



## **Dirección de Investigación e Innovación (DII)**

### **Formato para el Registro y la Evaluación de Proyectos de investigación, innovación y desarrollo UM**

0. Título del proyecto

Construcción de prototipo para la detección del riesgo de melanoma maligno mediante el análisis de imágenes de lunares usando técnicas de reconocimiento de imágenes y de redes neuronales artificiales

1. Nombre del investigador principal

Dr. Germán Harvey Alférez Salinas

2. Tipo de investigación (académico-científica, institucional, educativa o de desarrollo de habilidades de investigación) :

Académico-científica

3. Línea de investigación

Reconocimiento de Imágenes e Inteligencia Artificial

4. Departamento, facultad y/o escuela responsable

Facultad de Ingeniería y Tecnología

5. Fecha de inicio del proyecto (mes y año)

Mayo de 2014

6. Fecha de conclusión del proyecto (mes y año)

7. Agosto de 2015

## 7. Resumen

El melanoma maligno ha aumentado en las últimas décadas. El objetivo de este estudio es desarrollar un prototipo de software que logre la detección de melanoma en imágenes de lunares utilizando como base del análisis el “ABCD” de lesiones junto con técnicas de procesamiento de imágenes y de redes neuronales artificiales. La evaluación del software se realizará con imágenes de lunares tomadas de sitios Web públicos y de libros. Se evaluará la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo. En este proyecto no se realizarán experimentos en pacientes.

## 8. Desglose de Responsabilidades de docentes y alumnos participantes del proyecto

- Dr. Harvey Alférez y Cristofer Marín (FIT), Dra. Verenice González y Dra. Jency Córdova (Escuela de Medicina): Recolectar imágenes de lunares de la Web y de libros para entrenar la red neuronal artificial.
- Cristofer Marín con la supervisión del Dr. Harvey Alférez (FIT): Crear un prototipo que entrene una red neuronal artificial con las imágenes recolectadas y que descubra casos de melanoma en lunares.
- Dra. Verenice González y Dra. Jency Córdova (Escuela de Medicina): Calcular la especificidad, la sensibilidad, el valor predictivo positivo, y el valor predictivo negativo del prototipo con las imágenes de entrenamiento.
- Cristofer Marín (FIT), Dra. Verenice González y Dra. Jency Córdova (Escuela de Medicina): Buscar trabajo relacionado.
- Dr. Harvey Alférez y Cristofer Marín (FIT), Dra. Verenice González y Dra. Jency Córdova (Escuela de Medicina): Escritura de dos artículos científicos.

## 9. Antecedentes

### 10.

El melanoma maligno, es una neoplasia cutánea con células melanocíticas o névicas, multiplicándose anormalmente [1]. Este es el tipo más peligroso de cáncer de piel que se desarrolla a partir de células de melanina [2, 3]. Su diagnóstico precoz hace posible su curación. No obstante, si se detecta tardíamente puede extenderse por metástasis a otros órganos del cuerpo.

El melanoma surge espontáneamente ó sobre un lunar (nevus melanocítico) que cambia de forma, tamaño, color ó textura. Generalmente el médico o dermatólogo detecta un nevo sospechoso de melanoma mediante inspección visual del nevo, aplicando la nemotecnia “Abecedario ó ABCDE de lesiones”. Esta regla se traduce en: Asimetría, Borde, Coloración, Diámetro, Elevación y Evolución.

El ABCDE podría ser subjetivo por la variedad de opinión de acuerdo a la percepción visual. Sin embargo, esta nemotécnica aplicada por un especialista, es una herramienta con alta sensibilidad en la búsqueda de nevos sospechosos, que precisa ser valorada para su exégesis, y recibir por medio de la biopsia, el diagnóstico de melanoma.

En Latinoamérica, la búsqueda para disminuir el número de muertes por esta neoplasia cutánea se enfrenta al hecho de que hay pacientes que tienen dificultad en tener consulta dermatológica por la baja proporción especialista/población general, y el ingreso per cápita bajo, afectando principalmente a las zonas rurales [4].

El instrumento utilizado en la exploración física dermatológica es el dermatoscopio. Sin embargo, su uso es específico de los dermatólogos. Por esta razón, en los últimos años se han creado diversas herramientas que facilitan la evaluación de pacientes con lesiones de la piel no solo por el dermatólogo sino por parte del médico general, incluso algunas pueden ser utilizadas por el propio paciente para recibir orientación [5, 6]. Algunos autores mencionan hasta 300 apps en el mercado con propósitos dermatológicos, de las cuales aproximadamente 22% tienen fines diagnósticos [7]. Ejemplo de esto es la aplicación australiana Doctormole que realiza evaluación de imágenes de nevos a través del ABCDE e indica el riesgo que un nevo melanocítico sea maligno o no [8].

Entre los trabajos realizados en esta área, la inteligencia artificial se ha utilizado en la evaluación de imágenes con lesiones dermatológicas. Por ejemplo Taouil et al. reportan el diseño de una herramienta para el análisis de imágenes a través de redes neuronales artificiales [9]. La sensibilidad alcanzada en este trabajo fue de 74.9% y la especificidad de 76.4%. Otros autores, que no especifican el lenguaje de programación utilizado, reportan aplicaciones móviles hasta con una sensibilidad del 98%. No obstante, la especificidad se mantuvo en 30.4% [6, 10]. Un estudio retrospectivo realizado en Taiwán comparó la capacidad diagnóstica del CADx (diagnóstico asistido por computadora) y un grupo de dermatólogos. En este estudio se encontró una sensibilidad de 85.63% en el diagnóstico realizado por el CADx y de 83.33% en el diagnóstico clínico [11]. La disparidad entre los diferentes valores de sensibilidad y especificidad es uno de los retos a vencer en la creación de aplicaciones para diagnósticos dermatológicos. Otro desafío encontrado en la literatura consiste en crear herramientas amigables para el personal de salud y que muestren una clara evidencia de su efectividad clínica [12].

## 11. Justificación

La Clínica de Melanoma del Instituto Nacional de Cancerología (INCAN) observó que un 51.2% de melanomas se encuentran en etapas clínico patológicas muy avanzadas de III y IV. Un 71.8% presentaron niveles de Clark IV y V, y 76.1% mostraron niveles de Breslow III y IV por haber tenido tanto retraso en un diagnóstico oportuno [13, 14].

El mejor procedimiento para un diagnóstico preciso de cualquier lesión pigmentada es la biopsia y siempre que ello sea posible, se extirpará completamente dejando un margen de piel no afectada en todo su alrededor [15, 16].

Existen diversas publicaciones [17, 18, 19] que reportan grandes diferencias entre los Estados Unidos de América y Europa en cuanto a la prevalencia de melanoma maligno en sus poblaciones. En los últimos 30 años, México ha visto la incidencia de melanoma aumentar entre 400% a 600%, en su mayoría en personas de piel blanca [17]. El melanoma maligno ocupa el tercer lugar de cáncer de piel con mayor tasa en el sexo femenino comparado con el sexo masculino de 1:1.2, tomando como referencia los receptores hormonales y una prevalencia mayor durante el embarazo [17]. En Estados Unidos de América el melanoma maligno es más frecuentemente diagnosticado entre la tercera y cuarta décadas de la vida, mientras que en México la media es hasta la quinta década ó a los 54 años [20].

Debido a que el melanoma maligno es una enfermedad que se manifiesta más frecuentemente en individuos de piel blanca, en México no se le ha dado mucha importancia. Sin embargo, la INCAN [21] reporta que en México es evidente el aumento de esta neoplasia, con un incremento de casi 500% en los últimos cincuenta años. En un estudio epidemiológico realizado por el epidemiólogo Alfeirán Ruiz Antonio [13] en el año 1998, 23% de los tumores de piel vistos durante el año en la INCAN fueron melanomas cutáneos. Desafortunadamente el 77.1% de los pacientes afectados corresponde a estratos socioeconómicos medio bajo y bajo [13].

## 12. Objetivos

Desarrollar un prototipo de software que logre la detección de melanoma en imágenes de lunares utilizando como base del análisis el “ABCD” de lesiones junto con técnicas de procesamiento de imágenes y de redes neuronales artificiales. La evaluación del software se realizará con imágenes de lunares tomadas de sitios Web públicos y de libros. Se evaluará la sensibilidad (la probabilidad de que para una imagen de un sujeto enfermo se obtenga en una prueba diagnóstica un resultado positivo) y la especificidad (la probabilidad de que la imagen de un sujeto sano tenga un resultado negativo en la prueba) en diferentes números de imágenes de muestra, en donde la mitad de las muestras presentan melanoma y la segunda mitad lunares sanos. También se evaluará el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo con el fin de conocer la probabilidad de padecer o no una enfermedad una vez conocido el resultado de las pruebas diagnósticas. En este proyecto no se realizarán experimentos en pacientes.

## 13. Hipótesis (Si aplica)

Un prototipo de software que utiliza técnicas de reconocimiento de imágenes y redes neuronales artificiales puede ayudar a detectar melanoma maligno con una alta sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo.

## 14. Diseño Metodológico

El desarrollo del prototipo incluye los pasos que cumplen el objetivo de este proyecto. En primer lugar, a continuación se presentan los pasos para entrenar la red neuronal artificial en el prototipo:

1. Se buscan fotografías de lunares con melanoma y sin melanoma de sitios públicos en la Web y en libros.
2. Se carga cada una de las fotografías en el prototipo.
3. Se selecciona el lunar en la fotografía.
4. Se recorta la parte de la imagen seleccionada.
5. Se convierte la imagen de formato Red Green Blue (RGB) a formato binario.
6. Se entrena la red neuronal artificial con las imágenes de lunares con melanoma y sin melanoma.

A continuación se presentan los pasos para la detección de melanoma:

1. Se carga la imagen del lunar sospechoso.
2. Se selecciona el lunar.
3. Se recorta la parte de la imagen seleccionada.
4. Se convierte la imagen de formato Red, Green Blue (RGB) a formato binario.
5. Se analiza la imagen.
6. La red neuronal artificial entrenada reconoce la presencia de melanoma.

Finalmente se calculará la especificidad (Verdaderos Negativos/(Verdaderos Negativos + Falsos Positivos)), la sensibilidad (Verdaderos Positivos/(Verdaderos Positivos + Falsos Negativos)), el valor predictivo positivo (Verdaderos Positivos/(Verdaderos Positivos + Falsos Positivos)), y el valor predictivo negativo (Verdaderos Negativos/(Verdaderos Negativos + Falsos Negativos)) del prototipo. Estos cálculos se realizarán en base a que las imágenes de lunares a utilizar contarán con un diagnóstico previo.

Este proyecto se enfoca en la construcción de un prototipo y en la capacidad de éste de detectar la sospecha del diagnóstico de melanoma maligno. Vale la pena decir que en este proyecto no se contará con un especialista. Es por esto que los conocimientos para determinar la sospecha de un lunar los dará un médico general. Además, en este documento no se especifican los aspectos técnicos de las imágenes tales como la luz necesaria en el cuarto, la distancia entre el objeto y la cámara, y otros aspectos técnicos pues el proyecto se centra en crear un prototipo para el análisis de imágenes previamente tomadas con buenas condiciones técnicas. Las pruebas con el prototipo no se realizarán con pacientes. Asimismo, las imágenes que se utilizarán para entrenar el software se analizarán en dos dimensiones. Es por esto que se omite el parámetro de elevación (la "E") del ABCDE. Además, en este proyecto no se compararán los resultados contra pruebas de control al no contar con un especialista. El estudio de la escala de Breslow lo realiza un patólogo (aún no un dermatólogo y mucho menos un médico general). Es por esto que la herramienta no pretende sustituir el diagnóstico del especialista en este aspecto.

15. Beneficios y productos esperados (Avances en la ciencia, la tecnología y el arte que se prevén alcanzar y productos como: artículos, libros, tesis, patentes, etc.)

- Un proyecto de fin de carrera: Cristofer Marín (FIT).
- Un artículo científico en una conferencia científica internacional.
- Un artículo científico en una revista científica nacional.
- Una patente del prototipo.

## 16. Planificación de la secuencia del proyecto (Cronograma de actividades)

Actividad	Mayo 2014 – Septiembre 2014	Octubre 2014 – Enero 2015	Febrero 2015 – Agosto 2015
Creación del prototipo y realización de pruebas	*****		
Escritura de artículo científico a enviar a conferencia internacional		*****	
Escritura de artículo científico a enviar a revista nacional			*****

## 17. ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

### a. Recursos financieros (Desglose de costos)

Recursos financieros/materiales/espacios requeridos	Costo	Patrocinadores
Presentación en conferencia internacional	\$4,758	DII
Derechos Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica	\$3,500	DII

### b. Otros recursos técnicos y materiales disponibles

El proyecto contará con el conocimiento médico de la Dra. Verenice González y de la Dra. Jency Córdova de la Escuela de Medicina de la Universidad de Montemorelos. Además, el prototipo se construirá con GNU Octave y mediante sus paquetes con licencia GNU de reconocimiento de imágenes y de redes neuronales artificiales. Esto con el fin de ahorrar dinero en el licenciamiento.

## 18. Evaluación y cierre del proyecto

La calidad del proyecto se evaluará de acuerdo a sus entregables (artículos científicos, prototipo, patente y proyecto de fin de carrera). Habiendo analizado los resultados obtenidos, y dadas por concluidas las actividades del proyecto, se ofrecerán conclusiones y recomendaciones de nuevas líneas de investigación relacionadas con la utilización de redes neuronales artificiales y reconocimiento de imágenes en la salud.

## 19. Firmas

Germán H. Alférez Salinas

Nombre y firma del docente  
líder del proyecto

Alejandro W. García Mendoza

Nombre y firma del Director  
de la Facultad



## 19. Bibliografía

1. Du Vivier, A., P. H. McKee, et al. (2002). Atlas of clinical dermatology, Churchill Livingstone Edinburgh.
2. Díaz-González, J., A. Peniche-Castellanos, et al. (2010). "Skin cancer in adults younger than 40 years at the General Hospital of Mexico." *Gaceta medica de Mexico* 147(1): 17-21.
3. Siegel, R., J. Ma, et al. (2014). "Cancer statistics, 2014." *CA: a cancer journal for clinicians* 64(1): 9-29.
4. Sortino-Rachou, A. M., M. P. Curado, et al. (2011). "Cutaneous melanoma in Latin America: a population-based descriptive study." *Cuadernos de Salud Pública* 27(3): 565-572.
5. Börve A, Terstappen K, Sandberg C, Paoli P. Mobile teledermoscopy—there's an app for that! *Dermatol Pract Conc*. 2013; 3(2):5.
6. Wolf J., et al. Diagnostic Inaccuracy of Smartphone Applications for Melanoma Detection. *JAMA Dermatology*. 2013; 149(4):422-426.
7. Chang-Brewer, et al. Mobile Applications in Dermatology. *JAMA Dermatology*. 2013 Nov; 149(11):1300-1304.
8. Revosoft. Doctor Mole - Skin Cancer App [Internet]. <http://www.doctormole.com/>
9. Taouil K., Chtourou Z. Romdhane N. A robust system for melanoma diagnosis using heterogeneous image databases. *Biomedical Science and Engineering*. 2010; 3: 576-583.
10. Seidenari S., Pellacani G, Grana C. Asymmetry in Dermoscopic Melanocytic Lesion Images: a Computer Description Based on Colour Distribution. *Acta Derm Venereol*. 2006; 86: 123-128.
11. Chang W-Y, Huang A, Yang C-Y, Lee C-H, Chen Y-C, et al. Computer-Aided Diagnosis of Skin Lesions Using Conventional Digital Photography: A Reliability and Feasibility Study. *PLoS ONE*. 2013; 8(11): e76212.
12. Ferrero NA, Morrell DS, Burkhart CN. Skin scan: a demonstration of the need for FDA regulation of medical apps on iPhone. *J Am Acad Dermatol*. 2013 Mar; 68(3):515-6.
13. Ruiz A, Escobar G, de la Barreda F, Herrera Á, Padilla R. Epidemiología del melanoma de piel en México. *Rev Inst Nal Cancerol Méx* [Internet]. 1998. [citado 2015 Ene 28]; 44(4): 168-174. Disponible de: [http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id\\_articulo=17206&id\\_seccion=1410&id\\_ejemplar=1805&id\\_revista=27](http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=17206&id_seccion=1410&id_ejemplar=1805&id_revista=27)
14. Binder M, Dolezal I, Wolff K, Pehamberger H. Stereologic Estimation of Volume-Weighted Mean Nuclear Volume as a Predictor of Prognosis in "Thin" Malignant Melanoma. *Journal of Investigative Dermatology* [Internet]. 1992. [citado 2015 Feb 2]; 99(2): 180-183. Disponible de: <http://www.nature.com/jid/journal/v99/n2/abs/5612010a.html>
15. Llamas-Velasco M, Paredesb BE. La biopsia cutánea: bases fundamentales. Parte II. *Actas Dermosifiliogr* [Internet]. 2011 Mayo. [citado 2015 Ene 22]; 103(2): 100-110. Disponible de: <http://www.actasdermo.org/es/la-biopsia-cutanea-bases-fundamentales-/articulo/90098074/>

16. Gallegos JF. Melanoma cutáneo. La importancia de la fotoprotección y del diagnóstico oportuno. Cirugía y Cirujanos [Internet]. 2010 Sep. [citado 2015 Ene 25]; 76(5): 363-366. Disponible de: <http://www.redalyc.org/pdf/662/66276501.pdf>
17. Ancona GF, Ortiz C, Lara ME. Estudio epidemiológico de melanoma maligno en el American British Cowdray Medical Center. An Med (Mex) [Internet]. 2011 Ago [citado 2014 Oct 14];56 (4):196-204. Disponible de: <http://www.medigraphic.com/pdfs/abc/bc-2011/bc114d.pdf>
18. Güémez-Graniel MF, Plascencia-Gómez A, Graniel-Lavadores MJ. Epidemiología del cáncer de piel en el Centro Dermatológico de Yucatán durante 2012. Dermatol Rev Mex [Internet]. 2014 Ago. [citado 2015 Feb 20]; 59(1): 9. Disponible de: <http://www.medigraphic.com/pdfs/derrevmex/rmd-2015/rmd151c.pdf>
19. Fuente-García A, Ocampo-Candiani J. Melanoma cutáneo. Gac Méd Méx [Internet]. 2010 Feb. [citado 2015 Feb 20]; 146(2): 126-134. Disponible de: <http://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2010/gm102i.pdf>
20. Borges V, Puigab S, Malvehayab J. Nevus, melanoma y embarazo. Actas Dermosifiliogr [Internet]. 2011 Feb. [citado 2015 Ene 10]; 102(9): 650-657. Disponible de: <http://actasdermo.org/es/nevus-melanoma-embarazo/articulo/90034358/>
21. El primer Consenso Nacional de Expertos en Melanoma [Internet]. Mexico: Gac Mex Oncol; 2005 [citado 2015 Ene 25]. Disponible de: [http://www.smeo.org.mx/gaceta/2005/SUPLEMENTO\\_V4\\_2\\_2005\\_MELANOMA.pdf](http://www.smeo.org.mx/gaceta/2005/SUPLEMENTO_V4_2_2005_MELANOMA.pdf)