la polarización inversa, el polo negativo de la batería se conecta al ánodo, y el polo positivo se enlaza al cátodo del diodo. En esta configuración, se tiene el retorno de portadores de carga difundidos a sus respectivas regiones de origen. Sin embargo, estos portadores son de carácter

minoritario, y, en consecuencia, la corriente resultante es prácticamente insignificante, o no fluye corriente hasta alcanzar un umbral de voltaje conocido como "voltaje de ruptura inverso", momento en el cual la corriente aumenta de manera drástica.

En la configuración de polarización directa, donde una fracción de los portadores mayoritarios (huecos en el lado P y electrones de conducción en el lado N) se encuentran con portadores opuestos en su trayectoria se conoce como proceso de recombinación, cuando un electrón de conducción puede llenar un hueco. Esta recombinación supone una transición del electrón de conducción desde un estado cercano al extremo inferior de la banda de conducción (de mayor energía) a otro estado próximo al extremo superior de la banda de valencia (de menor energía) que da como resultado la liberación de energía que se transmite al campo electromagnético y se traduce en la emisión de radiación electromagnética en una longitud de onda particular.

En el contexto de una lámpara para uñas, los LEDs se fabrican utilizando nitruro de galio (GaN), que es un material semiconductor con la longitud de onda correspondiente al ancho de la brecha de energía (gap) de este material es de 365 nm, lo que se traduce en la emisión de luz en la región ultravioleta (UV). Es importante señalar que esta longitud de onda se encuentra en las proximidades del límite con la luz visible, que está en alrededor de 380 nm.

El GaN es un semiconductor que actúa como aislante a temperaturas cercanas al cero absoluto (-273,15 °C) y como conductor a temperatura ambiente. A temperaturas bajas, los electrones llenan los niveles de energía en la banda de valencia de manera considerable. El proceso de dopaje de Ga se lleva a cabo con silicio (Si), un elemento que pertenece a la familia IV y posee cuatro electrones de valencia, lo que permite la creación de enlaces covalentes con tres átomos cercanos del Ga. Sin embargo, el cuarto enlace de silicio carece de un electrón, lo que da lugar a un "hueco". Además, se realiza el dopaje con oxígeno (O) del N que es de tipo N, genera electrones adicionales que se enlazan a los átomos de impurezas mediante fuerzas electrostáticas, pero pueden ionizarse con facilidad.

Existen otros materiales utilizados en la fabricación de LEDs que emiten luz en la longitud de onda del ultravioleta (UV), en particular en la región UV-A. Entre estos materiales se incluye la aleación AlGaIn, una combinación de aluminio (AlN) y nitruro de galio (GaN), que también presenta un comportamiento semiconductor, además, está el nitruro de galio e indio (InGaIn) que también se emplea para emitir luz en un rango que abarca desde el ultravioleta hasta el azul y el violeta.

2.4.3. Diferencias entre la lámpara para secado de uñas fluorescente UV y UV-LED

En el proceso de uñas de secado se utilizan básicamente dos lámparas, según se identificó en la encuesta inicial, y una vez descrito en funcionamiento de cada una se exponen razones por las cuales la lámpara fluorescente fue sustituida por la lámpara led, a partir de la tabla 8, podemos identificar las razones para su popularización.

Tabla 8. Diferencias entre la lámpara para secado de uñas fluorescente UV UV-LED.

Lámpara fluorescente UV	Lámpara UV LED
Tienen una vida útil limitada y pueden requerir reemplazos periódicos, ya que la eficiencia disminuye con el tiempo.	Tienen una vida útil más larga. Los LED UV pueden durar mucho tiempo sin perder eficiencia significativa.
Tienen tiempos de encendido y apagado más largos, ya que necesitan un tiempo para alcanzar su máxima intensidad.	Se encienden y apagan instantáneamente

Tienen un consumo de energía relativamente mayor	Son más eficientes energéticamente, ya que convierten una mayor proporción de la energía consumida en luz UV.
Pueden tener un espectro de emisión más amplio	Pueden tener una emisión más selectiva y centrada en una región específica del espectro UV, según el diseño del LED.
No se debe exceder su tiempo de uso debido a que se calientan más rápido	

Estado del Arte

Para explorar sobre los trabajos previos en el campo de la enseñanza, realizados sobre la comprensión de la radiación electromagnética se ha realizado una revisión de la bibliografía, encontrándose que Cárdenas reporta una investigación relacionada con la enseñanza de la radiación electromagnética a través de aprendizaje activo, en donde se diseña una experiencia de aprendizaje para identificar las características de la radiación no ionizante que se utiliza en el área de telecomunicaciones, usando clases interactivas demostrativas (Cárdenas Carrillo, 2014), reporta una mejora en la comprensión del concepto. Valenzuela y otros colaboradores exponen una unidad didáctica para aprender el electromagnetismo, ellos consideran importante que el alumno identifique los fenómenos de la vida real asociados a la radiación electromagnética y la importancia de la formación docente relacionada con el tema (Andreina Valenzuela, Villarreal Uzcategui, Lobo Sosa, & Terán Briceño, 2022). Lodoño, propone el diseño de antenas RF usando materiales de bajo costo y un celular, los estudiantes lograron “identificar la intensidad lumínica en el arreglo de la bombilla y la antena tenía que ver con la radiación emitida por los teléfonos móviles” (Alberto, 2015). Guevara y Sigua reportan un escenario didáctico de enseñanza de física básica usando la plataforma “nucleando”, donde se expone material educativo para el aprendizaje de la radiación ionizante (Céspedes Guevara & Tuay Sigua, 2023).

Luliani y Calderaro, reportan una experiencia de aprendizaje de la radiación electromagnética a partir de estudios tecnocientíficos, donde favorecen el pensamiento crítico y la utilidad de la ciencia, así mismo se discuten los efectos de tratamientos médicos relacionados con los rayos x, y otros, así como el análisis de noticias falsas acerca de los daños de la telefonía celular (Luliani & Calderaro, 2021). Gavrilas, Kotsis, y Papanikolaou, reportaron concepciones erróneas sobre la radiación electromagnética emitida por los teléfonos móviles y las redes inalámbricas, por lo que la consideran peligrosa para la salud de los organismos vivos (Gavrilas, T. Kotsis, & Papanikolaou, 2022) (Alba Roncel, 2018). En cuanto al aprendizaje de la radiación electromagnética y el desarrollo del pensamiento crítico, Ambarwati y Suyatna, concluyen que mejora cuando durante el aprendizaje se incluyen manuales de instrucciones, objetivos de aprendizaje, materiales de aprendizaje, preguntas de muestra y debates, ilustraciones en vídeo, animaciones, entre otros (Ambarwati, Suyatna, & Ertikanto, 2018). Se requiere mejorar la capacidad y la alfabetización de los estudiantes sobre la radiación electromagnética con rápidas mejoras curriculares (Otsuji, Toda, & Nobeoka, 2014).

De la revisión bibliográfica se encuentran experiencias de aprendizaje activo de la física en torno a la radiación electromagnética y las habilidades que se desarrollan en los estudiantes, así como las preocupaciones sobre los riesgos tanto de estudiantes, profesores y profesionales de la salud (Ürek, 2021) (Kada, 2017), pero se hace evidente la necesidad de conocer cuáles son las preocupaciones de otros grupos sociales en torno a la salud y sus cuidados. También es importante saber a más profundidad si mejora el aprendizaje y pueden cambiarse las percepciones sobre el tema al abordarse la instrucción desde un aprendizaje STEM.

A continuación, presentamos ahora algunos de los resultados encontrados en la literatura vinculados con la investigación científica:

2.5. Radiación UV-A

2.5.1. Efectos en el cuerpo humano

El desarrollo de cáncer por diferentes tipos de radiación se relaciona con la naturaleza de la radiación en cuestión y los mecanismos específicos de daño en el ADN y las células, los cuales están determinados por la forma en que interactúan con las células del organismo.

La radiación ionizante se caracteriza por su capacidad de liberar electrones de átomos o moléculas, generando iones cargados y provocando daños en el ADN, así como la formación de radicales libres. Este proceso resulta en la ruptura de las cadenas de ADN, dando lugar a mutaciones genéticas y causando daños directos a proteínas y membranas celulares. Estos efectos aumentan el riesgo de desarrollar diversos tipos de cáncer, como el cáncer de tiroides, mama, pulmón y leucemia, afectando órganos y tejidos en todo el cuerpo, debido a la capacidad de penetración profunda de esta radiación.

En el contexto de la radiación ultravioleta (UV), particularmente la UV-B, a pesar de ser un tipo de radiación electromagnética no ionizante, causa daño directo al ADN de las células de la piel. Este daño resulta en la formación de dímeros de pirimidina, que pueden desencadenar mutaciones genéticas con un potencial carcinogénico. Este proceso afecta gradualmente a las células en las capas basal, escamosa y melanoma de la piel, aumentando con el tiempo el riesgo de cáncer de piel (Shihab & Lim, 2018). La exposición crónica al sol, así como el uso de camas de bronceado y dispositivos artificiales que emiten radiación UV, incrementa de manera significativa la probabilidad de desarrollar cáncer de piel.

Daños oculares

Se ha encontrado que las cataratas nucleares y corticales son las patologías principalmente asociadas a la radiación UV-A (Garzona Navas & Garzona Navas, 2017). También es absorbida por varios tejidos del ojo, predispuestos a causar daños agudos en el cristalino y la retina (Behar-Cohen, y otros, 2013), como la retinopatía solar que daña permanentemente la retina externa (fotorreceptores y epitelio pigmentario) y, en última instancia, cataratas (opacificación del cristalino) que lleva a la pérdida parcial o total de la visión.

Daños cutáneos

La exposición prolongada y sin protección a los rayos UV-A emitidos por estas fuentes se penetran los tejidos conectivos causando lesiones crónicas inducidas por la luz, como envejecimiento prematuro y oscurecimiento de la piel. Del mismo modo, son responsables de la formación de radicales libres: compuestos químicos con electrones libres, que son altamente reactivos y pueden dañar las células epidérmicas y dérmicas, así como reacciones de fotosensibilidad y fototóxicas (por ejemplo, las alergias al sol que reciben el nombre de foto dermatitis poliforme) (IDEAM-UPME, 2017).

Riesgo de cáncer

En los últimos años, se ha registrado un número limitado de casos de melanoma y cánceres no melanoma que han sido asociados a la exposición de la radiación ultravioleta generada por las lámparas utilizadas para el secado de esmalte de uñas, afectando tanto la zona ungueal como la parte posterior de la mano.

Un estudio publicado en 2009 informó que dos mujeres sanas de mediana edad desarrollaron cáncer de piel no melanoma en el dorso de las manos, sin antecedentes personales ni familiares, solo reportaron haber estado expuestas a las lámparas UV para uñas (MacFarlane & Alonso, 2009), fuentes principalmente de rayos UV-A que emiten radiación utilizada para optimizar el tiempo en el secado de uñas, endurecer o curar el esmalte de uñas (Shihab & Lim, 2018).

Un estudio experimental de 2023, realizado en células de mamíferos después de la irradiación con una lámpara UV para el secado de uñas, demuestra que la radiación emitida por este tipo de dispositivos puede ocasionar daños en el ADN y grabar permanentemente mutaciones en los genomas de fibroblastos embrionarios primarios de ratón (MEF), fibroblastos de prepucio humano (HFF) y queratinocitos epidérmicos humanos adultos (HEKa). Se observó que la radiación UV provocaba citotoxicidad, siendo más pronunciada con un mayor número de exposiciones, lo que resultaba en una disminución de la viabilidad celular. Una única exposición de 20 minutos (exposición aguda) ocasionaba entre un 20% y un 30% de muerte celular, mientras que tres exposiciones consecutivas de 20 minutos (exposición crónica) generaban entre un 65% y un 70% de muerte celular. Este estudio confirma que la radiación UV-A, generalmente considerada segura y utilizada comúnmente en numerosos dispositivos accesibles al público en general, puede inducir daño oxidativo en el ADN de células mamíferas, desencadenando mutaciones somáticas, citotoxicidad y genotoxicidad en todas las células irradiadas. Además, se observó una posible disfunción mitocondrial.

Aunque, es importante señalar que los resultados presentados en este último estudio se basan en modelos de líneas celulares in vitro, los cuales, como todos los sistemas modelo, no proporcionan evidencia directa sobre un aumento del riesgo de cáncer en seres humanos. Por lo que, se anticipa que futuros estudios epidemiológicos a gran escala, diseñados para cuantificar con precisión el riesgo de cáncer de piel en las manos de personas que utilizan regularmente lámparas UV para el secado de uñas, requerirán al menos una década para su realización y posterior comunicación al público en general (Zhivagui, y otros, 2023).

Marco Legal

Normas que regulan los límites de exposición

Es de suma importancia establecer un adecuado equilibrio en la exposición a la radiación UV-A, tanto para población que frecuenta los establecimientos dedicados a la elaboración de uñas artificiales o la decoración de uñas naturales, como para las profesionales que ofrecen dichos servicios. Por esta razón, a continuación, se describen brevemente algunos organismos y normas que regulan este tipo de actividad.

Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (por sus siglas en inglés ICNIRP). Se trata de una organización independiente cuyo propósito fundamental radica en ofrecer recomendaciones en lo que concierne a los efectos ambientales y de salud vinculados a las radiaciones que se ubican por debajo de la longitud de onda de la radiación ionizante (NIR), dentro de las cuales se incluye la radiación ultravioleta, que es nuestro objeto de interés primordial. Emite directrices concebidas para proteger tanto a la población en general como al entorno natural, con el propósito de no sobrepasar los límites de exposición a dicha radiación, lo cual podría conllevar consecuencias perjudiciales (ICNIRP, 2023).

A nivel nacional

Dentro del Diario Oficial de la Federación, como órgano oficial del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, se promulgan normativas destinadas a regir el ámbito nacional, con el fin de garantizar su cumplimiento de acuerdo con las directrices prescritas en los ámbitos específicos donde se aplican, y conforme a las circunstancias que ameritan su implementación (SEGOB, 2023). En lo que respecta a la gestión de la prevención de los riesgos asociados a la radiación UV-A en el ámbito profesional, estas cuestiones se encuentran principalmente reguladas y detalladas por la normativa siguiente:

Norma Oficial Mexicana NOM-013-STPS-1993: Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes. Tiene el objetivo de "establecer las medidas preventivas y de control en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes, para prevenir los riesgos a la salud de los trabajadores que implican la exposición a dichas radiaciones" (Diario Oficial de la Federación, 1993).

De acuerdo con autoridades regulatorias, a nivel internacional, la ICNRP coincide con la Norma Oficial Mexicana NOM-013-STPS-1993 perteneciente al Diario Oficial de la Federación en determinar que los límites de exposición continua a una fuente artificial de emisión constante de radiación UV-A para los trabajadores y el público en general son de 8 horas, con una energía entregada por unidad de superficie de 1 J/cm^2 .

Capítulo 3

Metodología

Es un estudio de tipo descriptivo explicativo, con una metodología experimental, de corte mixto, basado en investigación acción. Es un estudio de corte transversal. Los detalles de la metodología se dan a continuación.

Materiales y métodos

Para la revisión de la literatura se hizo una investigación bibliográfica para conocer acerca de los procesos relacionados a las uñas, los efectos a la salud y la percepción del riesgo ante las ondas electromagnéticas.

Dentro del proceso de investigación acción se inicia con la identificación de la problemática:

Fase I. Diagnóstico.

Identificación de la problemática. La investigación acción requiere del análisis del contexto educativo, para ello se desea identificar las concepciones de usuarias y manicuristas a fin de conocer si el problema es relevante de estudio y poder tener información relevante para el planteamiento del problema, en esta etapa de la investigación se define un universo de sujetos de estudio, 26 usuarias del servicio de uñas postizas y 6 manicuristas de la ciudad de Puebla de Zaragoza. Y con objeto de estudio el conocimiento sobre la radiación electromagnética no ionizante en el rango UV, y la percepción de riesgo sobre la salud a la exposición de la radiación UV emitida por las lámparas durante el proceso de fabricación de uñas postizas de tipo acrílica y gel semipermanente. A quienes se les ha aplicado un cuestionario y una entrevista, respectivamente. Estos resultados se expusieron en el apartado de antecedentes por esa razón. La encuesta fue diseñada con las categorías y descriptores que se muestran en la tabla 3. Los resultados y discusión se exponen en la tabla 4, de este documento, el instrumento se integra en el Anexo I.

Posteriormente, con los resultados obtenidos se hace un refinamiento al instrumento, quedando una encuesta de 73 ítems que se integra en el anexo III, dividida en 4 categorías, de tipo Likert y preguntas abiertas, con las categorías mostradas en la tabla 9, solamente haciendo una exclusión de ciertas preguntas a las usuarias donde el tema es sobre la formación profesional de las manicuristas.

La encuesta tuvo una validación por expertos, siguiendo el formato del anexo IV. Este incluyó la selección y adopción de dimensiones para su estudio, el establecimiento de las categorías y atributos para la medición de la percepción de riesgo en manicuristas y usuarias de uñas postizas.

Construcción del instrumento

En esta fase, se llevaron a cabo las etapas descritas por Hernández Sampieri (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010), con el propósito de desarrollar un instrumento de medición con la colaboración de expertos. Este proceso se dividió en dos momentos distintos. En el primer momento, se definieron las dimensiones fundamentales, y en el segundo momento, se identificaron las dimensiones y sus categorías. Posteriormente, se configuró la estructura del cuestionario, incluyendo su contenido, así como la logística para la recopilación de datos. El

cuestionario se dividió en cinco bloques, siendo el primero para recopilar datos generales de los sujetos y el segundo para abordar los aspectos que dan origen a las variables exploradas.

Se trabajó a partir de la selección de un grupo de expertos (GE) que se conformó a partir de los criterios de inclusión que fueron: entre 5 a 10 años de experiencia profesional, docente o investigativa en el área de educación y con la disposición a participar en el ejercicio. Los expertos seleccionados participaron en la construcción y validación del instrumento final, a partir del propuesto por las investigadoras en la fase inicial.

Validación del instrumento por expertos

En el proceso de validación del instrumento se estudió la confiabilidad. La evaluación de la confiabilidad abarcó tanto la estabilidad como la consistencia interna. Como parte de la valoración de la confiabilidad, se examinó la estabilidad del instrumento mediante dos aplicaciones consecutivas a un mismo grupo de participantes. Se tomó para ello a cinco profesionales, con un intervalo de 3 días, tiempo que se consideró suficiente para que no recordaran las respuestas de la primera aplicación y a la vez no existieran cambios en el objeto de evaluación. Los resultados los vaciaron en una tabla de valoraciones mostrada en el anexo 6. Las categorías fueron adecuación y pertinencia.

Para evaluar la consistencia interna se hizo una evaluación final, después de haberse realizado los cambios colectivos, como una tercera evaluación. La valoración de los expertos sobre las referidas propiedades se recogió a través de una escala ordinal donde cada uno de los criterios se calificó como: 1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo. Los valores fueron compilados en una tabla general, y se sumaron las recomendaciones de cada uno de ellos.

Tabla 9. Descripción de las categorías e indicadores de las encuestas.

Categoría	Descriptor	Preguntas
Datos sociodemográficos	Datos personales	1-7
Formación profesional (solo para manicuristas)	Formación técnica y vocacional para la realización de aplicación de uñas postizas	8-18
Servicio de manicura	Conocer los procedimientos que llevan a cabo, los materiales con los cuales trabaja y el manejo de equipamiento especializado	19-34
Física asociada a la lámpara para uñas	Establecer una correlación de su herramienta de trabajo con la radiación electromagnética y evaluar el grado de conocimiento que posee sobre este tema	35-48
Efectos de la radiación	Obtener perspectivas sobre su percepción respecto a los riesgos para la salud asociados con el tema	49-73

Fase II. Elaboración de un plan.

Se realiza el diseño del curso de divulgación de la ciencia, descrito en una secuencia didáctica basada en educación STEM, para la realización del taller que se detalla más adelante en este apartado. También se ha realizado un diseño experimental para medir la radiación emitida por las lámparas durante la colocación de las uñas artificiales. Así como para observar el procedimiento e identificar hábitos que pudieran poner en riesgo a las usuarias. También se realiza una revisión de las lámparas en el mercado y sus fichas técnicas para identificar las advertencias en cuanto a su uso y seguridad. Se han revisado las normas nacionales e internacionales acerca de la radiación electromagnética no ionizante.

Fase III. Ejecución del Plan de acción.

Implementación del taller de divulgación, donde se ha realizado la implementación del taller con 26 asistentes.

Fase IV. Realimentación y reflexión.

Reestructuración del taller considerando los hallazgos de la secuencia y socialización de los resultados y hallazgos de las mediciones con las personas muestra. Hacer un plan de implementación para otros grupos en la comunidad.

Las variables cualitativas se consideran como independiente al conocimiento sobre la radiación y dependiente la percepción de riesgo. En cuanto a las cuantitativas, son la cantidad de radiación emitida por las lámparas en comparación con el tiempo de exposición (independiente).



Como método de recolección de datos cualitativos se ha utilizado la encuesta y la entrevista, las guías de observación y las respuestas en modalidad pre y post test sobre los conceptos relacionados con la radiación electromagnética no ionizante. El análisis de los datos se realiza a través de un análisis del discurso y triangulación de los datos.

Para el diseño de datos cuantitativos sobre la medición de la radiación emitida por las lámparas de secado de uñas artificiales, se ha utilizado 1 cronómetro, 1 sensor Vernier UV-A y UV-B, 1 sensor de temperatura, cuentas para realizar pulseras de plástico reactivas a los rayos UV, 1 interfaz LabQuest 2 marca vernier como el dispositivo de adquisición de datos de los sensores. El análisis se hará a través de estadística descriptiva.

3.1 Diseño experimental

Para medir el nivel de radiación emitido por las lámparas para uñas y luego comparar los valores obtenidos con la norma NOM 013-STPS-1993 relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generan radiaciones electromagnéticas no ionizantes se identifican el tipo de lámparas que se utilizan en la Tabla 10.

Tabla 10. Descripción de lámparas empleadas en la medición de emisión de radiación UV-A y UV-B.

Marca de la lámpara	Modelo	Tipo de fuente de luz	Potencia [watts]	Costo	Imagen
Navy Pier	ARC Sun 9S	16 lámparas UV LED	24	\$300	
Maria Cibeles	Mc Nails	Fluorescente UV			

Las mediciones se realizaron con base en lo establecido en la resolución que acoge los lineamientos de la norma que coincide con los límites de ICNIRP (INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION, 2010). Estos límites están demarcados en el intervalo completo de longitudes de onda de 40 nm a 315 nm, como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Tiempos y niveles máximos de exposición a la radiación UV-A (Diario Oficial de la Federación, 1993).

Longitud de onda en nanómetros [nm]	Tiempo de exposición	Nivel máximo
315	8 horas	1000 mJ/cm ²
315 – 400	menores a 1000 segundos	1 J/cm ²
315	mayores a 1000 segundos	1 mW/cm ²

Localización y descripción del área de medición

El lugar objeto de desarrollo de este estudio se realizó en la Coordinación Académica Región Huasteca Sur ubicada en Carretera Tamazunchale - San Martín Km 1.9-Km. 5, 79960 Tamazunchale, S.L.P. que se encuentra a 21° 15' de latitud norte (INEGI, 2021), contexto que fundamenta la medición de los valores máximos de exposición a la radiación ultravioleta que radica en la ubicación geográfica, caracterizada por encontrarse en latitudes particularmente bajas, es decir, inferiores a los 30 grados. Tanto la calidad, representada por el espectro, como la cantidad, expresada en irradiancia, de la radiación ultravioleta terrestre experimentan variaciones significativas en función del ángulo de elevación del sol sobre el horizonte, es decir, la altitud solar. Este ángulo, a su vez, está condicionado por la hora del día, el día del año y la ubicación geográfica específica (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, 2007).

Equipos

Dentro de los equipos, se ha considerado el uso de un cronómetro, un sensor Vernier UV-A y UV-B, un sensor de temperatura, diversas cuentas para realizar pulseras de plástico reactivas a los rayos UV, una interfaz LabQuest 2 de la marca vernier, es el dispositivo de recopilación de datos de los sensores.

El sensor UV-A es un dispositivo que detecta la radiación ultravioleta, siendo su respuesta dirigida hacia la banda UV-A, que abarca aproximadamente desde los 320 hasta los 390 nanómetros. El sensor UV-B tiene su respuesta en una banda de ancho aproximadamente de 290 a 320 nm, Radiación UV-B. El LabQuest 2 se trata de una interfaz diseñada para recopilar datos provenientes de sensores que incluye su análisis a partir de gráficos. Las especificaciones del sensor Vernier UV-A, UV-B y de temperatura se incluyen en el Anexo V.

Las cuentas para la elaboración de pulseras contienen componentes fotocromáticos en su composición, que se incluyen dentro del material acrílico que las conforman. Estos componentes manifiestan reactividad frente a la exposición a la radiación ultravioleta.

Estas cuentas serán utilizadas con el propósito de llevar a cabo las mediciones del tiempo requerido e intensidad de radiación UV-A para que alcancen su máxima intensidad en el color. Y en la investigación de tipo cualitativa, las pulseras o anillos elaborados por los participantes en el taller de divulgación científica diseñado serán el aparato de medición de la presencia de radiación UV.

Capítulo 4

Propuesta didáctica

A continuación, se presenta la secuencia didáctica que se elaboró para la implementación del taller de divulgación científica con enfoque STEM y que contó con la participación de 11 usuarias del servicio de manicura y 13 alumnos de bachillerato (que llegaron de la invitación al público en general) CBTIS Número 187 de Tamazunchale, San Luis Potosí.

Planeación didáctica

DATOS GENERALES			
Nombre de la institución	BUAP		Nombre del facilitador Sara Jaqueline Ruiz Cisneros
Sesiones	1		
Espacio de trabajo	Laboratorio STEM Coordinación Académica Región Huasteca Sur, UASLP.	No. de participantes	24
Título de la actividad	¿Toda la radiación electromagnética causa cáncer?		
Resumen	Taller de divulgación sobre radiación electromagnética no ionizante enfocada a usuarias de uñas postizas y manicuristas. El participante al finalizar el taller definirá los conceptos relacionados con la radiación electromagnética, las diferencias entre ionizante y no ionizante. Identificará los efectos en la salud de la exposición a rayos UV-A y su relación con el tiempo de exposición y la intensidad descrita en las normas oficiales. Uso correcto de la lámpara de secado y medidas de seguridad. A través de aprendizaje activo en un enfoque STEM, para promover el autocuidado		
Contenidos STEM	Ciencia	Física: Espectro electromagnético, radiación ionizante y no ionizante, definición y propiedades de onda mecánica y electromagnética, definición de radiación electromagnética. Interacción de radiación con la materia: De la radiación UV con el cuerpo humano Medicina Preventiva y salud pública: factores de riesgos a la salud Naturaleza de la ciencia: beneficio social de la ciencia	
	Tecnología	Aplicación de la radiación UV-A: Funcionamiento de la lámpara para el secado de uñas en el proceso de polimerización	
	Ingeniería	Conocimiento sobre formas de medir la radiación emitida por fuentes UV	
	Matemáticas	Ángulos, relación entre variables	
Propósito general de aprendizaje	Contribuir a la conceptualización de la radiación UV y sus riesgos a la salud durante el proceso de colocación de uñas postizas		
Competencias para desarrollar	Toma de decisiones, comunicación, colaboración		
Habilidades para desarrollar	Cognitivas	Pensamiento crítico y científico	
	Socioemocionales	Autocuidado, empatía, colaboración	
	Procedurales	Manejo de materiales y herramientas para la creación de prototipo	
Producto para desarrollar	Construcción de un aparato de medición de la presencia de radiación UV en forma de pulseras y anillos.		

Estrategia

Actividad 1. Introducción a la radiación			
Duración	20 min		
Propósito	Comprender los conceptos de radiación, luz y calor.		
Competencias STEM a desarrollar en estudiantes	Pensamiento crítico, análisis, creatividad, comunicación		
Aprendizajes esperados	Cognitivo		
FASES	ACTIVIDADES	MATERIALES O RECURSOS	TIEMPO
Inicio	1- Presentar el equipo de trabajo ante el grupo. 2- Presentar el propósito del taller 3- Describir las actividades que comprenden el taller y que esta primera actividad nos permitirá entender los conceptos de radiación, luz y calor 4- Recuperar los conocimientos previos de los participantes a partir de una prueba	Presentación de diapositivas Hojas blancas y plumas de color	10 min

	diagnóstica diseñada como un cuestionario de preguntas respecto al tema del taller		
Desarrollo	1- Crear un ambiente participativo cuestionando al grupo con lo siguiente: ¿Quién considera que la radiación electromagnética genera cáncer? A través de una imagen identificar el concepto de radiación. Se cuestiona lo siguiente: ¿Qué es un radiador y qué hace?, ¿cuál es la función del radiador del coche?, ¿Por qué cuando nos acercamos está caliente? 2- Identificar en un conjunto de imágenes cuales son radiadores o no	Pizarrón y plumones Presentación de diapositivas. Imágenes de los siguientes objetos: Auto encendido, leña, estufa, horno de la estufa, celular, una persona que se puso perfume, horno de microondas y una persona	4 min
Cierre	1- Se cuestiona lo siguiente: ¿un suéter es un radiador?	Imagen de un suéter	3 min
Recursos de evaluación (si aplica)	Hoja de verificación	Hoja con las imágenes	3 min

Actividad 2. Fenómenos de la propagación de la luz			
Duración	10 min		
Propósito	Aprender el concepto de propagación de la luz y su interacción con el medio		
Competencias STEM a desarrollar en estudiantes	Pensamiento crítico, creatividad, comunicación, colaboración		
Aprendizajes esperados	Conceptual		
FASES	ACTIVIDADES	MATERIALES O RECURSOS	TIEMPO
Inicio	1- Describir el propósito de esta segunda actividad 2- Discutir las siguientes preguntas: ¿Qué es la luz?, ¿Qué fuentes de emisión de luz existen?	Lluvia de ideas Pizarrón y plumones	2 min
Desarrollo	1- Identificar la interacción de la luz a través del paso de distintos materiales. 2- Discutir las siguientes preguntas: ¿por qué si podemos ver la luz que está detrás de la ventana?, ¿Por qué la luz no puede atravesar una pared y no ilumina del otro lado?	Aula con ventanas Vidrios de diferentes grosores Hojas polarizadoras	4 min
Cierre	1- Los participantes dan una conclusión acerca del tema		2 min
Recursos de evaluación (si aplica)	Cuestionario	Hojas blancas y plumas de color	2 min

Actividad 3: Fuego, comal y tortilla, ¿quién calienta a la tortilla?			
Duración	10 min		
Propósito	Identificar los mecanismos de transferencia de energía		
Competencias STEM a desarrollar en estudiantes	Pensamiento crítico, creatividad, comunicación, colaboración		
Aprendizajes esperados	Conceptual		
FASES	ACTIVIDADES	MATERIALES O RECURSOS	TIEMPO
Inicio	1- Presentar el propósito de esta actividad	Presentación con diapositivas	2 min

Desarrollo	1- Ejemplificar diferentes formas de cocinar un alimento 2- Plantear las siguientes preguntas para discutir la existencia de combustión mediante calentamiento por radiación: ¿Por qué no se ve nada?, ¿Cómo se calientan los alimentos?	Imágenes del calentamiento de un alimento con un braceró, un horno de estufa y un horno de microondas	4 min
Cierre	Los participantes dan una conclusión acerca del tema		2 min
Recursos de evaluación (si aplica)	Cuestionario	Hojas blancas y plumas de color	2 min

Actividad 4. Clasificación y propiedades de las ondas			
Duración	10 min		
Propósito	Identificar el concepto de ondas electromagnéticas y sus propiedades		
Competencias STEM a desarrollar en estudiantes	Pensamiento crítico, creatividad, comunicación, colaboración		
Aprendizajes esperados	Conceptual		
FASES	ACTIVIDADES	MATERIALES O RECURSOS	TIEMPO
Inicio	1- Presentar el propósito de esta etapa	Presentación con diapositivas	2 min
Desarrollo	1- Identificar el medio de propagación de una onda, su amplitud y longitud de onda a partir de un juego 2- Visualizar ondas de diferentes tamaños para distinguir la amplitud y longitud de las ondas 3- Se identifica el concepto de intensidad de la luz con la superposición de la luz de dos lámparas encendidas y se cuestiona lo siguiente ¿la combinación de ambos colores forma otro distinto? 4- Diferenciar entre una onda mecánica y electromagnética y entre una onda de longitud mayor y menor 5- Identificar el paso de la luz a través del cuerpo humano colocando la lámpara del celular apuntando hacia un dedo de la mano	Juego de la “ola”: todos se toman de las manos levantándolas a diferente altura y a diferente separación Dibujo de ondas de distinto tamaño Pizarrón, plumones Dos lámparas Actividad: La ponente intenta pasar por varios espacios entre donde se encuentran sentadas las participantes Celular	4 min
Cierre	Los participantes dan una conclusión acerca del tema	Ninguno	2 min
Recursos de evaluación (si aplica)	Cuestionario	Hojas blancas y plumas de color	2 min

Actividad 5. Espectro electromagnético			
Duración	10 min		
Propósito	Entender la estructura del espectro electromagnético y cómo discierne la radiación ionizante de la no ionizante		
Competencias STEM a desarrollar en estudiantes	Pensamiento crítico, creatividad, comunicación, colaboración		
Aprendizajes esperados	Cognitivo		
FASES	ACTIVIDADES	MATERIALES O RECURSOS	TIEMPO
Inicio	1- Presentar el propósito de esta actividad	Presentación con diapositivas	2 min

Desarrollo	1- Identificar el espectro electromagnético, su calificación 2-Ejemplificar aplicaciones de la radiación electromagnética (formación de una radiografía) 3-Explicar la diferencia entre radiación ionizante y no ionizante	Presentación con diapositivas Imagen del espectro electromagnético Imagen de radiografía	4 min
Cierre	Plantear las siguientes preguntas para verificar la comprensión del tema: ¿Qué parte del espectro electromagnético debe dar miedo?, ¿Me debo preocupar de estar cerca de una antena de telefonía celular?, ¿Las microondas son ionizantes o no ionizantes?, ¿Me debo preocupar de las ondas chiquitas?, ¿Cómo se divide la radiación electromagnética?, ¿De qué tipo de radiación hay que cuidarnos?, ¿Cómo se encuentra integrado el espectro electromagnético?	Hoja de cuestionario y plumas de color	2 min
Recursos de evaluación (si aplica)	Cuestionario	Hoja de cuestionario y plumas de color	2 min

Actividad 6. Interacción de la radiación electromagnética con la materia			
Duración	10 min		
Propósito	Identificar la interacción de la radiación electromagnética con la materia		
Competencias STEM a desarrollar en estudiantes	Pensamiento crítico, creatividad, comunicación, colaboración		
Aprendizajes esperados	Cognitivo		
FASES	ACTIVIDADES	MATERIALES O RECURSOS	TIEMPO
Inicio	1- Presentar el Propósito de esta actividad 2- Crear un ambiente participativo con preguntas al grupo: ¿Cómo calienta la comida un horno de microondas?	Presentación con diapositivas	2 min
Desarrollo	1- Reconocer el funcionamiento del horno de microondas 2- Distinguir si existe ionización entre la interacción de la radiación UV con diferentes moléculas.	Presentación con diapositivas Simulación PHET “Moléculas y luz”	4 min
Cierre	1- Los participantes dan una conclusión acerca del tema	Ninguno	2 min
Recursos de evaluación (si aplica)	Cuestionario	Hojas blancas y plumas de color	2 min

Paso 7. Generalidades de la radiación UV			
Duración	10 min		
Propósito	Enseñar las generalidades de la radiación UV		
Competencias STEM a desarrollar en estudiantes	Pensamiento crítico, creatividad, comunicación, colaboración		
Aprendizajes esperados	Cognitivo		
FASES	ACTIVIDADES	MATERIALES O RECURSOS	TIEMPO
Inicio	1- Presentar el propósito de esta actividad 2- Crear un ambiente participativo cuestionando al grupo con lo siguiente: ¿Qué han escuchado acerca de la radiación UV?	Presentación con diapositivas	2 min

Desarrollo	1- Identificar los tipos de radiación UV-A, UV-B y UV-C 2- Identificar diferentes fuentes de emisión UV 3- Construir un aparato de medición de la presencia de radiación UV 4- Reconocer la relación con el tiempo de exposición y la intensidad descrita en la NOM-013-STPS-1993	Esquema del espectro electromagnético Lámparas para uñas: fluorescente UV y UV LED Cuentas e hilo para pulseras y anillos Norma Oficial Mexicana NOM-013-STPS-1993	4 min
Cierre	1- Los participantes dan una conclusión acerca del tema	Ninguno	2 min
Recursos de evaluación (si aplica)	Cuestionario	Hojas blancas y plumas de color	2 min

Actividad 8. Medidas de protección a la exposición de radiación UV-A y UV-B			
Duración	10 min		
Propósito	Proponer medidas de protección que tomen usuarias del servicio de colocación de uñas artificiales o manicuristas y que además las incluyan para su autocuidado.		
Competencias STEM a desarrollar en estudiantes	Pensamiento crítico, creatividad, comunicación, colaboración		
Aprendizajes esperados	Cognitivo		
FASES	ACTIVIDADES	MATERIALES O RECURSOS	TIEMPO
Inicio	1- Presentar el Propósito de esta actividad 2- Crear un ambiente participativo cuestionando al grupo con lo siguiente: ¿las personas que se ponen uñas deben preocuparse por el uso de la lámpara?, ¿Es de importancia protegernos de Los rayos UV-C, que son ondas más delgadas que la UV-A y UV-B?	Presentación con diapositivas	2 min
Desarrollo	1- Proponer medidas de seguridad a tomar durante el servicio de colocación de uñas y en general para el autocuidado.		4 min
Cierre	1- Destacar la importancia del conocimiento científico en la toma de decisiones en la vida diaria.		2 min
Recursos de evaluación (si aplica)	Cuestionario	Hojas blancas y plumas de color	2 min

Capítulo 5

Resultados y discusión

5.1 Taller de divulgación científica

Con los resultados de la encuesta inicial se decidió hacer un programa de intervención para dar a conocer tanto a usuarias como manicuristas los riesgos del uso de la lámpara de secado de uñas, pero también de los niveles de exposición a la radiación UV en usuarias y otros miembros de la comunidad debido a que se identificaron las siguientes concepciones de la primera aplicación del instrumento:

- Consideran que son sometidas a algún tipo de radiación durante su uso.
- La radiación es lo mismo para todo.
- Meter las manos en la lámpara para uñas es un peligro para su salud.
- El color de la luz morada que emite la lámpara para uñas son los rayos UV
- Teme a que puedan derivarse daños debido a esta exposición.
- Consideran más importante el beneficio económico y el estímulo emocional que el riesgo.
- En las plantas nucleares es donde se exponen a la radiación electromagnética, no hay más fuentes.
- No metería su mano a un horno de microondas mientras este encendido porque hace daño.
- Por la exposición al sol puede sufrir alguna enfermedad como cáncer.
- No usan algún protector en su cuerpo cuando se exponen al sol.
- Les gustaría conocer si el uso de la lámpara para uñas es seguro.

Inicialmente se deseaba trabajar con estudiantes y manicuristas de Puebla, pero por la importancia del trabajo se amplió el muestreo y se refinó la encuesta inicial.

La segunda encuesta se realizó de manera electrónica, aplicada tanto a usuarias del servicio como a manicuristas, la cual se difundió por medio de las redes sociales. En la descripción del formulario se incluyó el consentimiento informado y se les dijo que, al responder el instrumento, estaban de acuerdo. La encuesta fue respondida por N=20 personas, 5 usuarias y 15 manicuristas. Los mecanismos de inclusión fueron, ser una encuesta de manera electrónica, aplicada tanto a usuarias del servicio o manicuristas.

Los resultados de la encuesta realizada a manicuristas para conocer acerca de su formación profesional se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Resultados de la sección de formación profesional de la encuesta realizada a manicuristas.

Manicuristas
Formación profesional
El 66% en su curso no le proporcionaron información sobre la emisión de radiación UV de la lámpara para secar las uñas
Al 46.7% en su curso no le enseñaron medidas de seguridad que deben seguirse durante el uso de la lámpara para uñas para protección de ella y sus clientas

Al 75% en su curso no le enseñaron si existían riesgos a la salud sobre el uso de la lámpara para uñas para protección de ella y sus clientas
En promedio reciben 3 clientas al día que asisten cada mes por el servicio
Los tiempos de exposición a la lámpara para uñas es en promedio de 1 minuto, se aplica 3 veces en promedio en una sesión.

Y los resultados del resto de las secciones de la encuesta se muestra en la Tabla 13, primero los identificados en el grupo de manicuristas y en seguida los hallazgos de mayor atención en el grupo de usuarias.

Tabla 13. Resultados de la aplicación del instrumento a las manicuristas y usuarias del servicio.

Manicuristas	Usuarias
Física asociada a la lámpara	
El 66.6% no identifica a qué se debe el color de la luz morada que emite la lámpara para uñas.	El 100% no identifica a qué se debe el color de la luz morada que emite la lámpara para uñas.
El 73.3% no sabe a qué se refiere la longitud de onda que se incluye dentro de las especificaciones de la lámpara para uñas	El 100% no sabe a qué se refiere la longitud de onda que se incluye dentro de las especificaciones de la lámpara para uñas
El 100% no sabe a qué se refiere el término longitud de onda	El 100% no sabe a qué se refiere el término longitud de onda
El 66.6% piensa que se encuentra expuesta a algún tipo de radiación durante el uso de la lámpara para uñas	El 100% piensa que se encuentra expuesta a algún tipo de radiación durante el uso de la lámpara para uñas
Solo el 20% refiere que sus clientas han expresado alguna preocupación por su salud debido a su exposición a la lámpara para uñas	
Efectos de la radiación	
El 86.6% piensa que la radiación es mala para su salud	El 100% piensa que la radiación es mala para su salud
Solo el 26.6% ha oído el concepto de radiación electromagnética	Solo el 20% ha oído el concepto de radiación electromagnética
El 66.6% no entiende el concepto de radiación electromagnética, aunque el 53.3% sí tiene intuición de lugares donde cree que se expone a la radiación electromagnética	El 100% no entiende el concepto de radiación electromagnética, aunque el 80% sí tiene intuición de lugares donde cree que se expone a la radiación electromagnética
Solo el 13.3% siente alguna molestia física al trabajar mientras se expone a la lámpara para uñas	
El 93.3% piensa que alguna parte de su cuerpo está expuesta a un tipo de daño durante el uso de la lámpara para uñas	El 80% piensa que alguna parte de su cuerpo está expuesta a un tipo de daño durante el uso de la lámpara para uñas
Partes de su cuerpo que están expuestas a un tipo de daño durante el uso de la lámpara para uñas es el vientre de las embarazadas, las manos, piel, senos	
El 40% considera que la lámpara para uñas no genera algún daño a la vista por la luz que emite	El 60% considera que la lámpara para uñas no genera algún daño a la vista por la luz que emite
El 66.6% considera que la lámpara para uñas le genera daños a la piel durante su uso	El 60% considera que la lámpara para uñas le genera daños a la piel durante su uso
El 40% no toma algunas medidas de seguridad como protección para su salud durante el uso de la lámpara para uñas	El 60% no toma algunas medidas de seguridad como protección para su salud durante el uso de la lámpara para uñas
En comparación con el horno de microondas, todas consideran que es más peligroso que la lámpara para uñas, temiéndole más a los daños que este pudiera derivarles. 83 % está más interesado en conocer el funcionamiento de este aparato electrodoméstico	
El 93% no sabe si existe algún organismo que visite su negocio para regular la exposición a la radiación UV que emite la lámpara para uñas	El 100% no sabe si existe algún organismo que visite los estudios para uñas que regule la exposición a la radiación UV que emite la lámpara para uñas
En 7 de los negocios reportan que no hay visitas a sus negocios por las autoridades en relación con la supervisión de la regulación de radiación UV emitida por las lámparas	
El 26.6% toma baños de sol o se expone a la luz solar ocasionalmente	El 20% toma baños de sol o se expone a la luz solar ocasionalmente
Todas consideran que, por exponerse al sol, puede sufrir alguna enfermedad como cáncer y solo el 53.3% usa algún protector en su cuerpo cuando se expone al sol	Todas consideran que, por exponerse al sol, puede sufrir alguna enfermedad como cáncer por lo que usan algún protector en su cuerpo cuando se expone al sol
El 40% utiliza bloqueador solar y el 13.3% incluye todo lo siguiente: lentes para el sol, bloqueador solar, bronceador solar, sombrero y sombrilla.	El 60% utiliza bloqueador solar y 40% incluye todo lo siguiente: lentes para el sol, bloqueador solar, bronceador solar, sombrero y sombrilla.

Si se pudiera, ninguna metería su mano a un horno de microondas mientras este encendido	Si se pudiera, ninguna metería su mano a un horno de microondas mientras este encendido
---	---

De las respuestas identificamos una necesidad de ser informadas sobre los efectos de la radiación en general sobre su cuerpo y las medidas de prevención por la exposición a la radiación UV, debido a que se obtiene nuevamente el mismo resultado que se observó en la encuesta inicial, en el ámbito del empleo de la lámpara para uñas, existe la percepción de que están expuestas a algún tipo de radiación, situación que ellas consideran perjudicial para la salud. Brindarles esta información es de utilidad tanto para protección de la manicurista como de sus clientas, pero en general para el autocuidado en la vida diaria.

Así, se pudo desarrollar el contenido del tema, a partir de las necesidades y desconocimiento que la muestra mostró en sus respuestas de la encuesta final.

5.1.1 Evaluación de manuales de usuario de lámparas de secado de uñas

Se realizó la evaluación de las secciones de los manuales de usuario que incluyen al menos cuatro lámparas para uñas, mediante una rúbrica, de lo que se obtuvo lo que muestra la tabla 14 con el objetivo de medir las condiciones de trabajo de las personas en cuanto a su nivel de exposición. Los aspectos para evaluar se enumeran a continuación:

- I. Núm. de watts de potencia
- II. Uso en pies y/o manos
- III. Tiempo de secado del esmalte
- IV. Longitud de onda
- V. Tipo de fuente de luz
- VI. Se puede introducir las manos y/o pies completos
- VII. Posición de la colocación de las uñas
- VIII. Qué hacer en caso de sentir demasiado calor
- IX. No exponerse directamente a la luz UV por un periodo prolongado de tiempo ya que puede dañar ojos y/o piel
- X. Únicamente para uso profesional
- XI. Indica qué hacer antes de guardarla
- XII. No exponerla a la luz del sol, alta temperatura y humedad
- XIII. Mantener los esmaltes UV lejos
- XIV. Tiempo máximo de uso continuo

Tabla 14. Resultados de la evaluación de los manuales de lámparas de uñas de secado.

RÚBRICA													
Características			Especificaciones técnicas		Instrucciones			Seguridad y advertencias					
I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.
Marca: Tahe													
Modelo: LED 4-EVER PRO													
Marca: GADNIC													
Modelo: LED SUN UV													
Marca: Kepma													

Modelo: UVL											
Marca: MelodySusie											
Modelo: Profesional salón											

De aquí que se construye una intervención educativa para:

1. Que se entiendan conceptos físicos como potencia y longitud de onda, radiación electromagnética que se incluye en las especificaciones de estos aparatos para saber aplicarlo.
2. Explicar específicamente la radiación UV, su clasificación, beneficios y riesgos a la salud debido a su exposición.
3. Proponer medidas de seguridad

Dada la constatación de que los aspectos previamente mencionados no son abordados en la información provista en los manuales de usuario de las lámparas para uñas, y considerando su relevancia para las manicuristas, se destaca la importancia de brindar información acerca de dichos elementos mediante un taller de divulgación científica, en beneficio de ellas y las usuarias.

5.1.2 Implementación del taller de divulgación científica

Se presentó el taller, con la asistencia de 24 participantes en los que se incluyeron manicuristas, usuarias, pero además se integraron estudiantes de la CARHS, UASLP y estudiantes del CBTis 187, en Tamazunchale, los cuales recibieron la invitación para asistir al taller. La duración del taller fue de 80 minutos dividido en 8 secciones, además de una prueba diagnóstica empleada antes de iniciar el taller y una prueba final posterior al taller.

Cuestionario de diagnóstico

Con el propósito de indagar acerca de los preconceptos vinculados a la radiación electromagnética y evaluar su percepción de riesgo para la salud, se aplicó un cuestionario para identificar las concepciones previas de las participantes.

Este cuestionario está integrado en el Anexo VI y comprende un total de once preguntas cerradas, dos de las cuales tienen la finalidad de enmarcar las respuestas, mientras y seis preguntas abiertas, diseñadas para ser realizadas al inicio y al final del taller, cuantificar y analizar las diversas opciones de respuesta en cada pregunta, permitiendo así evaluar los cambios en la comprensión, utilidad y conciencia de los efectos específicos de la radiación UV-A antes y después del taller.

Actividad 1. Identificar el concepto de radiación

Se da la introducción del tema de investigación y se pide que levante la mano quien considere que la radiación electromagnética es causa de cáncer, pregunta a la cual todos responden que así es, la figura 10 ilustra la actividad realizada.

Posteriormente una respuesta fue “depende”, pero el primer pensamiento fue que todo tipo de radiación genera cáncer, por lo que se pregunta lo que se pregunta lo siguiente: ¿qué es la radiación electromagnética? Y se explica que al final del taller el concepto de radiación electromagnética debe quedar más claro. Así, se aborda primero el concepto de radiación.



Figura 10. Manos alzadas de los participantes que considere que la radiación electromagnética es causa de cáncer.

Se coloca el dibujo de un coche encendido con flechas que se dirigen hacia afuera del dibujo. Se dibujan flechas hacia afuera al dibujo y se pregunta lo siguiente:

¿Qué es un radiador y qué hace?

¿Cuál es la función de un radiador en el coche?

¿Por qué cuando nos acercamos está caliente?

Para contestar las preguntas anteriores en lo que se reflexionan se plantea la siguiente pregunta: ¿Por qué está bien que las flechas sean dibujadas hacia afuera?, una respuesta fue: “porque está expulsando calor, desde el motor hacia afuera”.

Entonces se explica que la función del radiador en un carro es absorber y liberar el calor del motor y se deduce que irradiar es expulsar, sacar o emanar algo, que es calor en el caso del coche.

A continuación, se ejemplifican distintos objetos para discutir si son fuentes de radiación o no:

- Estufa
- Leña
- Horno de la estufa
- Celular
- Microondas
- Una persona: se discute que además de radiar belleza, somos fuentes de calor
- Una persona que se pone perfume

Se acuerda que todos los ejemplos anteriores son fuentes de radiación. Además, se identifica que esos objetos al irradiar liberan luz y calor. Entonces se agrega a la idea que un objeto puede irradiar luz o calor. Ahora se pregunta, ¿un suéter es un radiador?, dos participantes responden que sí, dos que no y una tercera persona hace el siguiente comentario: “un suéter guarda tu calor adentro”. Se discute la situación, pero a partir del concepto elaborado de radiación se deduce que un suéter no es un radiador.

Actividad 2. Refracción y reflexión en la propagación de la luz

A partir del concepto de radiación, se explica que se busca investigar el efecto de la emisión proveniente de fuentes radiantes, como la luz, en su interacción con distintos tipos de materia. La siguiente actividad tiene como objetivo comprender cómo esta radiación incide en la materia circundante, analizando su absorción, reflexión o refracción al encontrarse con diversos materiales.

Se observa a través de la ventana, para reflexionar qué sucede con el paso de la luz y se pone a discusión la siguiente pregunta: ¿Por qué puedo ver a través de la ventana?, entonces se deduce que luz se transmite o atraviesa o refracta el vidrio de la ventana, mientras que en una pared la luz se refracta o “rebota”, no a traviesa y por eso no podemos ver la luz.

Ahora se pone de ejemplo imaginar colocar la mano bajo el sol y discutir qué sucede, haciendo la siguiente pregunta ¿Por qué se va a calentar mi mano? Y la pregunta es que la mano se va a calentar debido a que el sol es una fuente de energía: de luz y calor.

A continuación, se pregunta lo siguiente: ¿la luz y el calor son lo mismo? Y al unísono responden todos que no.

Se discute la pregunta con los ejemplos anteriores, encontrando que la energía se encuentra en forma de luz y calor, por ejemplo, pero se necesita materia con la cual interactuar para percibirla, aunque no se pueda ver esa interacción.

Actividad 3. Fuego, comal y tortilla, ¿quién calienta a la tortilla?

Ahora, para entender cómo ocurre la transferencia de energía, se plantea e imagina el ejemplo del calentamiento de alimentos.

Por contacto: Para el calentamiento de una tortilla en un comal, el comal funciona como conductor de energía que emite el fuego, después de un tiempo la energía se absorbe por el comal y la transfiere a la tortilla y debido al contacto entre fuego, comal y tortilla es como esta última se calienta. La materia se calienta.

Por convección: En un horno de estufa, se espera a que el aire se caliente, la energía se transfiere, se difumina en todo el horno y aunque no se observa nada, el calor se conduce calienta el aire de adentro y es como el aire ya caliente comienza a calentar u hornear los alimentos.

Se hace énfasis en que los dos mecanismos de transferencia anteriores que se necesita de un tiempo previo para esperar a que se caliente el comal o el horno.

Por radiación: se cuestiona primero lo siguiente, ¿cómo funciona el horno de microondas?, ¿por qué no se ve nada?, ¿cómo se calientan los alimentos?

Se discute que se logra el calentamiento de los alimentos, incluso en un tiempo menor a los mecanismos anteriores, sin embargo, no se comprende cómo funciona solo se intuye que es mediante la emisión de ondas. Así que el siguiente paso es entender qué es la radiación y cómo se emplea en el calentamiento de los alimentos en un horno de microondas.

Actividad 4. Clasificación y propiedades de las ondas

Así antes de abordar el mecanismo de radiación de transferencia de energía para comprender el funcionamiento del horno de microondas se realiza la siguiente actividad ilustrada en la Figura 11 para comprender el concepto de onda.

Se toman de la mano los participantes y forman ondas con los brazos, imaginando que son el aire dentro del horno, explicando que ellos moviéndose es la transferencia de energía y se propaga muy rápido (al mover los brazos muy rápido) y luego lentamente, ejemplificando que cada uno formaba una onda al subir y bajar los brazos.



Figura 11. Fotografía obtenida durante el curso de los participantes tomados de la mano transmitiendo la ola que formaron.

Luego, se varió la altura en el movimiento de los brazos ya no se subían hasta la altura de la cabeza solamente a la altura de los hombros para simbolizar la amplitud de la onda como la intensidad o brillo.

Posteriormente, se realiza en un dibujo con el trazo de tres ondas para visualizar diferentes amplitudes representadas como la altura a partir del eje horizontal. Pero para tener una mejor interpretación del concepto de amplitud se realiza una actividad más:

Se superponen dos lámparas encendidas del mismo color y se pone a discusión la siguiente pregunta:

¿la combinación de ambos colores forma otro distinto? La respuesta fue “no”

¿y qué ocurre cuando solo es una lámpara encendida? Una respuesta fue “la diferencia está en el alcance de la luz en su intensidad o brillo”

A eso hace referencia la amplitud de una onda, la intensidad o brillo en la luz.

Ahora, se tiene un dibujo con tres ondas de diferentes longitudes de onda para entender la longitud de onda, pero antes se realizó otra actividad:

En la forma como están distribuidas las personas sentadas, la ponente intenta pasar entre ellos y hace la analogía que una persona gorda no puede entrar porque no cabe, por otro lado, una persona delgada pasa más rápido al lugar, haciendo referencia a que una onda de longitud de onda mayor en comparación con una “persona gorda” no tiene la capacidad de atravesar y penetrar hasta donde desee llegar mientras que una longitud de onda corta o una persona “delgada” puede pasar a través de cualquier hueco sin problema, es decir, lleva mayor energía que la primera. Así se interpreta el concepto de longitud de onda.

Así, se reflexiona sobre cómo se transfiere la energía a partir de ondas, en el caso de la onda mecánica que se formó, se identifica que el medio de propagación fueron personas, que en conjunto formaron trenes de ondas para propagarse. Además, los participantes agregaron otros medios como el agua y el aire por donde pueden viajar las ondas.

Sin embargo, se explica que hay otro tipo de ondas que pueden atravesar ciertos materiales, pero incluso si no hay otro material pueden viajar también, aunque no se pueden observar, introduciendo así el concepto de las ondas electromagnéticas y se explica que la forma en que viaja esa energía se conoce como radiación electromagnética que son de un mismo tipo: luz y calor.

En particular se habla sobre la luz, que puede viajar por el aire o en sólidos y atravesar varios objetos, incluso el cuerpo humano.

Se realizó otro experimento más para entender el concepto:

Se coloca la lámpara del celular apuntando hacia un dedo para ver qué ocurre.

Entonces se observa que ilumina por detrás del dedo, se interpreta que la energía se transmite a través del cuerpo humano.

Actividad 5. Espectro electromagnético

Se menciona la importancia de la longitud de onda en las ondas electromagnéticas debido a que es un indicador de que tan energética o no lo son.

Las de longitud de onda mayor no tienen la energía suficiente para pasar a través de ciertos materiales e interactuar con ellos.

Así, a partir de un esquema, como se representa en la Figura 12, se explica la clasificación de los diferentes tipos de ondas electromagnéticas. Hay ondas muy gordas y delgadas. Las ondas se componen de luz y calor, aunque el ojo humano no es capaz de ver todo el espectro electromagnético, únicamente la luz visible por eso no es perceptible el resto de las ondas electromagnéticas.

A continuación, se discuten los siguientes ejemplos:

- Cambiar de canal a la televisión con el control remoto: ¿Por qué se apunta el control hacia la televisión y no se ve como interactúan, solo ocurre el cambio de canal?
- El sol: ¿Por qué no se puede apreciar la luz que emite, aunque si se siente su calor?

Se explica que es debido al tamaño de las ondas electromagnéticas, aunque no se pueden ver está clara su presencia porque incluso algunas pueden causar un efecto en la piel.

Entonces se explica la composición del espectro electromagnético: las más gordas son las ondas de radio, luego hay otras conocidas como microondas, en el orden de micras, se explica que la unidad de medida del metro se divide en un millón de pedacitos y uno de esos pedacitos es el ese tamaño es cada una de las ondas, luego el infrarrojo, luz visible, ultravioleta, rayos X y por último rayos Gamma que son las más delgadas.



Figura 12. Proyección del espectro electromagnético para visualizar como se encuentra clasificado.

Se explica que el espectro visible inicia con el color rojo y termina con el color violeta, por eso el prefijo infra hace referencia a que es por debajo del rojo, por eso se llaman así el espectro infrarrojo, contrario al ultravioleta que es el espectro por encima de la luz visible.

Se dan ejemplos de aplicaciones de radiación electromagnética y cómo funcionan:

- El horno de microondas produce este tipo de ondas electromagnéticas, de ese tamaño es como viajan hasta llegar a los alimentos y hace mover las moléculas del agua para calentarlas.
- Los rayos X llegan, bombardean, atraviesa en todas las partes del cuerpo excepto en los huesos que no atraviesa y así es como se forman las radiografías.

Se piden ejemplos de aplicaciones del infrarrojo y una respuesta fue “el control remoto”.

Las ondas electromagnéticas de muy poca energía no generan cáncer. Se hace énfasis en que de las que hay que cuidarnos es de las ondas delgadas, porque además de transmitirse por ciertos materiales, rompen las moléculas a su paso formando iones y se conoce como radiación ionizante a diferencia de las ondas electromagnéticas gordas que son radiación de tipo no ionizante.

Para cerrar el tema se pregunta lo siguiente y se contesta en seguida con las respuestas que dio en particular algún participante en el taller:

- ¿Qué parte del espectro electromagnético debe dar miedo? “la exposición de Rayos X y Gamma.”
- ¿Me debo preocupar de estar cerca de una antena de telefonía celular? Todos respondieron que no
- ¿Las microondas son ionizantes o no ionizantes? A lo que todos responden que son no ionizantes y no se deben de preocupar ante su exposición
- ¿Me debo preocupar de las ondas chiquitas? Sí
- ¿Cómo se divide la radiación electromagnética? “ionizante y no ionizante”

- ¿De qué tipo de radiación hay que cuidarnos? “La ionizante”
- ¿Cómo se encuentra integrado el espectro electromagnético? “las ondas de radio, microondas, infrarrojo, luz visible, ultravioleta tipo UV-A, UV-B, UV-C, rayos X y por último rayos Gamma”

Actividad 6: Interacción de la radiación electromagnética con la materia

Se interactúa con un simulador del programa PHET que lleva por nombre Moléculas y luz, ilustrado en la Figura 13. Este se proyecta para que la audiencia aprecie una fuente de cierto tipo que emite cierto tipo de radiación representada como bolitas que arroja e interactúan con distintas moléculas para ver qué sucede, si hay choque, roce o arranca átomos de la molécula.

Se bombardea primero con infrarrojo y no hace nada a la molécula de nitrógeno expuesta. Luego se emite ultravioleta a la molécula de nitrógeno y tampoco le hace nada.

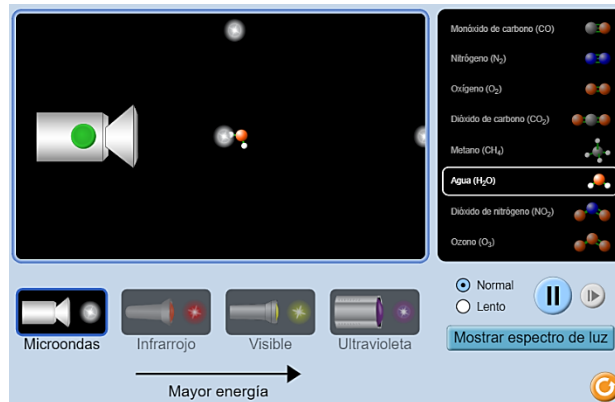


Figura 13. Simulador Moléculas y luz del programa PHET de microondas en interacción con una molécula de agua (PHET, 2023).

Posteriormente se emite microondas ante una molécula de agua y se pregunta ¿qué empieza a suceder? Una respuesta fue “comienza a excitarse” y se comenta que esa vibración genera el calentamiento de los alimentos, aclarando que ese es el funcionamiento de un horno de microondas, el cual no genera cáncer, a lo que un participante expone que “entonces es mentira esa idea que tiene su abuela”.

Actividad 7. Generalidades de la radiación UV

Se explica que la divulgación de este tema comenzó debido a la percepción de riesgo que se tiene acerca del uso de las lámparas para uñas.

Entonces se da un contexto histórico que en los años 70’s estaba muy de moda estar morenitos y la gente comenzó a broncearse, asistían a cámaras de bronceado, actrices se untaban aceite de coco y se ponían debajo del sol y empezó a aumentar el cáncer de piel y quemaduras que genera la radiación solar. Una componente de la radiación del sol es la ultravioleta. Se explica que las ondas ultravioletas no son de un solo tamaño, se dividen en tres: también hay otras más gordas, las que se encuentran después del espectro visible son más gordas (UV-A), siguen las UV-B y posteriormente las UV-C que son de longitud de onda más corta o “delgadas” las cuales sí son más dañinas, generando cáncer, pareciéndose a los rayos X.

Se explica que, aunque el sol emite UV-C, gracias a la capa de ozono funge como una barrera de protección evitando su transmisión.

Sin embargo, al recibir la energía del sol constantemente un mecanismo de defensa del cuerpo humano es la producción de melanina, pigmento responsable del color de la piel, por eso nos hacemos más morenos o bronceados debido a que es una forma en que el cuerpo absorbe esa energía, que a largo plazo puede generar cáncer incluso.

Entonces se diferencia el sol como una fuente natural de radiación UV y las lámparas para uñas como una fuente artificial específicamente de UV-A y como objeto de estudio de esta investigación se muestran los dos tipos de lámparas para uñas que existen, se muestran los sensores de medición de radiación UV-A y UV-B para que los conozcan e interactúen con ellos.

Se muestran los resultados obtenidos de la intensidad de la radiación UV-A esta investigación y se presenta la Norma Oficial Mexicana NOM-013-STPS-1993: Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes para que ellos mismos se percaten de que la lámpara de la que son usuarios o hacen uso no generan daños mayores.

Actividad 8. Medidas de protección a la exposición de radiación UV-A y UV-B

Se realiza la siguiente pregunta: ¿las personas que se ponen uñas deben preocuparse por el uso de la lámpara? A lo que todos responden que no. Sin embargo, se hace la aclaración que todo en exceso hace daño, entonces, aunque depende de la cantidad de energía para romper moléculas lo cual la radiación UV-A de la lámpara no tiene la capacidad, es importante tomar medidas de prevención.

Se comparten las siguientes medidas de seguridad funcionales para usuarias y manicuristas durante el servicio de colocación de uñas artificiales acrílicas y gel semipermanente:

- Utilizar bloqueador solar UV-A/UV-B que es el ideal debido a que protege de esos dos tipos de radiación ultravioleta en las manos.
- Posteriormente, colocar guantes con aberturas en las uñas de manera que solo quede expuesta la uña para el secado del gel semipermanente.
- Usar lentes de sol porque también hay daños a los ojos que es un tejido distinto al de la piel.
- No ver directo a la lámpara de uñas que, aunque no es visible la radiación ultravioleta al ojo humano.

Se hace énfasis en que las medidas de protección pueden implementarse en el autocuidado de la vida diaria no solo al acudir al servicio de uñas acrílicas o gel semipermanente al estudio de uñas, agregando que es importante revisar el índice UV diariamente, donde 1 es muy bajo y 11 es extremo. El día del taller se apoyó todos los participantes a que lo busquen y lo tengan claro. Además, se debe agregar el bloqueador solar UV-A/UV-B en el resto del cuerpo y cara no solo en las manos.

Al finalizar el taller se volvió a aplicar el mismo cuestionario de la prueba inicial en la prueba final para hacer una comparación entre las respuestas posteriormente.

A continuación, se expone un análisis comparativo entre los cuestionarios de diagnóstico y finales en la tabla 15, con el objetivo de evaluar el avance en el aprendizaje de los estudiantes después de la implementación del taller diseñado.

Tabla 15. Comparación de las respuestas obtenidas en la prueba diagnóstica y final.

1.	El 100% considera que debería seguirse medidas de seguridad durante el uso de la lámpara para uñas
2.	El 83.3% en la prueba diagnóstica no sabía si existen riesgos a la salud sobre el uso de la lámpara para uñas, al finalizar, el 83.3% dijo que sí existen, el 8.3% dijo que depende del tiempo de exposición. Sin embargo, el 58.3% reconoció el efecto de daño a la vista.

3.	El 41.6% en la prueba inicial consideraba que se debe el color de la luz morada que emite la lámpara para uñas son los rayos UV y al finalizar aumentó a un 75%, entonces no quedó claro que la única parte del espectro electromagnético que puede apreciar el ojo humano es el Visible, las demás longitudes de onda no.
4.	El 87.5% no sabía a qué se refiere la longitud de onda que se incluye dentro de las especificaciones de la lámpara para uña sin embargo al finalizar el taller el 100% de las respuestas cambiaron a un sí.
5.	El 66.6% ya pudo interpretar correctamente el concepto de longitud de onda que hace referencia a que es su tamaño, que tan gorda o "flaca" es, por lo que dando esa interpretación se pudo entender mejor, dado que el 87.5% tenía un concepto erróneo en la prueba diagnóstica.
6.	El 95.8% al inicio y al final del taller pensó que se encuentra expuesta a algún tipo de radiación durante el uso de la lámpara para uñas. En ciertos participantes no se percibió que se encuentran expuestos a radiación electromagnética.
7.	El 62.5% expresó preocupación a la salud debido a su exposición a la lámpara para uñas, al finalizar el taller el porcentaje disminuyó a 20.8%.
8.	El 87.5 % pensaba que la radiación es mala para su salud, al finalizar el taller disminuyó el porcentaje al 83%.
9.	Antes de iniciar el taller, solo el 12.5% no había oído sobre el concepto de radiación electromagnética.
10.	El 16.6% tenía una idea del concepto de radiación electromagnética, el 83.3% restante tenía un concepto erróneo, posterior al taller, 83.4% de las respuestas se quedan incompletas, aunque ya se entiende que es un tipo de energía que se puede propagar en un medio no material a partir de ondas. El 16.6% restante se quedó con un concepto erróneo.
11.	Aunque el 20.8% de los participantes antes del taller hacían énfasis en que en las plantas nucleares es donde se exponen a la radiación electromagnética, al finalizar el taller aumentó el porcentaje a un 54.1% que respondieron que en todos lados o lugares se encuentran expuestos, eso indica que se comprendió que tenemos mayor contacto y estamos inmersos siempre entre radiación electromagnética.
12.	De todas las respuestas que se proponían para elegir al responder las respuestas al 100% le faltó fuentes por identificar que emiten radiación electromagnética antes del taller y al finaliza el taller el 70.8% eligió todas las respuestas anteriores. Un 29.2% no identificó todas las fuentes de emisión de radiación EM.
13.	La percepción de que por la exposición al sol puede sufrir alguna enfermedad como cáncer no cambió, el 100% respondió que sí. Haría falta explicar en qué condiciones se piensa tal situación.
14.	El 12.5% cambió su respuesta al elegir que si usarán algún protector en su cuerpo cuando se expongan al sol después de tomar el taller, lo cual se identifica que sí se concientizaron acerca de los daños a largo plazo que puede generar la radiación UV-Ay UV-B que emite el sol.
15.	El 87.5% eligió respuesta todas las anteriores para emplear como protección cuando se exponen al sol después del taller.
16.	El 66.6% eligió que no metería su mano a un horno de microondas mientras este encendido antes del taller, posterior al taller se incrementó a un 78.9%, lo que se interpreta como que si entendieron el funcionamiento del horno de microondas y que desde luego al meter la mano se va a calentar. Aunque tres de los participantes indicaron en la prueba que estarían dispuestos a introducir la mano, ello se basa en la percepción de que el tipo de onda transmitida no es nociva ni causa daño.

5.2 Mediciones de radiación UV-A

Los equipos empleados para la medición de la radiación UV-A fueron un cronómetro, un sensor Vernier UV-A y UV-B y una interfaz LabQuest 2 que es el dispositivo de recopilación de datos de los sensores. Para el secado de uñas se consideró la exposición a dos tipos de fuente; el sol como fuente natural y otra artificial como lo es el caso de la lámpara UV.

5.2.1 Fuente natural: Sol

Experimento 1. Medición de la irradiancia de UV-A recibida por las cuentas para realizar pulseras expuestas al sol.

Las mediciones se realizaron en dos puntos de interés. En primer lugar, fue en una ventana de la segunda planta de uno de los edificios de las instalaciones donde llegaba la resolana. Posteriormente, el lugar de trabajo es en la planta baja, en una de las bancas del estacionamiento para motos de las instalaciones.

El nivel de radiación varía dependiendo de la hora, posición de acuerdo con el sol, posición de la colocación del sensor.

Las mediciones realizadas fueron el 08/11/2023 desde las 12:11 p. m. hasta las 02:58 p. m.

Procedimiento

Se conectaron ambos sensores a la interfaz. Para cada una de las mediciones se tomó la hora, temperatura ambiental durante las mediciones, con un tiempo de exposición de 3 minutos de las de las cuentas a la radiación UV-A emitida por el sol, el arreglo experimental se muestra en la Figura 14.



Figura 14. Arreglo experimental de la medición de la irradiancia UV-A recibida por las cuentas para realizar pulseras expuestas al sol.

A partir de un tiempo de 12 segundos, las cuentas comenzaron a cambiar de color como se ilustra en la Figura 15. Entonces se colocó el sensor de UV-A sobre estas, formando un ángulo menor a 45° desde la horizontal.

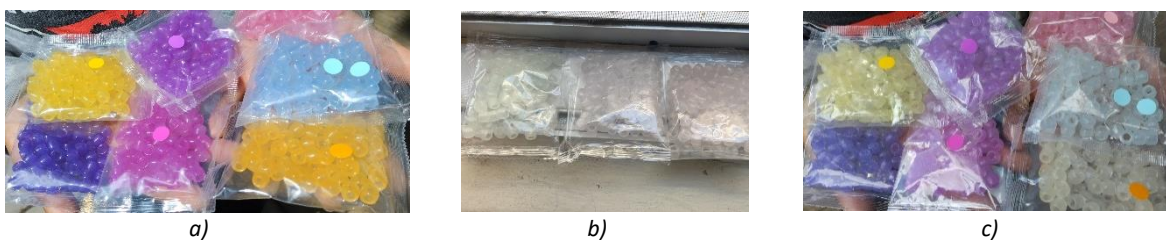


Figura 15. Comparación entre las cuentas para pulseras a) expuestas a radiación UV en un día soleado, b) a la resolana de una ventana y c) a la radiación UV en un día nublado.

Las mediciones obtenidas están presentadas en la Tabla 16. De la tabla podemos observar que, durante el periodo de observación, las cuentas hacen un cambio de color con un mínimo de intensidad. Sin embargo, la tonalidad es más marcada al estar expuesta directamente al sol, registrando una intensidad UV-A promedio de 4073 mW/m².

Tabla 16. Mediciones de radiación UV-A directamente del sol

Mediciones tomadas de la resolana que llegaba a una ventana			
Número de medición	Hora	Temperatura [°C]	Intensidad UV-A [mW/m ²]
1	12:11 pm	26	2±1
Mediciones tomadas directamente bajo el sol			
1	2:46 pm	35	4071±1
2	2:50 pm	35	4238±1
3	2:54 pm	35	4040±1
4	2:58 pm	35	3943±1

Experimento 2. Secado del esmalte para uñas con el Sol.

Empleando la técnica de gel semipermanente, en un dedo maniquí para practicar uñas artificiales se hicieron las mediciones de tiempo empleando como fuente de radiación UV al Sol, el experimento se ilustra en la Figura 16.



Figura 16. Secado del esmalte de uñas con el Sol en un dedo maniquí para practicar uñas artificiales.

Con las condiciones ambientales de una temperatura de 33°C, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 17.

Tabla 17. Resultados de los tiempos en que se secó el gel semipermanente en un maniquí expuesto al Sol.

Paso	Hora	Tiempo de exposición para el secado completo
Aplicación de la base	1:00 pm	1 min 20 s
Aplicación del esmalte de color (1 capa)	1:03 pm	1 min 35 s
Aplicación del top coat	1:06 pm	1 min 30 s

De los resultados podemos inferir, que el secado del material usando como fuente de radiación al Sol tarda 55 segundos más que la lámpara UV-LED.

5.2.2 Fuente artificial: Lámparas para uñas

Experimento 3. Identificación de los niveles de exposición a rayos UV-A durante la aplicación de uñas acrílicas esculturales.

Procedimiento

La medición de los niveles de exposición de rayos UV-B y UV-A durante la aplicación de uñas esculturales se realizó dentro de la lámpara para uñas UV LED de 16 leds Marca Navy Pier Modelo ARC SUN de 24 Watts de potencia. Fueron 3 puntos de medición, distribuidos al lado izquierdo, centro y lado derecho de la lámpara.

Antes de iniciar con la aplicación de uñas se hicieron las siguientes mediciones en la lámpara mostradas en la tabla 18, cada una con una duración de 45 segundos.

Tabla 18. Resultados de las mediciones de irradiación de la lámpara UV LED antes de la colocación de uñas acrílicas.

Número de medición	Posición en la lámpara	Máxima intensidad UV-A alcanzada [mW/m ²]
1	Lado izquierdo	304

2	Centro	392
3	Lado derecho	1252
4	Lado izquierdo	395
5	Centro	128
6	Lado derecho	769

Posteriormente se iniciaron las mediciones durante el secado del gel semipermanente aplicado sobre la uña postiza acrílica. Cuando la manicurista indicaba meter las manos a la lámpara se iniciaba el cronómetro, haciendo mediciones de 45 segundos cada una, el sensor se colocó por encima del dedo donde se realizaría la medición, sin formar ángulo sobre la horizontal, llegando hasta la matriz de la uña sin tocarla. En la Figura 17 se ilustra la mano de la modelo colocada bajo la lámpara.

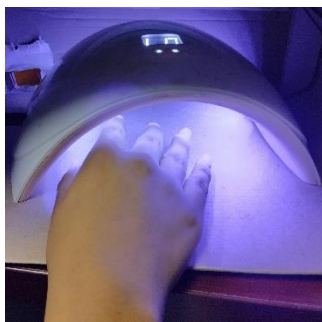


Figura 17. Una de las instancias de la mano de la modelo siendo introducida debajo de la lámpara para el secado del esmalte de las uñas artificiales.

Los datos recopilados están presentados en la tabla 19.

Tabla 19. Resultados de las mediciones de irradiación de la lámpara UV LED durante el secado del gel semipermanente sobre la uña acrílica.

Número de medición	Posición en la lámpara	Mano ingresada	Dedo sobre el que se realizó la medición	Máxima intensidad UV-A alcanzada [mW/m ²]
1	Lado derecho	Izquierda	Pulgar	1130
2	Lado Izquierdo	Derecha	Pulgar	1590
3	Centro	izquierda	Medio	134
4	Lado Izquierdo	Izquierda	Meñique	228
5	Lado derecho	Izquierda	Índice	220
6	Lado Izquierdo	Derecha	Pulgar	1203
7	Centro	derecha	Medio	148
8	Lado derecho	Izquierda	Pulgar	148
9	Centro	izquierda	Medio	11
10	Lado Izquierdo	Izquierda	Meñique	156
11	Centro	Derecha	Pulgar	1043
12	Centro	derecha	Medio	564
13	Lado Izquierdo	Derecha	Pulgar	579
14	Centro	Derecha	Medio	143

Experimento 4. Mediciones de la irradiancia UV-A máxima a la que se encontraron expuestas las cuentas para realizar pulseras hasta alcanzar la intensidad máxima en su color.

Las mediciones realizadas fueron el 10/11/2023. La lámpara para uñas empleada para las mediciones fue de tipo fluorescente UV, la cual se colocó dentro de una caja de cartón para aislar el sistema.

Procedimiento

Se conectaron el sensor UV-A y de temperatura a la interfaz. Para cada una de las mediciones se tomó temperatura ambiental durante las mediciones, con un tiempo de exposición de 15 segundos, este tiempo fue elegido debido a que es lo que tardan las cuentas en alcanzar la intensidad máxima en su color.

Antes de realizar el experimento con las cuentas se hicieron mediciones para ver la emisión de radiación de esta fuente artificial. Se colocaron ambos sensores uno al lado del otro en las posiciones en que se describe en la tabla 20, obteniendo los siguientes datos de las mediciones que tuvieron una duración de 15 segundos cada una:

Tabla 20. Medición de radiación UV dentro de la lámpara fluorescente UV antes de introducir las cuentas.

Número de la medición	Temperatura [°C]	Intensidad UV-A [mw/m2]	Posición de la medición dentro de la lámpara
1	28.9	467	Lado izquierdo
2	29.4	726	Centro
3	28.8	270	Centro
4	28.4	158	Lado derecho
5	28.1	399	Lado izquierdo
6	28.1	413	Centro
7	27.8	189	Lado derecho
8	27.9	310	Lado izquierdo
9	27.8	444	Centro
10	27.8	203	Lado derecho
11	27.9	403	Lado izquierdo
12	27.9	263	Lado derecho

Posteriormente, se introdujeron las cuentas por pares para realizar las siguientes mediciones, colocadas en distintas posiciones dentro de la lámpara durante 15 segundos, a un lado se colocó el sensor de temperatura y al frente de ellas se colocó el sensor UV-A en una posición horizontal, obteniendo los datos mostrados en la tabla 21.

Tabla 21. Intensidad UV-A máxima obtenida durante la transición de color de las cuentas.

Número de la medición	Temperatura [°C]	Intensidad UV-A máxima alcanzada [mW/m2]	Posición de la medición dentro de la lámpara
1	27.6	317	Lado izquierdo
2	27.6	376	Centro
3	27.5	257	Lado derecho
4	27.5	340	Lado izquierdo
5	29.8	519	Centro
6	29.6	382	Lado derecho
7	29.6	330	Lado izquierdo
8	28.9	509	Centro
9	29	371	Lado derecho

Como información adicional, se instaló un sensor UV-B con el fin de medir la irradiancia emitida por la lámpara. No obstante, se constató que no se produce emisión de radiación UV en esta componente específica. De las 9 mediciones efectuadas en condiciones idénticas a las del experimento, los valores de intensidad de UV-B alcanzaron un máximo de 0.2 mW/m², pero si bien

la mayoría de las mediciones mostraron valores de 0.0 mW/ m², razón por la cual se determinó no llevar a cabo el experimento con la medición correspondiente a dicha componente.

5.3 Uso de la norma NOM 013-STPS-1993

Comparación de las mediciones de radiación UV-A con la norma NOM 013-STPS-1993 relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generan radiaciones electromagnéticas no ionizantes

Las unidades de medida de los datos obtenidos de intensidad de radiación UV-A de todos los experimentos realizados fueron dados en mW/m² por el sensor de intensidad UV-A, los cuales se convierten a mW/cm². Posteriormente, se realiza una comparación con los valores máximos especificados en términos de duración e intensidad para la radiación UV-A, según lo estipulado por la Norma Oficial Mexicana: NOM-013-STPS-1993 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes.

Los valores medidos se comparan en tablas para cada experimento.

5.3.1 Fuente natural: Sol

En la tabla 22, se muestran los resultados del experimento 1 de medición de la irradiancia de UV de las cuentas para realizar pulseras expuestas al sol.

Tabla 22. Resultados del experimento 1.

Mediciones tomadas de la resolana que llegaba a una ventana			
Medición	Intensidad UV-A		Status
	[mW/m ²]	[mW/cm ²]	
1	2 ± 1	0.2 ± 1	Cumple con la norma <1 mW/cm ² <tiempo de 8 h continuas de exposición
Mediciones tomadas directamente bajo el sol			
1	4071 ± 1	0.4071 ± 1	Cumple con la norma <1 mW/cm ² <tiempo de 8 h continuas de exposición
2	4238 ± 1	0.4238 ± 1	
3	4040 ± 1	0.4040 ± 1	
4	3943 ± 1	0.3943 ± 1	

5.3.2 Fuente artificial: Lámparas para uñas

Lámpara UV LED

Los resultados del Experimento 1. Identificación de los niveles de exposición a rayos UV-A durante la aplicación de uñas acrílicas esculturales durante el secado del gel semipermanente se muestran en la tabla 23.

Tabla 23. Resultados del experimento 1 de identificación de los niveles de exposición a rayos UV-A durante la aplicación de uñas acrílicas esculturales durante el secado del gel semipermanente.

Número de medición	Intensidad UV-A		Estatus
	[mW/m ²]	[mW/cm ²]	
1	1130	Cumple con la norma <1 mW/cm ² <tiempo de 8 h continuas de exposición	Cumple con la norma <1 mW/cm ² <tiempo de 8 h continuas de exposición
2	1590	0.1590	
3	134	0.0134	
4	228	0.0228	
5	220	0.0220	
6	1203	0.1203	

7	148	0.0148
8	148	0.0148
9	11	0.0011
10	156	0.0156
11	1043	0.1043
12	564	0.0564
13	579	0.0579
14	143	0.0143

Lámpara fluorescente UV

En la tabla 24 se muestran los resultados del experimento 2. Mediciones de la irradiancia UV-A máxima a la que se encontraron expuestas las cuentas para realizar pulseras hasta alcanzar la intensidad máxima en su color.

Tabla 24. Resultados del experimento 2.

Número de medición	Intensidad UV-A		Estatus
	[mW/m ²]	[mW/cm ²]	
1	467	0.0467	
2	726	0.0726	
3	270	0.0270	
4	158	0.0158	
5	399	0.0399	
6	413	0.0413	
7	189	0.0189	
8	310	0.0310	
9	444	0.0444	
10	203	0.0203	
11	403	0.0403	
12	263	0.0263	

Cumple con la norma
<1 mW/cm²
<tiempo de 8 h continuas de exposición

Y la tabla 25 muestra los resultados del experimento 2 de mediciones de la irradiancia UV-A máxima a la que se encontraron expuestas las cuentas para realizar pulseras hasta alcanzar la intensidad máxima en su color.

De la exposición de la radiación UV de las lámparas de secado de uñas utilizados por las trabajadoras, se encuentra que los valores medidos en la intensidad de radiación UV-A emitida por estos aparatos no sobrepasan los niveles máximos establecidos por la norma NOM 013-STPS-1993, tampoco se sobrepasa el tiempo límite de 8 horas de forma continua durante el procedimiento, por lo que la exposición a este tipo de radiación en una sesión de trabajo no es un riesgo inmediato a la salud, pero de acuerdo con la literatura si potencial en el caso de la aplicación frecuente de este tipo de uñas por esta técnica.

Tabla 25. Resultados del experimento 2 de mediciones de la irradiancia UV-A máxima a la que se encontraron expuestas las cuentas para realizar pulseras hasta alcanzar la intensidad máxima en su color

Número de medición	Intensidad UV-A		Estatus
	[mW/m ²]	[mW/cm ²]	
1	317	0.0317	
2	376	0.0376	
3	257	0.0257	
4	340	0.0340	
5	519	0.0519	
6	382	0.0382	
7	330	0.0330	
8	509	0.0509	
9	371	0.0371	

Cumple con la norma
<1 mW/cm²
<tiempo de 8 h continuas de exposición

5.4 Propuesta de recomendaciones a los fabricantes de lámparas UV para el secado de uñas

En esta sección se sugiere información que los fabricantes de lámparas UV podrían incluir en los manuales de usuario, esto con la finalidad de ampliar las medidas de seguridad a seguir durante el uso de este dispositivo. Esto se debe a que, como resultado del análisis y de la evaluación de las diferentes secciones de los manuales de usuario (descrito en la sección 5.1.1), se identificó que no se proporciona información sobre el tipo de radiación emitida por la lámpara (UV-A, UV-B o UV-C), como tampoco sobre los niveles y tiempos de exposición a la lámpara máximos permitidos para garantizar un entorno de trabajo seguro tanto para usuarias y manicuristas y preservar su salud. Es recomendable agregar una sección en el manual que incluya lo siguiente:

Niveles de emisión de radiación de la lámpara:

- Tiempo máximo de exposición de las personas al dispositivo.
- Calibración de la lámpara UV para verificar que emita en el rango de UV-A e incluso UV-B, pero nunca UV-C.
- No usarla como aparato de calefacción.

Para evitar daños oculares:

- No ver directamente a la lámpara.
- Usar gafas protectoras

Para prevenir daños a la piel:

- Utilizar bloqueador solar FPS 50+ UVA/UVB en las manos antes de usar la lámpara UV para el secado de uñas.
- Posteriormente, colocar guantes con protección UV con aberturas en las uñas de manera que solo quede expuesta la uña para el secado del gel semipermanente.

Incluso los fabricantes de estos dispositivos podrían proporcionar una breve capacitación o certificación a las manicuristas con recursos visuales, para informar que la lámpara de secado de uñas es un dispositivo emisor de radiación electromagnética en el rango de UV-A, los efectos de ésta en el cuerpo humano y las medidas de seguridad. Aún en la venta libre de este producto, es necesario concientizar tanto a las usuarias como manicuristas sobre su uso responsable y medidas de seguridad.

5.5 Conocimientos nuevos adquiridos, competencias profesionales y áreas de oportunidad

De acuerdo con el Modelo Universitario Minerva de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, se muestran en la Tabla 26 los conocimientos que la autora de esta tesis ha empleado por área del conocimiento del plan de estudios de la Licenciatura en Física Aplicada, así como las competencias profesionales logradas al desarrollar este trabajo de tesis.

Tabla 26. Conocimientos aplicados y obtenidos durante la formación académica de la carrera de Física Aplicada y las competencias profesionales alcanzadas para abordar el trabajo de tesis.

Área	Asignatura	Conocimientos abordados	Competencias profesionales alcanzadas
Física	Electromagnetismo	Teoría electromagnética: Onda electromagnética, Radiación electromagnética, Radiación Ionizante y No Ionizante (Radiación UV)	-Será capaz de aplicar las leyes y conceptos fundamentales en la solución de problemas. -Describirá y explicará los fenómenos naturales, así como los procesos tecnológicos en término de conceptos, teorías, sus principios y leyes.
	Física térmica	Fenómenos de Transporte Aplicaciones de la termodinámica	-Reconocerá, explicará y encontrará la solución de problemas en forma teórica y experimental haciendo uso de los instrumentos apropiados de laboratorio, computacionales o matemáticos.
	Óptica	Teoría ondulatoria: Ondas viajeras Trasmisión de energía Fluorescencia	-Demostrar hábitos de trabajo sistemático, persistente, ordenado e innovador que toda actividad científica.
Física Experimental	Física Experimental II y IV	Introducción: Pasos del método científico Medición e incertidumbre Estadística de la observación Calibración de sensores	-Aplicar en la interpretación de los fenómenos naturales un razonamiento crítico y creativo.
	Electrónica con Laboratorio	Componentes optoelectrónicos	-Demostrar una cultura científica general y actualizada, así como una cultura técnica profesional específica. -Actuar de acuerdo con una ética profesional con la consecuente responsabilidad social, reconociendo a la ciencia como conocimiento histórico, cultural y social, que debe estar al servicio de la humanidad y del medio ambiente. -Demostrar una cultura integral, con valores éticos y capacidad de incorporarse a la sociedad tanto en el aspecto laboral como productivo.

En lo referente al STEM, se tuvo la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos y la oportunidad de poder alcanzar las competencias descritas en la tabla anterior, recordemos que este enfoque educativo integra además de Ciencia a la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas. Para abordar el problema social identificado, se tuvo que complementar la formación en Física con otras áreas del conocimiento como la Química, la Medicina, Pedagogía y las Políticas Públicas, como se muestra en la Tabla 27.

Tabla 27. Áreas del Conocimiento y temas correspondientes involucrados para el desarrollo de este trabajo de tesis.

Área del conocimiento	Tema
Pedagogía	Diseño e implementación de un taller de divulgación de la ciencia Enfoque de enseñanza STEM Enseñanza en escenarios no formales
Medicina	Preventiva y Salud Pública: Exposición del cuerpo humano a la radiación UV-A y UV-B (Beneficios y riesgos)
Química	Química orgánica: Polimerización por adición de radicales libres
Políticas Públicas	Normas Oficiales Mexicanas de regulación técnicas

Por consiguiente, aquel estudiante que culmina la Licenciatura en Física Aplicada, al poseer una formación integral que le capacita para comprender, interpretar y aplicar los principios de los fenómenos físicos adquiridos durante su formación académica, se encuentra habilitado para contribuir a la resolución de problemáticas sociales, así como también participar en actividades de

investigación, desarrollo y aplicación, demostrando actitudes y valores adecuados para el ejercicio profesional.

Campo de trabajo

Un Licenciado en Física Aplicada tendrá la capacidad de integrarse en trabajos de investigación aplicada y tecnológica en universidades, centros de investigación e industria. Asimismo, podrán participar en el estudio y desarrollo de dispositivos, procesos tecnológicos y técnicas experimentales, así como en actividades interdisciplinarias en áreas como Mecatrónica, Electrónica, Computación, Comunicaciones, Meteorología, Química, Medicina, Oceanografía, Geología, Biología, Medio Ambiente, Economía, entre otras.

Con el desarrollo este trabajo de tesis, al identificar una problemática en el ejercicio del trabajo de un sector de la población como las manicuristas, luego de medir y verificar si la emisión de radiación UV-A de las lámparas para el secado de uñas es segura o no, identificamos que esta investigación inicial abre un campo de trabajo y área de oportunidad. Por ejemplo, la supervisión de centros de trabajo donde se emplean dispositivos que deben estar sujetos a regulación que emiten radiación electromagnética no ionizante. Se vislumbra la posibilidad de establecer una consultoría especializada en la verificación de empresas e instituciones que emplean estos dispositivos y equipos, que inicialmente puede enfocarse en la considerable cantidad de salones de belleza que hacen uso de lámparas UV para el secado de uñas y ampliarse a otras áreas de trabajo en los que se considera la utilización y la exposición a fuentes de radiación UV en otros sectores laborales como los descritos en la Tabla 6 del Capítulo 2 del Marco Teórico.

Capítulo 6

Conclusiones y recomendaciones

En conclusión, se identificó en manicuristas y usuarias del servicio de colocación de uñas esculturales un desconocimiento del concepto de radiación y las diferencias entre los tipos de radiación, este desconocimiento conduce a asociaciones con daños a la salud, sin considerar la fuente que la genera y los diferentes tipos de emisiones. Por ende, este tema se debe investigar a mayor profundidad, cómo es que se construyen estas concepciones y cómo, pueden transformarse a largo plazo.

Para la determinación de las percepciones de riesgo en la salud por la exposición a la lámpara UV-LED para el secado de uñas acrílicas o aplicación de gelish, la investigación inició con una muestra poblacional de estudiantes universitarias y manicuristas de zonas cercanas a ciudad universitaria de la ciudad Puebla a la que se le aplicó una encuesta. Esta encuesta tuvo una validación por expertos que nos permitió la construcción y validación del instrumento final, que incluyó la selección y adopción de dimensiones para su estudio, el establecimiento de las categorías y atributos para la medición de la percepción de riesgo. Así pues, se realizó una segunda encuesta de manera electrónica dirigida a tanto a usuarias del servicio como a manicuristas, la cual se difundió por medio de las redes sociales y de la que encontramos que las principales concepciones son: consideran que son sometidas a algún tipo de radiación durante su uso, la radiación es lo mismo para todo, meter las manos en la lámpara para uñas es un peligro para su salud, el color de la luz morada que emite la lámpara para uñas son los rayos UV, teme a que puedan derivarse daños debido a esta exposición, consideran más importante el beneficio económico y el estímulo emocional que el riesgo, en las plantas nucleares es donde se exponen a la radiación electromagnética, no hay más fuentes, no meterían su mano a un horno de microondas mientras este encendido porque hace daño, por la exposición al sol puede sufrir alguna enfermedad como cáncer, que no usan algún protector en su cuerpo cuando se exponen al sol y que les gustaría conocer si el uso de la lámpara para uñas es seguro o no.

La identificación de las percepciones con que cuenta este sector de la población permitió la evaluación de la estrategia educativa para el diseño e implementación del taller de divulgación de la ciencia “¿Toda la radiación electromagnética causa cáncer?”. Dicho taller se implementó, bajo un enfoque STEM, a un grupo de manicuristas, usuarias y estudiantes de la CARHS, UASLP y estudiantes del CBTis 187, en Tamazunchale, San Luis Potosí donde labora una de las asesoras de este trabajo el cual consta de 8 actividades que permiten la alfabetización científica de la radiación UV y sus efectos en la salud. Las actividades tuvieron como propósito identificar el concepto de radiación, cómo esta radiación incide en la materia circundante, analizando su absorción, reflexión o refracción al encontrarse con diversos materiales, las diferentes formas de transferencia de energía, la comprensión del concepto de onda, la importancia de la longitud de onda en las ondas electromagnéticas debido a que es un indicador de que tan energéticas o no lo son, la composición

del espectro electromagnético, el contexto histórico y generalidades de la radiación UV así como las medidas de protección a la exposición de radiación UV-A y UV-B. Esta es una de las principales contribuciones de la autora de esta tesis, el conocimiento básico sobre el concepto de radiación electromagnética es importante no solo para decir si existen posibles riesgos en la salud a la exposición de UV o no, la componente experimental de esta investigación, también nos permitió medir los valores de la intensidad de radiación UV-A emitidos por la lámpara UV utilizada por algunas manicuristas durante el secado de uñas encontrando que éstos no sobrepasan los niveles máximos establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM 013-STPS-1993/1993 relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generan radiaciones electromagnéticas no ionizantes. El resultado que se encuentra es que la exposición a este tipo de radiación en cuanto a los tiempos de exposición durante el procedimiento de la colocación de uñas no sobrepasa el límite de tiempo de 8 horas continuas como tampoco los valores de intensidad permitidos. Cabe resaltar que de la encuesta también se identificó que durante la capacitación o formación profesional de las manicuristas, las escuelas o centros de capacitación les brindan poca o nula información sobre las características de la radiación no ionizante y las características de la fuente con que trabajan, la norma señala que es muy importante capacitar y adiestrar a los trabajadores materia de seguridad e higiene para el manejo y uso de las fuentes generadoras de radiaciones no ionizantes o materiales que las emitan, por lo que este tema debe ser incluido en su currículo.

Por lo anterior, se hizo pertinente en el diseño e implementación del taller incluir medidas de prevención de daños a la salud tales como el uso de bloqueador, gafas protectoras, guantes, no solo para realizar el servicio de colocación de uñas, sino para incluirlas como una rutina de autocuidado ya que si bien no hay hasta el momento un estudio contundente que muestre que la exposición a la radiación de la lámpara UV desarrolla cáncer, la literatura indica que puede ser promotor de él, pero debemos ser conscientes que existen otras afectaciones en la salud como el daño ocular y en el manejo de las diferentes sustancias para crear la uña artificial también se pueden causar afectaciones en vías respiratorias. De esta manera, la muestra de la población con la que trabajamos ha obtenido conocimientos que le son de utilidad para tomar mejores decisiones en el ejercicio de su trabajo, en la vida diaria y sobre todo en el cuidado de su salud.

Es esencial resaltar que las manicuristas conforman una comunidad vulnerable y significativa para la economía de nuestro país, sus ingresos económicos dependen considerablemente de esta actividad y las lámparas UV para el secado de uñas son una herramienta crucial en su trabajo. Debido a esto, resulta importante que tanto las manicuristas como las usuarias del servicio estén conscientes de los riesgos asociados con la exposición a la radiación UV y que sigan rigurosamente las recomendaciones sugeridas para prevenir los riesgos previamente discutidos. La capacitación adecuada en cuanto a la instrumentación y materiales empleados en su profesión, garantizará un entorno laboral seguro y saludable.

En definitiva, es necesario ampliar el grupo de observación y especialmente en diferentes contextos para conocer sus perspectivas acerca de los riesgos de la radiación electromagnética. En el ámbito de la enseñanza sería también importante incluir una revisión de las concepciones de los profesores acerca de estos temas y preparar materiales de apoyo para su implementación en el aula. En las actividades de apropiación social del conocimiento, la realización de actividades de divulgación de la ciencia con grupos de interés como manicuristas y trabajadores de instituciones de la salud, no

solo al personal médico, también administrativo, permitirá un intercambio de saberes y experiencias, la vinculación entre la ciudadanía y los profesionistas que se están formando en las universidades, la generación de proyectos y entornos de confianza para la democratización del conocimiento y el bienestar social.

Bibliografía

- Alba Roncel, J. (2018). ¿Qué es la radiación electromagnética?: usos beneficiosos y efectos perjudiciales. Sevilla: Universidad de Sevilla. Recuperado el 13 de 10 de 2023, de <https://idus.us.es/handle/11441/82924>
- Alberto, L. E. (2015). Experiencia en el aula: utilización de teléfonos móviles para la comprensión de la radiación electromagnética con estudiantes de noveno grado en la Escuela Normal Superior María Auxiliadora del municipio de Copacabana, Antioquia. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 15 de 10 de 2023, de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55049>
- Ambarwati, D., Suyatna, A., & Ertikanto, C. (2018). Interactive design for self-study and developing students' critical thinking skills in electromagnetic radiation topic. *948*(1). doi:10.1088/1742-6596/948/1/012039
- Andreina Valenzuela, D., Villarreal Uzategui, M. A., Lobo Sosa, H. E., & Terán Briceño, J. C. (2022). Diseño de una unidad didáctica para la enseñanza aprendizaje de la radiación electromagnética en educación media. *16*(4). Recuperado el 29 de 10 de 2023, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8960831>
- Behar-Cohen, F., Baillet, G., De Aguavives, T., Ortega Garcia, P., Krutmann, J., Peña-García, P., . . . S Wolffsohn, J. (2013). Ultraviolet damage to the eye revisited: eye-sun protection factor (E-SPF®), a new ultraviolet protection label for eyewear. *2014*(8), 87-104. doi:10.2147/OPHTH.S46189
- Bohórquez-Ballén, J., & Pérez Mogollón, J. F. (2007 de Enero de 2007). Radiación ultravioleta. *5*(9), 97-104. doi:<https://doi.org/10.19052/sv.1520>
- Cárdenas Carrillo, Á. M. (2014). Enseñanza de la radiación electromagnética a través de la metodología de aprendizaje activo. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 10 de 10 de 2023, de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/74997>
- Castillo Rincón, M. (2021). Fake News: Más allá del contenido; El papel del razonamiento analítico y la credibilidad de las fuentes en la evaluación de noticias verdaderas y falsas en estudiantes de pregrado en Colombia. Colombia: Universidad de los Andes. Recuperado el 28 de 10 de 2023
- Céspedes Guevara, N., & Tuay Sigua, R. (09 de 10 de 2023). La Radiación Ionizante un Escenario Didáctico en la Enseñanza de la Física en Radiología. *18*(Especial), 118-123. Recuperado el 19 de 10 de 2023
- Comunidad de Madrid. (2024). *Comunidad de Madrid*. Recuperado el 02 de 01 de 2024, de <https://www.comunidad.madrid/servicios/salud/campos-electromagneticos>
- Conger, C., & Vu, T. H. (2015). *España Patente nº ES 2 559 027 T3*. Recuperado el 08 de Septiembre de 2023, de chrome-

exhttps://patentimages.storage.googleapis.com/00/9c/45/3c0c9e3c4de775/ES2559027T3.pdf

Dental Rodríguez Muñoz. (2019). *CLÍNICA DENTAL RODRÍGUEZ MUÑOZ*. Recuperado el 29 de 08 de 2023, de <https://www.dentalrodriguezmunoz.com/>

Diario Oficial de la Federación. (1993). Norma Oficial Mexicana NOM-013-STPS-1993 relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes. Recuperado el 29 de 09 de 2023, de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4760742&fecha=16/07/1993#gsc.tab=0

Domínguez Osuna, P. M., Oliveros Ruiz, M. A., Coronado Ortega, M. A., & Valdez Salas, B. (2019). Retos de ingeniería: enfoque educativo STEM+A en la revolución industrial 4.0. *19*(80).

EMAGISTER . (2023). *Emagister*. (EMAGISTER Servicios de formación, S.L) Recuperado el 01 de 10 de 2023, de <https://www.emagister.com/>

Escuela Origen. (2023). *ESCUELA ORIGEN INTERNATIONAL EDUCATION*. (Escuela Origen) Recuperado el 28 de 08 de 2023, de <https://escuelaorigen.lat/>

Espinosa Ipinza, F., & Rivas Poblete, V. (2011). Fluorescencia visible inducida por radiación UV. Sus usos en conservación y diagnóstico de colecciones. Una revisión crítica. *16*, 27-38. Recuperado el 01 de 10 de 2023, de https://www.cncr.gob.cl/sites/www.cncr.gob.cl/files/2021-06/no_16_2011.pdf

FECYT. (2022). Encuesta de percepción social de la ciencia y la tecnología en España (EPSCT). (1.0). doi:<https://doi.org/10.58121/msx6-zd63>

Garzona Navas, L., & Garzona Navas, G. (2017). Uso de cámaras de bronceado y cáncer de piel. *26*(1), 22-29. Recuperado el 05 de 05 de 2023, de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1409-14292017000100022&script=sci_arttext#B2

Gavrilas, L., T. Kotsis, K., & Papanikolaou, M.-S. (23 de Aug de 2022). Attitudes and Behaviors of University Students Towards Electromagnetic Radiation of Cell Phones and Wireless Networks. *6*(2). doi:<https://doi.org/10.30935/aquademia/12393>

Gobierno de México. (31 de 08 de 2015). *Secretaría de Salud*. (S. d. Salud, Editor, & Gobierno de México) Recuperado el 29 de 09 de 2023, de <https://www.gob.mx/salud/articulos/la-temperatura-corporal-normal-oscila-entre-36-5-c-y-37-c>

González Ruelas, M., Higuera Espinoza, S., Hostein, N., & Carrillo González, F. (2014). Estudio de los parámetros y factores que modifican los niveles de radiación ultravioleta. *1*(1). Recuperado el 13 de 09 de 2023, de <https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/41/71>

González Sprinberg, G., & Rabin Lema, C. (2011). *Para entender las radiaciones: Energía nuclear, medicina, industria*. Montevideo, Uruguay: DIRAC.

- González-Púmariega, M., Vernhes Tamayo, M., & Sánchez-Lamar, Á. (2009). La radiación ultravioleta. Su efecto dañino y consecuencias para la salud humana. *18*(2), 69-80.
- Gutiérrez Buitrago, D., & Mendoza Castillo, V. (2023). ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS DE MARKETING DIGITAL EN LOS SPA DE UÑAS DE LA COMUNA 7 DE LA CIUDAD DE IBAGUÉ - COLOMBIA A PARTIR DEL AÑO 2020. FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS. FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA . Recuperado el 28 de 08 de 2023, de <https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/5126/Trabajo%20de%20Grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gutierrez J., K. (2022). Impacto de las noticias falsas en la percepción de la ciencia en el contexto de la pandemia por COVID-19. *21*(2), 69-70. Recuperado el 28 de 10 de 2023
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la investigación* (Quinta ed.). MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Recuperado el 19 de 10 de 2023
- ICNIRP. (2023). *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*. Recuperado el 23 de 09 de 2023, de <https://www.icnirp.org/>
- IDEAM-UPME. (2017). *Atlas de radiación solar, ultravioleta y ozono de Colombia*. Bogotá, Colombia: Imprenta Nacional de Colombia. Recuperado el 05 de 05 de 2023, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/<https://www.andi.com.co/Uploads/RADIACION.compressed.pdf>
- INEGI. (2021). *Aspectos geográficos San Luis Potosí*. Recuperado el 10 de 09 de 2023, de https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen_24.pdf
- INEGI. (2022). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE)*. México: INEGI. Recuperado el 11 de 05 de 2023, de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/enoen/enoen2022_06.pdf
- INEGI. (2023). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE)*. México: INEGI. Recuperado el 11 de 05 de 2023, de chrome-extension://efaidnhttps://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/enoen/enoen2023_03_b.pdf
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. (2007). *Protecting Workers from Ultraviolet Radiation*. ICNRP. Recuperado el 04 de 10 de 2023, de <https://www.icnirp.org/en/publications/article/uv-protection-of-workers-2007.html>
- INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION. (2010). ICNIRP Statement on protection of workers against ultraviolet radiation. *99*(1), 66-87. Recuperado el 28 de 09 de 2023, de <https://www.icnirp.org/en/frequencies/uv/index.html>
- Kada, S. (2017). Awareness and knowledge of radiation dose and associated risks among final year medical students in Norway. *8*(6), 599-605. doi:10.1007/s13244-017-0569-y

- La Forgia, M. P., Infante, L., Kvitko, E., Bassotti, A., Bravo, G., Cannavó, A., . . . Russo, J. P. (2019). Dermatitis alérgica por contacto causada por acrilatos/metacrilatos en esmaltes ungueales semipermanentes. *25*(3). Recuperado el 29 de Septiembre de 2023, de <http://dermatolarg.org.ar/index.php/dermatolarg/article/view/1947>
- Luliani, L., & Calderaro, A. (Mayo de 2021). La enseñanza de las ciencias naturales en contexto de las relaciones ciencia, tecnología y sociedad (CTS). *Clave Didáctica. Revista de Investigación y experiencias Didácticas* (1), 19-32. Recuperado el 15 de 10 de 2023, de chrome-extension://efaidnhttps://www.unsam.edu.ar/escuelas/eh/en-clave-didactica/2020_Revista-CEDE_2.pdf
- MacFarlane, D. F., & Alonso, C. A. (2009). Occurrence of nonmelanoma skin cancers on the hands after UV nail light exposure. *145*(4). doi:10.1001/archdermatol.2008.622
- Marroquin León, K. V. (2017). *Importancia de la correcta aplicación de bioseguridad en los servicios de pedicura, uñas acrílicas y alisado permanente en salones de belleza de Guatemala, año 2015*. Universidad Galileo de Guatemala, Facultad de Ciencia de la Salud . Guatemala: Galileo DSpace. Recuperado el 11 de 05 de 2023, de <http://biblioteca.galileo.edu/tesario/handle/123456789/615>
- Martín Martín, G. (2017). Marie-Sklodowska Curie, pionera de la Física Médica y fuente de inspiración para mujeres científicas. *Revista de Física Médica*, *18*(1). Recuperado el 08 de 31 de 2023, de <https://revistadefisicamedica.es/index.php/rfm/article/view/239/240>
- Melara Munguía, A. J., Arregui Gambús, M., Guinot Jimeno, F., Sáez Martínez, S., & Bellet Dalmau, L. (2008). Actualización de los diferentes tipos de lámparas de fotopolimerización. Revisión de la literatura. *16*(3), 140-152. Recuperado el 29 de 09 de 2023, de https://www.odontologiapediatrica.com/wp-content/uploads/2018/05/123_revrevision1.pdf
- Nailsforyou.Store. (2021). *Organic Nails Monterrey*. (José Fco. Diaz Jaime) Recuperado el 03 de 08 de 2023, de <https://nailsforyou.store/>
- NIVEA. (2023). *NIVEA*. (Beiersdorf) Recuperado el 16 de 09 de 2023, de <https://www.nivea.com.mx/>
- OMS. (2023). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 03 de 09 de 2023, de <https://www.who.int/es>
- Osorio, C. (2004). Los efectos de la Ingeniería en el aspecto humano. *Conferencia presentada en la XXIX Convención Panamericana de Ingeniería, UPADI, 2004*. Ciudad de México: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Otsuji, H., Toda, M., & Nobeoka, A. (2014). The developed inquiry-based spiral curriculum to promote the radiation literacy as STS and Sustainability Education. 1-5. Canada: University of British Columbia. Recuperado el 01 de 11 de 2023, de <https://researchportal.murdoch.edu.au/esploro/outputs/conferencePaper/The-developed-inquiry-based-spiral-curriculum-to/991005543941107891>

- PHET. (2023). *PHET Interactive Simulations*. (University of Colorado Boulder) Recuperado el 01 de 10 de 2023, de <https://phet.colorado.edu/es/>
- Pizarro Reynero, I. (2023). ESTÉTICA Y SALUD: MÁS ALLÁ DE LO BONITO. (F. d.-U. Desarrollo., Ed.) Recuperado el 20 de 09 de 2023, de <chrome-extension://efhttps://repositorio.udd.cl/server/api/core/bitstreams/c2f8390a-71cf-4c9c-bad8-e85443b2e266/content>
- Plazas, M. C. (2005). Una mirada a la aplicación de la física médica en el tratamiento del cáncer. *25(3)*, 289-292. Recuperado el 31 de 08 de 2023, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-41572005000300002&script=sci_arttext
- Rojas Montemayor, G. (2021). Ante la crisis mundial, la apuesta del mundo es la Educación. En C. Suárez Rodríguez, & E. Reyes Rubio, *EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE LAS COMUNIDADES*. San Luis Potosí: Fundación Red Iberoamericana de Ciencia, Naturaleza y Turismo.
- Sánchez Soler, L. A., & Espías Gómez, A. F. (2004). La fotopolimerización en 2002. *20(6)*. Recuperado el 25 de 09 de 2023, de https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0213-12852004000600003&script=sci_arttext
- SEGOB. (2023). *Secretaría de Gobierno*. Recuperado el 02 de 10 de 2023, de <https://sidof.segob.gob.mx/>
- Serway, R. A., & Beichner, R. J. (2002). *Física para ciencias e ingeniería*. México D.F.: McGRAW-HILL.
- Serway, R. A., & Jewett, Jr., J. W. (2009). *Física para ciencias e ingeniería con Física Moderna*. México, D.F.: Cengage Learning Editores.
- Shihab, N., & Lim, H. W. (2018). Potential cutaneous carcinogenic risk of exposure to UV nail lamp: A review. *34(6)*.
- Smitter, Y. (2006). Hacia una perspectiva sistémica de la educación no formal. *Laurus*, *12(22)*, 241-256. Recuperado el 06 de 10 de 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/761/76102213.pdf>
- Suárez Vega, Á. A., & Camargo Díaz, Y. H. (2014). Fuente de alimentación para una lámpara fluorescente. *Proyecto de grado*. Escuela Colombiana de Carreras Industriales, Bogotá, Colombia. Recuperado el 13 de 09 de 2023, de <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/1881/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ürek, H. (2021). Awareness of Turkish Pre-Service Teachers about the Risks of Electromagnetic Radiation in Daily Life Cases. *4(2)*, 140-150. Recuperado el 19 de 09 de 2023
- Verri, G. (2019). Broad-Band, Photo-Induced, Steady-State Luminescence Imaging in Practice. En M. Picollo, M. Stols Witlox, & L. Fuster López, *UV-Vis Luminescence imaging techniques/Técnicas de imagen de luminiscencia UV-Vis* (Vol. 1, págs. 61-102). España: Editorial Universitat Politècnica de València. Recuperado el 22 de 08 de 2023, de https://www.researchgate.net/profile/Giovanni-Verri-2/publication/340032431_Broad-

Band_Photo-Induced_Steady-State_Luminescence_Imaging_in_Practice/links/5e737bcba6fdcc37caf65f20/Broad-Band-Photo-Induced-Steady-State-Luminescence-Imaging-in-Practice.pdf

Xepl. (2023). *Xepl*. Recuperado el 03 de 08 de 2023, de <https://xepl.com.mx/>

Young, H. D., & Freedman, R. A. (2009). *Física universitaria con física moderna*. Edo. de México: PEARSON EDUCACIÓN.

Zerpa Herrero, R., & Rondón, R. (2004). MEDICINA ESTÉTICA y PSIQUIATRÍA. *International Journal of Cosmetic Medicine and Surgery*, 6(2), 20-22. Recuperado el 01 de 10 de 2023, de https://www.semcc.com/publicaciones/Journal/ME_y_psiquiatria_102004.pdf

Zhivagui, M., Hoda, A., Valenzuela, N., Yeh, Y.-Y., Dai, J., He, Y., . . . Alexandrov, L. (17 de January de 2023). DNA damage and somatic mutations in mammalian cells after irradiation with a nail polish dryer. *Nature Communications*, 14(1), 276. Recuperado el 2024 de 01 de 20, de <https://www.nature.com/articles/s41467-023-35876-8#citeas>

Anexos

Anexo I.

Percepción de riesgo para la salud de las chicas que se colocan uñas acrílicas o se aplican gelish

CONSENTIMIENTO INFORMADO; Agradezco que puedan responder el siguiente formulario. Soy pasante de la Lic. En Física Aplicada de la FCFM, BUAP. Mi objetivo es identificar la percepción de riesgo para su salud que tienen ustedes al exponer sus manos a la lámpara para uñas que se emplea durante el procedimiento de colocarse uñas acrílicas o aplicarse gelish. La participación es voluntaria, y toda la información proporcionada será confidencial y utilizada para el tema tesis de la licenciatura, solo con fines académicos y de investigación. Los resultados serán publicados en la tesis y en un artículo de investigación, conferencia, capítulo de libro o actividad de divulgación de la ciencia, siempre manteniendo en secrecía su identidad.

Las responsables de la investigación a quien quiera comunicarse para cualquier duda o seguimiento contactarse a: Sara Jaqueline Ruiz Cisneros jaquelineruizcisneros@gmail.com, teléfono: 9511127234.

1.	Nombre de la persona que llena el formulario (si desea)
2.	Teléfono de contacto (si desea)
3.	Edad
4.	Nombre de la carrera que cursa
5.	Nombre de la facultad a la que pertenece:
6.	¿Se ha colocado uñas acrílicas o aplicado gelish?
7.	¿Ha expuesto sus manos a la lámpara para uñas durante el procedimiento?
8.	¿Sabe para qué sirve la lámpara para uñas a la que expone sus manos?
9.	¿Le genera alguna molestia física meter sus manos en la lámpara para uñas?
10.	¿Cuáles son las molestias físicas que siente al exponer sus manos durante el uso de la lámpara?
11.	¿Considera que meter las manos en la lámpara para uñas es un peligro para su salud?
12.	¿Usted piensa que sus manos son sometidas a algún tipo de radiación durante el uso de la lámpara para el secado del esmalte de sus uñas?
13.	¿Considera usted que la radiación es mala para su salud?
14.	¿Le gustaría conocer el procedimiento que se está llevando a cabo durante el uso de la lámpara?
15.	¿Le gustaría conocer si el uso de la lámpara para uñas es seguro?
16.	¿Le teme a que puedan derivarse daños debido a la exposición de sus manos a la lámpara para uñas?
17.	Si su respuesta fue sí a la pregunta anterior, ¿Qué daños piensa usted que le causaría exponer sus manos frecuentemente a la lámpara para uñas?
18.	Comentarios generales

Anexo II.

Encuesta sobre la percepción al riesgo para la salud de las manicuristas por su exposición al uso de la lámpara para uñas.

CONSENTIMIENTO INFORMADO. Agradezco su tiempo para responder la siguiente encuesta. Soy pasante de la Lic. En Física Aplicada en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad A. Mi objetivo es identificar la percepción de riesgo para su salud que tiene usted al exponerse al uso de la lámpara para uñas que requiere en algún momento del procedimiento como parte del trabajo que realiza. La participación es voluntaria, y toda la información proporcionada será confidencial y utilizada para el tema tesis de la licenciatura, solo con fines académicos y de investigación. Los resultados serán publicados en la tesis y en un artículo de investigación, conferencia, capítulo de libro o actividad de divulgación de la ciencia, siempre manteniendo en secrecía su identidad

La responsable de la investigación a quien quiera comunicarse para cualquier duda o seguimiento contactarse a: Sara Jaqueline Ruiz Cisneros, jaquelineruizcisneros@gmail.com , 9511127234.

1. Nombre (si desea):
2. Edad:
3. Teléfono de contacto (si desea):
4. Nombre de su negocio:
5. ¿Cuántos años lleva ejerciendo esta profesión?
6. ¿Utiliza la lámpara para uñas como herramienta de trabajo?
7. ¿Qué marca es su lámpara para uñas?
8. ¿Cuánto tiempo colocan las clientas sus manos dentro de la lámpara?
9. ¿Cuántas veces se realiza ese paso en cada aplicación?
10. ¿Cuáles son los costos por cada uno de los servicios que realiza?
11. ¿En promedio cuántas clientas recibe al día?
12. ¿Cuál es su horario de trabajo?
13. ¿Mujeres embarazadas también pueden aplicarse gelish o uñas acrílicas?
14. ¿Usted siente que está expuesta a algún daño alguna parte de su cuerpo durante el uso de la lámpara para uñas? ¿Qué parte?
15. ¿Siente alguna molestia física al trabajar mientras se expone a la lámpara para uñas?
16. ¿Considera que el uso constante de la lámpara para uñas es un peligro para su salud?
17. ¿Usted piensa que se encuentra expuesta a algún tipo de radiación durante el uso de la lámpara para uñas?
18. ¿Piensa que la radiación es mala para su salud?
19. ¿Considera que el uso de la lámpara para uñas es seguro?
20. ¿Toma algunas medidas de seguridad como protección para su salud durante el uso de la lámpara para uñas? ¿Cuáles son?
21. ¿Considera que es más peligroso el uso del horno de microondas o la lámpara para uñas?
22. ¿Le teme más a los daños que pudiera derivarle el uso del horno de microondas o la lámpara para uñas?
23. ¿Entonces le interesa más conocer el funcionamiento de la lámpara para uñas o el horno de microondas?
24. Comentarios generales

Anexo III.

Encuesta sobre la percepción de riesgo a la salud de las manicuristas por el uso de la lámpara para uñas.

CONSENTIMIENTO INFORMADO: Agradecemos su tiempo para responder la siguiente encuesta. Esta información es importante para el trabajo de tesis de licenciatura en Física Aplicada en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad de Puebla de la estudiante Sara Jaqueline Ruiz Cisneros. El objetivo de esta encuesta es identificar la percepción de riesgo para su salud al exponerse al uso de la lámpara para el secado de uñas en la actividad que usted realiza. La participación es voluntaria, y toda la información proporcionada será confidencial y utilizada para el tema tesis de la licenciatura, solo con fines académicos y de investigación. Los resultados serán publicados en la tesis y en un artículo de investigación, conferencia, capítulo de libro o actividad de divulgación de la ciencia, siempre manteniendo en secrecía su identidad. Las responsables de la investigación a quien quiera comunicarse para cualquier duda o seguimiento contactarse a: Dra. Patricia Mendoza Méndez, e-mail: pmendoza@fcfm.buap.mx, Número Celular: 2221826170, Dra. Carmen del Pilar Suarez Rodríguez, e-mail: pilar.suarez@uaslp.mx, Número Celular: 4444477948, Sara Jaqueline Ruiz Cisneros, email jaquelineruizcisneros@gmail.com, Número Celular: 9511127234.

Datos sociodemográficos	
1. Nombre (si desea):	
2. Edad:	
3. Lugar de procedencia (Municipio y estado) Ejemplo, Tamazunchale, San Luis Potosi	
4. Teléfono de contacto	
5. Desea se le contacte posteriormente para dar seguimiento e invitarle a un curso de capacitación sin costo	
6. Nivel de estudios	
7. Soy	
Formación profesional	
8. ¿Es propietaria de su negocio?	
9. ¿Tuvo alguna capacitación previa para ejercer este trabajo?	
10. ¿Cuánto tiempo duró su capacitación?	
11. ¿De qué institución o escuela es egresada para ejercer este trabajo?	
12. ¿Recibió alguna certificación o diplomado por parte del curso para poder iniciar a trabajar?	
13. ¿Cuál fue el costo del curso que recibió?	
14. ¿En su curso le proporcionaron información sobre la emisión de radiación UV de la lámpara para secar las uñas?	
15. ¿Durante su capacitación le enseñaron cómo funciona la lámpara de secado de uñas?	
16. ¿En su curso le enseñaron medidas de seguridad que deben seguirse durante el uso de la lámpara para uñas para protección de usted y sus clientas?	
17. ¿En su curso le enseñaron si existían riesgos a la salud sobre el uso de la lámpara para uñas para protección de usted y sus clientas?	
18. Cuando compró su lámpara, ¿venía acompañada de un instructivo?	
18.1 ¿Si respondió sí a la pregunta anterior, en el instructivo se incluía una sección de riesgos a la salud por su uso?	
Servicio de manicura	
19. ¿Cuáles son los servicios que ofrece para uñas?	
20. ¿Cuáles son los costos por los servicios de uñas acrílicas y gel semipermanente que realiza?	
21. ¿En promedio cuántas clientas recibe al día?	
22. ¿Con qué frecuencia sus clientas se realizan este servicio?	
23. ¿Hay alguna restricción médica que deba considerar la persona que solicita alguno de sus servicios?	
24. En caso de responder sí a la pregunta anterior, ¿cuáles son?	
25. ¿En qué porciones debe usarse el monómero y acrílico para obtener una buena mezcla?	
26. ¿Qué pasa si se excede del monómero o acrílico?	
27. ¿Y qué pasa si no se incluye la suficiente cantidad del monómero o acrílico a la mezcla?	
28. ¿Tiene local formal o el servicio es a domicilio?	
29. ¿Cuál es su horario de trabajo?	
30. ¿Cuenta con algún extractor para quitar de su espacio de trabajo los gases que producen los químicos con los que trabaja?	
31. ¿Qué marca es su lámpara para uñas?	
32. ¿Qué aspectos consideró para realizar la compra de la lámpara para uñas?	
33. ¿Cuánto tiempo colocan las clientas cada mano dentro de la lámpara?	
34. ¿Cuántas veces se realiza ese paso en cada mano por aplicación?	
Física asociada a la lámpara para uñas	
35. ¿Qué tipo de lámpara para uñas conoce?	
36. ¿Conoce las diferencias entre ellas?	
37. ¿Qué tipo de lámpara considera que es más segura?	
38. ¿La lámpara para uñas que utiliza es UV LED o UV? (si su respuesta fue UV LED, continúe hasta la pregunta 39.)	
39. En caso de que la respuesta a la pregunta anterior sea UV, ¿considera que hay alguna consecuencia en seguir utilizando este tipo?	
40. ¿Por qué no ha optado por una lámpara UV LED?	
41. En caso de que la respuesta a la pregunta 36. sea UV-LED, ¿sabe cuántos watts de potencia tiene su lámpara para uñas?	

42. ¿Sabe qué cantidad de LEDS tiene la lámpara para uñas que utiliza?	
43. ¿A qué considera que se debe el color de la luz morada que emite la lámpara para uñas?	
44. ¿A qué considera que se refiere la cantidad de watts de potencia que maneja la lámpara para uñas UV LED?	
45. ¿Sabe a qué se refiere la longitud de onda que se incluye dentro de las especificaciones de la lámpara para uñas?	
46. ¿A qué considera que se refiere el término longitud de onda?	
47. ¿Usted piensa que se encuentra expuesta a algún tipo de radiación durante el uso de la lámpara para uñas?	
48. ¿Las clientas ha expresado con usted alguna preocupación por su salud debido a su exposición a la lámpara para uñas?	
Efectos de la radiación	
49. ¿Piensa que la radiación es mala para su salud?	
50. ¿Ha oído el concepto de radiación electromagnética?	
51. Escriba brevemente que entiende por radiación electromagnética (aun cuando no lo haya escuchado)	
52. ¿En qué lugares cree que se expone a la radiación electromagnética?	
53. Asocia a la radiación electromagnética con:	
54. ¿Siente alguna molestia física al trabajar mientras se expone a la lámpara para uñas?	
55. ¿Considera que el uso constante de la lámpara para uñas es un peligro para su salud?	
56. ¿Usted piensa que alguna parte de su cuerpo está expuesta a un tipo de daño durante el uso de la lámpara para uñas?	
57. En caso de que la respuesta a la pregunta anterior sea sí, ¿qué partes?	
58. ¿Considera que la lámpara para uñas le genera algún daño a su vista por la luz que emite?	
59. ¿Considera que la lámpara para uñas le genera daños a la piel durante su uso?	
60. ¿Durante la aplicación de servicio siente que los productos que utiliza le pueden causar algún daño en vías respiratorias?	
61. ¿Toma algunas medidas de seguridad como protección para su salud durante el uso de la lámpara para uñas?	
62. En caso de que la respuesta a la pregunta anterior sea sí, ¿cuáles son?	
63. ¿Que considera más dañino para la salud, el horno de microondas o la lámpara para uñas?	
64. ¿Le teme más a los daños que pudiera derivarle el uso del horno de microondas o la lámpara para uñas?	
65. ¿Sabes si existe algún organismo que visite el negocio para regular la exposición a la radiación UV que emite la lámpara para uñas?	
66. En caso de que la respuesta a la pregunta anterior sea sí, ¿qué organismo es?	
67. ¿Con qué frecuencia se hace la visita al negocio por las debidas autoridades?	
68. ¿Usted toma baños de sol o se expone a la luz solar frecuentemente?	
69. ¿Considera que, por exponerse al sol, puede sufrir alguna enfermedad como cáncer?	
70. ¿Usa algún protector en su cuerpo cuando se expone al sol?	
71. ¿De qué tipo de protector?	
72. Si se pudiera, ¿metería su mano a un horno de microondas mientras este encendido?	
73. ¿Porque sí o porque no a la respuesta anterior?	

Anexo IV.

Rubrica de evaluación del instrumento por validación de expertos.

Indique su grado de acuerdo con las afirmaciones siguientes: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
FORMULACIÓN ADECUADA (ajustada de manera pertinente a los destinatarios que serán objeto de la encuesta):						
<ul style="list-style-type: none"> La pregunta se presenta de manera fácilmente comprensible (con claridad, precisión y sin ambigüedades, adecuada al nivel de conocimiento y lenguaje del encuestado). 						
<ul style="list-style-type: none"> Las opciones de respuesta son adecuadas. 						
<ul style="list-style-type: none"> Justificable: cuando el instrumento (ítem) se sustenta en suposiciones básicas justificables e intuitivamente razonables, es decir, si existe una justificación clara para la inclusión de dicho ítem en el instrumento. 						
<ul style="list-style-type: none"> Debidamente definidos: es decir, si el ítem posee una definición clara y comprensible, exenta de ambigüedades. 						
<ul style="list-style-type: none"> Las alternativas de respuesta están dispuestas de manera lógica. 						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación						
Identificar las concepciones acerca de los riesgos a la salud de las ondas electromagnéticas y su nivel de conocimiento sobre ondas UV de las personas que se dedican a la creación de uñas esculturales en el Municipio de Tamazunchale, San Luis Potosí, y Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla, en México y con ello, diseñar e implementar un taller de divulgación de la ciencia basada en educación STEM						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n. 1 de la investigación						
Identificar las concepciones acerca de los riesgos a la salud, de las ondas electromagnéticas y su nivel de conocimiento sobre este tema, específicamente de las ondas UV de las personas que se dedican a la creación de uñas esculturales en el Municipio de Tamazunchale, San Luis Potosí, y Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla, en México a través de la aplicación de un cuestionario.						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n. 2 de la investigación						
Determinar la percepción de riesgo para su salud que tiene la muestra poblacional seleccionada acerca de la exposición a la lámpara UV-LED para el secado de uñas acrílicas o aplicación de gelish.						

Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta n.º ____: (DE FONDO) Llenar una por pregunta de ser necesario, copiar y pegar el cuadro.	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Observaciones y recomendaciones de mejora en la redacción de texto (solo de forma)			
Numero de Pregunta	Redacción original	Redacción propuesta	Razones

Comentarios Generales:

Anexo V.

Especificaciones de los sensores utilizados en las mediciones de radiación ultravioleta.

Sensor UV-A

UVA Sensor (Order Code UVA-BTA)

The UVA Sensor is an ultraviolet light sensor that responds primarily to UVA radiation (approx. 320 to 390 nm). The UVA sensor is recommended for experiments that use a UV lamp.



Note: Vernier products are designed for educational use. Our products are not designed nor are they recommended for any industrial, medical, or commercial process such as life support, patient diagnosis, control of a manufacturing process, or industrial testing of any kind.

Compatible Software

See www.vernier.com/manuals/uva-bta for a list of software compatible with the UVA Sensor.

Getting Started

1. Connect the sensor to the interface (LabQuest Mini, LabQuest 3, etc.).
2. Start the appropriate data-collection software (Logger Pro®, LabQuest® App, or Graphical Analysis™) if not already running, and choose New from File menu. The software will identify the sensor and load a default data-collection setup. You are now ready to collect data.

If you are collecting data using a Chromebook™, mobile device such as iPad® or Android™ tablet, or a Vernier wireless sensor or interface, please see the following link for up-to-date connection information:

www.vernier.com/start/uva-bta

Note that you cannot calibrate a light sensor using a broadband light source (such as a lamp or the sun) against another light sensor of known calibration unless the spectral response of the two sensors is exactly the same. Similarly, any intensity measurements of a broadband source using two sensors with different spectral response cannot be directly compared. For example, a reading from another manufacturer's UVA sensor would not correspond to the readings from the Vernier UVA Sensor. In all these cases a direct comparison is not appropriate, since the reading from any light sensor is a convolution of the spectral distribution of the incident light and the spectral response of the sensor.

Specifications

UV peak sensitivity	one volt per 3940 mW/m ² at 340 nm
Wavelength sensitivity region, approximate	320 to 390 nm (320 to 375 nm, half-sensitivity points) See graphs for more detail.
12-bit resolution	5 mW/m ²
Dimensions	21 cm by 2 cm diameter
Time response	approximately 2 seconds to reach 95% of final reading
Stored calibration	slope (gain): 3940 mW/(m ² V) intercept (offset): 0
Irradiance	V _{out} * 3940 mW/(m ² V)

Care and Maintenance

Do not wrap the cable tightly around the sensor for storage. Repeatedly doing so can irreparably damage the wires and is not covered under warranty.

Sensor UV-B

Specifications UVB

UV peak sensitivity	one Volt per 204 mW/m ² at 315 nm
Wavelength sensitivity region, approximate	290 to 320 nm, half sensitivity points. See graphs for more detail.
12-bit resolution (SensorDAQ)	0.13 mW/m ²
12-bit resolution (LabPro, LabQuest, LabQuest Mini, GotLink, EasyLink)	0.26 mW/m ²
10-bit resolution (CBL 2)	1 mW/m ²
Dimensions	21 cm by 2 cm diameter
Time response	approximately 2 seconds to reach 95% of final reading
Stored Calibration	slope (gain) 204 mW/(m ² V) intercept (offset) 0
Irradiance	V _{out} * 204 mW/(m ² V)

This sensor is equipped with circuitry that supports auto-ID. When used with LabQuest, LabQuest Mini, LabPro, GotLink, SensorDAQ, EasyLink, or CBL 2, the data-collection software identifies the sensor and uses pre-defined parameters to configure an experiment appropriate to the recognized sensor.

How the UVA or UVB Sensor Works

The Vernier UVA or UVB Sensor is built around a broadband UV sensitive silicon photodiode. The diode produces a current proportional to the UV intensity. A wavelength selective filter limits light striking the diode to only the UVA or UVB region. The signal from the diode is amplified and sent to the output.

Do I Need to Calibrate the UVA or UVB Sensors? No

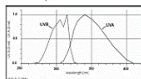
You do not have to perform a new calibration when using the UVA or UVB Sensors. You can use the appropriate calibration file that is stored in your data-collection program from Vernier.

1. If you are using Logger Pro software (version 2.2.1 or newer) on a computer with a LabPro, LabQuest, or LabQuest Mini interface, then a calibration file (mW/m²) is automatically loaded when the UVA or UVB Sensors are detected. Older versions of Logger Pro require that you open an experimental file for the sensor.
2. The LabQuest App, DataMate, EasyData, or DataPro program will automatically load calibrations for this sensor.
3. The Data Pro Palm Powered application will automatically load calibrations for this sensor.
4. Any version of DataPro has stored calibrations for this sensor.

It is quite difficult to calibrate a UV sensor to read in absolute units, since you must have a source of known UV intensity and spectral distribution. Most often you will simply want to calibrate the sensor in terms of a relative intensity. In that case, you will point the sensor at a UV source (most often the sun) and define that intensity as 100%. To perform this kind of calibration, complete the following steps for a two-point calibration. One of the points is your zero, with no light striking the sensor.

Cover the tip of the UVA or UVB Sensor with a clean opaque object. Select the calibration option if the program you are using. Enter 0 (zero) as the first known intensity. Now allow full UV intensity to strike the sensor. Since the orientation of the sensor affects the reading, it is best to hold the sensor in place with a ring stand or other clamp. To point the sensor directly at the sun, make the shadow of the sensor tube as small as possible. Enter 100 as the next known intensity. Subsequent measurements will be relative to this second intensity.

Note that you cannot calibrate a light sensor using a broadband light source (such as a lamp or the sun) against another light sensor of known calibration, unless the spectral response of the two sensors is exactly the same. Similarly, any intensity measurements of a broadband source using two sensors with different spectral response cannot be directly compared. For example, a reading from another manufacturer's combination UVA and B sensor would not correspond to the readings from either the Vernier UVA or UVB Sensors. In all these cases a direct comparison is not appropriate, since the reading from any light sensor is a convolution of the spectral distribution of the incident light and the spectral response of the sensor.



Sensor de temperatura

Stainless Steel Temperature Probe (Order Code TMP-BTA)



The Stainless Steel Temperature Probe can be used as a thermometer for experiments in chemistry, physics, biology, Earth science, environmental science, and more.

Note: Vernier products are designed for educational use. Our products are not designed nor recommended for any industrial, medical, or commercial process such as life support, patient diagnosis, control of a manufacturing process, or industrial testing of any kind.

Compatible Interfaces and Software

See www.vernier.com/manuals/tmp-bta for a list of interfaces and software compatible with the Stainless Steel Temperature Probe.

Getting Started

1. Connect the sensor to the interface (LabQuest Mini, LabQuest 2, etc.).
2. Start the appropriate data-collection software (Logger Pro, Logger Lite, LabQuest App) if not already running, and choose New from File menu.

The software will identify the sensor and load a default data-collection setup. You are now ready to collect data.

If you are collecting data using a Chromebook™, mobile device such as iPad® or Android™ tablet, or a Vernier wireless sensor or interface, please see the following link for up-to-date connection information:

www.vernier.com/start/tmp-bta

Specifications

Temperature range	-40 to 135°C (-40 to 275°F)
Maximum temperature that the sensor can tolerate without damage	150°C
13-bit resolution	0.09°C (-40 to 0°C) 0.02°C (0 to 40°C) 0.05°C (40 to 100°C)
12-bit resolution	0.13°C (100 to 135°C) 0.17°C (-40 to 0°C) 0.03°C (0 to 40°C) 0.1°C (40 to 100°C) 0.25°C (100 to 135°C)
10-bit resolution	0.68°C (-40 to 0°C) 0.12°C (0 to 40°C) 0.4°C (40 to 100°C) 1.0°C (100 to 135°C)
Temperature sensor	20 kΩ NTC Thermistor
Accuracy	±0.2°C at 0°C, ±0.5°C at 100°C
Response time	10 seconds (in water, with stirring) 400 seconds (in still air) 90 seconds (in moving air)
Probe dimensions	Probe length (handle plus body): 15.5 cm Stainless steel body length: 10.5 cm, diameter: 4.0 mm Probe handle: length 5.0 cm, diameter 1.25 cm

Anexo VI.

Cuestionario aplicado de la prueba diagnóstica y final

1. ¿Deberían seguirse medidas de seguridad durante el uso de la lámpara para uñas?	
2. ¿Considera que existen riesgos a la salud sobre el uso de la lámpara para uñas?	
3. ¿A qué considera que se debe el color de la luz morada que emite la lámpara para uñas?	
4. ¿Sabe a qué se refiere la longitud de onda que se incluye dentro de las especificaciones de la lámpara para uñas?	
5. ¿A qué considera que se refiere el término longitud de onda?	
6. ¿Usted piensa que se encuentra expuesta a algún tipo de radiación durante el uso de la lámpara para uñas?	
7. ¿Usted expresa alguna preocupación a la salud debido a su exposición a la lámpara para uñas?	
8. ¿Piensa que la radiación es mala para su salud?	
9. ¿Ha oído el concepto de radiación electromagnética?	
10. Escriba brevemente que entiende por radiación electromagnética (aun cuando no lo haya escuchado)	
11. ¿En qué lugares cree que se expone a la radiación electromagnética?	
12. Asocia a la radiación electromagnética con:	
13. ¿Considera que, por exponerse al sol, puede sufrir alguna enfermedad como cáncer?	
14. ¿Usa algún protector en su cuerpo cuando se expone al sol?	
15. ¿De qué tipo de protector?	
16. Si se pudiera, ¿metería su mano a un horno de microondas mientras este encendido?	