

# LA DIMENSIÓN FRACTAL ENTRE NEUROMOTIVACIÓN EDUCATIVA Y ENGAGEMENT ACADÉMICO

Juan Ubaldo Jimenez Castilla<sup>1a</sup>, Oscar Juan Jimenez Flores<sup>1b</sup>, Juan Carlos Jimenez Flores<sup>1c</sup>, Víctor Juan Jimenez Flores<sup>1d</sup>

## RESUMEN

El **objetivo** principal, fue describir, determinar y relacionar, la copia de auto-semejanza a escalas diferenciadas entre neuromotivación educativa y engagement académico en la dimensión fractal, Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCAG), Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (UNJBG), Tacna 2019-II. **Método**, investigación aplicada, descriptivo y correlacional; y, diseño correlacional ex-post facto y transeccional. Población, 1 201 discentes, una muestra de 326 y un error aleatorio de 5%. Instrumento, algoritmo de estimación fractal Box Counting. **Resultado**, la longitud de onda que predomina en las Escuelas Profesionales fue color azul con 47,55% y la relación de 95,47% entre las variables de investigación. Conclusión, la relación de copias de auto-semejanza a escalas diferenciadas fue 99,40% en la categoría muy alta y la dimensión fractal de 1,85 con escalamiento de 32 y 578 cajas, copias de auto-semejanza.

**Palabras claves:** Longitud de onda, Rendimiento académico, Dimensión fractal.

## THE FRACTAL DIMENSION BETWEEN EDUCATIONAL NEUROMOTIVATION AND ACADEMIC ENGAGEMENT

## ABSTRACT

The main **objective** was to describe, determine and relate the copy of self-similarity at differentiated scales between wavelength and academic performance in the fractal dimension of the Professional Schools of Law and Accounting of the José Carlos Mariátegui(UJCM) University, Filial Tacna 2018-I. **Method**, applied, descriptive and correlational research; and, ex post facto and transeccional correlational design. Population, 450 students, a sample of 208 and a random error of 5%. Instrument, algorithm of fractal algorithms Box count. **Result**, the wavelength that predominates in the Professional Schools of red color with 56.73% and the academic performance in the good category in the 13-15 interval with 38.46% of the sample. The alternative research hypothesis is true, after analyzing the nature of the process, p-value 0.00 is less than the probability of error 0.05. Conclusion, the ratio of copies of self-similarity to differentiated scales was 99.63% in the very high category and the fractal dimension of 1.95 with scaling of 32 and 861 copies of self-similarity.

**Keywords:** Wavelength, Academic performance, Fractal dimension .

<sup>1.</sup> Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.

<sup>a.</sup> Doctor en Ingeniería de Sistemas. e-mail: jjimenez@ujcm.edu.pe

<sup>b.</sup> Mgr. en Dirección y Gestión de Empresas-MBA. e-mail: oscar.qbiz@gmail.com

<sup>c.</sup> Ingeniero de Sistemas e Informática. e-mail: carlos\_jf\_1681@hotmail.com

<sup>d.</sup> Ingeniero en Informática y Sistemas. e-mail: vj.jimenez96@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

La auto-similitud de un fractal, significa que una parte del todo se parece mucho al todo<sup>(1,2)</sup> entonces en la educación Universitaria, los discentes tienen preferencias hacia un tipo de color, estilos y estrategias de aprendizaje y su influencia en la producción académica o rendimiento es afectado por que es parte del sistema o el todo del sistema Universitario. Sin embargo, el sistema de evaluación de la Universidad no analiza los resultados en la dimensión fractal para la toma de decisiones académicas entonces ¿Cuál es la relación de copias de auto-semejanza a escalas diferenciadas entre neuromotivación educativa y engagement académico en la dimensión fractal, FCAG-UNJBG, Tacna 2019-II?

La investigación se justifica por que servirá como un método de análisis de relación entre más de una variable de investigación utilizando la ciencia formal de dimensión fractal. La trascendencia para la sociedad en el diseño curricular, es el nuevo sistema de evaluación basado en fractales en las universidades del país para evaluar la producción académica de los discentes universitarios. Los beneficiarios son los discentes y autoridades académicas, dado que, mediante la información obtenida se planificarán acciones de apoyo académico, así como, propuestas de mejora del aprendizaje. Esta investigación tiene la intención de aportar elementos que permitan comprender el fenómeno de correspondencia entre longitud de onda y producción académica o rendimiento en la dimensión fractal. Las implicancias prácticas, resuelve el problema de ver el rendimiento académico como sistémico y ayuda a los Docentes Universitarios a mejorar la capacidad de tratamiento de la información de rendimiento académico de los aprobados y reprobados.

### Fractales

Mandelbrot 'sugirió que una dimensión fractal puede ser útil para caracterizar imágenes de bordes y superficies naturales, porque están fragmentadas e irregulares. Los inicialmente se pensó que la dimensión fractal de una imagen era único e independiente del método utilizado para medirlo,

pero Mandelbrot demostró que para fractales autoafinados, la dimensión fractal dependía de cómo se midió.

Cada versión de dimensión tiene un valor local y un valor global que debe distinguirse y el local diferente los valores dejan de ser idénticos. Cuando la mayoría Los autores se refieren a las imágenes naturales que muestran un comportamiento fractal, se refieren a las propiedades matemáticas de la autoafinidad.

Las funciones brownianas fraccionarias, son valores del fractal, la dimensión fractal que se puede extraer de cualquier imagen mediante varios algoritmos de medición diferentes no es lo mismo y dependen de qué análisis se realice.

### Dimensión fractal

El término "dimensión fractal" a veces se usa para referirse a lo que comúnmente se llama la dimensión de capacidad de un fractal. Sin embargo, puede referirse más generalmente a cualquiera de las dimensiones comúnmente utilizadas para caracterizar fractales en dimensiones de capacidad, correlación, información, dimensión de Lyapunov, dimensión de Minkowski-Bouligand . En el caso de este tipo de fractales, las dimensiones de semejanza y la de Hausdorff-Besicovitch<sup>(3)</sup> (definición mucho más compleja) coinciden. Más concretamente, estas dimensiones son la solución de la ecuación:

$$(R_1^D) + (R_2^D) + (R_3^D) + \dots + (R_n^D) = 10/10$$

La razón de escalamiento es  $R_i$  de cada función  $F_i$  contractiva.

La dimensión fractal de todas las funciones que conforman, la iteración de las funciones de similitud, tienen la misma razón de contracción  $R$ , por lo que el fractal está formado por  $n$  copias de sí mismo a escala  $R^{(4)}$ . Por tanto, se tiene:

$$(10n)(R^D) = 1$$

$$10R^D = 10/n$$

$$(10D)[\ln(R)] = -10\ln(n)$$

$$D = -10\ln(n)/10\ln(R) = \frac{\ln(n)}{\ln(1/R)}$$

### La Dimensión de semejanza

Define la dimensión de semejanza o de homotecia de un fractal autosemejante formado por  $n$  copias de sí mismo a escala  $r^{(5)}$  como:

$$D = \frac{\ln(n)}{\ln\left(\frac{1}{R}\right)} \quad \text{Ec.1}$$

Para conocer la dimensión de un cuadrado de lado  $L$ , formado por  $n$  copias autosemejantes  $n = 4, L = 1$  entonces, el área del cuadrado es  $L^2 = 1^2 = 1$ , escalamiento es:

$$R = \frac{L}{2} = \frac{1}{2} = 0,5$$

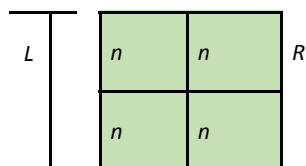


Figura 1. Dimensión de semejanza

Reemplazando datos en la ecuación 1, con los datos dados.

$$D = \frac{\ln(4)}{\ln\left(\frac{1}{0,5}\right)} = \frac{\ln(4)}{\ln(2)} = \frac{1,3862}{0,6931} = 2$$

La dimensión de un cuadrado es 2.

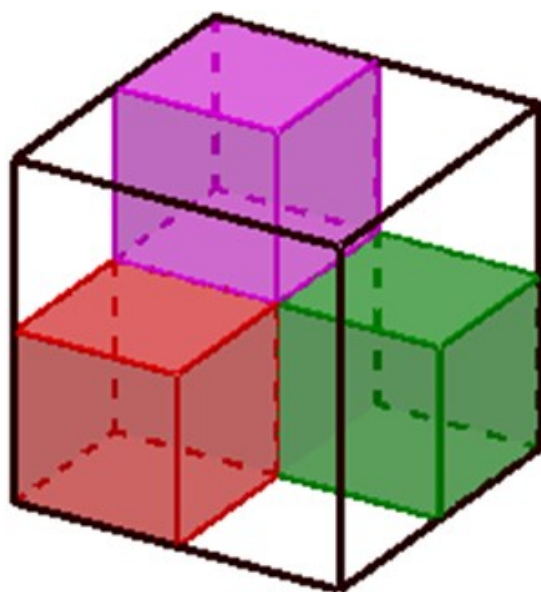


Figura 2. Cubo

Reemplazando en la ec.1, tenemos:

$$D = \frac{\ln(4)}{\ln\left(\frac{1}{0,5}\right)} = \frac{\ln(4)}{\ln(2)} = \frac{1,3862}{0,6931} = 2$$

La dimensión de un cubo es 2.

Otro ejemplo es la curva de Coch, está formado inicialmente por una recta de  $n = 4$  puntos o copias auto-semejantes, la recta está dividida en tres partes iguales entonces  $r = 1/3$ , luego su dimensión de semejanza es:

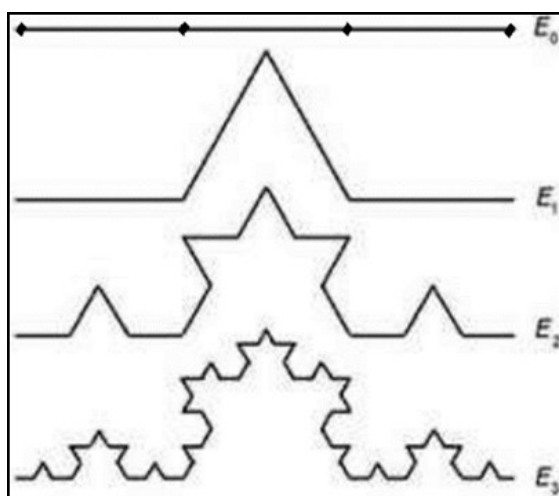


Figura 3. Cubo Generación de curva de Coch.

$$D = \frac{\ln(4)}{\ln\left(\frac{1}{3}\right)} = \frac{\ln(4)}{\ln(3)} = \frac{1,38629}{1,09861} = 1,26185$$

Por tanto, la dimensión de la curva de Coch es 1,26185.

### Neuromotivación

Una de las características más claras entre las personas exitosas, y aquellas que persiguen el éxito, es su motivación la que les permite lograr su objetivo y ser exitosa, las personas más motivadas son las que son exitosas en la vida, lo cual para ellos ya no es una condición temporal sino permanente, ya no es algo que en ocasiones está y otras veces no, sino que todo el tiempo ya está presente. De acuerdo a la neurociencia, la motivación por activar el *striatum ventral* del cerebro se encuentra fuertemente ligada a la facultad de grabar un suceso o acontecimiento.

Cuando se vive una experiencia agradable (gratificante), el cerebro produce proteínas que fortalecen la capacidad de recordar vigorizando la conexión sináptica neuronal; en consecuencia, el cerebro tratará de repetir el hecho para volver a sentir placer<sup>(6)</sup>.

La neurociencia<sup>(7)</sup>, se ha encargado de estudiar la forma en que las oscilaciones del entorno externo, sumada a las incitaciones del ambiente interno, sirven para dar inicio a determinados actos. La conducta motivada requiere de la intervención de ciertas estructuras del cerebro como el sistema límbico, así como el hipotálamo que cumplen funciones relevantes por actuar como incitadores y movilizadores o ambos a la vez.

Si bien las investigaciones sobre el tema de la motivación en estudiantes y su aprendizaje no son todas concordantes, se acepta la importancia de su intervención en el proceso de aprendizaje de manera que motivar a los aprendices debería ser uno de los objetivos de los profesores; se asevera que uno de los factores del fracaso estudiantil es su ausencia especialmente si se manifiesta debido a la distancia entre los actores del proceso (profesor-alumno) considerando que en el ámbito universitario se sobrevalora los conocimientos; prestándose poca o ninguna atención sobre el individuo que aprende, los profesores al margen de la especialidad que desempeñan deberían conocer la situación motivacional de los jóvenes, de manera que su aporte a la formación de sus discípulos abarcaría también aspectos afectivos, morales, para una formación integral<sup>(8)</sup>. Ocurre que los estudiantes pueden estar presentes en clases aparentemente porque los temas a tratarse le interesan, sin embargo, con alguna frecuencia cierto porcentaje de ellos están realmente ausentes reflexionando posiblemente sobre otras cuestiones que en ese momento le interesan verdaderamente; lo que puede manifestar su falta de motivación por aprender, le correspondería al docente asumir el reto de modificar esa situación<sup>(9)</sup>.

Desde la psicología, luego de extensos estudios, los colores se han relacionado con sensaciones que experimentan las personas relacionadas sea al amor, optimismo y otros; aceptándose que no solamente

se trata de una percepción visual. De esta manera se señala por ejemplo que el rojo representa vigor, el azul satisfacción, verde perseverancia, el amarillo optimismo<sup>(10)</sup>.

## Engagement

Sin embargo, existe aceptación que el concepto de burnout, según Heller<sup>(10)</sup>, se refiere a una respuesta al estrés que se experimenta en el trabajo, y se exterioriza con actitudes y sentimientos negativos con la propia profesión y los compañeros de trabajo, además de estar emocionalmente agotado

## Engagement académico

Similarmente al concepto de burnout, el constructo de engagement se ha extendido al campo de la educación, para analizar en estudiantes el grado de vinculación con sus estudios; en ese sentido Schaufeli et al , señala que la actividad de los estudiantes denominado estudio, puede ser considerado un tipo de trabajo, por cuanto el concepto se utiliza no para referirse al trabajo en términos económicos o legales, sino en un sentido más amplio, considerando el trabajo a partir una visión psicológica<sup>(11)</sup>.

El engagement, facilitaría el estudio de posibles rutas de acción, dado que teóricamente promueve tanto el aprendizaje como el rendimiento. Al respecto Mih et al , sugieren que la hipótesis principal, propone que, un estudiante universitario obtendrá mayores beneficios en su formación profesional si se compromete activamente con el proceso de aprendizaje, o sea si no se limita solamente a asistir o atender clases; sino a desarrollar más actividades que favorezca su aprendizaje<sup>(12)</sup>.

Los investigadores Alrashidi et al, recopilaron algunas definiciones de engagement académico así aluden que Audas y Willms lo definen como la medida en que un educando participa en actividades académicas y no académicas, así como también se identifica y valora los objetivos del estudio<sup>(13)</sup>.

## Perspectivas teóricas

La teoría de la implicación del estudiante Astin , el

punto central para la explicación de esta teoría se basa en las relaciones de interacción de los alumnos con sus pares, docentes, personas del sector de la administración, y de su intervención en otras acciones no especificadas en el currículo, pero organizadas por la institución; esta teoría, se considera útil para entender el ritmo de las actividades de los universitarios, sin embargo estaría circunscrita a las universidades muy tradicionales; pero también existe la posibilidad de que todavía no se han considerado en el análisis componentes diferentes relacionados con los docentes que integran grupos minoritarios con características propias y también las diferencias etarias<sup>(14)</sup>.

En la investigación de los compromisos académicos, se desarrollaron medidas heterogéneas en función de las teorías o aspectos que dan sustento a dicha concepción<sup>(15)</sup>, respaldada por investigadores como Fredricks et al<sup>(16)</sup>, los mismos que conceptúan el engagement desde una visión compleja integrada por varias dimensiones, conformada por tres tipos de engagement; el conductual basado en el principio de intervención en labores de tipo social; el emocional que comprende las respuestas (negativas o positivas) como resultado de la interacción con sus discípulos, educadores y de manera genérica la escuela; el tercer tipo es el cognitivo que tiene como base el concepto de inversión, relacionado al despliegue de energías para entender la complejidad de las ideas y el desarrollo de capacidades complejas.

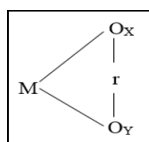
## MATERIALES Y MÉTODOS

### Nivel de investigación

Descriptivo, transeccional y no experimental. Las investigaciones descriptivas, procuran detallar las particularidades, los atributos y los rasgos de los individuos, agrupaciones, colectividades, métodos o cualquier otro suceso que se sujete a un estudio.

### Diseño

El diseño de investigación fue relacional en la dimensión fractal.



**Figura 4.** Diseño relacional en la dimensión fractal.

Donde:

M = Muestra de estudiantes de FCAG

O<sub>X</sub> = Observaciones neuromotivación educativa

O<sub>Y</sub> = Observaciones engagement académico

r = Relación entre Variables de investigación en la dimensión fractal.

### Población

Conformado por 1201 discentes masculinos y femeninos, matriculados en FCAG. Se consideran como estratos a las Escuelas Profesionales, tabla de información 2.

**Tabla 1.** Población de discentes, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Escuela Profesional	Total
Agronomía	207
Medicina Veterinaria y Zootecnia	247
Economía Agraria	197
Ingeniería Pesquera	123
Ingeniería en Industrias Alimentarias	237
Ingeniería Ambiental	190
Total	1 201

### Muestra

Se seleccionó una muestra representativa mediante la técnica de muestreo probabilística simple. Para determinar el subconjunto observado de la población, se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 PQN}{E^2(N - 1) + Z^2 PQ}$$

Dónde:

N = Conjunto completo de población

n = Subconjunto observado de población

$Z = (1,96)2 =$  Intervalo de confianza a 95%  
 PQ = Probabilidad de que el evento ocurra o no 50% ó 0,5

E = Máximo error de muestreo 0,05 o 5%

Reemplazando en la fórmula:

$$n = \frac{(1,96^2)(0,5)(0,5)(450)}{(0,05^2)(450 - 1) + (1,96^2)(0,5)(0,5)}$$

$n = 326$  *estudiantes*

**Tabla 2.** Muestra por Escuelas Profesionales

Escuela Profesional	Muestra	Porcentaje
Agronomía	55	16,87%
Ing. Ambiental	50	15,34%
Economía Agraria	50	15,34%
Ing. Ind. Alimentarias	61	18,71%
Ing. Pesquería	31	9,51%
Med. Vet. Y Zoot.	79	24,23%
Total	326	100,00%

En la tabla de información 2, la muestra global fue de 326 discentes matriculados en FCAG-UNJBG 2019-II, distribuido en muestras estratificadas por Escuelas Profesionales y los porcentajes correspondientes.

**Variable: Neuromotivación educativa**

**Dimensiones:**

- Amotivación
- Motivación extrínseca: Relación externa, regulación introyectada y regulación identificada.
- Motivación intrínseca: Motivación intrínseca al conocimiento, Motivación intrínseca al logro y Motivación intrínseca a las experiencias estimulantes.

Escala utilizada:1=No se corresponde en absoluto, 2=Se corresponde en algo, 3=Se corresponde poco, 4=Se corresponde medianamente, 5=Se corresponde bastante, 6=Se corresponde mucho y 7=Se corresponde totalmente.

- Longitud de onda Azul (440-480 nm), Verde (480-560 nm), Amarillo (560-590 nm) y Rojo (620-720 nm).

**Variable: Engagement académico**

**Dimensiones:**

- Vigor: Persistencia en el trabajo y esfuerzo por alcanzar objetivos.
- Dedicación: Implicación en las tareas, entusiasmo para desarrollar tareas y orgullo y reto en el trabajo académico.
- Absorción: Altos niveles de concentración y felicidad al realizar tareas.

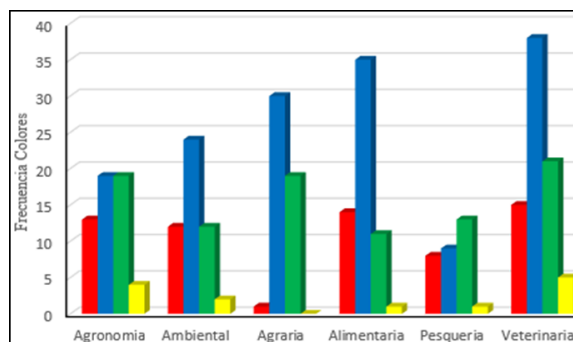
Escala utilizada: 0=Nunca, 1=Casi nunca, 2=Algunas veces, 3=Una Regularmente, 4=Bastantes veces, 5=Casi siempre y 6=Pocas Siempre.

**RESULTADOS**

Los hallazgos obtenidos sobre longitud de onda, se muestran en frecuencias y porcentajes totales por Escuelas Profesionales.

**Tabla 3.** Longitud de onda por Escuelas Profesionales

Escuela Profesional	Rojo	Azul	Verde	Amarillo
Agronomía	13	19	19	4
Ambiental	12	24	12	2
Agraria	1	30	19	0
Alimentaria	14	35	11	1
Pesquería	8	9	13	1
Veterinaria	15	38	21	5
Total Facultad	63	155	95	13
Porcentaje	19,33%	47,55%	29,14%	3,99%



**Gráfico 1.** Comparación longitud de onda en las Escuelas Profesionales

En la tabla de información 3 y gráfico 1, la longitud de onda que predomina en la FCAP, es el color azul con 47,55%, verde con 29,14%, rojo con 19,33% y amarillo con 3,99% respectivamente.

**Dimensión fractal en las Escuelas Profesionales de FCAG**

Para calcular la dimensión neuromotivación educativa y engagement académico, se utilizaron las instrucciones en Matlab R18b<sup>(17)</sup> de la figura 6.

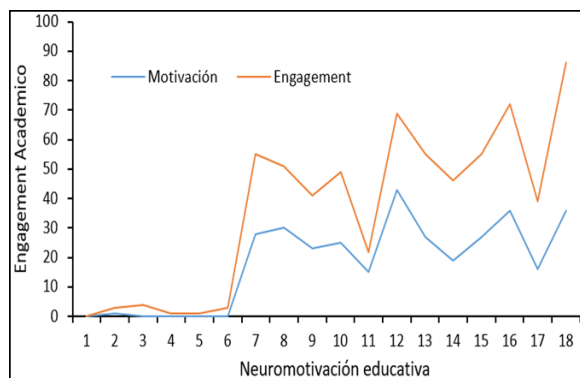
Ite ración	Instrucción en Matlab
1	Ejecutar Matalb
2	<code>c = imread('g:Motivacion Engagement.jpg');</code>
3	<code>image(c)</code>
4	<code>axis image</code>
5	<code>i = c(1:500, 1:1068, 2);</code>
6	<code>bi = (i&lt;260);</code>
7	<code>imagesc(bi)</code>
8	<code>colormap gray</code>
9	<code>axis image</code>
10	<code>[n,r] = boxcount(bi,'slope');</code>
11	<code>df = -diff(log(n))./diff(log(r));</code>
12	<code>disp(['Fractal dimension, Df = ' num2str(mean(df(4:8))) ' +/- ' num2str(std(df(4:8)))]);</code>

**Figura 5.** Líneas de instrucción Matlab R18b Free Trial.

El procedimiento para procesar información en la dimensión fractal fue:

**a) Graficar las variables de investigación:**

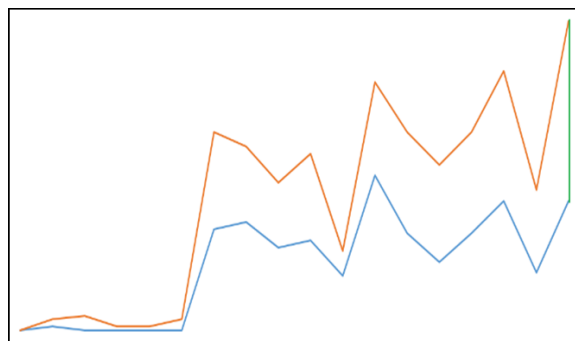
En el gráfico 2, se aprecia la gráfica de pares ordenados, el constructo de las variables.



**Gráfico 2.** Neuromotivación educativa y engagement académico.

**b) Concatenar las gráficas de las variables.**

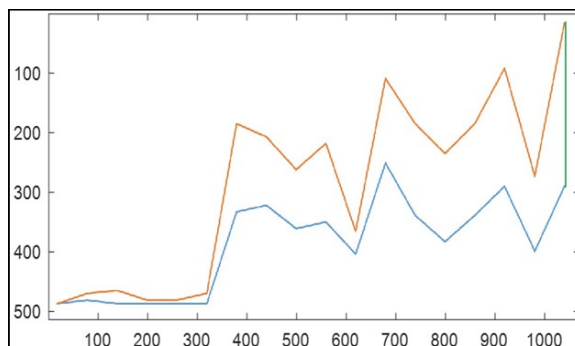
En el gráfico 3, se observa la gráfica sin escala en sus ejes X y Y, pero concatenado por la línea verde por que la gráfica debe ser cerrado para aplicar el algoritmo de BoxCounting.



**Gráfico 3.** Unión gráficas de neuromotivación educativa y engagement académico.

**c) Escalado de imagen**

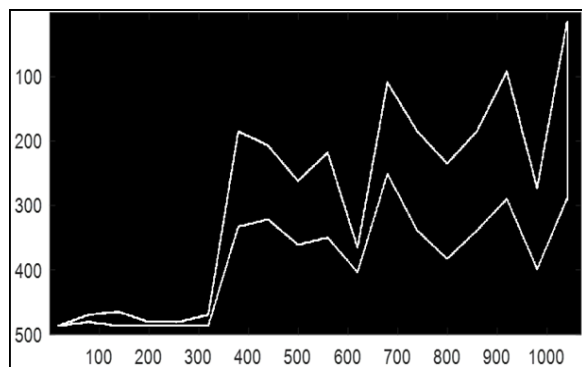
El software Matlab procesa la información del grafico 3 para el escalado correspondiente del gráfico 9.



**Gráfico 4.** Escalado de imagen de neuromotivación educativa y engagement.

**d) Conversión de imagen RGB en blanco y negro.**

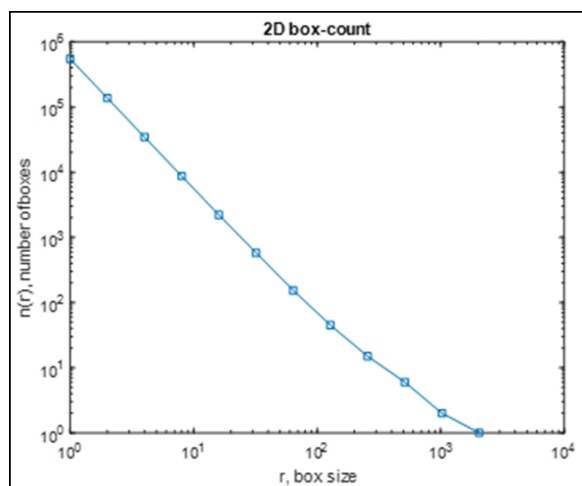
La figura 9, fue convertida a la figura 10, con instrucciones de matlab de la imagen 6. La imagen está binarizado, es decir, al color negro se asignó falso=0 y al gris verdadero=1, al final la imagen está formado por bits.



**Gráfico 5.** Conversión de imagen original a blanco y negro para dimensión fractal.

**e) Graficar Neuromotivación y engagement académico en la dimensión fractal.**

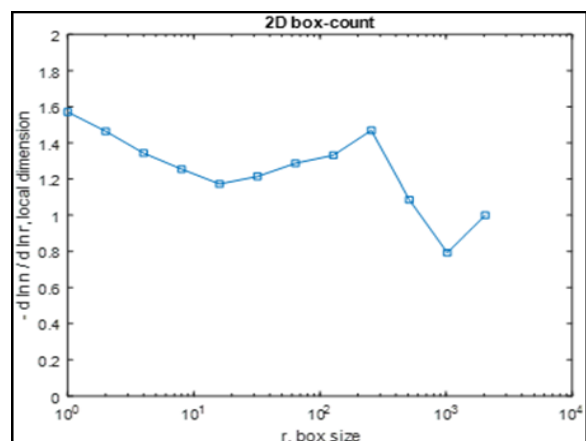
En el gráfico 6, se observa la línea de color azul, que representa a la relación entre el escalamiento ( $r$ ) y similitud de auto-semejanza ( $n(r)$ ) en la dimensión fractal.



**Gráfico 6:** Escalamiento ( $r$ ) y similitud o semejanza ( $n$ ) en escala logarítmica.

**f) Graficar Dimensión fractal**

En el gráfico 7, se observa la curva de dimensión fractal entre las variables de investigación.



**Gráfico 7.** Curva de respuesta de neuromotivación educativa y engagement académico en la dimensión fractal.

**g) Generación de escalamiento ( $r$ ) y cajas de similitud ( $n$ )**

La información de la tabla 4, fue generado por el software MatLab con las instrucciones de la figura 6. El escalamiento  $r$ , inició con valores ascendentes desde 548 397 cajas hasta 1 caja. Inicialmente, la auto-semejanza  $n$ , inició con valores descendentes desde 1 caja de copias hasta 2048 copias de semejanza en once iteraciones. Para cubrir toda la figura de la parte interior, fue necesario rellenar con quinientos cuarentiocho mil trecientos noventisiete cajas, la misma que fue descendiente hasta una caja, pero con una autosemejanza de dos mil cuarentiocho cajas de auto-similitud.

**Tabla 4.** Escalamiento y similitudes en decimales de neuromotivación educativa y engagement académico.

Pasos	Escalamiento	Auto-semejanza
	( $r$ )	( $n$ )
0	548 397	1
1	137 495	2
2	34 572	4
4	8 710	8
5	2 211	16



Pasos	Escalamiento	Auto-semejanza
	(r)	(n)
6	578	32
7	153	64
8	45	128
9	15	256
10	6	512
11	2	1 024
12	1	2 048

**h) Calcular la dimensión fractal y relación de auto-semejanza entre variables**

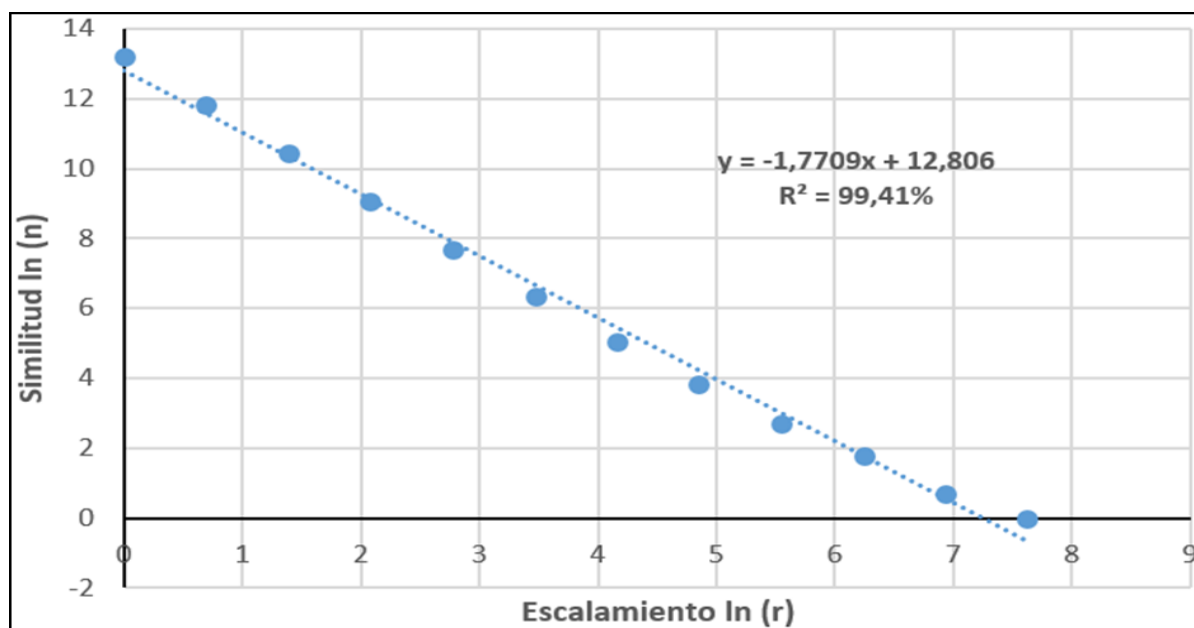
En la tabla de información 5, se observa las iteraciones, escalamiento (r), auto-semejanza (n) en escala logarítmica, desviación estándar, dimensión fractal (df) y relación de auto-semejanza con información fractal R2.

Para identificar la dimensión fractal, fue necesario primero calcular el menor valor de desviación estándar que fue de 0,62 en la iteración o paso siete.

El valor de desviación estándar anterior a 0,62 fue 2,05, entonces, en la fila sexta, la dimensión fractal fue 1,83.

**Tabla 5.** Escalamiento y auto-semejanza en la dimensión fractal.

Iteración	ln(n)	ln <sup>®</sup>	DesvEst	DF
1	13,21	0,00	9,34	0,00
2	11,83	0,69	7,88	17,07
3	10,45	1,39	6,41	7,54
4	9,07	2,08	4,94	4,36
5	7,70	2,77	3,49	2,78
6	6,36	3,47	2,05	1,83
7	5,03	4,16	0,62	1,21
8	3,81	4,85	0,74	0,78
9	2,71	5,55	2,01	0,49
10	1,79	6,24	3,14	0,29
11	0,69	6,93	4,41	0,10
12	0,00	7,62	5,39	0,00

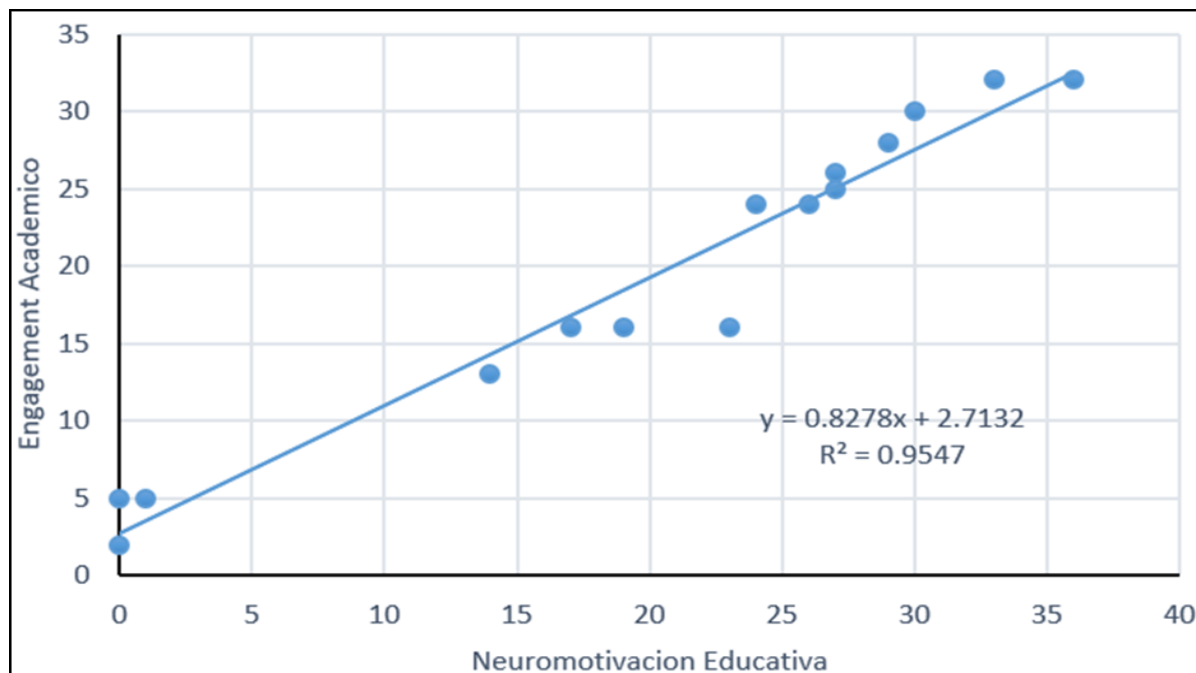


**Gráfico 8.** Relación fractal entre variables de investigación

En el gráfico 8, la relación fractal entre neuromotivación educativa y engagement académico es 99,41%, quiere decir las variables de investigación son auto-semejantes.

En el gráfico 9, el coeficiente de determinación de

relación entre las dimensiones de neuromotivación educativa y engagement académico fue 95,47% lo que significa, la existencia de una relación muy fuerte entre las variables de investigación con pendiente positiva. La ecuación predictiva de relación fue:  $y = 0,8278x + 2,7132$ .



**Gráfico 9.** Relación entre las dimensiones de neuromotivación educativa y engagement académico.

**Contrastación de hipótesis**

*a) Formulación de hipótesis*

H1: Existe una relación de copias de auto-semejanza a escalas diferenciadas entre la neuromotivación educativa y el engagement académico en la dimensión fractal de las Escuelas Profesionales de la FCAG-UNJBG-2019-II.

*b) Regla de decisión*

$$\text{Aceptar} = \begin{cases} H_0: S_i, & X^2 < X_{\alpha=0,05}^2 \\ H_1: S_i, & X^2 > X_{\alpha=0,05}^2 \end{cases}$$

*c) Estadístico de prueba*

Test  $X^2$  de Friedman

$$X^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum_{i=1}^k R_i^2 - 3n(k+1)$$

Donde:

n: Número de bloques (Intervalos)

k: Número de columnas (Escuelas)

Ri: Suma de los rangos en la i-ésima muestra.

**Toma de decisión**

En la tabla de información 6, se observa el valor de  $X^2$  calculada igual a 12,28 con una  $X^2$  tabla igual a 11,070 con nivel de significancia alfa igual a 0,05 con 5 grados de libertad respectivamente se rechaza la hipótesis de investigación nula.

Como  $X^2$  calculada no es menor que la  $X^2$  tabla, entonces la media poblacional de escalamiento y auto-semejanza son diferentes acepta la hipótesis de investigación alterna.

**Tabla 6.** Test de Friedman, Chi cuadrado calculado y tabla.

Hipótesis	GL	$\chi^2$ Calc.	$\chi^2$ Tabla
H <sub>0</sub>	5	12,28	11,070
H <sub>1</sub>	5	12,28	11,070
$p = 0,031$			

Existen suficientes evidencias para aceptar la hipótesis alterna, por cuanto se cumple la relación de  $\chi^2$  calculada mayor que la  $\chi^2$  tabla. Si el valor  $p = 0,031$  es menor que o igual al nivel de significancia, se concluye que no todas las medianas de población son iguales, por tanto, existe una relación muy alta entre las dimensiones de las variables de investigación neuromotivación educativa y engagement académico en los discentes de la FCAG.

## DISCUSIÓN

La dimensión fractal en la FCAG fue 1,95 con coeficiente de relación  $R^2 = 99,64\%$  entre longitud de onda y rendimiento académico en la dimensión fractal. Para calcular y analizar la dimensión fractal (18), fue iterativo-recursivo, así en la sexta iteración de la dimensión fractal entre las variables de investigación, el escalamiento fue  $r = 578$  cajas y el número de cajas o auto- semejanza fue  $n = 32$  cajas, tabla de información 4.

Los valores calculados de los parámetros B0 y B1 de estimación, fueron aceptados la hipótesis de investigación alterna porque de  $p$ -valor es igual a 0,00 mucho menor al alfa 0,05 de significancia entonces el modelo predictivo y sus parámetros de estimación de la ecuación de regresión lineal, explican la relación de similitud o semejanza entre neuromotivación educativa y engagement académico en la dimensión fractal, existiendo diferencias entre algunas de las medias que estadísticamente son significativas, se

concluye que no todas las medias de población del modelo regresión lineal son iguales.

El modelo predictivo de FCAG fue:  $y = 2,71 - 0,82x$  con coeficiente de predicción de 95,47%.

El modelo de estimación de la ecuación de regresión lineal, que explica la relación entre las variables de investigación en la dimensión fractal cumplen con las propiedades de homogeneidad, homocedasticidad, independencia y normalidad (19).

## CONCLUSIONES

La relación de copias de auto- semejanza a escalas diferenciadas fue de 99,41% entre la neuromotivación educativa y engagement académico, con una longitud de onda predominante de color azul con 47,55% en FCAG. La hipótesis de investigación nula se rechazó y se aceptó la hipótesis de investigación alterna, debido a que  $p$ -valor 0,031 menor al nivel de significancia alfa 0,05.

La aplicación de la teoría de los fractales en el aula es una nueva herramienta para el sistema Universitario en la producción académica de los discentes porque, es una nueva forma de analizar la información de colores y las notas obtenidas durante la formación profesional.

## RECOMENDACIONES

En Las instituciones Universitarias, deben tratar la información académica en la dimensión fractal 3D de sus discentes para mejorar la toma de decisión en las evaluaciones parciales y finales, teniendo en cuenta más variables como edad, sexo y año de estudios.

### Conflictos de interés

Declaramos que no existe conflicto de intereses.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addison PS. Fractals and Chaos: An illustrated course. 2018 Jun 28. Hardback version, English language.
- Lornell R, Westerberg J. Fractals in High School: Exploring a New Geometry. 1999 March..
- S. RN. Chaotic Dynamics of Nonlinear Systems. 2015 Agosto 19..

4. Abry P, Jaffard S, Lonarduzzi R, Melot C, Wendt H. Multi-fractal analysis based on p-exponents and lacunarity exponents. 2015 Junio Martes 30..
5. Mandelbrot BB. Self-Affine Fractals and Fractal Dimension. 1985..
6. Perret R, Vinasco Z. El secreto de la motivación. 2nd ed. Mexico; 2016. <https://static1.squarespace.com/static/54d1216ae4b032ab36c26b61/2016;5>.
7. Alcaraz Romero VM, Gumá Diaz E. Texto de Neurociencias Cognitivas. 2001..
8. Alemán Marichal B NdAOS-DRIBYEAT. La motivación en el contexto del proceso enseñanza-aprendizaje en carreras de las Ciencias Médicas. Revista Médica Electrónica. 2018; 40 (4): p. 1257-70.
9. Anaya-Durand A AHC, Alemán Marichal B, Navarro de Armas OL, Suárez Díaz RM, Izquierdo Barceló Y, Encinas Alemán TdC. ¿Motivar para aprobar o para aprender? Estrategias de motivación del aprendizaje para los estudiantes. Tecnología, Ciencia, Educación. 2010 Agosto; 25(1): p. 5-14.
10. Heller E. Psicología del color Barcelona, Spain: Editorial Gustavo Gili; 2008.
11. Schaufeli WB MIPASMB. Burnout and engagement in university students: A cross-national study. Journal of cross-cultural psychology. 2002: p. 464-81.
12. Mih V, Mih C. Perceived autonomy-supportive teaching, academic self-perceptions and engagement in learning: toward a process model of academic achievement. Cognition, Creier, Comportament/Cognition, Brain, Behavior. 2013..
13. Alrashidi O, Phan HP, Bing Hiong N. Academic Engagement: An Overview of Its Definitions, Dimensions, and Major Conceptualisations. International Education Studies. 2016; 9 (12): p. 41-52.
14. Astin AW. Student involvement: A developmental theory for higher education. Journal of College Student Personnel. 1984, 1999: p. 297–308.
15. Portalanza Chavarría CA, Grueso Hinestroza MP, Duque Oliva EJ. Propiedades de la Utrecht Work Engagement Scale (UWES-S 9): análisis exploratorio con estudiantes en Ecuador. Revista Innovar. 2017; 27 (145).
16. Fredricks JA BPPA. School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. Review of Educational Research. 2004 March; 74(1): p. 59-109.
17. Moisy F. Moisy F. Computing a fractal dimension with Matlab: 1D, 2D and 3D Box-counting. Laboratory FAST, University Paris Sud Paris. 2008.
18. Ruiz de Miras. Fractal analysis in MATLAB: A tutorial for neuroscientists. The Fractal Geometry of the Brain: Springer.: University of Granada; 2016.
19. Paul Newbold WL, Carlson T. Estadística para administración y economía: Pearson Educación. 6th ed. Toharia L, editor. Madrid: Universidad de Alcalá de Henares; 2008.

**Correspondencia:** Juan Ubaldo Jimenez Castilla

Dirección: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna 23001 - Perú.

Correo electrónico: [jjimenez@ujcm.edu.pe](mailto:jjimenez@ujcm.edu.pe)

## CONVOCATORIA

Se invita a los investigadores de la región y el país, a presentar sus artículos científicos, especiales y de revisión para las ediciones semestrales de la revista CyTD – UJCM:



# latindex

Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

### Informes:

Vicerrectorado de investigación  
Calle Arequipa 282 – 2do piso  
RPC: 947730191 – 947730189  
[viceinvestigacion@ujcm.edu.pe](mailto:viceinvestigacion@ujcm.edu.pe)