

Transiluminador de venas con modulación

Luis Emilio Castillo-Álvarez¹, Roberto Álvarez-Torres¹, Alejandro De la Peña-Mexia¹

¹Universidad La Salle México, Facultad de Ingeniería. Ciudad de México, México.

luis.castillo@lasallistas.org.mx, roberto.alvarez@lasallistas.org.mx,
alejandro-de@lasallistas.org.mx

Resumen. El proyecto se centra en el diseño y desarrollo de un prototipo de transiluminador de venas con modulación de longitud de onda e intensidad de luz, que mejora la visibilidad de las venas difíciles de detectar, reduciendo los intentos de punción y minimizando las complicaciones para el paciente. Este dispositivo, especialmente útil en casos de pacientes con venas pequeñas, profundas o de poco contraste, tiene la particularidad de que permite realizar los ajustes necesarios para la obtención de venas visibles de acuerdo a las características particulares de cada paciente. A través del uso de técnicas y principios de instrumentación como el diseño de diagramas de bloques, circuitos electrónicos, diagramas de flujo, y modelado 3D, el proyecto busca mejorar la atención médica, alineándose con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 3 el cual busca garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.

Palabras Clave: Transiluminador de Venas. Personalización del Paciente. Mejoramiento de atención médica

1 Descripción de la problemática prioritaria abordada

La problemática prioritaria que este proyecto aborda es la dificultad que a menudo enfrentan los profesionales de la salud al intentar localizar y visualizar las venas en ciertos grupos de pacientes para la realización de procedimientos médicos. Según datos previos se observó que la frecuencia de complicaciones relacionadas con la venopunción era del 0,027% (1 de cada 3.700 procedimientos) (Moore & Stringer, 2012). Estos grupos de pacientes incluyen neonatos, pacientes pediátricos, geriátricos y oncológicos, quienes pueden presentar venas pequeñas, profundamente ubicadas, oscuras o con poco contraste respecto a la piel circundante.

Esta dificultad no solo prolonga la duración de los procedimientos médicos, sino que también puede causar una serie de complicaciones. Los múltiples intentos de punción venosa pueden llevar a hematomas, infecciones (si no se sigue adecuadamente el protocolo de prevención de infecciones) o daño en las venas, aumentando el riesgo para el paciente y generando estrés tanto para el paciente como para el profesional de la salud.

Además, el problema se agrava si consideramos el impacto psicológico de los procedimientos de punción repetidos en pacientes, especialmente en niños y pacientes ancianos, lo que puede generar un temor persistente a futuras intervenciones médicas. 'El tiempo medio hasta la canulación satisfactoria fue significativamente menor en los grupos de infrarrojos y

transiluminador en comparación con el grupo de control' (Çağlar et al., 2019). Resalta porque es importante tener un tiempo corto de canulación en pacientes.

Por lo tanto, es esencial encontrar una solución que facilite la visualización de las venas en estos pacientes, mejorando la eficiencia de los procedimientos de punción venosa y disminuyendo el riesgo de complicaciones, al tiempo que aumenta la comodidad y seguridad de los pacientes.

2 Objetivo

Diseñar y desarrollar un prototipo funcional de un transiluminador de venas con capacidad para modular la longitud de onda e intensidad de luz. Para cumplir este objetivo, se llevaron a cabo las siguientes actividades: se implementó una interfaz de usuario para controlar la intensidad de la iluminación LED, se desarrolló un sistema de modulación para la selección del color de la luz emitida por la tira de LEDs RGB, y se diseñó la carcasa del prototipo del transiluminador de venas a través de la manufactura aditiva. Todo esto con el fin de mejorar la visualización y localización de las venas periféricas en diversos pacientes, considerando variables como el nivel de melanina, edad, tipo de piel y patologías específicas.

3 Propuesta teórico-metodológica y de solución

Este proyecto sobre el desarrollo de un prototipo de transiluminador de venas, está basado en el principio físico de la interacción de la luz con la hemoglobina en los vasos sanguíneos. El dispositivo que se propone permite la operación con diferentes longitudes de onda e intensidades de luz, ajustables para adaptarse a las características individuales de cada paciente.

La metodología para llevar a cabo este proyecto se estructura en varias etapas. Inicialmente, se realiza una revisión bibliográfica profunda para obtener un sólido sustento teórico en el campo de la transiluminación vascular y sus aplicaciones en el ámbito médico. Posteriormente, se avanza en el diseño de una interfaz de usuario que permita el control de la intensidad de la iluminación LED.

Paralelamente, se desarrolla un sistema de modulación para seleccionar el color de la luz emitida por una tira de LEDs RGB, acorde con las necesidades de cada paciente. Esta fase implica la aplicación de conocimientos en óptica y electrónica.

Por último, se diseña la carcasa del prototipo del transiluminador de venas a través de técnicas de manufactura aditiva, lo que facilita la adaptabilidad y personalización del dispositivo.

Este proyecto propone la creación de un transiluminador de venas más versátil y eficaz que los dispositivos actuales en el mercado. La principal innovación radica en la capacidad del dispositivo para ajustar la longitud de onda e intensidad de la luz en función de las características del paciente, como el nivel de melanina, la edad, el tipo de piel y la patología específica.

Además, el transiluminador de venas propuesto reduciría las complicaciones relacionadas con los intentos de punción, como hematomas e infecciones, mejorando la seguridad y el confort del paciente.

El uso del dispositivo estaría justificado en entornos clínicos donde la visualización de las venas es un reto, como en neonatología, pediatría, geriatría y oncología. Sin embargo, el proyecto se encuentra actualmente en la etapa de formulación del concepto (TLR2), donde se está definiendo de manera sólida y fundamentada la base conceptual del transiluminador de venas (Miguel Ibañez de Aldecoa Quintana, n.d.). A medida que avance, se irán implementando análisis exhaustivos para

determinar su accesibilidad y costo en el mercado. Se considerarán diferentes sectores socioeconómicos, así como posibles modelos de distribución, con el objetivo de asegurar que sea accesible y beneficie a una amplia gama de profesionales médicos y de enfermería, así como a pacientes con diversas necesidades de salud para convertir este concepto en una realidad efectiva y segura para su uso en entornos clínicos.

4 Discusión de resultados e impactos obtenidos

El proyecto "Transiluminador de Venas con Modulación" plantea una respuesta innovadora al reto de la localización eficiente de venas en pacientes de diversos tonos de piel y características vasculares. Esta solución se fundamenta en dos parámetros principales: el tono de piel, clasificado según la escala de Von Luschan como se muestra en la Figura 1, y la longitud de onda de la luz visible como se muestra en la Figura 2. La elección de estos parámetros permite adaptar la solución a una amplia gama de pacientes.

Basados en la comprensión teórica que proporcionan estas dos figuras, se realizaron observaciones empíricas ilustradas en las Figuras 3, 4 y 5. Estas representan la piel de pacientes con diferentes tonos, según la escala de Von Luschan, expuestas a diversas longitudes de onda. Es importante destacar cómo la visibilidad de las venas varía según el tono de piel y la longitud de onda utilizada, lo que es crítico para la calibración y el funcionamiento óptimo del dispositivo transiluminador.

5 Conclusiones y perspectivas futuras

Este proyecto ha logrado con éxito el diseño y desarrollo del prototipo de transiluminador de venas que tenga la capacidad para modular la longitud de onda y la intensidad de la luz, mejorando la visualización y localización de venas periféricas en pacientes con características desafiantes. A pesar de haber alcanzado los objetivos planteados y de demostrar el potencial para mejorar la seguridad y comodidad del paciente, un aspecto crucial para futuras investigaciones es la reducción del tamaño del dispositivo. Dado que la venopunción es un procedimiento que requiere de dos manos, contar con un dispositivo más compacto facilita su manejo y permitiría un uso más eficiente en situaciones clínicas. Además, se recomienda la realización de ensayos clínicos y el desarrollo de una base de datos que correlacione el tono de piel de los pacientes con la longitud de onda más efectiva para la visualización de las venas. Esta propuesta de innovación abre nuevas perspectivas y oportunidades para futuras investigaciones y desarrollos en el campo de la venopunción.

6 Referencias

1. Transiluminador Veinlite LED + | TRANSILUMINADOR DE VENAS. (s. f.). Dh Material Médico. <https://www.dhmaterialmedico.com/transiluminador-veinlite-ledplus>
2. Visualizador de venas y sus principales ventajas | DoctorGO. (2022b, septiembre 23). Blog DoctorGO. <https://doctorgo.es/blog/descubre-el-visualizador-de-venas-y-sus-ventajas/>
3. El Hospital. (2017, 14 febrero). Dispositivo ayuda a localizar venas subcutáneas con transiluminación. *El Hospital*. <https://www.elhospital.com/es/noticias/dispositivo-ayuda-localizar-venas-subcutaneas-con-transiluminacion>

4. Vázquez Jaccaud, C. V. J. (2005, agosto). Análisis de la oximetría de pulso para su aplicación en la detección de actividad cerebral. Centro de Organizaciones en Óptica. Recuperado 25 de mayo de 2023, de <https://cio.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1002/605/1/10962.pdf>
5. Texto atlas de histología: biología celular y tisular. (2014).
6. Hemoglobina: MedlinePlus enciclopedia médica ilustración. (s. f.). https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/19510.htm
7. Moore, A. E., & Stringer, M. D. (2012). Venepuncture-associated peripheral nerve injuries. *Clinical Anatomy*, 25(8), 1099–1099. doi:10.1002/ca.22148
8. Çağlar S, Büyükyılmaz F, Bakoğlu İ, İnal S, Salihoğlu Ö. Efficacy of Vein Visualization Devices for Peripheral Intravenous Catheter Placement in Preterm Infants: A Randomized Clinical Trial. *J Perinat Neonatal Nurs*. 2019 Jan/Mar;33(1):61-67. doi: 10.1097/JPN.0000000000000385. PMID: 30676463.
9. Miguel Ibañez de Aldecoa Quintana, J. (n.d.). NIVELES DE MADUREZ DE LA TECNOLOGÍA. TECHNOLOGY READINESS LEVELS. TRLS.

	1	10			19	28	
	2	11			20	29	
	3	12			21	30	
	4	13			22	31	
	5	14			23	32	
	6	15			24	33	
	7	16			25	34	
	8	17			26	35	
	9	18			27	36	

Figura 1. Escala de Von Luschan para la clasificación de los tonos de piel humanos.

LONGITUD DE ONDA	MATIZ
400- 450 nm	violeta
450- 500 nm	azul
500- 570 nm	verde
570- 590 nm	amarillo
590- 620 nm	anaranjado
620- 700 nm	rojo

Figura 2. Tabla de longitudes de onda correspondientes a los colores de la luz visible y la longitud de onda asociada.

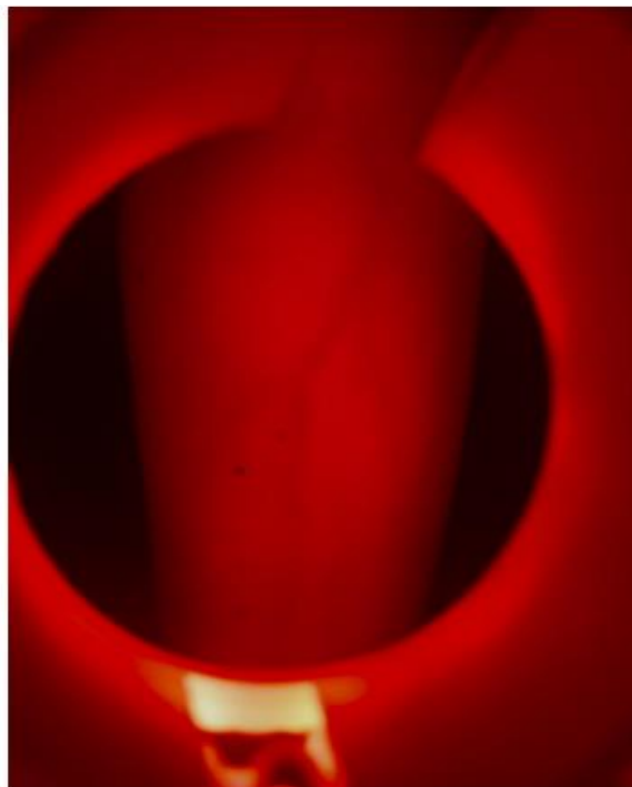


Figura 3. Piel de paciente con tono 14 según la escala de Von Luschan expuesta a una longitud de onda 650nm

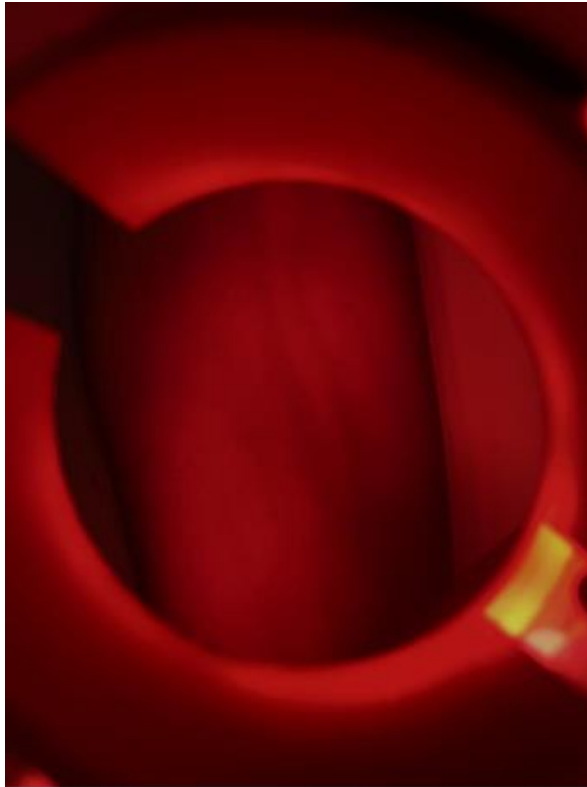


Figura 4. Piel de paciente con tono 19 según la escala de Von Luschan expuesta a una longitud de onda 600nm.

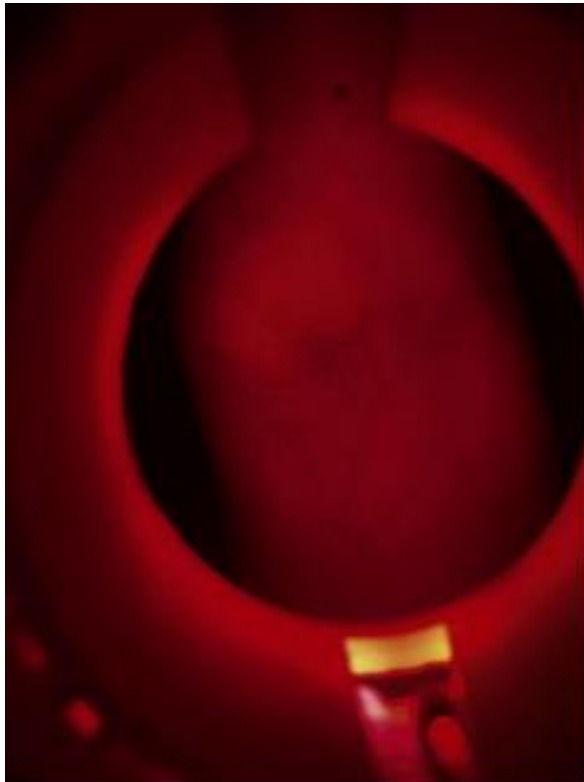


Figura 5. Piel de paciente con tono 25 según la escala de Von Luschan expuesta a una longitud de onda 600nm. Se observa la visibilidad de las venas.