

**FRACTAL ANALYSIS OF NEUROIMAGING: COMPARISON OF
FRACTAL DIMENSION BETWEEN CONTROL PATIENTS AND
PATIENTS WITH THE PRESENCE OF ALZHEIMER'S DISEASE.**

Javier Villamizar, Duwang Prada, Fabián Rojas, Edward Prada

Santander, Colombia

Creación e implementación de un protocolo de evaluación diagnóstica multicomponente en pacientes con trastorno neurocognitivo (TNC) mayor tipo Alzheimer: Un estudio multidisciplinar mediante el uso de geometría fractal en imágenes cerebrales.

<https://lamatematicadelade.wixsite.com/upbbga>



Introducción

Alzheimer



- Cambios en la personalidad
- Deterioro en la capacidad de movimiento o al caminar
- Dificultad para comunicarse
- Bajo nivel de energía



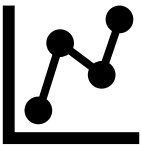
Alzheimer



50 millones (Entre 60% y 70%)

Promedio de 7-10 años

Aumento de la población de adultos mayores

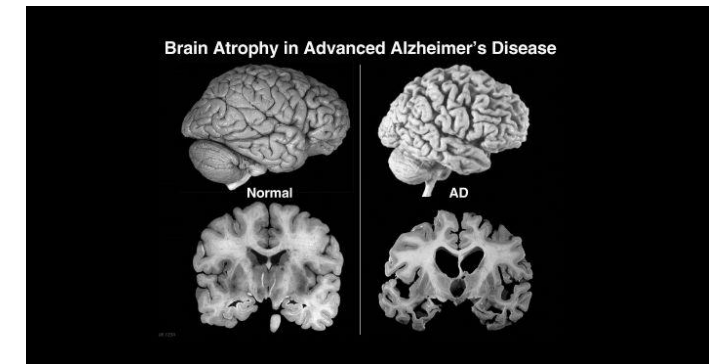
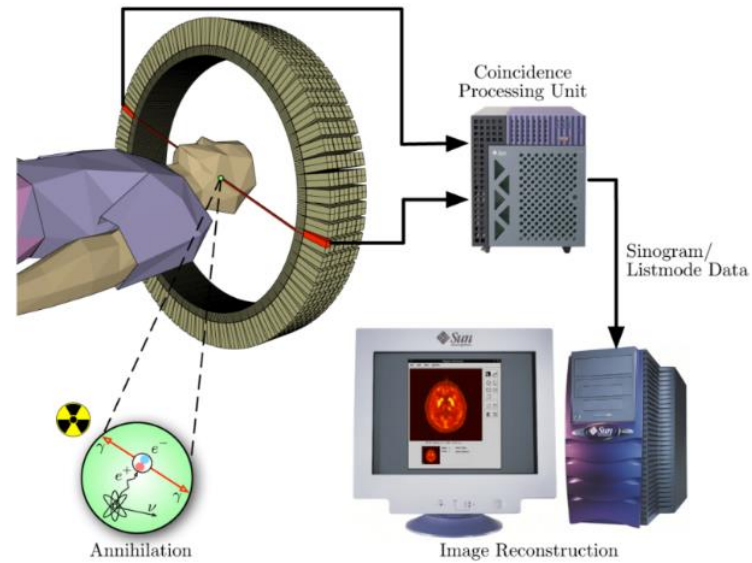


Contextualización

- Seguimiento médico
- Pruebas diagnósticas
- Pruebas neuropsicológicas
- **Neuroimagen** (TC, RM)



Física medica



Materiales

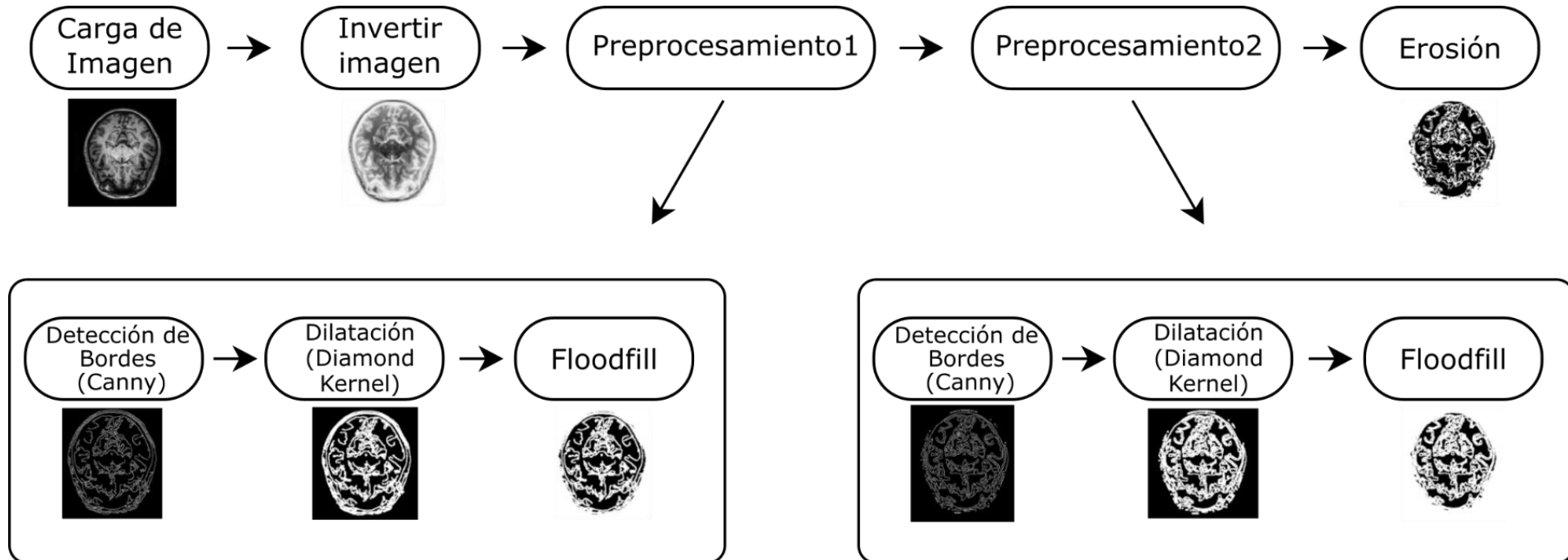
Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (ADNI)



- El proyecto ADNI fue lanzado en 2003
- Conforman: El Instituto Nacional sobre el Envejecimiento (NIA), el Instituto Nacional de Bioingeniería e Imágenes Biomédicas (NIBIB), la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), por compañías farmacéuticas privadas y por organizaciones sin fines de lucro.

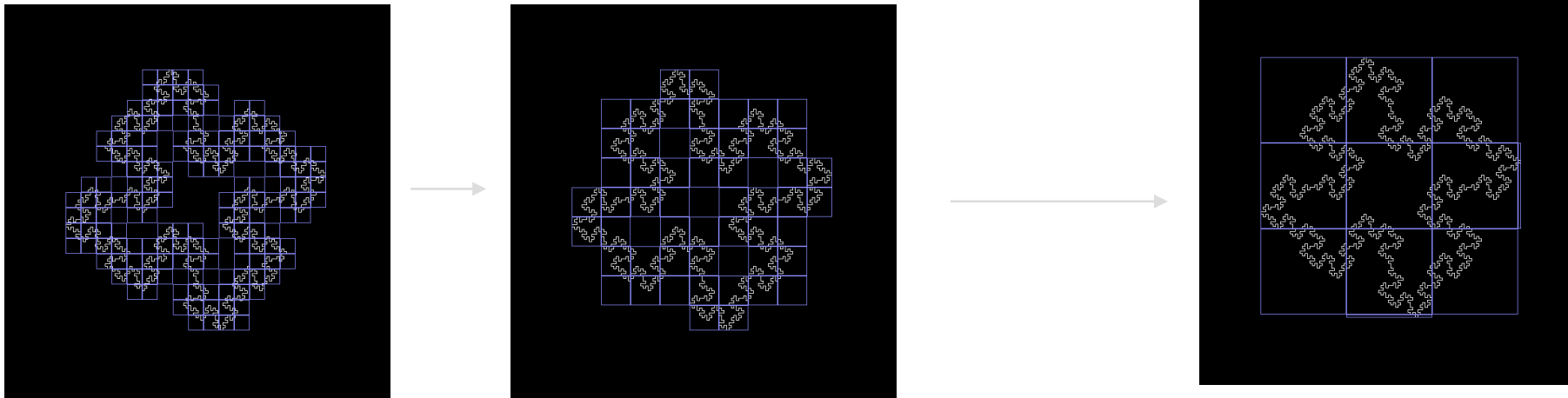
www.loni.ucla.edu/ADNI

Metodología



Calculo de la dimensión fractal

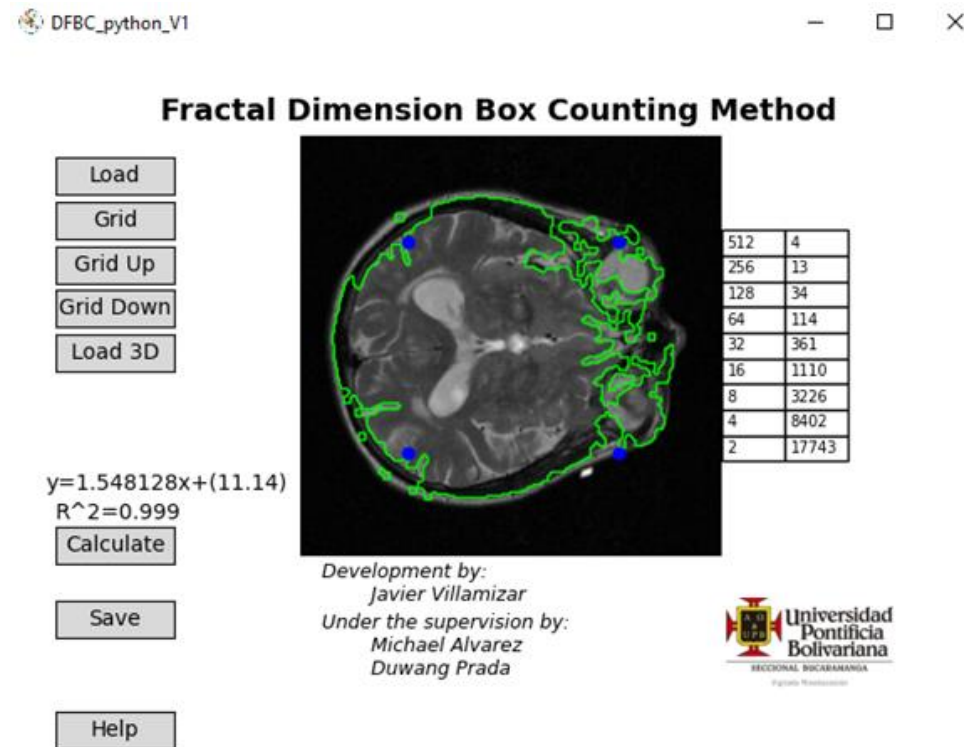
Box counting



$$D = \frac{\ln(N)}{\ln(k)}$$

Se divide la imagen en cuadrículas, se va contando la cantidad de estas que contiene la imagen y así se va disminuyendo la cantidad de pixeles de la cuadrícula hasta el mínimo.

Software



Resultados

Table1. Results of fractal analysis patients control.

Patient	Gender	Age	DF Paper	DF software
141_S_1094	M	76	1.632	1.628
131_S_1301	F	72	1.596	0.846
002_S_1261	F	71	1.637	1.547
002_S_1280	F	70	1.632	1.460
002_S_0413	F	76	1.667	1.483
002_S_0295	M	84	1.645	1.464
002_S_0559	M	79	1.651	1.291
002_S_0685	F	89	1.597	1.435
003_S_0907	F	88	1.635	1.613
003_S_0931	F	86	1.617	1.564
003_S_0981	F	84	1.624	1.519
011_S_0016	M	66	1.654	1.325
011_S_0022	M	63	1.65	1.372
020_S_1288	M	60	1.675	1.404
073_S_0089	M	65	1.679	1.504

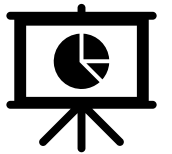
Table2. Results of fractal analysis pacientes con alzheimer.

Patient	Gender	Age	DF Paper	DF software
009_S_1354	F	59	1.599	1.321
012_S_0689	M	64	1.627	1.427
011_S_0053	M	80	1.609	1.409
011_S_0183	F	73	1.621	1.281
002_S_0938	F	82	1.64	1.409
002_S_0619	M	78	1.633	1.490
011_S_0003	M	81	1.607	1.451
005_S_0221	M	68	1.596	1.526
012_S_0720	F	78	1.612	1.375
002_S_0955	F	78	1.605	1.386
002_S_1070	M	74	1.593	1.494
007_S_0316	M	82	1.642	1.486
006_S_0653	F	74	1.621	1.515
007_S_1339	F	80	1.614	1.476
027_S_0404	F	89	1.656	1.324

Conclusiones



- La dimensión fractal de las neuroimágenes de los pacientes control es mayor que la medida de la dimensión fractal de las neuroimágenes de los pacientes que presentan la enfermedad.
- La dimensión fractal permite contribuir al diagnóstico de la enfermedad
- Uso de lagunaridad (componente diferenciador)



Trabajos futuros y mejoras

- Mejoramiento del método de preprocesamiento
- Implementación de un método de aprendizaje automático



Bibliografía

- [1] Ministerio de sanidad, política social e igualdad 2012 Guía de Práctica Clínica sobre la Atención Integral a las Personas con Enfermedad de Alzheimer y otras Demencias.
- [2] Organización Mundial de la Salud [OMS] 2020 Demencia.
- [3] Alberca R y López S 1998 *Enfermedad de Alzheimer y otras demencias* (Madrid: Editorial Médica PanamericanaR).
- [4] González R 2000 *Enfermedad de Alzheimer. Clínica tratamiento y rehabilitación* (Barcelona: Masson).
- [5] Martínez J y Khachaturian Z 2001 Alzheimer XXI: Ciencia y Sociedad (Barcelona España: Masson).
- [6] Morris R 1996 *The Cognitive Neuropsychology of Alzheimer-type dementia* (New York: Oxford University Press).
- [7] Peraita H y Galeote M 1999 En el estudio deterioro de la memoria semántica en pacientes de Alzheimer *Sicotherma*. **11** 4 17-937.
- [8] Muñoz J, Iruarriza I y Tobal J 1995 Déficits neuropsicológicos asociados a la enfermedad de alzheimer *Psicothema*. **7**(3) 473-487.
- [9] Ministerio de Salud y Protección Social [Minsalud] 2017 Guía de Práctica Clínica para el diagnóstico y tratamiento del trastorno neurocognoscitivo mayor (Demencia) (Adopción).
- [10] know Alzheimer 2017 Módulo 1: La enfermedad de Alzheimer.
- [11] Instituto Mexicano del Seguro Social 2017 Diagnóstico y Tratamiento de la Enfermedad de Alzheimer. Guía de Evidencias y Recomendaciones: Guía de Práctica Clínica. México.
- [12] Fontán I 2010 La Enfermedad de Alzheimer: elementos para el diagnóstico y manejo clínico en el consultorio. *Revista Biomedicina*. **7**(1) 34-43.
- [13] Delgado C, y Salinas, P 2009. Evaluación de las alteraciones cognitivas en adultos mayores. Revista Hospital clínico de la Universidad de Chile, 20, 244- 251.
- [14] Alzheimer's Disease International 2009 *Informe Mundial sobre el Alzheimer*
- [15] National Institute of Neurological Disorders and Stroke 2019 Las demencias Esperanza en la investigación.
- [16] López C, Moratal D y Ortiz R 2017 Análisis y evaluación de nuevos biomarcadores para la enfermedad de Alzheimer mediante un proceso radiomics basado en el análisis de texturas sobre imágenes de resonancia magnética. [tesis de en Ingeniería Biomédica, universitat politecnica de valencia].
- [17] Engelhardt E, Moreira D, Laks J, Marinho V, Marcia Rozenthal M y Oliveira A 2001 Doença de alzheimer e espectroscopia por ressonância magnética do hipocampo. *Arq Neuropsiquiat*. **59**(4) 865-870.
- [18] Nitri R, Caramelli P, Machado de Campos C, Pereira B, Dozzi S y Anghinah R 2005 Diagnóstico de doença de alzheimer no brasil Critérios diagnósticos e exames complementares. *Arq Neuropsiquiat*. **63**(3-A) 713-719.
- [19] Ries M, Carlsson C, Rowley H, Sager M, Gleason C, Asthana S y Johnson S 2008 MRI characterization of brain structure and function in Mild Cognitive Impairment: A review. *J Am Geriatr Soc*. **56**(5) 920–934.
- [20] Reiman E y Jagust W 2012 Brain imaging in the study of alzheimer's disease. *Neuroimage*. **61**(2) 505–516.
- [21] Suárez-Revelo X, Ochoa-Gomez J, Tobón-Quinter C, Duque-Grajales J 2017 Conectividad funcional en adultos mayores a partir de resonancia magnética funcional como un posible indicador para la enfermedad de Alzheimer. *Acta Neurol Colomb*. **30**(4) 273-281.
- [22] Amaro E y Yamashita H 2001 Aspectos básicos de tomografía computadorizada e ressonância magnética. Revista Bras *Psiquiat*. **23**(Supl I) 2-3.
- [23] Lahmiri S y Boukadoum M 2013 Detección de la enfermedad de Alzheimer en imágenes de resonancia magnética cerebral utilizando análisis fractal de escala múltiple. Radiology, ID 627303
- [24] Pardis N 2017 Analyzing Electrocardiography (ECG) Signal using Fractal Method. *International Journal of Current Engineering and Technology*. **7**(2).
- [25] Rubiano G 2009 *Iteración y fractales* (Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia).
- [26] Warsi MA, Molloy W Noseworthy MD 2012 Correlating brain blood oxygenation level dependent (BOLD) fractal dimension mapping with magnetic resonance spectroscopy (MRS) in Alzheimer's disease *MAGMA*; **25** 5: 335-44.
- [27] Canny J 1986 A Computational Approach to Edge Detection. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-**8**(6) 679–698.

GRACIAS



Contacto: javier.villamizar.2020@upb.edu.co