

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

---

Indice de Figuras	VI
Indice de Cuadros	VII
Notaciones	VIII
Agradecimientos	IX
Resumen	X
<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 . . . . .	4
<b>2. Antecedentes</b>	<b>6</b>
2.1. Cáncer de Piel . . . . .	6

---

2.1.1. Tipos de Cáncer de Piel . . . . .	7
2.2. Redes Neuronales . . . . .	8
2.2.1. Datos de Imágenes . . . . .	8
2.2.2. Modelos . . . . .	8
2.2.3. Evaluación . . . . .	9
2.2.4. Optimización . . . . .	9
<b>3. Estado del Arte</b>	<b>10</b>
3.1. Trabajos Similares . . . . .	10
3.2. Área de Oportunidad . . . . .	10
<b>4. Descripción de los Datos</b>	<b>11</b>
<b>5. Implementación de la Solución</b>	<b>12</b>
<b>6. Resultados</b>	<b>13</b>
<b>Glosario</b>	<b>14</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>15</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

# ÍNDICE DE CUADROS

---

# NOTACIONES

---

A continuación se resumen las notaciones usadas a lo largo de este trabajo de tesis, incluyendo el símbolo, significado y equivalente en el idioma inglés.

- $\mathbf{x}$ : Dato de entrada (Input).
- $\mathbf{y}$ : Dato de salida (Output, Label).
- $d$ : Dimensión de entrada (Input Dimension).
- $d_o$ : Dimensión de salida (Output Dimension).
- $n$ : Número de muestras (Number of samples).



# 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: 15.

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.

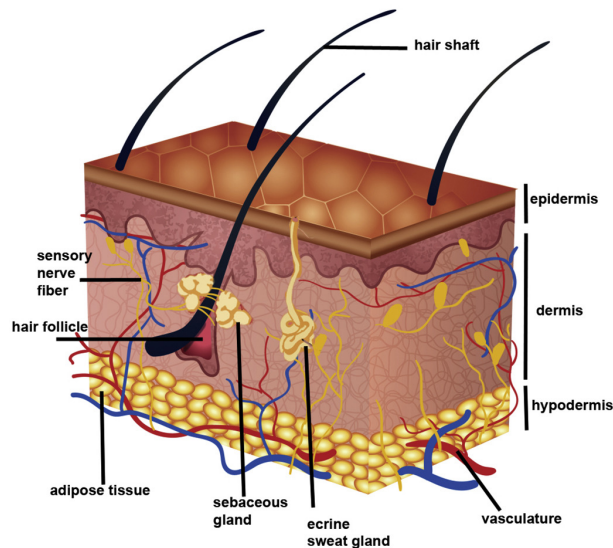


FIGURA 1.1: Ilustración de las capas de la piel y sus apéndices [4].

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 tres categorías: cáncer de células basales, cáncer de células escamosas y melanomas [2].



FIGURA 1.2: Ejemplo de melanoma [1]

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 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 comenzado a adoptar esta 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 certero.

## 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 presente trabajo de tesis para llegar al resultado deseado.

### 1.2.1 OBJETIVO GENERAL

El *objetivo general* de este trabajo de tesis 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.

### 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.

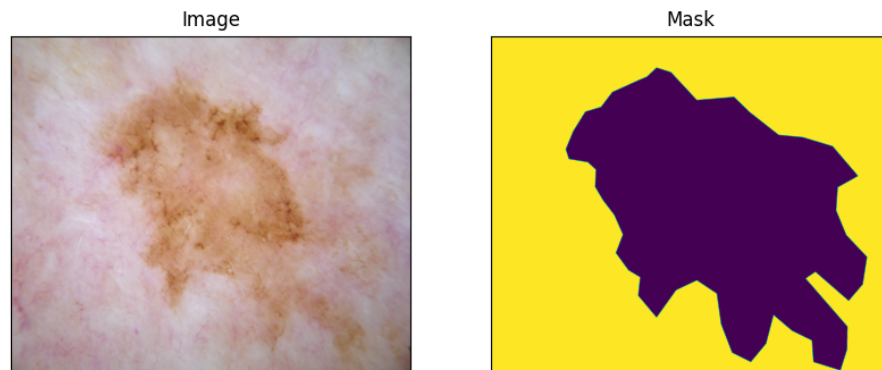


FIGURA 1.3: Ejemplo de la imagen de entrada (izquierda) y resultado esperado (derecha).

## 1.3 ESTRUCTURA DE LA TESIS

A continuación se da 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 introducen de forma teórica los conceptos relacionados a los tipos de cáncer y las redes neuronales, primero se define que es el *cáncer de piel*, cuales son los factores que influyen en el desarrollo de este padecimiento, los tipos de cáncer y las diferencias entre estos. Después algunos conceptos relacionados con las redes neuronales necesarios para un entendimiento sólido del *aprendizaje profundo*, tales como los elementos clave que conforman a la red neuronal, la manera en la que esta evalúa su precisión, y el algoritmo de optimización.

## 2.1 CÁNCER DE PIEL

El *cáncer de piel* es una enfermedad que suele relacionarse con la aparición de lunares o manchas que no se encontraban previamente, se pueden manifestar como manchas oscuras o rojizas, bultos y/o escamas en la superficie de la piel. Esta enfermedad se desarrolla principalmente en partes de la piel expuestas al sol, sin embargo también se puede desarrollar en partes que no suelen exponerse. Algunos factores como la exposición a los rayos ultravioletas (UV), el uso de sustancias como el tabaco o el envejecimiento de la piel pueden ser factores correlacionados con el *cancer de piel*, dichos factores se dividen en dos grupos:



- Factores intrínsecos
- Factores extrínsecos

Los factores *intrínsecos* son aquellos que suceden de forma interna en la piel, un ejemplo de esto es el envejecimiento cronológico, el cual es un proceso natural que consiste en degradación del colágeno, la elastina y el adelgazamiento de la epidermis debido al envejecimiento celular al paso de los años y de el efecto de algunas hormonas.

Los factores *extrínsecos* son aquellos que suceden de forma agena al organismo, como es el caso del *foto-envejecimiento* el cual sucede cuando nos encontramos expuestos a los rayos ultravioletas (UV). Este factor de envejecimiento genera lesiones en las cadenas de ácido desoxirribonucleico (ADN) debido a la oxidación y afecta la regeneración de células, al sistema inmune y a la forma en la que se regula la pigmentación [3].

### 2.1.1 TIPOS DE CÁNCER DE PIEL

Existe una gran variedad de tipos de *cáncer de piel*. Son cuatro tipos los que destacan por su incidencia.

- melanoma
- cáncer de piel no melanoma
- carcinoma de células basales
- carcinoma epidermoide de piel

## 2.2 REDES NEURONALES

Hasta hace algunos años el desarrollo de aplicaciones de software solían desarrollarse mediante un proceso específico, generalmente se suele reunir a un grupo de desarrolladores para estudiar un problema y determinar una solución mediante el uso de las distintas plataformas de código disponibles y así ofrecer una solución a dicho problema, sin embargo con los avances actuales en el área de inteligencia artificial es posible resolver los mismos problemas de una forma distinta mediante el uso de datos históricos.

### 2.2.1 DATOS DE IMÁGENES

Las *imágenes* se pueden definir como una matriz de  $\mathbf{m} \times \mathbf{n}$  píxeles (en el caso de las imágenes en blanco y negro).

### 2.2.2 MODELOS

Un *modelo* se puede definir como el bloque intermedio entre nuestros datos de entrada (input) y los datos de salida (output), en el modelo podemos encontrarnos con los siguientes elementos:

- Nodos de entrada (Input nodes)
- Nodos intermedios (Hidden nodes)
- Nodos de salida (Output nodes)
- Capas (Layers)
- Pesos (Weights)

- Funciones de activación (Activation)
- Bías (Bias)

Los cuales se explican a continuación:

### 2.2.3 EVALUACIÓN

Para poder realizar el proceso de *aprendizaje* de nuestro modelo, este debe tener la capacidad de evaluar la precisión actual. Para esto existen distintas funciones que nos permiten evaluar la precisión dependiendo del valor actual y el valor al cuál nos queremos acercar.

### 2.2.4 OPTIMIZACIÓN

Ya que tenemos calculada la diferencia entre el valor que estabamos prediciendo y el valor real (ground truth), es necesario hacer ajustes al modelo para poder acercarnos al valor real.

## CAPÍTULO 3

# ESTADO DEL ARTE

---

A continuación se hará un estudio de los trabajos relacionados con el problema señalado en este trabajo de tesis y también con el método propuesto para solucionarlo.

### 3.1 TRABAJOS SIMILARES

### 3.2 ÁREA DE OPORTUNIDAD

## CAPÍTULO 4

# DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS

---

## 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. X, 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.