

Análisis de la dimensión fractal del electroencefalograma de pacientes con epilepsia

Berta Belmonte¹, Elena Fullea¹, Rosa García, Silvestre Paredes² y M^a Carmen Sardina¹

¹IES Floridablanca, ²UPCT



INTRODUCCIÓN

Estudio Fractales

Medicina-Electroencefalogramas

INTERÉS=



"Electro" = electricidad
"encéfalo" = cerebro
"grama" = escribir

Autosimilaridad
Autorreferencia
Dimensión fraccionaria

Objetos geométricos caracterizados por su dimensión no entera. Son figuras complejas y detalladas; si amplificamos una sección, encontramos la **misma complejidad y detalle** que en la situación anterior

Instrumentos para registrar la actividad cerebral

«A veces, se puede llegar a extraer información a partir de datos en los que aparentemente no hay más que desorden» Chornet y Oteo(2002)

JUSTIFICACIÓN



Cáncer: (2015) Superficie de células epiteliales cervicales humanas durante la progresión del cáncer.

Alzheimer: (2011) Expansión de la distribución del flujo sanguíneo cerebral en Alzheimer.

Epilepsia: (2009) Análisis fractal de pacientes con trastornos neurológicos.

ESTUDIOS → Fractalidad + Ámbitos medicina → Comportamiento fractal

En la **mente y el cerebro humano**, en las **fases del sueño**, en los **trastornos neurológicos**, en el **sistema metabólico**, en **epidemiología** o en la **actividad cardíaca...**

Estudiar y analizar las dimensiones fractales de electroencefalogramas de personas que padecen de epilepsia, siendo este un trastorno neurológico provocado por el **aumento de la actividad eléctrica de las neuronas** en alguna zona del cerebro.

¿Nuestro estudio?



- Relacionar fractalidad con EEG
- Analizar geometría fractal en distintas zonas y estados del cerebro

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Encontrar **diferencias** entre **zonas sanas y enfermas** del cerebro



Todo esto mediante el análisis de los EEG de los pacientes

Encontrar **diferencias** entre un **estado epiléptico** y uno **no epiléptico**

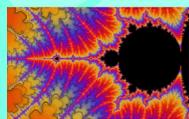
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Comparar entre sí los **distintos análisis de EEG** de pacientes tipo:

- N (zona sana)
- S (zona enferma)
- F (crisis epiléptica)



Resaltar la importancia de los **fractales** en nuestra **vida diaria**, ya que creemos que no se le da prácticamente ninguna



DISEÑO EXPERIMENTAL

Está basado en el análisis de electroencefalogramas de pacientes de tipo N, S y F



Fueron obtenidos de una base de datos a partir del trabajo de Andrezjak et al (2001).

PROCEDIMIENTO

1. Usamos una hoja de cálculo e hicimos gráficos con los datos
Obtuvimos **90 gráficos** en total
2. Utilizamos un programa de cálculo de dimensión fractal (fd_sgph.exe), creado por nuestro investigador, Silvestre Paredes Hernández
3. Calculamos la media y la desviación típica
Realizamos tres **pruebas t de student**, una con cada par de grupos

4097
datos numéricos
23,5
segundos de
análisis

Utilizamos los 30 primeros datos de cada tipo de paciente

RESULTADOS

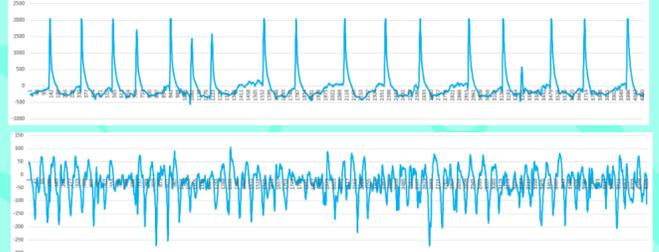
GRÁFICAS DE LOS ELECTROENCEFALOGRAMAS

Los noventa gráficos realizados con el programa *fd_sgph.exe* muestran patrones diferenciados entre los grupos Tipo N (zona sana), Tipo F (zona enferma) y Tipo S (crisis epiléptica), como se puede observar en los siguientes ejemplos:

TIPO N



TIPO F



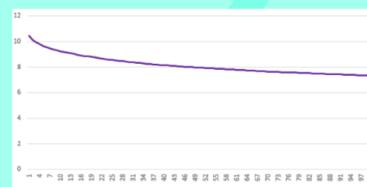
TIPO S



ESCALA NORMAL Y LOGARÍTMICA DE LA DIMENSIÓN FRACTAL DE LOS EEG

Las dimensiones fractales (pendientes) de las escalas logarítmicas correspondientes a cada una de las escalas normales de cada EEG de los Tipos N y F, son muy semejantes entre sí, y significativamente inferiores a las de Tipo S.

Escala Normal N001



Escala Logarítmica N001

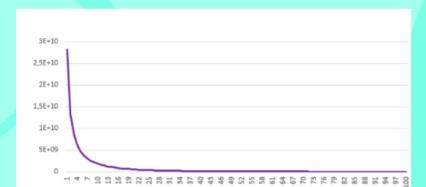


TABLA DE ESTADÍSTICOS DE LAS DIMENSIONES FRACTALES Y PRUEBA T DE STUDENT

En la Tabla 1 aparecen los estadísticos descriptivos de las dimensiones fractales de los EEG.

Tabla 1.

	Media	Desviación típica	N
N	1.858077925	0.050665993	30
F	1.723480788	0.108711075	30
S	1.722317022	0.090312635	30

Las pruebas t de Student realizadas indican diferencias significativas entre los pares N-S, $t(29)=-7.398$, $p=.000$, y F-S, $t(29)=-4.614$, $p=.000$; pero no en el par N-F, $t(29)=-.057$, $p=.955$.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos podemos concluir que nuestras hipótesis son parcialmente correctas y que van en la misma línea que los obtenidos en otros estudios, como el realizado por Contreras-Troya et al (2009).

En relación a las gráficas existen diferencias notables entre los EEG de cada grupo, como habíamos planteado en la hipótesis. Además, las dimensiones Higuchi de los EEG tipo S son significativamente superiores a las de los demás, por lo que sí se puede saber si el paciente está sufriendo un ataque epiléptico o no mediante el análisis de la dimensión fractal de su EEG.

No obstante, no se cumple nuestra hipótesis referente a que la dimensión fractal de los EEG tipo F iba a ser superior a la de los tipo N, ya los resultados muestran que son prácticamente iguales. Por tanto, mediante la dimensión fractal de un EEG no se podría distinguir la zona sana de la zona enferma.

Los resultados obtenidos son de interés por sus posibles repercusiones en el campo de la medicina y de la biología, ya que corroboran el papel que puede ejercer el estudio de las dimensiones fractales en las prevención de las crisis epilépticas. Podemos finalizar este estudio afirmando la relevancia que las matemáticas tienen y van a adquirir en el futuro de la medicina.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrezjak, R. G., Lehnertz, K., Mormann, F., Rieke, C., David, P., & Elger, C. E. (2001). Indications of nonlinear deterministic and finite-dimensional structures in time series of brain electrical activity: Dependence on recording region and brain state. *Physical Review E*, 64(6), 061907.
- Contreras-Troya, T. I., Morales-Matamoros, O., Trueba-Ríos, B., Tejeida-Padilla, R., y Balankin, A. (2009). Análisis fractal de la epilepsia. *Científica*, 13(2), 85-94.