

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales

“MODELO BASADO EN REDES NEURONALES
CONVOLUCIONALES PARA CLASIFICAR ARTESANÍA EN LA
EMPRESA ARTELIX”

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniero de Sistemas Computacionales

Autores:

Pedro Jesus Jurado Moreno
Pedro Manuel Antonio Jurado Moreno

Asesor:

Mg. Enrique Arturo Morales Quispe
<https://orcid.org/0000-0002-3494-4005>

Lima - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Gerardo Sarmiento Quistán	40492478
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	César Augusto Reyes Gutiérrez	19260641
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Enrique Arturo Morales Quispe	40823457
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

Tesis pregrado UPN

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%
6	www.grafiati.com Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	polodelconocimiento.com Fuente de Internet	<1%

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE ECUACIONES	12
RESUMEN	13
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	14
REALIDAD PROBLEMÁTICA	14
ANTECEDENTES INTERNACIONALES	18
ANTECEDENTES NACIONALES.....	21
JUSTIFICACIÓN	22
<i>Justificación social</i>	22
<i>Justificación teórica</i>	23
<i>Justificación metodológica</i>	23
<i>Justificación práctica</i>	23
MARCO TEÓRICO	24
<i>Inteligencia artificial</i>	24
<i>Aprendizaje automático</i>	26
<i>Aprendizaje automático supervisado</i>	27
<i>Redes neuronales</i>	30
<i>Redes neuronales profundas</i>	33
<i>Redes neuronales convolucionales</i>	34
<i>Arquitecturas de redes convolucionales</i>	36
<i>Transferencia de aprendizaje (Transfer Learning)</i>	38
<i>Algoritmos</i>	39
<i>Clasificación de imágenes</i>	39
<i>Métricas</i>	40
<i>Conjunto de datos (dataset)</i>	42
<i>Artesanía</i>	45
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	50
<i>Problema General</i>	50
<i>Problemas específicos</i>	50
OBJETIVO	50
<i>Objetivo general</i>	50
<i>Objetivos específicos</i>	50
HIPÓTESIS	51
<i>Hipótesis general</i>	51
<i>Hipótesis específicas</i>	51
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	52
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	52
<i>Diseño</i>	52
TIPO	53

ENFOQUE	53
POBLACIÓN	54
MUESTRA	54
MATERIALES, INSTRUMENTOS Y MÉTODOS	56
<i>Técnicas</i>	56
<i>Instrumentos</i>	56
<i>Validación del instrumento</i>	58
<i>Métodos</i>	58
PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	59
ANÁLISIS DE DATOS	59
ASPECTOS ÉTICOS	61
CRONOGRAMA	61
RECURSOS.....	62
PROCEDIMIENTO DEL MODELO DE TRANSFERENCIA DE APRENDIZAJE	62
<i>Fase de extracción de características</i>	64
<i>Fase de entrenamiento o aprendizaje</i>	65
<i>Fase de ejecución o pruebas</i>	69
CAPÍTULO III: RESULTADOS	72
ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL INDICADOR EFICIENCIA	72
<i>Análisis descriptivo del indicador eficiencia en anillos</i>	75
<i>Análisis descriptivo del indicador eficiencia en aretes</i>	78
<i>Análisis descriptivo del indicador eficiencia en collares</i>	81
<i>Análisis descriptivo del indicador eficiencia en pulseras</i>	84
ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL INDICADOR TIEMPO	87
<i>Análisis descriptivo del indicador tiempo en anillos</i>	90
<i>Análisis descriptivo del indicador tiempo en aretes</i>	93
<i>Análisis descriptivo del indicador tiempo en collares</i>	96
<i>Análisis descriptivo del indicador tiempo en pulseras</i>	99
PRUEBA DE NORMALIDAD DEL INDICADOR EFICIENCIA.....	102
PRUEBA DE NORMALIDAD DEL INDICADOR TIEMPO.....	103
ANÁLISIS INFERENCIAL DEL INDICADOR EFICIENCIA	104
ANÁLISIS INFERENCIAL DEL INDICADOR TIEMPO	105
MODELO DE TRANSFERENCIA DE APRENDIZAJE	107
<i>Indicador: Porcentaje de eficacia</i>	109
<i>Indicador: Porcentaje de precisión</i>	112
<i>Indicador: Porcentaje de sensibilidad (RECALL)</i>	114
<i>Indicador: Porcentaje de especificidad</i>	116
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	118
DISCUSIÓN	118
CONCLUSIONES	120
LIMITACIONES	121
RECOMENDACIONES.....	122
REFERENCIAS	123
ANEXOS	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Ventajas y desventajas de aprendizaje automático</i>	26
Tabla 2	<i>Comparación de arquitecturas de redes neuronales convolucionales</i>	37
Tabla 3	<i>Modelo de matriz de confusión</i>	40
Tabla 4	<i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	56
Tabla 5	<i>Indicadores y procesamiento de análisis de datos</i>	57
Tabla 6	<i>Validación de juicios de expertos</i>	58
Tabla 7	<i>Procedimiento de recolección de datos</i>	59
Tabla 8		60
Tabla 9	<i>Plan de cronograma</i>	61
Tabla 10	<i>Recursos de software</i>	62
Tabla 11	<i>El número de muestras al evaluar en el pre test y post test</i>	72
Tabla 12	<i>Resultados del pre test del indicador de eficiencia</i>	73
Tabla 13	<i>Resultados del post test del indicador de eficiencia</i>	74
Tabla 14	<i>Resultados estadísticos del pre y post test del indicador eficiencia en la categoría anillos</i>	75
Tabla 15	<i>Resultados del pre test del indicador eficiencia en la categoría de anillos</i>	76
Tabla 16	<i>Resultados del post test del indicador eficiencia en la categoría anillos</i>	77
Tabla 17	<i>Resultados estadísticos del pre y post test del indicador eficiencia en la categoría aretes</i>	78
Tabla 18	<i>Resultados del pre test del indicador eficiencia en la categoría aretes</i>	79
Tabla 19	<i>Resultados del pro test del indicador eficiencia en la categoría aretes</i>	80
Tabla 20	<i>Resultados estadísticos del pre y post test del indicador eficiencia en la categoría collares</i>	81
Tabla 21	<i>Resultados del pre test del indicador eficiencia en la categoría collares</i>	81
Tabla 22	<i>Resultados del post test del indicador eficiencia en la categoría collares</i>	83
Tabla 23	<i>Resultados estadísticos del pre y post test del indicador eficiencia en la categoría pulseras</i>	84
Tabla 24	<i>Resultados del pre test del indicador eficiencia en la categoría pulseras</i>	85
Tabla 25	<i>Resultados del post test del indicador eficiencia en la categoría pulseras</i>	86
Tabla 26	<i>Resultados del indicador tiempo</i>	87
Tabla 27	<i>Resultados del pre test del indicador tiempo</i>	88
Tabla 28	<i>Resultados del post test del indicador tiempo</i>	89
Tabla 29	<i>Resultados en el indicador tiempo para la clasificación de anillos</i>	90
Tabla 30	<i>Resultados del pre test en el indicador tiempo y la clasificación de anillos</i>	91
Tabla 31	<i>Resultados del post test en el indicador tiempo y la clasificación de anillos</i>	92
Tabla 32	<i>Resultados en el indicador tiempo para la clasificación de aretes</i>	93
Tabla 33	<i>Resultados del pre test en el indicador tiempo y la clasificación de aretes</i>	94
Tabla 34	<i>Resultados del post test en el indicador tiempo y la clasificación de aretes</i>	95
Tabla 35	<i>Resultados en el indicador tiempo y la clasificación de collares</i>	96
Tabla 36	<i>Resultados del pre test en el indicador tiempo y la clasificación de collares</i>	97
Tabla 37	<i>Resultados del post test en el indicador tiempo y la clasificación de collares</i>	98
Tabla 38	<i>Resultados en el indicador tiempo y la clasificación de pulseras</i>	99
Tabla 39	<i>Resultados del pre test en el indicador tiempo y la clasificación de pulseras</i>	100
Tabla 40	<i>Resultados del post test en el indicador tiempo y la clasificación de pulseras</i>	101
Tabla 41	<i>Prueba de normalidad del indicador de eficiencia</i>	102
Tabla 42	<i>Resultados estadísticos descriptivos del indicador eficiencia</i>	103
Tabla 43	<i>Pruebas de normalidad del indicador tiempo</i>	103
Tabla 44	<i>Resultados estadísticos descriptivos del indicador tiempo</i>	104
Tabla 45	<i>Prueba de rangos con signo Wilcoxon en el indicador eficiencia</i>	104
Tabla 46	<i>Resultados estadísticos de prueba en el indicador eficiencia</i>	105
Tabla 47	<i>Prueba de rangos con signo Wilcoxon en el indicador tiempo</i>	106
Tabla 48	<i>Resultados estadísticos de prueba en el indicador tiempo</i>	106
Tabla 49	<i>Matriz de confusión para clasificación múltiple</i>	107
Tabla 50	<i>Resultados de la matriz de confusión basado en el modelo de transferencia de aprendizaje para anillos</i>	110
Tabla 51	<i>Resultados de la matriz de confusión basado en el modelo de transferencia de aprendizaje para aretes</i>	110

Tabla 52 Resultados de la matriz de confusión basado en el modelo de transferencia de aprendizaje para collares.....	111
Tabla 53 Resultados de la matriz de confusión basado en modelo de transferencia de aprendizaje para pulseras.....	111
Tabla 54 Resultado de análisis de precisión para cada clase del modelo de transferencia de aprendizaje	112
Tabla 55 Resultado de análisis de sensibilidad para cada clase del modelo de transferencia de aprendizaje	114
Tabla 56 Resultado de análisis de especificidad para cada clase del modelo de transferencia de aprendizaje.....	116
Tabla 57 Modelo de red neuronal convolucional.....	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Ramas de la inteligencia artificial.....</i>	25
Figura 2	<i>El aprendizaje automático supervisado.....</i>	28
Figura 3	<i>El aprendizaje automático no supervisado.....</i>	29
Figura 4	<i>Esquema básico de una red neuronal.....</i>	30
Figura 5	<i>Capas de una red neuronal.....</i>	31
Figura 6	<i>Redes neuronales profundas.....</i>	33
Figura 7	<i>Como aprende una red neuronal convolucional.....</i>	35
Figura 8	<i>Modelo de transferencia de aprendizaje.....</i>	38
Figura 9	<i>Clasificación de un dataset.....</i>	42
Figura 10	<i>Estructura de conjuntos de datos de una red neuronal convolucional.....</i>	43
Figura 11	<i>Conjunto de entrenamiento.....</i>	44
Figura 12	<i>Conjunto de validación.....</i>	44
Figura 13	<i>Conjunto de prueba.....</i>	45
Figura 14	<i>Clasificación de artesanía.....</i>	46
Figura 15	<i>Metodología del trabajo para la clasificación de imágenes de artesanía.....</i>	63
Figura 16	<i>Creación del modelo de transferencia de aprendizaje.....</i>	65
Figura 17	<i>Ruta de los conjuntos de datos del modelo de transferencia de aprendizaje.....</i>	65
Figura 18	<i>Directorio de clases de entrada para el entrenamiento de la red neuronal de transferencia de aprendizaje.....</i>	66
Figura 19	<i>Aumento de datos al modelo de transferencia de aprendizaje.....</i>	66
Figura 20	<i>Aplicando las rondas de entrenamiento al modelo neuronal de transferencia de aprendizaje.....</i>	67
Figura 21	<i>Error y exactitud al modelo neuronal de transferencia de aprendizaje.....</i>	68
Figura 22	<i>Gráfico del resultado del entrenamiento y validación del modelo de transferencia de aprendizaje.....</i>	68
Figura 23	<i>Aumento de datos al conjunto de pruebas del modelo de transferencia de aprendizaje.....</i>	69
Figura 24	<i>Predicciones del modelo de transferencia de aprendizaje.....</i>	70
Figura 25	<i>Evaluaciones del modelo basado en transferencia de aprendizaje.....</i>	71
Figura 26	<i>Arquitectura adaptada del modelo de transferencia de aprendizaje.....</i>	71
Figura 27	<i>Gráfico del pre test del indicador de eficiencia.....</i>	73
Figura 28	<i>Gráfico del post test del indicador de eficiencia.....</i>	75
Figura 29	<i>Gráfico del pre test del indicador eficiencia en la categoría anillos.....</i>	76
Figura 30	<i>Gráfico del post test del indicador eficiencia en la categoría anillos.....</i>	78
Figura 31	<i>Gráfico del pre test del indicador eficiencia en la categoría aretes.....</i>	79
Figura 32	<i>Gráfico del post test del indicador eficiencia en la categoría aretes.....</i>	80
Figura 33	<i>Gráfico del pre test del indicador eficiencia en la categoría collares.....</i>	82
Figura 34	<i>Gráfico del post test del indicador eficiencia en la categoría collares.....</i>	84
Figura 35	<i>Gráfico del pre test del indicador eficiencia en la categoría pulseras.....</i>	85
Figura 36	<i>Gráfico del pro test del indicador eficiencia en la categoría pulseras.....</i>	87
Figura 37	<i>Gráfico del pre test del indicador tiempo.....</i>	88
Figura 38	<i>Gráfico del post test del indicador tiempo.....</i>	90
Figura 39	<i>Gráfico del pre test en el indicador tiempo y la clasificación de anillos.....</i>	91
Figura 40	<i>Gráfico del post test en el indicador tiempo y la clasificación de anillos.....</i>	93
Figura 41	<i>Gráfico del pre test en el indicador tiempo y la clasificación de aretes.....</i>	94
Figura 42	<i>Gráfico del post test en el indicador tiempo y la clasificación de aretes.....</i>	96
Figura 43	<i>Gráfico del pre test en el indicador tiempo y la clasificación de collares.....</i>	97
Figura 44	<i>Gráfico del post test en el indicador tiempo y la clasificación de collares.....</i>	99
Figura 45	<i>Gráfico del pre test en el indicador tiempo y la clasificación de pulseras.....</i>	100
Figura 46	<i>Gráfico del post test en el indicador tiempo y la clasificación de pulseras.....</i>	102
Figura 47	<i>Matriz de confusión basado en el modelo de transferencia de aprendizaje.....</i>	108
Figura 48	<i>Resultados de las métricas de confusión basado en el modelo de transferencia de aprendizaje.....</i>	109
Figura 49	<i>Resultados de la eficacia del modelo basado en transferencia de aprendizaje.....</i>	109
Figura 50	<i>Resultados de precisión para cada clase en el modelo de transferencia de aprendizaje.....</i>	113

Figura 51	<i>Resultados de sensibilidad para cada clase en el modelo de transferencia de aprendizaje ..</i>	115
Figura 52	<i>Resultados de especificidad para cada clase en el modelo de transferencia de aprendizaje</i>	117
Figura 53	<i>Tiempo en clasificar con el modelo de transferencia aprendizaje en cada categoría.....</i>	166
Figura 54	<i>Modelos de anillos</i>	167
Figura 55	<i>Modelos de aretes</i>	168
Figura 56	<i>Modelos de pulseras.....</i>	169
Figura 57	<i>Modelos de collares.....</i>	170
Figura 58	<i>Proceso de compra de insumos</i>	172
Figura 59	<i>Proceso de clasificación de bisutería</i>	173
Figura 60	<i>Clasificación de bisutería.....</i>	174
Figura 61	<i>Clasificación anillos.....</i>	175
Figura 62	<i>Clasificación de aretes.....</i>	176
Figura 63	<i>Clasificación collares</i>	177
Figura 64	<i>Clasificación pulseras</i>	178
Figura 65	<i>Estructuras de las carpetas del aplicativo</i>	179
Figura 66	<i>Interfaz gráfica</i>	180
Figura 67	<i>Lógica de programación</i>	180

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación (1)	41
Ecuación (2)	41
Ecuación (3)	41
Ecuación (4)	41
Ecuación (5)	42
Ecuación (6)	55

RESUMEN

El sector de artesanía proporciona un sustento económico a un gran número de personas y contribuye a las exportaciones e ingresos de divisas del Perú. Este sector está compuesto por pequeñas y medianas empresas según Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. Por otro lado, se caracterizan por realizar sus procesos de manera manual, y en algunos casos carecen de maquinarias o el uso de tecnología. En este contexto, la automatización de tareas mediante la clasificación de imágenes ha sido aplicada en diversos sectores industriales y comerciales. Se desarrolla un modelo de red neuronal convolucional basado en transferencia de aprendizaje con el objetivo de que el modelo realice una clasificación automática de los productos de bisutería. Para esta tarea, se realizó la extracción de características que permita identificar cada categoría de imagen como: su color, forma, diseños y textura. El conjunto de datos estuvo compuesto de 2000 imágenes y una muestra de 323 imágenes. Durante el pre test, la eficiencia se tuvo un 77.85% en la clasificación de productos de bisutería y con un tiempo de 1350 segundos, mientras en el post test al emplear el modelo de red neuronal convolucional la eficiencia aumento al 97.09% y el tiempo se redujo a 9.9 segundos. Además, el resultado del modelo de transferencia de aprendizaje, se logró una eficacia promedio del 91% en la clasificación de categorías de bisutería. En resumen, se destaca el potencial de las RNC y las adaptaciones de arquitecturas que ayudan en los procesos de clasificación de diversos sectores.

Palabras clave: inteligencia artificial, modelo de red neuronal, clasificación de imágenes, aprendizaje profundo, redes neuronales convolucionales.

NOTA

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto**, por determinación de los propios autores amparados en el Texto Integrado del Reglamento RENATI, artículo 12.

REFERENCIAS

- Aguilar Alvarado, J. V., & Campoverde Molina, M. A. (2020). *Clasificación de frutas basadas en redes neuronales convolucionales* [Universidad Católica de Cuenca]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7436055>
- Annapurani. K & Divya Ravilla. (2019). CNN based Image Classification Model. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(11S), 1106-1114. <https://doi.org/10.35940/ijitee.K1225.09811S19>
- Belhi, A., Bouras, A., Al-Ali, A. K., & Sadka, A. H. (Eds.). (2021). *Data Analytics for Cultural Heritage: Current Trends and Concepts*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-66777-1>
- Benítez Aranda, S. (2009). *Cultura y desarrollo, 6: Dinámica de la artesanía latinoamericana como factor de desarrollo económico, social y cultural—UNESCO Biblioteca Digital*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000221298>
- Bobadilla, J. (2020). *Machine Learning y Deep Learning: Usando Python, Scikit y Keras*. RA-MA Editorial. <https://elibro.bibliotecaupn.elogim.com/es/ereader/upnorte/222698>
- Bonilla Carrión, C. (2020). *Redes convolucionales* [Universidad de Sevilla]. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/115221/TFG%20DGMyE%20Bonilla%20Carri%C3%B3n%20Carmelo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cabellos Román, L. F., Daniel Alexander Chapilliquen Nicolas, Córdova Jaramillo, D. del C., Mau Niquen, B. M., & Sánchez Huamán, L. A. (2022). *Diseño de un algoritmo de clasificación de imágenes usando redes neuronales para la correcta clasificación de residuos en la I.E. 15122 El Puente Quiroz*.
- Canelo Sotelo, C. A., & Espinoza Haro, P. C. (2021). *Redes neuronales artificiales y máquina con soporte vectorial para clasificar a los solicitantes de microcrédito* [D - Universidad

Nacional de Ingeniería].

<https://elibro.bibliotecaupn.elogim.com/es/ereader/upnorte/228395>

Casas Roma, J., Lozano Bagén, T., & Bosch Rué, A. (2020). *Deep Learning: Principios y Fundamentos*. Editorial UOC.

<https://ebookcentral.bibliotecaupn.elogim.com/lib/upnpe/detail.action?docID=7025971>

Céspedes Ordóñez, B. N. (2022). *Desarrollo de un método de identificación de personas mediante el procesamiento de imágenes digitales de la impresión palmarias* [Universidad Señor de Sipán]. <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/9216>

Cuestas Camacho, J. A., Marmolejo Cueva, M. C., & Muñoz Baldi, A. D. L. A. (2022). Diseño y artesanía: Procesos creativos en el espacio público y digital de la cultura Chachi de Ecuador. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, 159, 55-61.

Dark, S. (2018). *Aprendizaje Automático, La Guía Definitiva para Principiantes para Comprender el Aprendizaje Automático*. Amazon Digital Services LLC - KDP Print EE. UU., 2018. https://books.google.com.pe/books/about/Machine_Learning.html?id=t0AxvAEACAAJ&source=kp_book_description&redir_esc=y

EXPORTACIONES DE ARTESANÍAS: ¿HACIA DÓNDE APUNTAR? (2023). COMEXPERU - Sociedad de Comercio Exterior Del Perú. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-de-artesantias-hacia-donde-apuntar>

Ferreira, A., & Giraldi, G. (2017). Convolutional Neural Network approaches to granite tiles classification. *Expert Systems with Applications*, 84, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.04.053>

Francis, L. M., & Sreenath, N. (2019). Live detection of text in the natural environment using Convolutional Neural Network. *Future Generation Computer Systems*, 98, 444-455. <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.03.054>

- Géron, A. (2017). *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow*. O' REILLY.
https://www.clc.hcmus.edu.vn/wp-content/uploads/2017/11/Hands_On_Machine_Learning_with_Scikit_Learn_and_TensorFlow.pdf
- Gong, Y., Liu, G., Xue, Y., Li, R., & Meng, L. (2023). A survey on dataset quality in machine learning. *Information and Software Technology*, 162, 107268.
<https://doi.org/10.1016/j.infsof.2023.107268>
- Guallazaca González, C. A., & Hernandez, V. (2020). Clasificador de Productos Agrícolas para Control de Calidad basado en Machine Learning e Industria 4.0. *Revista Perspectivas*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.47187/perspectivas.vol2iss2.pp21-28.2020>
- Heras, D. (2017). Clasificador de imágenes de frutas basado en inteligencia artificial. *Killkana Técnica*, 1(2), 21. https://doi.org/10.26871/killkana_tecnica.v1i2.79
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 5° EDICIÓN*. Mc Graw Hill Education.
<https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6° EDICIÓN*. Mc Graw Hill Education.
<https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Methodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Kaur, R., & Doegar, A. (2022). 14 - Brain tumor segmentation using deep learning: Taxonomy, survey and challenges. En J. Chaki (Ed.), *Brain Tumor MRI Image Segmentation Using Deep Learning Techniques* (pp. 225-238). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91171-9.00003-X>
- Kingma, D., & Lei Ba, J. (2017). *Adam: A Method for Stochastic Optimization*.
<http://arxiv.org/abs/1412.6980>

- Liu, E., Jin, Q., Liu, L., Wang, J., Yao, C., & Ying, F. (2020). An Online Community Applying CNN Technology for ICH Craftsmanship Inheritance and Preservation. *2020 IEEE 7th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*, 382-389. <https://doi.org/10.1109/ICIEA49774.2020.9101983>
- Meza Andrade, L., Ramirez Freyle, E., & Romero Zuñiga, C. (2017). Estándares de competitividad empresarial en las pymes de artesanías wayuu en el distrito turístico y cultural de Riohacha. *Revista Espacios*.
- Mihaich, F. (2014). *Aplicación de redes neuronales en la clasificación de imágenes*. <https://lc.fie.umich.mx/~a1039048f/ST/bueno%20para%20basarce.pdf>
- Moreno Pallares, M. G., & Moreno Pallares, R. R. (2020). Análisis de incidentes de tránsito mediante la calidad del modelo KNN. *Polo del Conocimiento: Revista científico*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7659383>
- Neuman, W. L. (2015). *Social research methods: Qualitative and quantitative approaches* (7th edition). Pearson Education. <http://lib.myilibrary.com?id=526927>
- Pandey, P., & Mishra Pandey, M. (2015). *RESEARCH METHODOLOGY: TOOLS AND TECHNIQUES*. <https://www.euacademic.org/BookUpload/9.pdf>
- Percimil Pino, L., & Tafur Vera, D. (2018). *SISTEMA DE VISIÓN COMPUTACIONAL MÓVIL EN LA IDENTIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE QUINUA BLANCA* [Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/15004>
- Pineda Pertuz, C. (2022). *Aprendizaje automático y profundo en Python: Una mirada hacia la inteligencia artificial*. RA-MA Editorial. <https://elibro.bibliotecaupn.elogim.com/es/ereader/upnorte/230579>

- Pokorni, S. J. (2021). Current state of the application of artificial intelligence in reliability and maintenance. *Vojnotehnicki Glasnik/Military Technical Courier*, 69(3), 578-593.
- Quintero, C., Merchán, F., Cornejo, A., & Sánchez Galán, J. (2018). Uso de Redes Neuronales Convolucionales para el Reconocimiento Automático de Imágenes de Macroinvertebrados para el Biomonitorio Participativo. *KnE Engineering*, 585-596. <https://doi.org/10.18502/keg.v3i1.1462>
- Reinoso García, Ó., Jimenez García, L., & Payá Castelló, L. (2022). *Ejemplos Prácticos de Redes Neuronales Mediante MATLAB y PYTHON*. Universidad Miguel Hernández. <https://ebookcentral.bibliotecaupn.elogim.com/lib/upnpe/reader.action?docID=30293464&query=redes+neuronales#>
- Riera Iziga, M., & Sotelo Hernández, W. (2022). *Clasificación de Imágenes Médicas para la Detección del Cáncer de mama mediante Redes Neuronales* [Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31701>
- Rodríguez, P., & Alesanco, S. (2018). *Aplicación de redes neuronales convolucionales y recurrentes al diagnóstico de autismo a partir de resonancias magnéticas funcionales*. https://oa.upm.es/50400/1/TFG_PABLO_RODRIGUEZ_SAHAGUN_ALESANCO.pdf
- Sabarís, M. (2022, octubre 20). *La artesanía de Europa*. <https://fundaciongaliciaeuropa.eu/es/proteccion-de-la-artesania-de-europa/>
- Seo, Y., & Shin, K. (2019). Hierarchical convolutional neural networks for fashion image classification. *Expert Systems with Applications*, 116, 328-339. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.09.022>
- Sharma, N., Jain, V., & Mishra, A. (2018). An Analysis Of Convolutional Neural Networks For Image Classification. *Procedia Computer Science*, 132, 377-384. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.198>

- Singh, P., Singh, N., Singh, K. K., & Singh, A. (2021). Diagnosing of disease using machine learning. *Machine Learning and the Internet of Medical Things in Healthcare*, 89-111. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821229-5.00003-3>
- Smarandache, F. (2022). *Collected Papers. Volume XI: On Physics, Artificial Intelligence, Health Issues, Decision Making, Economics, Statistics*. Infinite Study. <https://books.google.com.pe/books?id=-2OjEAAAQBAJ>
- Tena, S., Hartano, R., & Ardiyanto, I. (2022). *A New Benchmark Dataset for Indonesian Traditional Woven Fabric Image Recognition and Image Retrieval*. <https://doi.org/10.1109/ICITACEE55701.2022.9924111>
- Tianmei Guo, Jiwen Dong, & Henjian LiYunxing Gao. (2017). *Simple convolutional neural network on image classification*. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8078730/>
- Valero Carreras, D., Alcaraz, J., & Landete, M. (2023). Comparing two SVM models through different metrics based on the confusion matrix. *Computers & Operations Research*, 152, 106131. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2022.106131>
- Vargas Salas, J. F. (2018). Implantación de un modelo para Clasificación Automática de Textos en Grupo Coril. *Universidad César Vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33123>
- Wang, P., Fan, E., & Wang, P. (2021). Comparative analysis of image classification algorithms based on traditional machine learning and deep learning. *Pattern Recognition Letters*, 141, 61-67. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2020.07.042>
- Winiarti, S., Prahara, A., Murinto, & Ismi, D. P. (2018). *Pre-trained convolutional neural network for classification of tanning leather image*. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2018.090129>