

TÍTULO DEL PROYECTO

Desarrollo de un dispositivo electrónico óptico espectrofotométrico para la medición no invasiva de la cantidad de hemoglobina en sangre arterial en niños de 6 meses a 36 meses para las diferentes regiones del Perú, puntualizando en la región de Tambo- La Libertad.

SIGLAS

DEOCHAR

TIPO DE PROYECTO

Aplicada

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Robótica y Automatización

DURACIÓN ESTIMADA

Fecha de inicio: 01/08/2019 Fecha de término: 30/06/2020

PARTICIPANTES

- BAUTISTA MENDOZA DENNIS (INVESTIGADOR EGRESADO) — 000124970
- PRADO GARDINI SIXTO RICARDO (COORDINADOR(INV. PRINCIPAL)) — 000058391
- ALCORTA SANTISTEBAN NATALI FIORELA (TESISTA PREGRADO) — 000138908

INSTITUCIÓN O LUGAR A EJECUCARSE

- UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO - UPAO (Automatización y Robótica)

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cómo diagnosticar la anemia de manera no invasiva en niños de 6 meses a 36 meses de edad de diversas zonas geográficas del Perú?

II. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1. La anemia en el mundo:

Como se ha podido ver a lo largo de la historia, la anemia es un mal que ataca a personas de todo el mundo, en especial a los continentes de África, Asia, Sur Oriental y Mediterráneo Oriental. Sin embargo, no deja de lado al continente americano; el Perú junto con otros países sudamericanos se ven perjudicados por esta enfermedad que en su mayoría afecta a los niños en etapa preescolar y a las mujeres en etapa fértil.

En Vigo et al. (2018), en su artículo se indica que a nivel internacional la anemia es uno de los problemas de salud más importantes. Las cifras más recientes de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016), sugieren que la anemia afecta a alrededor de 800 millones de niñas, niños menores de cinco años y mujeres. Las cifras indican que la prevalencia de anemia a nivel mundial se ha mantenido entre valores de 41.9% y el 41.7% reportado para los años 2011 y 2016, respectivamente.

Este tema acusaba una gran importancia, pues la deficiencia de micronutrientes tiene graves consecuencias económicas, con un costo de

US\$241,4 a 2,1 billones o 2,3% del producto bruto mundial por año. En tal sentido, la inversión en prevención y tratamiento resulta en una mejora del estado de salud, reducción de la mortalidad infantil y materna, y mejores resultados con una relación costo/beneficio de casi 1 a 13 (WHO 2016b). Asimismo, la citada publicación menciona que aproximadamente la mitad de la anemia que padece la población se debe a la deficiencia de hierro, aunque también puede atribuirse a deficiencias de vitaminas y minerales, inflamación crónica, infecciones parasitarias y trastornos hereditarios. Tanto la anemia como la deficiencia de hierro tiene consecuencias graves para la salud y para la economía del país (menores logros educativos y, en el futuro, menor productividad y menores ingresos). Según información del repositorio de datos del observatorio de la Organización Mundial de la Salud (WHO 2016a), en lo que respecta al indicador de anemia en menores de 5 años en el mundo, se desprende que el problema se presenta no solo en el Perú. La padecen también, por ejemplo, aunque con menores valores (10%), Australia y Alemania, que muestran un ligero incremento desde el 2014 (Fig. 1).

En esta región del mundo, en países como Bolivia, el Perú y Colombia la incidencia de anemia se ha venido reduciendo progresivamente (sin embargo el porcentaje de anemia en el Perú subió 0.1% entre los años 2015 y 2016) de modo que las brechas que los separaban de otros países como Chile y Argentina (que han presentado un ligero incremento desde el 2014) se han ido reduciendo. No obstante, es preciso señalar que, en el nivel internacional, la información concerniente a la anemia de niñas y niños abarca a los menores de 5 años, condición que permite la comparabilidad de los valores entre países y realizar análisis referentes a la evolución del indicador para ese grupo etario. Además, es de notar que las estimaciones excluyen a los niños menores de 6 meses debido a que el punto de corte para anemia aún no está definido en este grupo de edad. Sin embargo, las estimaciones se aplican al total de la población de niñas y niños menores de 5 años, razón por la cual en los documentos se presentan como anemia en niños (WHO 2008).

2.2. La anemia en el Perú:

En el Perú el alto índice de anemia en sus pobladores ha llevado al Gobierno a realizar campañas de salud y alimentación; para combatir, de esta forma, la mala alimentación y, por ende, la falta de hierro en la sangre de las personas afectadas por la anemia.

En Alayo (2018), se sugiere que el combate contra la anemia infantil sigue siendo una de las principales tareas pendientes del Poder Ejecutivo: el 43,6% de niños menores de 6 a 35 meses padece esta afección en todo el país, de acuerdo con la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) efectuada el año pasado. Es decir, la cifra no se ha reducido respecto al 2016 (43,6%) y al 2015 (43,5%).

En el Perú, la anemia constituye un problema de salud pública grave, dada la elevada prevalencia de 43.6% entre los niños de 06 a 35 meses, al 2016, y casi 6 de cada 10 niños, entre los 6 y 12 meses, se encuentran con anemia (59.3%). Se estima que hay 620 mil niños anémicos a nivel nacional y su incidencia, durante sus primeros años de vida y en la etapa posterior, está relacionada con la desnutrición infantil.

En Zavaleta (2017), en su estudio se revela que existen varias limitantes para el reto de la reducción y control de la anemia; una de ellas es la insuficiente cobertura de los servicios de salud para atender a la población objetivo, situación que se observa tanto en las áreas urbanas como rurales, por lo que hay que llegar a la población a través de otros servicios de salud, como los privados o de la seguridad social, que complementan la atención que ofrece el Ministerio de Salud; de tal manera que permita mejorar la efectividad de la suplementación y los servicios de consejería nutricional y de atención de los niños. En ese sentido el MINSA debe mantener el rol rector de la salud a nivel nacional, regional y local.

Otra limitante, a nivel de la población, es la baja priorización del problema de la anemia al ser una condición generalmente asintomática; donde los padres de familia y autoridades no logran sensibilizarse sobre el impacto que tiene en el desarrollo de los niños, por ello es preciso trabajar el tema

con las organizaciones sociales para movilizar a la sociedad en la realización de acciones efectivas y sostenibles para prevenir y tratar la anemia. También es necesario que estas acciones tengan un adecuado abordaje intercultural, de género y por regiones geográficas.

En Vigo et al. (2018), se establece que según el INEI (2017a), la prevalencia de la anemia es más alta en el área rural, donde afecta a más de la mitad de niñas y niños menores de 36 meses (53,3%), mientras que en la zona urbana es de 40% en promedio. (Fig. 2).

Tal como se observa en la Fig. 2, entre el 2011 y el 2014 la anemia mostró una tendencia hacia el incremento, aunque en el 2015 descendió a 43,5% y en el 2016 a 43,6%. Entre el 2011 y el 2017 se registraron incrementos tanto en el ámbito urbano (+2,5 puntos porcentuales) como en el rural (+3,7 puntos porcentuales). En cuanto a la prevalencia de anemia por región, tal como se aprecia en la Fig. 3, Puno sigue ocupando el primer lugar, con 75,9% de niñas y niños con anemia, seguida de Loreto (61,5%), Ucayali (59,1%), Pasco (58,0%), Madre de Dios (57,3%), Cusco (55,3%) y Huancavelica y Apurímac (por encima del 54%).

(Todas las figuras citadas en este apartado se encuentran en el documento completo, el cual se puede hallar en anexos de este proyecto)

III. FUNDAMENTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES NO LECTIVAS

Realizar la ejecución del proyecto tanto en forma como de fondo, se coordinara las reuniones técnicas, la ejecución de cada fase, la generación del conocimiento necesario para alcanzar la meta deseada.

III. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO (IMPORTANCIA, BENEFICIARIOS, RESULTADOS ESPERADOS)

La importancia de tener un dispositivo no invasivo y de fácil uso consiste en el tiempo de recolección y análisis de datos, lo cual este dispositivo hará de manera automática, ayudando a los médicos especialistas a dar un diagnóstico de manera ágil, más precisa y sin ningún tipo de complicación.

Al poder obtener diagnósticos de manera más rápida, permitirá al MINSA, tener un mayor seguimiento con respecto a desnutrición infantil en las diversas regiones del país, información con la cual, el MINSA podrá desarrollar campañas más efectivas y extensivas, de acuerdo a cada área geográfica y permitiendo un control más preciso de estas campañas.

El Ministerio de Salud (2017) en un estudio reciente, ha descubierto que la anemia infantil afecta al 43.6% de los niños y niñas de 6 a 36 meses de edad, siendo más prevalente entre los niños de 6 a 18 meses, rango en el que 6 de cada 10 niños presenta anemia.

La presencia de anemia produce mucha preocupación en todos los ámbitos y niveles de salud, ya que sus consecuencias repercuten negativamente en el desarrollo de niñas y niños a nivel cognitivo, motor, emocional y social. La anemia, entre los niños peruanos, ocurre en la etapa de mayor velocidad de crecimiento y diferenciación de células cerebrales, como son los primeros 24 meses de vida y de gestación. Estas etapas son de elevadas necesidades nutricionales para el crecimiento del feto y del niño pequeño. Esta situación ocasiona que la anemia en el

Perú constituya un problema de salud pública severo.

Las personas beneficiadas serán no sólo los doctores, al poder acceder a un análisis más rápido y eficiente, sino, también, las personas de las zonas más alejadas del Perú y las de bajos recursos; al contar con el acceso a este dispositivo y al tener el privilegio de realizar la medición de la hemoglobina en la sangre ellos mismos, ya que el dispositivo contará con una interfaz “hombre-máquina” amigable.

Además al ser no invasivo, el dispositivo no tendrá contacto directo con la sangre como se suele hacer en los métodos tradicionales, los cuales consisten en extraer una pequeña muestra de la sangre del paciente, lo que requiere realizar un corte o un pinchazo para poder acceder a ella. Para, posteriormente, introducir la muestra en un analizador de hemoglobina o más conocido como hemoglobímetro. Estos métodos requieren tiempo de análisis, personal especializado, adicionalmente de material médico.

Los resultados esperados consisten en llevar a cabo el diseño, desarrollo e implementación de un dispositivo capaz de medir la cantidad de hemoglobina presente en la sangre, así mismo, lograr la adaptabilidad a cualquier región del Perú, pudiendo contrarrestar las variaciones de temperatura, presión, altitud, etc. propias de cada una de las diferentes áreas del Perú.

IV. OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar un dispositivo electrónico óptico espectrofotométrico no invasivo capaz de medir la cantidad de hemoglobina presente en la sangre en niños de 6 a 36 meses de las diferentes regiones del Perú.

IV. OBJETIVOS

Objetivos Específicos

- Caracterizar la medición de la hemoglobina mediante técnicas convencionales clínicas y espectrofotométrica a fin de obtener las curvas de calibración de la misma.
- Desarrollar un dispositivo electrónico óptico espectrofotométrico, autocalibrable según altitud y clima, con acondicionamiento de señal eléctrica y adaptable al cuerpo del paciente.
- Desarrollar algoritmos de procesamiento y acondicionamiento de la señal, la cual será obtenida a través del sensor, a fin de determinar la presencia de anemia y embeberlo en un módulo central de procesos.
- Validar la precisión del sensor con respecto a las técnicas convencionales, en distintas regiones del país.

V. MARCO TEÓRICO

El marco teórico se describe con más detalle en el documento adjunto.

VI. HIPÓTESIS

Mediante el desarrollo de un prototipo óptico electrónico espectrofotométrico no invasivo y autocalibrable, se diagnosticará la cantidad de hemoglobina presente en la sangre en niños de 6 a 36 meses, de diversas zonas geográficas del Perú.

VII. METODOLOGÍA

Este apartado se encuentra en el archivo adjunto

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Alayo, F. (2018, 24 abril). El Perú no se cura de la anemia: 43% de menores de 3 años la padece. *El Comercio*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/peru/peru-cura-anemia-informe-noticia-515093>

Apolo, H., & Córdova, A. (2010). *Modelación matemática y simulación de un filtro digital híbrido FIR adaptativo lineal óptimo*. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/418/15/UPS-CT001878.pdf>

El Espectrofotómetro. (2016). Espectrofotómetro. Recuperado 15 marzo, 2019, de <https://elespectrofotometro.com/partes/>

Eugene D. Olsen (1990) "Métodos ópticos de análisis". Editorial Reverté, Primera edición. España

García, M. M. (2016). Apuntes para Espectrometría de Radiación Ultravioleta Visible (UV/VIS). Recuperado de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/68318/secme-1814.pdf?sequence=1>

Hamamatsu, Photon is our business. (2019). Mini-spectrometer micro series C12880MA. Recuperado de https://www.hamamatsu.com/resources/pdf/ssd/c12880ma_kacc1226e.pdf

INEI. (2017a). Indicadores de resultados de los programas presupuestales 2012-2017. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2017. Lima, febrero. Disponible en https://proyectos.inei.gob.pe/endes/images/Peru_Indicadores_de_PPR_2012_2017.pdf

INEI. (2018). Indicadores de resultados de los programas presupuestales 2012-2017. Lima: INEI

Masimo. (2018). Oximetría. Recuperado 19 marzo, 2019, de <http://www.masimo.es>

Ministerio de Salud. (2017). *Plan Nacional para la REDUCCIÓN Y CONTROL DE LA ANEMIA Materno Infantil y la Desnutrición Crónica Infantil en el Perú: 2017-2021*. Recuperado de

<http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4189.pdf>

Neira, M. (2010). *Introducción teórica Fundamentos de Espectrofotometría*. Recuperado de https://www.u-cursos.cl/odontologia/2010/2/OD0903/1/material_docente/

Noguerol, M. J., & Seco, A. (2014, 22 abril). Pulsioximetría. Recuperado 25 marzo, 2019, de <https://www.fisterra.com/material/tecnicas/pulsioximetria/pulsioximetria.pdf>

OXIMETRO.com. (2014, 26 marzo). Usar un oxímetro en casa. Recuperado 20 marzo, 2019, de <https://oximetro.com.mx/blog/consejos/usar-un-oximetro-en-casa/>

Rivera, I. M, Herrera, J. M, & Jalil, V. (2005). Oxímetro de Pulso Basado en una Palm Parte I: Fundamentos. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=402640444007>

Universidad Nacional del Santa. (s.f.). Introducción a los métodos espectrométricos. Recuperado de biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/espectrofotometria.doc

Universidad Pablo de Olavide. (2018). Instrumentación para espectroscopia. Recuperado de <https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/quimbiotec/FQpractica4.pdf>

Vigo, E., Herrera, M., Arámbulo, C., Velásquez, J., De la Cruz, F., Cabrera, H., . . . Didalgo, D. (2018). *Plan Multisectorial de lucha contra la anemia*. Recuperado de <http://www.midis.gob.pe/dmdocuments/plan-multisectorial-de-lucha-contra-la-anemia-v3.pdf>

World Health Organization (WHO). (2008). Worldwide Prevalence of Anaemia 1993-2005. **D i s p o n i b l e e n** http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43894/9789241596657_eng.pdf;jsessionid=8114D62863AF9308C5C4279BAD410335?sequence=1

World Health Organization (WHO). (2016a). Health Observatory data repository. Ginebra. Disponible en <http://apps.who.int/gho/data/node.main.1?lang=en>

World Health Organization (WHO). (2016b). Anemia ferropénica: investigaciones para soluciones eficientes y viables. Ginebra. Disponible en https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=11679%3Airon-deficiency-anemia-research-on-iron-fortification-for-efficientfeasible-solutions&catid=6601%3Acase-studies&Itemid=40275=es-

World Health Organization. (2017, 30 agosto). Anaemia in children < 5 years Estimates by WHO region. Recuperado 12 marzo, 2019, de <http://apps.who.int/gho/data/view.main.ANEMIACHILDRENREGv?lang=en>

Young, H., Freedman, R., & Lewis Ford, A. (2009). FÍSICA UNIVERSITARIA CON FÍSICA MODERNA (10ª ed.). México, México: Pearson Educación.

Zavaleta, I. (2017, 7 diciembre). Anemia infantil: retos y oportunidades al 2021. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, 34(4). Recuperado de <https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/issue/view/113>

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	INICIO	FIN
Búsqueda, recolección e investigación de la información necesaria para llevar a cabo el prototipo.	02/09/2019	13/09/2019
INFORME PARCIAL DEL PROYECTO	02/09/2019	29/11/2019
Informe Parcial del Proyecto	02/09/2019	29/11/2019
Diseño y planificación para la construcción hardware y software del prototipo.	09/09/2019	27/09/2019
Selección de los insumos a utilizar: Sensores y módulo central de procesos	16/09/2019	04/10/2019
Obtención de las curvas de calibración con los métodos tradicionales	16/09/2019	29/11/2019
Selección del software a emplear para la creación del código	23/09/2019	27/09/2019
Adquisición de los materiales necesarios, elegidos con anterioridad	07/10/2019	29/11/2019
Codificación e implementación de Filtros adaptativos	04/11/2019	03/01/2020
Calibración del haz de luz incidente con fundamento matemático y físico	18/11/2019	18/11/2019
Calibración del sensor de espectrofotometría según la curva de calibración	25/11/2019	27/12/2019
Procesamiento de datos	02/12/2019	27/12/2019
INFORME FINAL DEL PROYECTO	02/12/2019	29/05/2020
Informe Final del Proyecto	02/12/2019	29/05/2020
Toma de datos	16/12/2019	24/01/2020
Comparación de datos obtenidos vs métodos tradicionales	20/01/2020	31/01/2020
Primera prueba de funcionalidad de software y hardware	03/02/2020	07/02/2020
Corrección y calibración del prototipo	03/02/2020	21/02/2020
Segunda prueba de funcionalidad de software y hardware	24/02/2020	28/02/2020
Validación del prototipo final.	02/03/2020	30/04/2020

PRESUPUESTO

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO_UNITARIO	PRECIO_PARCIAL
TRANSPORTE NACIONAL	18 UNI	40	720
Computadora, Laptops, Tablet	1 UNI	2200	2200
OTROS	1 UNI	350	350
OTROS	1 UNI	30	30
OTROS	1 UNI	500	500
Cursos de Capacitación	1 UNI	500	500
Equipo	1 UNI	6050	6050
OTROS	1 UNI	500	500
HOSPEDAJE	18 UNI	50	900
APOYO	1 UNI	1000	1000
TESISTA	1 UNI	4000	4000
OTROS	2 UNI	820	1640
Cursos de Capacitación	1 UNI	500	500
ALIMENTACION	18 UNI	20	360
OTROS	1 UNI	700	700
			Total 19950