

# Clasificación de pacientes con Alzheimer con base en imágenes de MRI

Fernando Barajas Ramírez    Leobardo García Reyes

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

22 de noviembre de 2021



# Introducción

La enfermedad del Alzheimer (AD) es la forma más común demencia, con más de 35 millones de casos a nivel mundial. Según la OMS, el número total de personas con este padecimiento superará los 82 millones para el año 2030 y 152 millones en 2050 [1].



# Problemática

La detección temprana es crucial para:

- Retrasar o impedir el progreso de la enfermedad.
- Buscar alternativas de tratamiento.
- Ofrecer una mejor calidad de vida a la persona [2].

El análisis estructural de imágenes es una de las áreas de investigación más prometedoras [3] y pretende:

- Identificar características y/o propiedades estructurales del cerebro con AD.
- Clasificar el estado actual de salud de un paciente.
- Crear algoritmos de predicción de AD para nuevos sujetos [4].



# Objetivo

Generar un algoritmo que, con base en imágenes de MRI cerebral sea capaz de predecir y/o clasificar el estado actual de la enfermedad de Alzheimer en un sujeto.

Se utilizan imágenes de MRI obtenidas del sitio "Kaggle" [6]. Los datos consisten de 6430 imágenes clasificadas en:

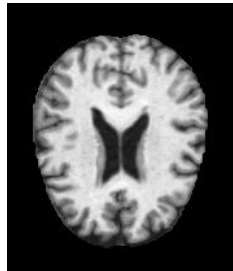


# Objetivo

Generar un algoritmo que, con base en imágenes de MRI cerebral sea capaz de predecir y/o clasificar el estado actual de la enfermedad de Alzheimer en un sujeto.

Se utilizan imágenes de MRI obtenidas del sitio "Kaggle" [6]. Los datos consisten de 6430 imágenes clasificadas en:

- No Demencia (Non Demented)

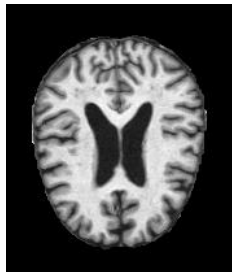


# Objetivo

Generar un algoritmo que, con base en imágenes de MRI cerebral sea capaz de predecir y/o clasificar el estado actual de la enfermedad de Alzheimer en un sujeto.

Se utilizan imágenes de MRI obtenidas del sitio "Kaggle" [6]. Los datos consisten de 6430 imágenes clasificadas en:

- No Demencia (Non Demented)
- Muy Poca Demencia (Very Mild Demented)

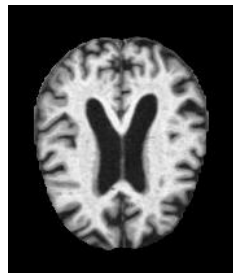


# Objetivo

Generar un algoritmo que, con base en imágenes de MRI cerebral sea capaz de predecir y/o clasificar el estado actual de la enfermedad de Alzheimer en un sujeto.

Se utilizan imágenes de MRI obtenidas del sitio "Kaggle" [6]. Los datos consisten de 6430 imágenes clasificadas en:

- No Demencia (Non Demented)
- Muy Poca Demencia (Very Mild Demented)
- Poca Demencia (Mild Demented)

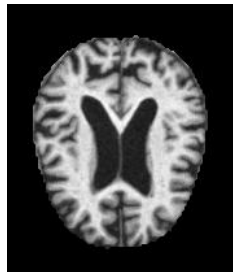


# Objetivo

Generar un algoritmo que, con base en imágenes de MRI cerebral sea capaz de predecir y/o clasificar el estado actual de la enfermedad de Alzheimer en un sujeto.

Se utilizan imágenes de MRI obtenidas del sitio "Kaggle" [6]. Los datos consisten de 6430 imágenes clasificadas en:

- No Demencia (Non Demented)
- Muy Poca Demencia (Very Mild Demented)
- Poca Demencia (Mild Demented)
- Demencia Moderada (Moderate Demented)





# Metodología

## Preparación de los datos

- Normalización
- Aumento de datos
- Definir conjuntos de entrenamiento/pruebas/validación

## Definición y entrenamiento del algoritmo

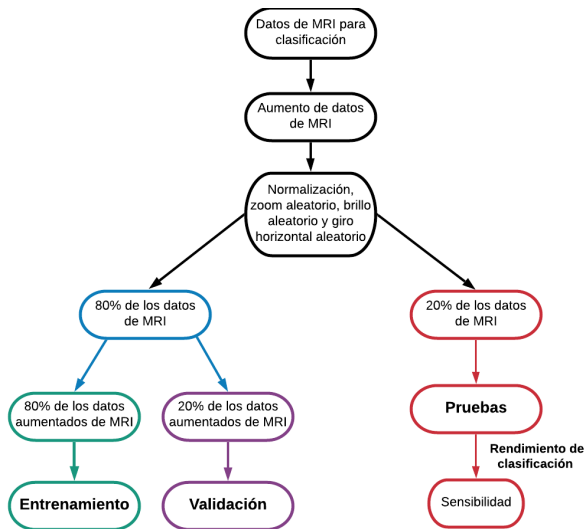
- Definir etapas de modelo de redes neuronales convolucionales (CNN)
- Entrenamiento de modelo CNN

## Validación de desempeño del modelo

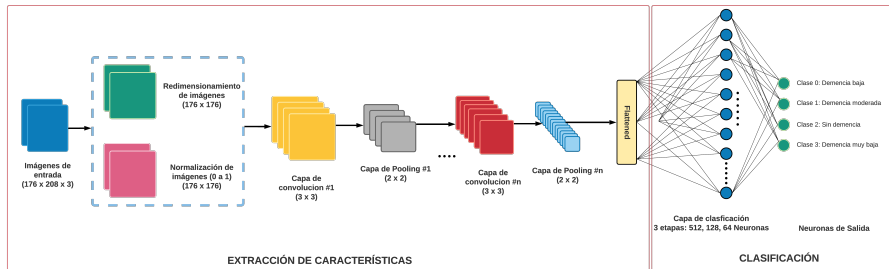
- Validación del modelo con conjunto de pruebas



# Pre-procesamiento y preparación de los datos



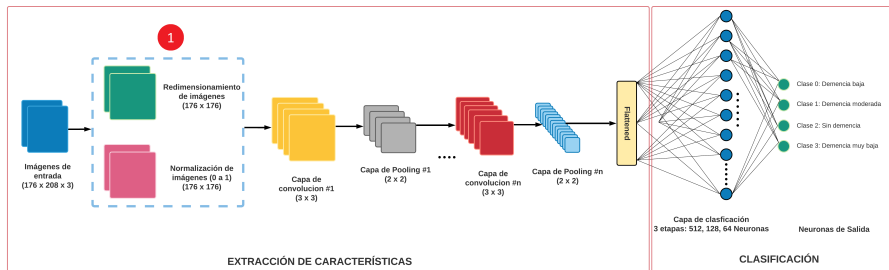
# Modelo de redes neuronales convolucionales (CNN)



El algoritmo procesa la imagen de entrada en 2 etapas: la extracción de características, basada en una CNN, y la etapa de clasificación, que clasifica la imagen en una de las 4 clases.



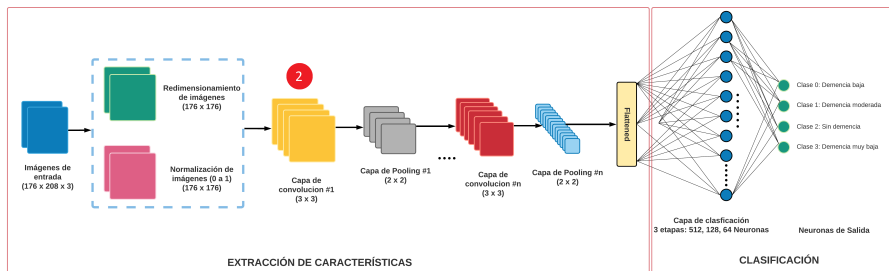
# Modelo de redes neuronales convolucionales (CNN)



A la entrada, la imagen se escala a  $176 \times 176$  y se realiza la normalización de los datos de la imagen.



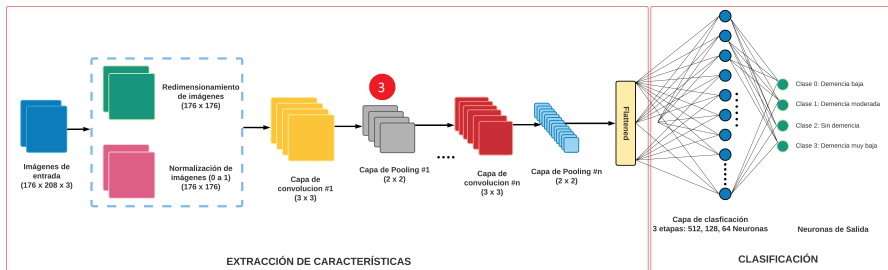
# Modelo de redes neuronales convolucionales (CNN)



La red CNN implementada define bloques de convolución con un kernel de  $(3 \times 3)$ , empleando la función de activación ReLu.



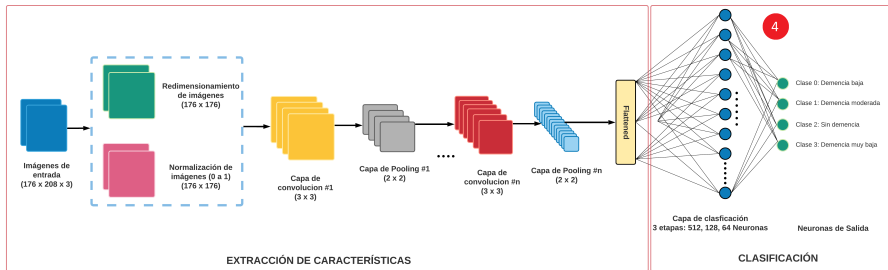
# Modelo de redes neuronales convolucionales (CNN)



Se utiliza también el proceso de agrupamiento MaxPooling con un kernel de  $(2 \times 2)$ . Los bloques se intercalan de manera secuencial durante varias iteraciones para generar la primera etapa del modelo.



# Modelo de redes neuronales convolucionales (CNN)



La segunda etapa, definida a partir de la función "Flatten" emplea 3 capas:

- 512 neuronas (utilizando el 30% de la capacidad)
- 128 neuronas (utilizando el 50% de la capacidad)
- 64 neuronas (utilizando el 70% de capacidad)

Finalmente, la función "Softmax" entrega un valor entre 0 y 1.0 para cada clase, tomando el valor más alto para generar una predicción.



# Comparativa entre métodos

## Método sin aumento de datos

- Se utilizó el conjunto de datos original de 6430 imágenes.
- Normalización aplicada a las imágenes.
- CNN basada en Tensorflow.

## Método con aumento de datos

Adicional a lo anterior

- Aumento de datos a 12800 imágenes.
- Zoom, giro horizontal, brillo aleatorios.
- Se agregan parámetros para truncar el entrenamiento si el modelo no mejora.





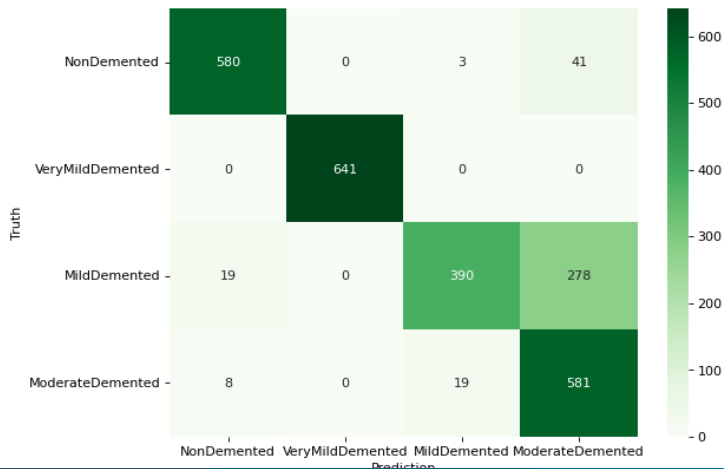
# Resultados

El modelo sin aumento de datos muestra una buena precisión en entrenamiento (96.97%), pero exhibe deficiencia en la predicción de nuevos datos (62.47%)

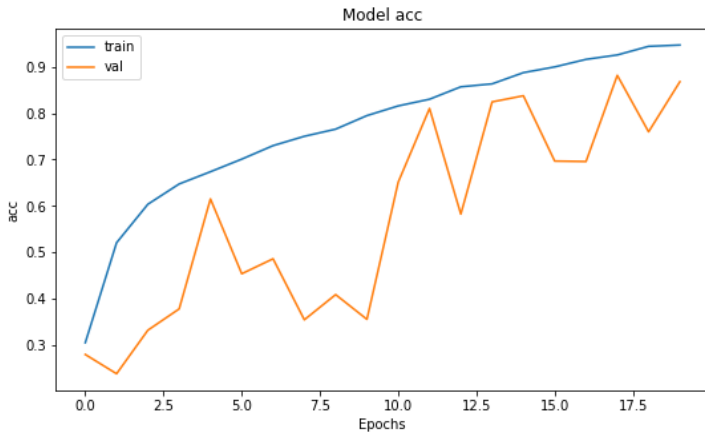


# Resultados

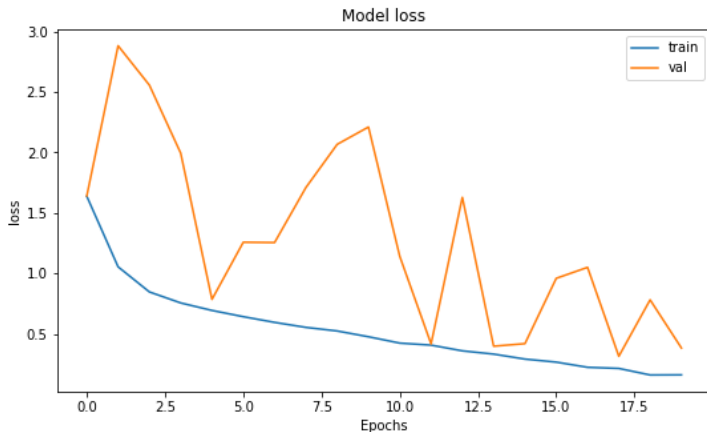
Al aplicar aumento de datos, continuamos teniendo buenos resultados en entrenamiento (92.5 %) y, a diferencia del modelo anterior, las pruebas de clasificación finales alcanzan una precisión del 85.62%.



# Resultados



# Resultados



# Conclusión

- La investigación y construcción de diferentes métodos nos da una vista más amplia sobre que metodología hay que elegir para obtener los mejores resultados en un caso de uso específico.
- De acuerdo a los resultados obtenidos, las técnicas de aumento de datos demuestran una gran utilidad para balancear las diferentes clases de un conjunto de datos.
- El impacto en los resultados y la mejora de la precisión de un modelo de clasificación, dependen de diversos factores, que deben ser evaluados y ajustados conforme a la prueba y error.





Demencia. (2020, 21 septiembre). Organización Mundial de la Salud.  
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dementia>.



Porsteinsson AP, Isaacson RS, Knox S, Sabbagh MN, Rubino I. Diagnosis of Early Alzheimer's Disease: Clinical Practice in 2021. J Prev Alzheimers Dis. 2021;8(3):371-386. doi:10.14283/jpad.2021.23.PMID:34101796.



Alzheimer's Association. (2018b). Earlier Diagnosis. Recuperado el 9 de Septiembre de 2021, de [https://www.alz.org/alzheimers-dementia/research\\_progress/earlier-diagnosis?ref=driverlayer.com](https://www.alz.org/alzheimers-dementia/research_progress/earlier-diagnosis?ref=driverlayer.com).



Al-Khuzai, F. E. K., Bayat, O., & Duru, A. D. (2021). Diagnosis of Alzheimer Disease Using 2D MRI Slices by Convolutional Neural Network. Applied Bionics and Biomechanics, 2021(ii). <https://doi.org/10.1155/2021/6690539>.



Aderghal, K., Benois-Pineau, J., & Afdel, K. (2017). Classification of sMRI for Alzheimer's disease diagnosis with CNN: Single Siamese networks with 2D+ $\epsilon$  Approach and fusion on ADNI. ICMR 2017 - Proceedings of the 2017 ACM International Conference on Multimedia Retrieval, 494–498. <https://doi.org/10.1145/3078971.3079010>.



Alzheimer's Dataset (4 class of Images).  
<https://www.kaggle.com/tourist55/alzheimers-dataset-4-class-of-images>.



Alzheimer's Association. (2018c). What is Alzheimer's. Recuperado el 9 de Septiembre 2021, de <https://www.alz.org/alzheimers-dementia/what-is-alzheimers?lang=en-US>.





Norouzi, A., Rahim, M. S. M., Altameem, A., Saba, T., Rad, A. E., Rehman, A., & Uddin, M. (2014). Medical image segmentation methods, algorithms, and applications. IETE Technical Review (Institution of Electronics and Telecommunication Engineers, India), 31(3), 199–213. <https://doi.org/10.1080/02564602.2014.906861>.



Alzheimer's Association. (2018a). 2018 Alzheimer's disease facts and figures. Alzheimer's Disease Facts and Figures Is, Vol. 14, pp. 367–429. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2016.03.001>.



Basaia, S., Agosta, F., Wagner, L., Canu, E., Magnani, G., Santangelo, R., & Filippi, M. (2019). Automated classification of Alzheimer's disease and mild cognitive impairment using a single MRI and deep neural networks. NeuroImage: Clinical, 21(October 2018), 101645. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2018.101645>.



Acharya, U. R., Fernandes, S. L., WeiKoh, J. E., Ciaccio, E. J., Fabell, M. K. M., Tanik, U. J., Rajinikanth, V., & Yeong, C. H. (2019). Automated Detection of Alzheimer's Disease Using Brain MRI Images– A Study with Various Feature Extraction Techniques. Journal of Medical Systems, 43(9). <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1428-9>.



Rallabandi, V. P. S., Tulpule, K., & Gattu, M. (2020). Automatic classification of cognitively normal, mild cognitive impairment and Alzheimer's disease using structural MRI analysis. Informatics in Medicine Unlocked, 18. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2020.100305>.



Zubair, L., Irtaza, S. A., Nida, N., & Haq, N. U. (2021). Alzheimer and Mild Cognitive disease Recognition Using Automated Deep Learning Techniques. Proceedings of 18th



International Bhurban Conference on Applied Sciences and Technologies, IBCAST 2021, 310–315. <https://doi.org/10.1109/IBCAST51254.2021.9393286>.



Feng, W., Halm-Lutterodt, N. Van, Tang, H., Mecum, A., Mesregah, M. K., Ma, Y., Li, H., Zhang, F., Wu, Z., Yao, E., & Guo, X. (2020). Automated MRI-Based Deep Learning Model for Detection of Alzheimer's Disease Process. *International Journal of Neural Systems*, 30(6), 1–14. <https://doi.org/10.1142/S012906572050032X>.



Jo, T., Nho, K., & Saykin, A. J. (2019). Deep Learning in Alzheimer's Disease: Diagnostic Classification and Prognostic Prediction Using Neuroimaging Data. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 11(August). <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00220>.



Oh, K., Chung, Y. C., Kim, K. W., Kim, W. S., & Oh, I. S. (2019). Classification and Visualization of Alzheimer's Disease using Volumetric Convolutional Neural Network and Transfer Learning. *Scientific Reports*, 9(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54548-6>.



Al-Khuzae, F. E. K., Bayat, O., & Duru, A. D. (2021). Diagnosis of Alzheimer Disease Using 2D MRI Slices by Convolutional Neural Network. *Applied Bionics and Biomechanics*, 2021(ii). <https://doi.org/10.1155/2021/6690539>.



Alom, M. Z., Taha, T. M., Yakopcic, C., Westberg, S., Sidike, P., Nasrin, M. S., Hasan, M., Van Essen, B. C., Awwal, A. A. S., & Asari, V. K. (2019). A state-of-the-art survey on deep learning theory and architectures. *Electronics (Switzerland)*, 8(3), 1–67. <https://doi.org/10.3390/electronics8030292>.

