

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA



DETECCIÓN DE CANCER DE PIEL MEDIANTE  
SEGMENTACIÓN SEMÁNTICA

POR

MARIO ALBERTO FLORES HERNÁNDEZ

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

FEBRERO 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA



DETECCIÓN DE CANCER DE PIEL MEDIANTE  
SEGMENTACIÓN SEMÁNTICA

POR

MARIO ALBERTO FLORES HERNÁNDEZ

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

FEBRERO 2021



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que la Tesis «Detección de cancer de piel mediante segmentación semántica», realizada por el alumno Mario Alberto Flores Hernández, con número de matrícula 1719126, sea aceptada para su defensa como requisito parcial para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería en Mecatrónica.

El Comité de Tesis

---

Dra. Satu Elisa Schaeffer  
Asesora

---

Dr. Romeo Sánchez Nigenda  
Revisor

---

Dra. Sara Elena Garza Villarreal  
Revisora

Vo. Bo.

---

Dr. Fernando Banda Muñoz  
Subdirector Académico

San Nicolás de los Garza, Nuevo León, febrero 2021

# ÍNDICE GENERAL

---

<b>Indice de figuras</b>	<b>VI</b>
<b>Indice de tablas</b>	<b>VII</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>VIII</b>
<b>Resumen</b>	<b>IX</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Hipótesis . . . . .	3
1.2. Objetivos . . . . .	3
1.2.1. Objetivo General . . . . .	3
1.2.2. Objetivo Específico . . . . .	4
1.3. Estructura de la Tesis . . . . .	5
<b>2. Antecedentes</b>	<b>6</b>
2.1. Cáncer de Piel . . . . .	6
2.1.1. Factores Intrínsecos . . . . .	7

ÍNDICE GENERAL	v
2.1.2. Factores Extrínsecos . . . . .	7
2.1.3. Tipos de Cáncer de Piel . . . . .	8
2.2. Redes Neuronales . . . . .	8
2.2.1. Modelos Unidimensionales . . . . .	8
2.2.2. Modelos Bidimensionales . . . . .	8
<b>3. Estado del Arte</b>	<b>9</b>
3.1. Trabajos Similares . . . . .	9
3.2. Área de Oportunidad . . . . .	9
<b>4. Descripción de los Datos</b>	<b>10</b>
4.1. Conjunto de Datos de ISIC . . . . .	10
<b>5. Implementación de la Solución</b>	<b>11</b>
<b>6. Resultados</b>	<b>12</b>
<b>Glosario</b>	<b>13</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>14</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

---

1.1. Ilustración de las capas de la piel y sus apéndices [4]. . . . .	1
1.2. Ejemplo de melanoma [1] . . . . .	2
1.3. Ejemplo de la imagen de entrada (izquierda) y resultado esperado (derecha). . . . .	4
2.1. Factores Intrínsecos vs. Factores Extrínsecos [4] . . . . .	7

# ÍNDICE DE TABLAS

---

# AGRADECIMIENTOS

---

[Pend: Aquí puedes poner tus agradecimientos. (No olvides agradecer a tu comité de tesis, a tus profesores, a la facultad y a CONACyT en caso de que hayas sido beneficiado con una beca). ]



# RESUMEN

---

Mario Alberto Flores Hernández.

Candidato para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería en Mecatrónica.

Universidad Autónoma de Nuevo León.

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Título del estudio: DETECCIÓN DE CANCER DE PIEL MEDIANTE SEGMENTACIÓN SEMÁNTICA.

Número de páginas: 14.

OBJETIVOS Y MÉTODO DE ESTUDIO: Desarrollar una herramienta de asistencia para la detección de cáncer de piel utilizando las técnicas mas actuales de visión computacional e inteligencia artificial, se pretende desarrollar mediante *software* y tecnicas de *segmentación semántica* una aplicación que permita introducir una imagen y como resultado obtengamos un mapa de características segmentado en una o más categorías.

CONTRIBUCIONES Y CONCLUSIONES: [Pend: ]

Firma de la asesora: \_\_\_\_\_  
Dra. Satu Elisa Schaeffer

## CAPÍTULO 1

# INTRODUCCIÓN

---

La piel es considerada el órgano mas grande del cuerpo humano, y está compuesta por tres capas: *epidermis*, *dermis* e *hipodermis* (Véase Fig 1.1). La principal función de la piel es proteger al cuerpo de las hostilidades del medio ambiente como la radiación solar y los factores externos como las bacterias, sin embargo también cumple otras funciones importantes aparte de proteger los órganos y los tejidos internos, tales otras funciones son regular nuestra temperatura corporal, registrar sensaciones de presión, frío, calor y es una interfaz para poder sentir e interactuar con lo que tenemos a nuestro alrededor.

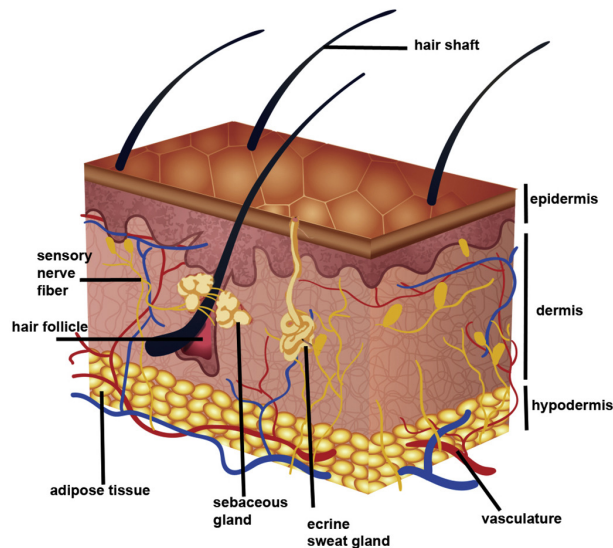


FIGURA 1.1: Ilustración de las capas de la piel y sus apéndices [4].

Sin embargo, debido a la exposición continua a las radiaciones de la luz, es común desarrollar enfermedades en la piel que afectan la forma en que las células de ésta se reproducen, causando graves daños a nuestra salud que en muchas ocasiones puede llegar a ser letal. Estas anomalías en la piel se denominan como *cáncer de piel*, principalmente en las siguientes 3 categorías: cáncer de células basales, cáncer de células escamosas y melanomas [2].



FIGURA 1.2: Ejemplo de melanoma [1]

Dependiendo de cual de estos tipos de cáncer se padezca la tasa de mortalidad puede variar enormemente siendo el «*carcinoma*» el más agresivo de todos, por lo que su detección temprana es imprescindible para reducir las probabilidades de fallecimiento. Por lo tanto es necesario seguir desarrollando tecnologías que faciliten la detección de este tipo de padecimientos de forma rápida y sencilla que vaya enfocada en aumentar la accesibilidad a dichos diagnósticos y de esta forma reducir la tasa de mortalidad por este padecimiento.

En los últimos años se han logrado muchos avances en cuanto al desarrollo de «software inteligente» que han permitido un mayor acceso a diferentes servicios, una de estas tecnologías sería la «*red neuronal*», se trata de una tecnología que tiene la capacidad de aprender de los datos históricos mediante el uso de datos históricos y funciones de optimización para crear un modelo matemático capaz de predecir, clasificar o recrear datos futuros o desconocidos. Algunos de los sectores que han mostrado un incremento en el uso de ésta tecnología son: el sector automotriz (piloto automático), el sector de manufactura (optimización de procesos), el sector

de entretenimiento (recomendaciones personalizadas), el sector médico (diagnóstico de imágenes).

## 1.1 HIPÓTESIS

Es posible clasificar los píxeles en distintas categorías dentro de una imagen gracias a los avances actuales de inteligencia artificial y la técnica de segmentación. Mediante la técnica de *segmentación semántica* es posible crear un reconocedor visual que no solo detecte la presencia y ubicación del elemento a reconocer, sino que, también obtenga otros datos descriptivos del elemento como el tamaño, forma y región que abarca dentro de la imagen. De esta forma se puede obtener un diagnóstico automatizado mucho más profundo que permita una detección más acertada.

## 1.2 OBJETIVOS

Primero en *Objetivo General* se habla de manera conceptual la problemática a resolver tales como cuales son las situaciones en las que podemos optimizar la resolución de un problema mediante el uso de la red neuronal, posteriormente en los *Objetivos Específicos* se describe de forma puntual los pasos a realizar en el experimento para llegar al resultado deseado.

### 1.2.1 OBJETIVO GENERAL

El *objetivo general* de este experimento es la localización de anomalías en la superficie piel que correspondan a alguno de los tipos de cáncer de esta región (basalioma, carcinoma, melanoma) mediante imágenes, con el uso de la red neuronal de *segmentación semántica* basada en el modelo propuesto por Wu *et al.* [5], con la finalidad de desarrollar un modelo de red neuronal profunda capaz de segmentar

de forma semántica las imágenes y sus correspondientes categorías de forma eficiente, optimizando el aprovechamiento del *Hardware*. De esta se pretende asistir a los especialistas médicos en su labor de detección y prevención del cáncer de piel.

### 1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

El *objetivo específico* del experimento es el implementar una red neuronal cuya función sea la de recibir una imagen de entrada, extraer el mapa de características de dicha, y posteriormente reconstruya la imagen remarcando la región donde se encuentra el objeto a localizar. Para esto será necesario desarrollar un modelo y determinar las transformaciones necesarias por las que tendrán que pasar todas las imágenes con el fin de obtener el resultado deseado y también la mejor precisión posible.

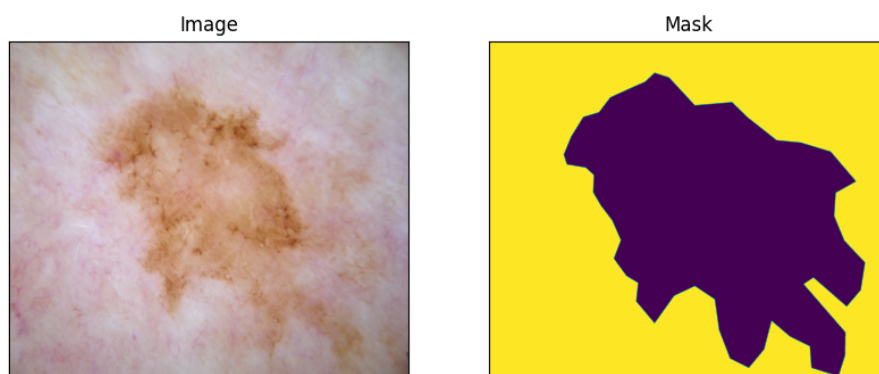


FIGURA 1.3: Ejemplo de la imagen de entrada (izquierda) y resultado esperado (derecha).

## 1.3 ESTRUCTURA DE LA TESIS

A continuación se dará una breve descripción sobre los capítulos que se verán a continuación en este documento.

En el capítulo 2 se habla sobre los conceptos relacionados al experimento, primero se hablará de los conceptos generales que se usarán a lo largo de este capítulo y posteriormente se hablará sobre los componentes de la red neuronal, los tipos de redes mas comunes.

En el capítulo 3 se habla sobre el estado del arte en cuanto a las redes neuronales, cuales son los avances en los últimos años y que ventajas tenemos ahora comparado al avance que se tenía cuando experimentos fueron realizados.

En el capítulo 4 se describe de forma estadística los datos que serán utilizados para realizar el experimento, tomando en cuenta la distribución de los pixeles en distintas regiones de la imagen, entre otros parámetros.

En el capítulo 5 se detalla el proceso de implementación, primero se describirán las características del hardware, se describe la arquitectura del modelo y las transformaciones por las que pasará la imagen y luego se hará una comparativa con distintos modelos de redes neuronales para comparar tiempo de entrenamiento, precisión y resultado.

Finalmente, en el capítulo 6 se exponen los resultados obtenidos de la implementación del producto científico en el capítulo anterior, así como un análisis y conclusión final sobre los valores obtenidos en precision y tiempo de entrenamiento.

## CAPÍTULO 2

# ANTECEDENTES

---

En este capítulo se introduce de forma teórica los conceptos relacionados a los tipos de cáncer y las redes neuronales, primero se definen algunos conceptos básicos que se usarán a lo largo del documento, posteriormente se hablan de temas como las funciones de costo y el gradiente descendiente y finalmente las funciones de codificación (Encoding) y decodificación (Decoding) las cuales serán la clave para obtener el resultado deseado.

## 2.1 CÁNCER DE PIEL

Las causas de este padecimiento pueden ser muy variadas, desde la exposición a los rayos ultravioletas (UV), el consumo de sustancias como el tabaco o el envejecimiento de la piel pueden ser desencadenantes de la mutación, dichas causas se pueden dividir en dos tipos: *Intrínsecos* y *Extrínsecos*, como se menciona en Todorova y Mandinova (2020).

### 2.1.1 FACTORES INTRÍNSECOS

Dentro de esta categoría se encuentran factores como el envejecimiento cronológico, el cual es la degradación del colágeno, la elastina y el adelgazamiento de la epidermis debido al paso de los años y de el efecto de algunas hormonas sexuales.

### 2.1.2 FACTORES EXTRÍNSECOS

Después tenemos el foto-envejecimiento el cual sucede cuando nos encontramos expuestos a los rayos ultravioletas (UV) [3]. Este factor de envejecimiento genera lesiones en las cadenas de ácido desoxirribonucleico (ADN) debido a la oxidación y afectando directamente al sistema inmune y a la forma en la que se regula la pigmentación.

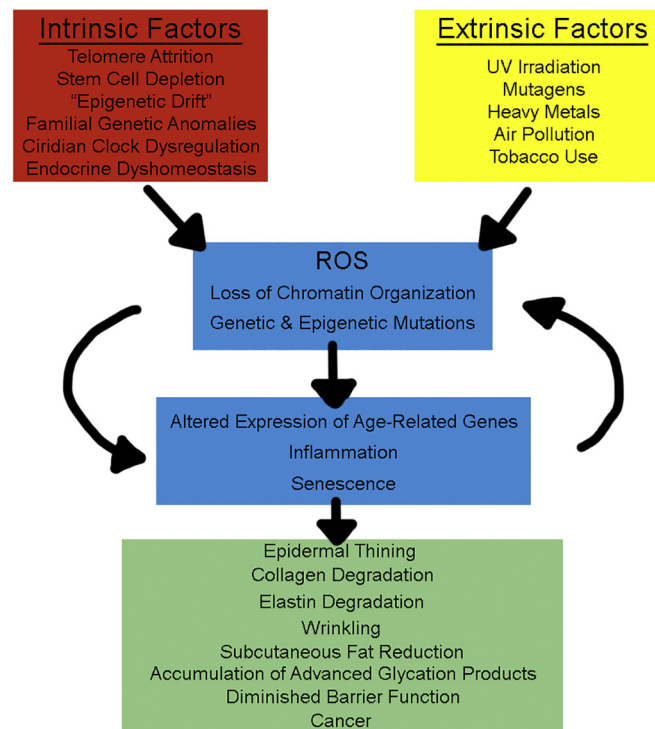


FIGURA 2.1: Factores Intrínsecos vs. Factores Extrínsecos [4]



### 2.1.3 TIPOS DE CÁNCER DE PIEL

## 2.2 REDES NEURONALES

### 2.2.1 MODELOS UNIDIMENSIONALES

### 2.2.2 MODELOS BIDIMENSIONALES

## CAPÍTULO 3

# ESTADO DEL ARTE

---

### 3.1 TRABAJOS SIMILARES

### 3.2 ÁREA DE OPORTUNIDAD

## CAPÍTULO 4

# DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS

---

### 4.1 CONJUNTO DE DATOS DE ISIC

## CAPÍTULO 5

# IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

---

## CAPÍTULO 6

# RESULTADOS

---

# GLOSARIO

---

## **dermis**

Se trata de la capa intermedia de la piel, es más gruesa que la epidermis y está conformada de folículos pilosos, glándulas sudoríparas, vasos sanguíneos y nervios los cuales están sostenidos por colágeno. 1

## **epidermis**

Se trata de la capa mas superficial de la piel, es también la mas delgada y está conformada en su mayoría por células llamadas queratinocitos o células escamosas, células basales y melanocitos. 1

## **hipodermis**

Se trata de la capa mas profunda de la piel, la principal función de esta capa es regular la temperatura y amortiguar los golpes externos para proteger a los órganos. 1

## **red neuronal**

Modelo matemático optimizado mediante funciones de cálculo para dar una salida deseada en base a una entrada. 2

## **segmentación semántica**

Algoritmo de la inteligencia artificial que asocia una categoría o etiqueta a cada píxel de una imagen. IX, 3

# BIBLIOGRAFÍA

---

- [1] MARAZZI, D. P. (2012), «Science Photo Library», URL [https://ichef.bbci.co.uk/news/660/media/images/77303000/jpg/\\_77303278\\_skin\\_cancer-spl-1.jpg](https://ichef.bbci.co.uk/news/660/media/images/77303000/jpg/_77303278_skin_cancer-spl-1.jpg).
- [2] MEDICAL, T. A. C. S. y EDITORIAL CONTENT TEAM (2019), «What Are Basal and Squamous Cell Skin Cancers?», URL <https://www.cancer.org/cancer/basal-and-squamous-cell-skin-cancer/about/what-is-basal-and-squamous-cell.html>.
- [3] RITTIE, L. y G. J. FISHER (2015), «Natural and Sun-Induced Aging of Human Skin», *Cold Spring Harb Perspect Med*, doi: 10.1101/cshperspect.a015370.
- [4] TODOROVA, K. y A. MANDINOVA (2020), «Novel approaches for managing aged skin and nonmelanoma skin cancer», *Adv. Drug Deliv. Rev.*, <https://doi.org/10.1016/j.addr.2020.06.004>.
- [5] WU, H., J. ZHANG, K. HUANG, K. LIANG y Y. YU (2019), «FastFCN: Rethinking dilated convolution in the backbone for semantic segmentation», *arXiv preprint arXiv: 1903.11816[cs.CV]*.

# RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

---

Mario Alberto Flores Hernández

Candidato para obtener el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Mecatrónica

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Tesis:

DETECCIÓN DE CANCER DE PIEL MEDIANTE SEGMENTACIÓN  
SEMÁNTICA

Nací el 4 de junio de 1997 en la ciudad de Monterrey, Nuevo León. Hijo del Sr. Mario Alberto Flores Rosales y la Sra. Patricia Hernández Romero. Comencé mis estudios de Ingeniería En Mecatrónica en agosto de 2014 en la Universidad Autónoma de Nuevo León, en marzo de 2019 llevé a cabo el diplomado de Innovación Biomédica.