

Descripciones fractales de procesos inferenciales en niños durante la creación de hipótesis tendientes a la solución de problemas

Fabián Labra Spröhnle¹
Mauricio Canals Lambarri²
Ibica Santibáñez Lara³

RESUMEN

Este trabajo es una aproximación descriptiva, desde el punto de vista dinámico, a los procesos inferenciales sintéticos de pensamiento. Nosotros asumimos como hipótesis de trabajo que el pensamiento es un tipo particular de sistema dinámico no lineal y definimos esta conjeturas a través de un particular sistema de postulados. Basados en la psicología cognitiva de Piaget y en la teoría del caos y fractales, construimos un paradigma experimental concreto que permite estudiar la dinámica inferencial durante la solución de problemas (Un juego de estrategia conocido como el Combate Naval). El instrumento usado para describir la dinámica inferencial fue la dimensión fractal. La tarea problema fue presentada a los niños. Los resultados obtenidos, usando la dimensión fractal, han permitido a) describir la dinámica inferencial de los sujetos mientras resolvían el problema. b) caracterizar, a través de un modelo (en términos de una función matemática) la forma dinámica del proceder inferencial de cada sujeto de la muestra. Nuestros resultados sugieren que cada niño tiene una unidad dinámica personal y característica durante la generación de hipótesis.

Palabras claves: Inferencia, Caos, fractales, niños cognición, pensamiento.

INTRODUCCIÓN

Ciertas investigaciones psicológicas experimentales han mostrado que existen procesos dialécticos en todos los niveles del pensamiento y la acción en aquellos casos en que, a partir de una información incompleta, se hace necesario construir hipótesis nuevas para dar solución eficiente a cierto tipo de problemas (Rubinstein 1959; Wallon 1965; Piaget 1982).

Piaget sugiere que la dialéctica constituye el aspecto inferencial sintético de todo

proceso de equilibración en un sistema cognoscitivo. Además agrega el mismo investigador que un sistema cognoscitivo en **equilibrio** sólo da lugar a inferencias discursivas (Piaget 1975; Piaget 1982).

En relación con los **tipos de Inferencia**, Peirce distingue: a) procesos de inferencia discursivos o analíticos del pensamiento así como: b) procesos de inferencia sintéticos (Peirce 1934).

Peirce consigna a la **deducción** como un tipo de inferencia analítica y como ejemplos de inferencias sintéticas a la **inducción**

¹ Lab. Psicobiología, Dpto Psicología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile. flabra@abello.dic.uchile.cl
fablabra@entelchile.net
² Dpto Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Chile. mcanals@abello.dic.uchile.cl
³ Lab. Conductas Cíclicas y Sueño, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. isantiba@med.uchile.cl

y la **abducción** o formación de **hipótesis**. La característica que define a las inferencias sintéticas es la estrecha relación que tienen con la experiencia y el poder de aumentar nuestro conocimiento (Peirce 1934).

Entender tales procesos es un problema central que concierne tanto a la Psicología, la Inteligencia Artificial, las Ciencias Cognitivas y a la Lógica.

En este trabajo se intenta una comprensión renovada de los procesos sintéticos del pensamiento usando una estrategia inquisitiva basada en las siguientes consideraciones:

Si observamos el pensamiento desde la perspectiva que indica que el sistema cognoscitivo es un sistema abierto, autoorganizado y cuya dinámica presenta períodos de rupturas del equilibrio y reorganizaciones, (Piaget & García 1989) entonces nos vemos conducidos a sostener la siguiente hipótesis de trabajo.

H.T : “ Podemos considerar al pensamiento, en cuanto **actividad** y bajo determinadas circunstancias, como un tipo particular de Sistema Dinámico no Lineal.” Y cuyas huellas en el espacio de fases pueden ser caracterizadas a través de ciertos elementos de la geometría de Fractales, particularmente su dimensión.

La contrastación de nuestra hipótesis nos exige, como objetivo principal, evidenciar las huellas que deja el pensamiento en una determinada tarea; para usar la Dimensión Fractal con el fin de **describir y caracterizar**, en parte, la dinámica del pensamiento (equilibración de las estructuras cognitivas o estructuras de pensamiento).

Para lograr lo anterior se describirá: la “ forma dinámica “ en que el pensamiento de algunos sujetos se mueve y se actualiza en ciertos lugares de un espacio de acciones aplicadas, al realizar inferencias sintéticas exigidas por la necesidad de dar solución eficiente a un problema.

MATERIALES Y MÉTODOS

Consideraciones teóricas

1.-Como resultado de nuestra estrategia de aproximación al problema planteado y como primera **opción metodológica** desplazamos a un segundo plano la consideración del contenido significativo o semántico de una determinada inferencia.

2.-Consideramos junto con Piaget y García que los procesos de significación inferencial involucran siempre la asimilación de los objetos o situaciones concretas a esquemas de acciones y que la significación de las acciones mismas se establece por lo que se llega o se logra a través de ellas (Piaget & García 1989).

3.- Dado lo anterior compartimos con Piaget y García la siguiente definición:

Definición: “Una **inferencia** es una *implicación entre significaciones*, (siendo estas últimas *atribuidas* a las propiedades, a los objetos y a las acciones mismas)” (Piaget & García 1989).

4.-Por lo anterior, postulamos con fines puramente prácticos que:

Definición: El **pensamiento** en cuanto **actividad** constituye un sistema, orientado a la solución de problemas, y que involucra constitutivamente como **proceso** tanto notas psíquicas y accionales del sujeto, así como las condiciones concretas y materiales en las que se haya incurso.

i. -El universo significativo del pensamiento de un sujeto es dependiente (además de la situación concreta en que se encuentra incurso), en parte, del sistema global de acciones (ya sean materiales o mentales) ejecutadas por dicho sujeto enfrentado a un problema.

ii. -En un aspecto el “contenido significativo “ de una determinada inferencia, puede tratarse como un lugar o topos concreto de relación de acciones aplicadas .

iii. -De manera accesoria podemos afirmar que este sistema de acciones aplicadas (materiales o mentales) genera un "espacio significativo de acciones".

iv.- Un sistema tal como se ha estipulado en i., ii. y iii es un Sistema Dinámico.

SUJETOS

Los sujetos de esta investigación fueron 14 niños de 7 - 13 años de edad, clasificados en el estadio de las operaciones concretas según Piaget al clasificar sus desarrollos estructurales. Se usó la edad para ubicarlos en esta categoría (Piaget, 1981). Los niños son de la Escuela La Candelaria-3, comuna de Chépica, Sexta Región (CHILE).

MATERIALES

Se uso un juego de estrategia, Combate naval o Estrategia naval (comercializado en Chile por GUAU) y se adaptó según

una tarea usada por Piaget y Col. para estudiar algunos mecanismos elementales de la dialéctica (Piaget, Wells & Banks, 1982).

PROCEDIMIENTO

Se le pidió a los sujetos que descubrieran la posición de cuatro barcos que se encontraban ocultos detrás de una pantalla. Los barcos se encontraban en el seno de 3, 3, 4, 5 casillas respectivamente, de una cuadrícula de 100 casillas (10 x 10).

Las posiciones de los barcos fueron controladas y estandarizadas, de tal modo que el sujeto jugaba todas las veces el mismo juego, pero con distinta presentación. Para tal efecto se construyó una plantilla con las posiciones de los barcos, de modo que la misma plantilla servía para hacer ocho presentaciones distintas del mismo juego, ya sea, se rotara o se invirtiera. De esta manera, el sujeto jugaba los distintos juegos sin darse cuenta que se trataba del mismo.

TABLA Nº 1
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SUJETOS

SUJETO	EDAD	CURSO	N. DE JUEGOS
Aldo	12	5	5
Alexis	11	6	8
Alicia	11	5	2
Angel	12	5	3
Héctor	12	5	8
Jessica	13	5	2
Luis	13	6	8
Ma. Isabel	11	4	5
Nibaldo	11	6	4
Paola	13	6	3
Patricia	10	4	2
Ramón	11	5	2
Rodrigo	13	6	5
Virginia	12	5	5
N: 14 Total Juegos: 62			

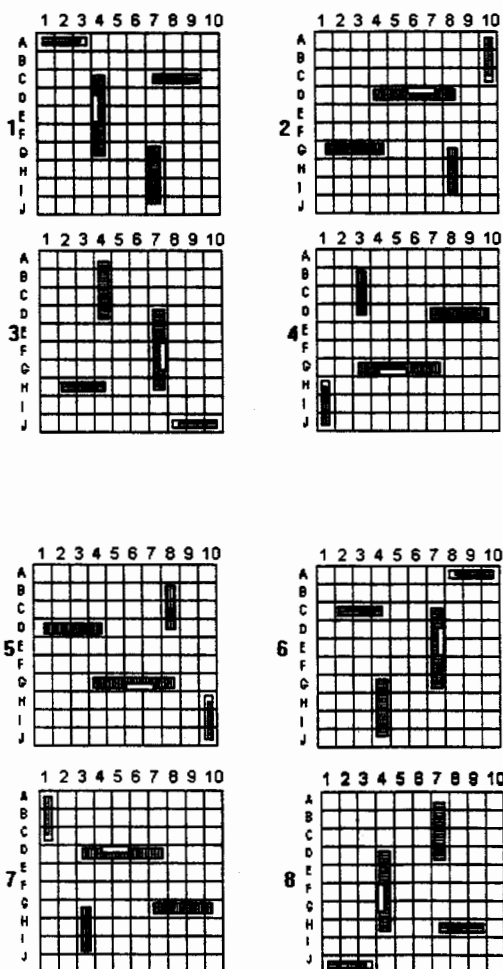
FIGURA N° 1

Plantilla que describe las distintas posiciones que deben adoptar los barcos en el tablero de juego a fin que sean descubiertos por los sujetos experimentales. El modo en que se obtienen cada una de las posiciones remite al siguiente procedimiento: la plantilla (1) es rotada en el sentido de las manecillas del reloj 1/4 de giro, obteniendo de este modo las figuras 2, 3 y 4, enseguida se obtiene la imagen especular (el reflejo en un espejo) de la figura 4 y se le realizan los giros, esta vez en sentido contrario de las manecillas del reloj, para obtener las figuras 5, 6, 7 y 8.

Para resolver el problema los sujetos debían inferir e indicar secuencialmente las coordenadas en que hipotéticamente se encontraba alguna porción de los barcos. Vgr: si el sujeto indicaba la posición: "a3", y en la mencionada casilla no se encontraba nada el experimentador respondía "agua". Si la mencionada cuadrícula contenía un pedazo de barco, el experimentador decía "blanco". Este procedimiento se itera hasta finalizar la tarea.

Terminada la tarea, quedaron anotadas las elecciones que hizo cada sujeto para resolver el problema.

Con los datos que se tienen anotados



en la hoja de respuestas de cada uno de los sujetos se construyó una figura de la siguiente manera:

Se superpuso sobre el monitor de plasma del computador de dimensiones (18,5 x 14,0 cm) una cuadrícula impresa en una transparencia similar a la que posee el juego (9,0 x 9,0 cm., compuesta de 100 celdillas de 1 x 1 cm de lado).

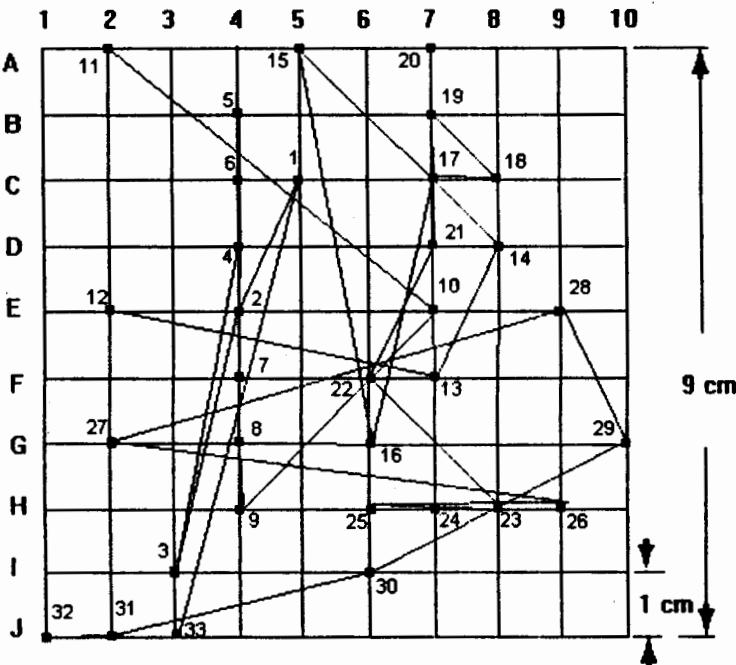
Figura N° 2

El procedimiento de convertir todas las jugadas efectuadas por el sujeto en una imagen gráfica se inició con el traspaso de dichas jugadas a un programa de manejo gráfico (PaintShow Plus 2.2 de LOGITEC).

El primer paso consistió en colocar una rejilla impresa en una transparencia y de dimensiones detalladas en la figura sobre la pantalla del computador (Compaq LTE 386s/20) y teniendo como fondo la pantalla activa del programa PaintShow Plus 2.2. Enseguida usando la herramienta para generar polígonos de

este programa se fueron conectando secuencialmente con líneas los nodos de la rejilla correspondientes con las jugadas que ha hecho el sujeto. Vgr, según se detalla a continuación la primera jugada corresponde a C5, la segunda a E4, la tercera a I3, la cuarta a D4, etc. Cuando se llega a la última jugada, en este caso J3, ésta se conecta con la primera, es decir C1, cerrándose de este modo la figura así generada (esto se logra pulsando el botón derecho del mouse). Una vez concluida la figura, ésta es "negada", es decir se invierte su color, quedando el fondo en negro y los trazos en blanco. Finalmente la figura es almacenada con el nombre del sujeto y en formato gráfico PCX.

Enseguida se fueron disponiendo en secuencia y con ayuda de la cuadrícula, las jugadas que hizo el sujeto en las coordenadas correspondientes, luego se procedió a unir consecutivamente cada uno de estos puntos con una línea recta, recubriendo el plano hasta llegar a unir finalmente la primera elección con la última, (Fig.N° 2) quedando dibujado en el plano una figura en forma de enrejado irregular que representa todo el "vagabundeo mental" que ha realizado el su-



jeto al explorar el plano. (Fig N° 3). De esta manera, quedan reducidos y graficados en el plano todas los "outputs" de acción de las correspondientes operaciones que han concurrido para la solución del problema.

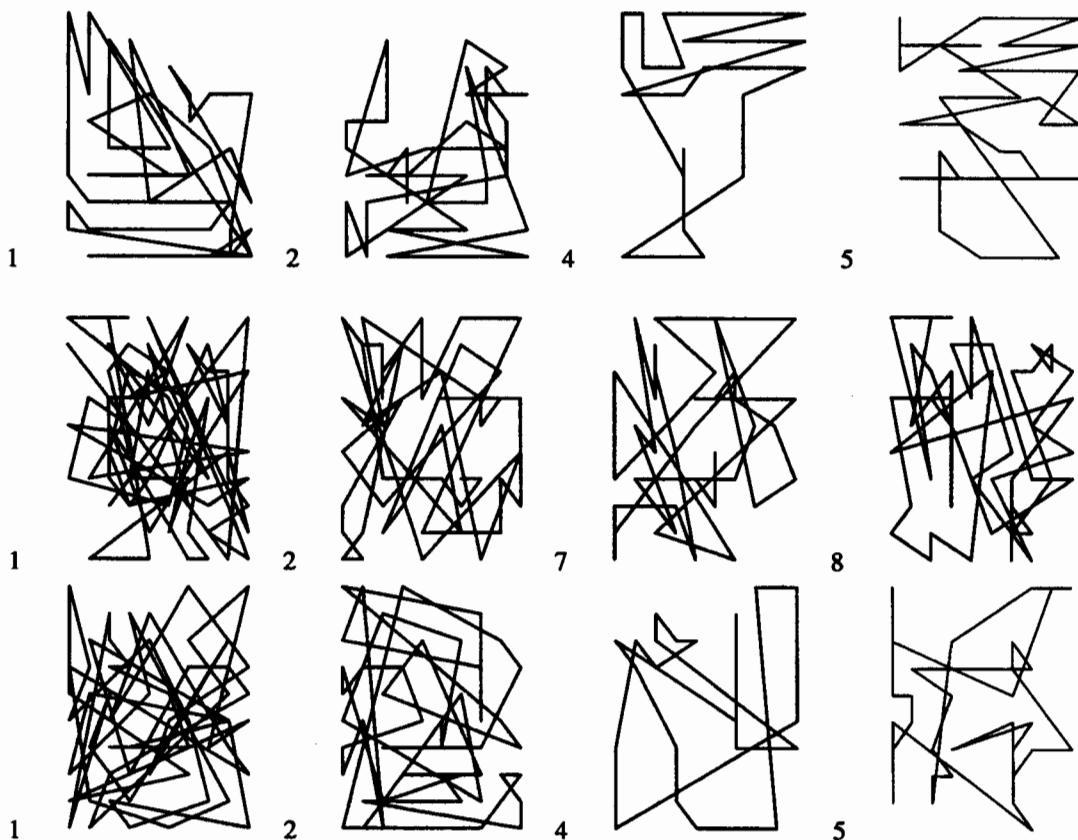
FIGURA N° 3

Figuras fractales generadas a partir de las huellas dejadas por el vagabondeo inferencial efectuado por los sujetos al explorar el espacio del problema planteado. En la primera fila algunos ejemplos de Aldo, en la segunda fila, algunos ejemplos de Alexis y en la tercera de Ma. Isabel. El número que precede a las figuras indica el juego al cual corresponde la figura.

El procedimiento anterior de dibujar las respuestas se realizó con un programa de manejo gráfico, (PAINTSHOW.PLUS 2.2 de LOGITECH) que fue ejecutado en un computador COMPAQ LTE 386s/20 con monitor de plasma plano.

Enseguida se procedió a convertir el archivo gráfico así generado con extensión, *. PCX a formato *. GIF y seguidamente a formato *. RAW, para lo cual se usaron programas de conversión gráfica ("GRAPHICS WORKSHOP.6.1" de Alchemy Mindworks Inc. y "PICLAB.1.82" de Lee Daniel Crocker and the Stone Soup Group).

Posteriormente se estimó la Dimensión Fractal de la figura resultante de cada uno de los juegos de todos los individuos con un pro-



grama creado para este trabajo y que realiza el cálculo de la "Box Counting Dimensión".

La manera de calcular la dimensión Fractal hace mención a un procedimiento ideado por B. Mandelbrot y conocido como "box-counting dimensión" (Peitgen, Jürgens & Saupe 1992). Dicho procedimiento consiste en lo siguiente:

En nuestro caso el objeto geométrico en estudio, la figura construida según se detalló anteriormente puede caracterizarse por:

1 - Medio del número de mallas que intercepta sobre un retículo. Para lo cual colocamos nuestra figura obtenida bajo esta grilla de talla. (épsilon)

2 - En seguida contamos el número de cuadrados que recubren el objeto (cuadrados que contienen al menos un pedazo de la figura. Esto da un número N, obviamente este número N dependerá de nuestra elección de. Por tanto escribimos N(ε). Ahora cambiamos progresivamente a tallas más pequeñas y contamos el correspondiente número N(ε).

3 - La relación entre N y el valor del lado de los cuadrados de la retícula aparece claramente si llevamos dicha relación a un gráfico logarítmico doble: así los puntos correspondien-

tes se sitúan aproximadamente sobre una recta, cuya pendiente, es expresada por la razón:

$$\text{Log } N(\epsilon) / \text{Log}(1/\epsilon)$$

que nos proporciona el valor de la Dimensión Fractal.

Posteriormente, para cada individuo y para el grupo en general se estudió la correlación (Coeficiente de Pearson) y regresión lineal entre Dimensión Fractal y número de jugadas y entre Dimensión Fractal y tiempo.

Con fines comparativos se realizaron los gráficos entre el número de jugadas que realizaba cada uno de los sujetos y su correspondiente valor de Dimensión Fractal y se construyó la curva de regresión lineal para cada sujeto en particular.

Para estudiar la existencia de diferencias significativas entre individuos se realizó análisis de covarianza (ANCOVA) considerando a los individuos como fuente de variación, la Dimensión Fractal como variable dependiente y el número de jugadas como covariante.

Todo el cálculo de los estadígrafos fue realizado con el software estadístico (STATGRAPHICS Vers 4.0 de Graphics Software System, Inc)

RESULTADOS

TABLA N° 2
RESULTADOS GENERALES

	JUEGO N°	JUGADAS	TIEMPO	D.F
ALDO	1	67	15	1.47
	2	56	21	1.39
	3	36	9	1.21
	4	45	11	1.30
	5	51	9	1.32
ALEXIS	1	69	35	1.57
	2	49	11	1.48
	3	27	6	1.29
	4	43	9	1.40
	5	40	8	1.40
	6	52	12	1.50
	7	41	10	1.41
	8	49	11	1.43
ALICIA	1	61	20	1.54
	2	53	17	1.58
ÁNGEL	1	40	12	1.44
	2	35	9	1.40
	3	38	6	1.40
HECTOR	1	55	25	1.55
	2	55	10	1.51
	3	35	9	1.39
	4	51	15	1.50
	5	50	12	1.48
	6	36	6	1.37
	7	49	15	1.48
	8	47	13	1.46
JESSICA	1	48	22	1.51
	2	43	17	1.48
LUIS	1	69	28	1.62
	2	44	18	1.41
	3	33	8	1.34
	4	43	21	1.49
	5	58	10	1.53
	6	42	9	1.40
	7	40	8	1.33
	8	46	11	1.44

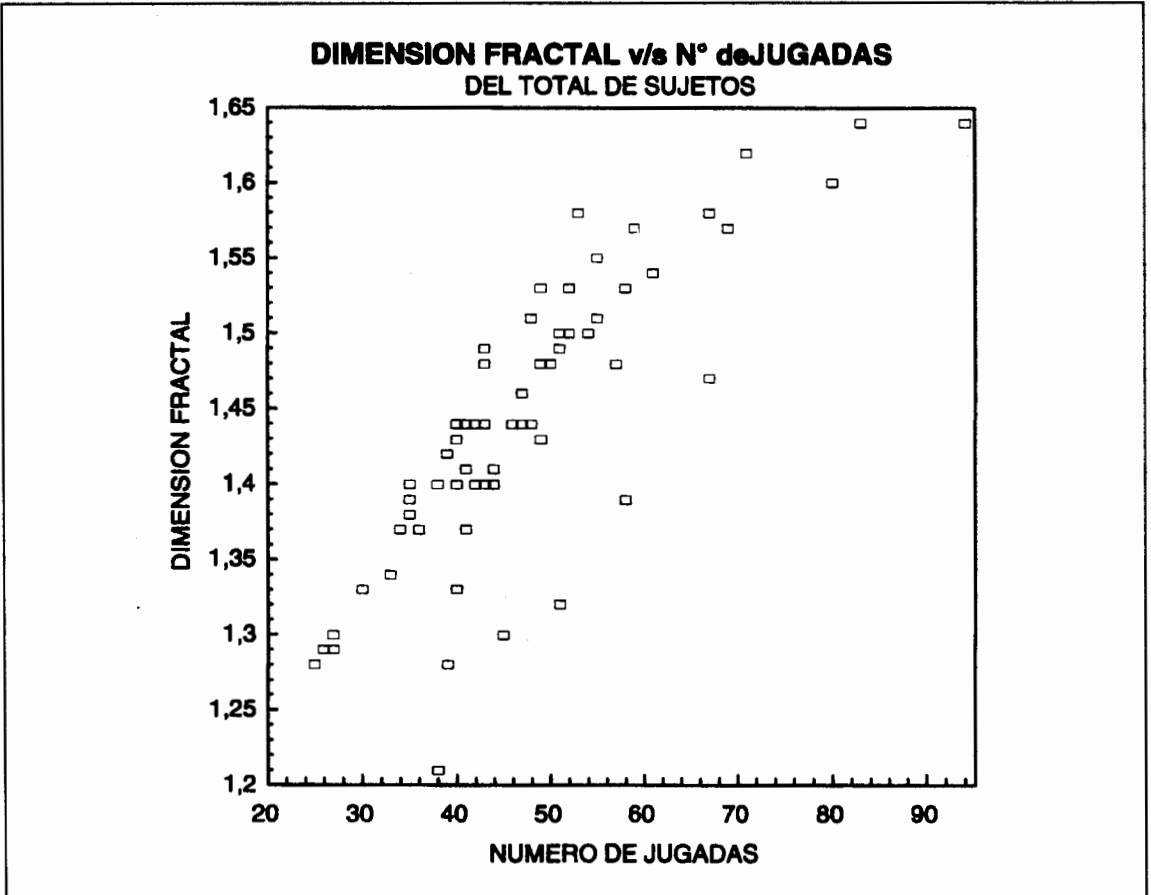
	Juego N°	Jugadas	Tiempo	D.F.
Ma. Isab	1	59	19	1.57
	2	54	12	1.50
	3	48	8	1.44
	4	26	6	1.29
	5	39	7	1.28
NIBALD	1	52	11	1.53
	2	41	12	1.44
	3	39	8	1.42
	4	30	6	1.33
PAOLA	1	67	20	1.58
	2	57	15	1.48
	3	44	8	1.40
	4	47	10	1.44
PATRICIA	1	94	30	1.64
	2	80	26	1.60
RAMON	1	51	10	1.49
	2	42	7	1.44
RODRIGO	1	27	5	1.30
	2	35	10	1.40
	3	25	6	1.28
	4	40	8	1.43
	5	49	10	1.53
VIRGINIA 3	1	83	22	1.64
	2	43	8	1.44
	41	10	1.37	
	4	35	5	1.38
	5	34	6	1.36

1º. Se establece una relación funcional entre el número de jugadas que hace cada uno de los sujetos y los valores de Dimensión Fractal calculados para la figura generada al graficar estas jugadas según el procedimiento descrito en Materiales y métodos. (Tabla N° 2)

Dicha relación aparece con mucha más

claridad en el Gráfico N° 1. A medida que se hacen más jugadas y al convertir estas jugadas en una imagen, el plano se va recubriendo más densamente por las líneas que conectan las jugadas secuenciales entre sí. Se observa una relación entre el número de jugadas y la Dimensión Fractal que depende también del sujeto que juega: (la forma de jugar)

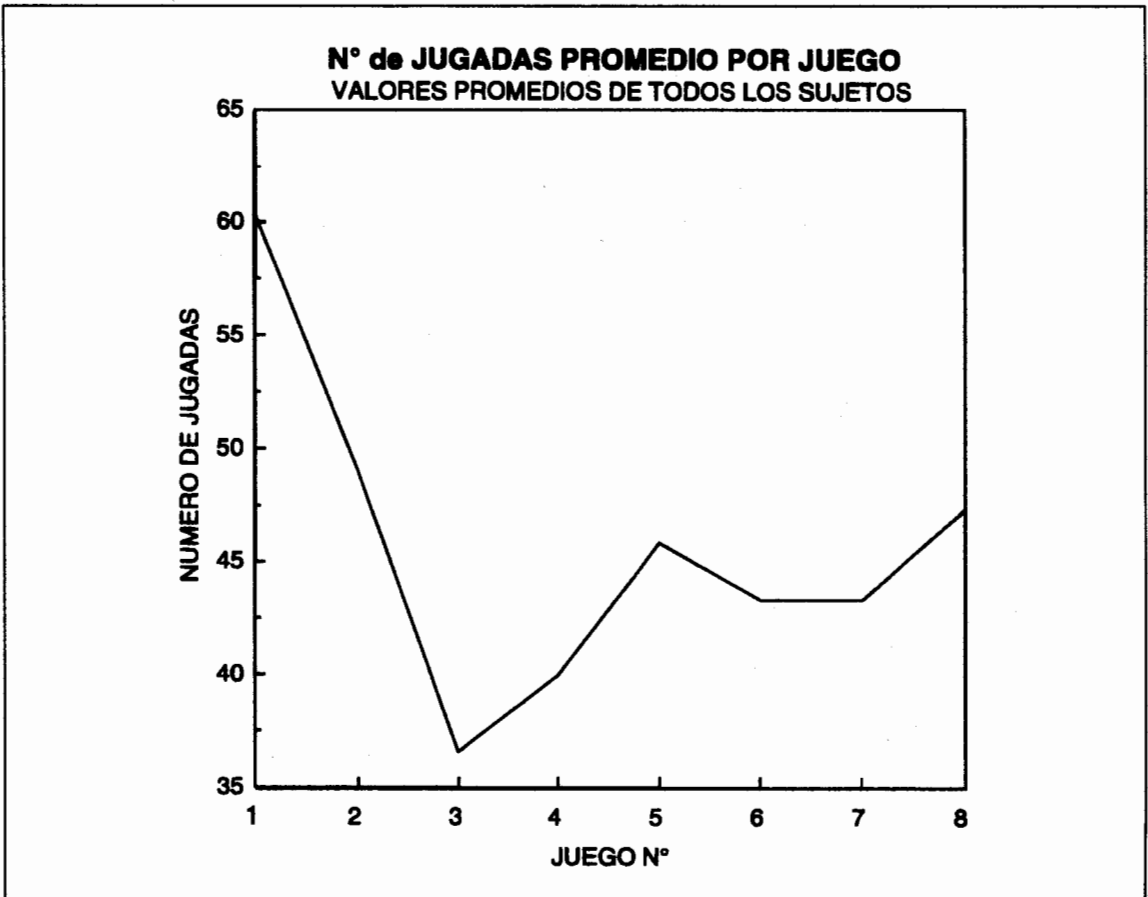
GRAFICO N° 1



2º. A medida que aumenta el número de pruebas a las que son expuestos los sujetos, junto con mejorar su rendimiento, ya sea expresado por el promedio del número de jugadas necesarias para terminar el juego

(Gráfico N° 2) o el tiempo promedio empleado para resolver la tarea (Gráfico N° 3), existe una tendencia del promedio de los sujetos a la disminución de la Dimensión Fractal (Gráfico N° 4).

GRAFICO N° 2



3°. Además los sujetos, si bien participan de la relación funcional entre la Dimensión Fractal y el número de jugadas, individualmente ellos tienen márgenes definidos de expresión de esta funcionalidad a través de los distintos juegos. Se ve que los valores que adopta la Dimensión Fractal para un determinado número de jugadas y en un mismo sujeto no es igual si consideramos el mismo número de jugadas pero en un sujeto distinto (ANCOVA, $F= 338, 015$, $p < 0.05$)

4°. Se aprecia una relación más o menos directa entre el tiempo empleado para resolver la tarea y la DF calculada para cada caso particular (tabla 2).

5°. Se encontró una correlación positiva entre la Dimensión Fractal y el tiempo, y entre Dimensión Fractal y el número de jugadas al considerar todo el grupo (tabla N° 3) y cada uno de los sujetos por separado (tabla N° 4).

GRAFICO N° 3

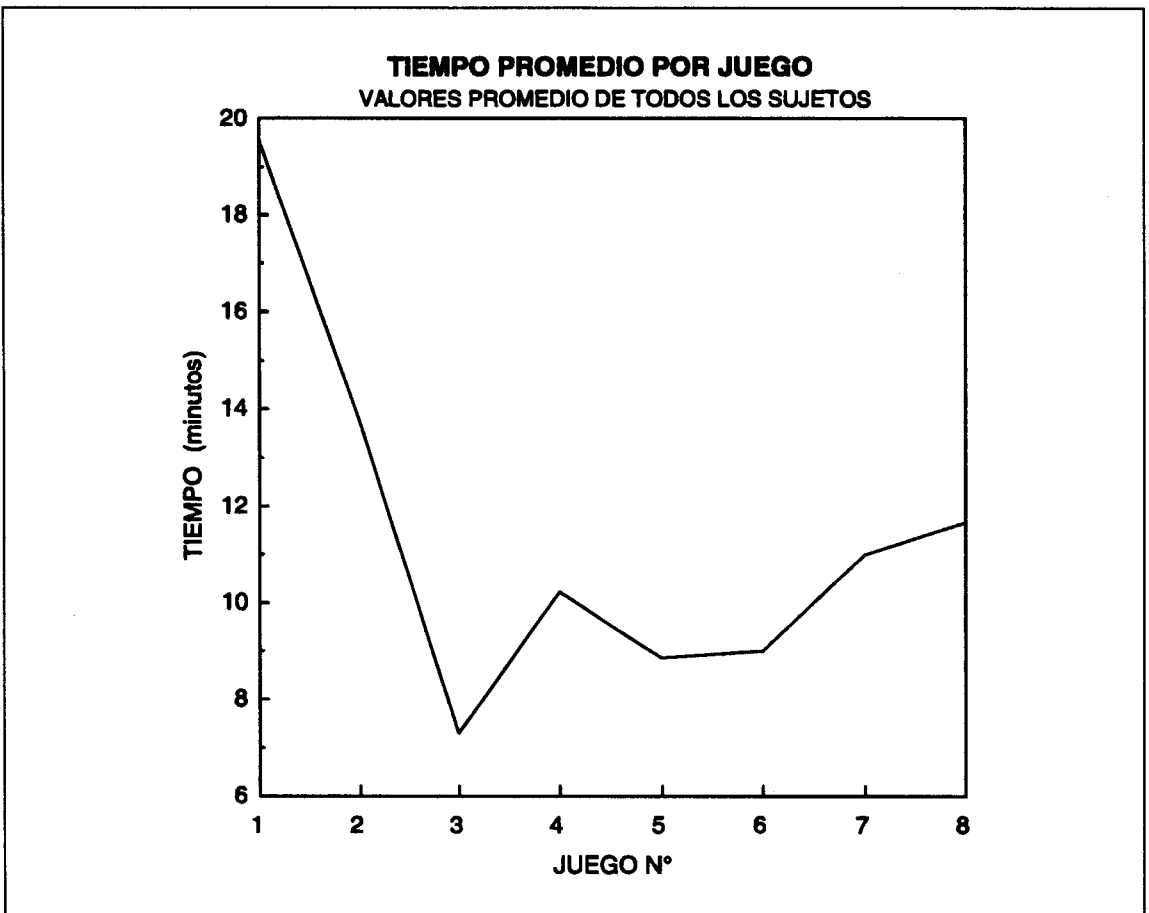


GRAFICO N° 4

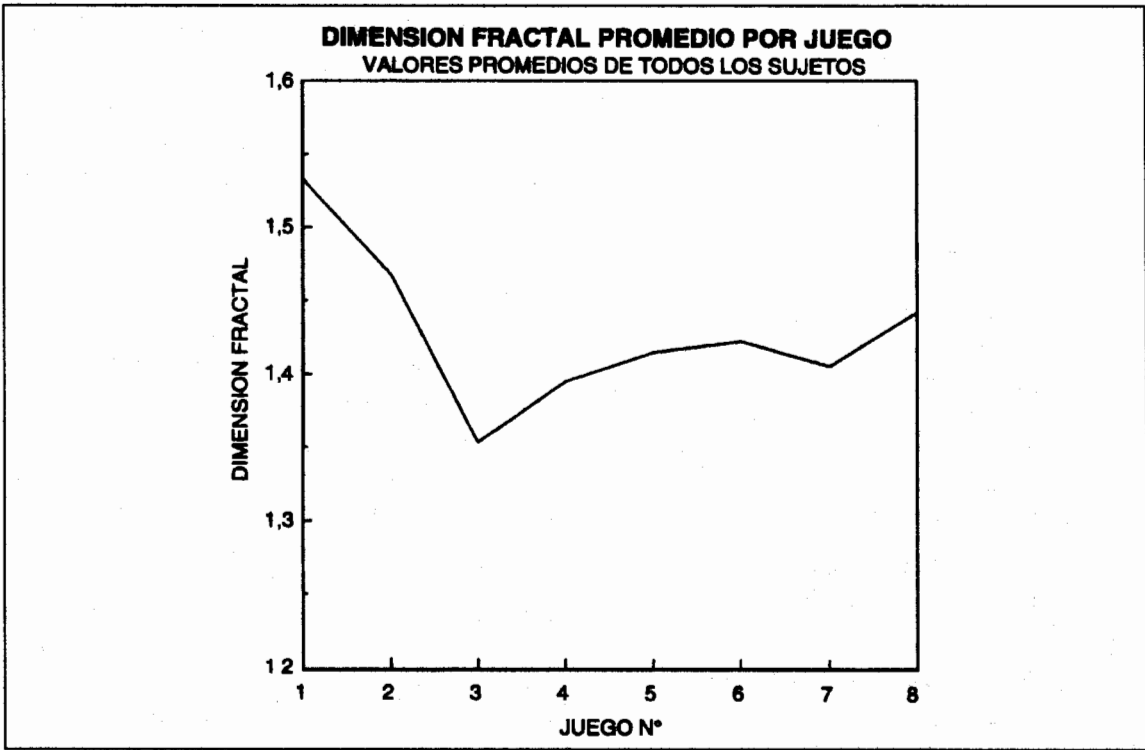
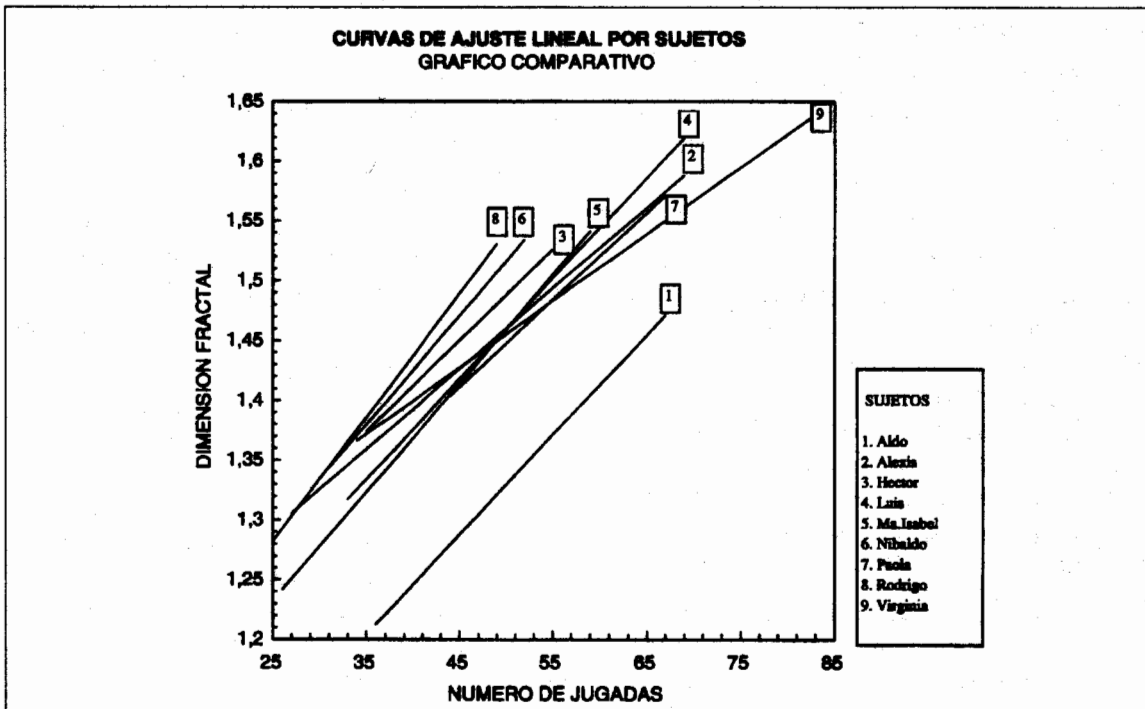


GRAFICO N° 5



Existe un adecuado ajuste del modelo lineal en el análisis de regresión para cada sujeto (tabla 5).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El principal objetivo de este estudio fue aproximarse descriptivamente a la dinámica de equilibración de las estructuras cognitivas involucradas en ciertos procesos de pensamiento, por lo que se creó, como ejemplo representativo, un modelo metodológico que permite describir y analizar desde un punto de vista «dinámico», los procesos inferenciales sintéticos involucrados en la resolución de un juego de estrategia (Labra, 1995)

Nuestra discusión se orienta en el sentido de mostrar la línea de **complementariedad** que dicho análisis funda.

Es decir, además de la consideración del pensamiento en términos mentalistas, fenomenológicos, estructuralistas o desde las reducciones simbólicas; nosotros mostramos que la consideración de los aspectos dinámico-funcionales del pensamiento es una vía de estudio prometedora.

Así como nuestro estudio se centra temáticamente sobre los aspectos dinámicos del pensamiento, en cuanto modo de aproximación a ellos, se trata de un estudio descriptivo.

Ciertas características o elementos de la Geometría de Fractales, por ejemplo: la capacidad de descripción geométrico-topológica de los fenómenos caóticos, así como la potencia de describir los fenómenos a distintas escalas en los sistemas autoorganizados, etc., sirven para desarrollar en forma teórica o práctica elementos de descripción y análisis de los procesos de pensamiento o de otros fenómenos cognitivos que presentan similares características (Kelso, 1995; Labra, 1995).

Nos parece especialmente fecundo que la Dimensión Fractal relacione; por una parte las formas físicas, y por otra, las potencialidades del

número; introduciendo formalmente, dentro de un sistema hipotético deductivo riguroso, la posibilidad de clasificar (cardinalidad) así como seriar (ordinalidad) múltiples «formas físicas».

Con estas potencialidades formales se amplía el espectro para realizar descripciones y caracterizaciones en términos numéricos del universo de los procesos y objetos complejos.

Si tenemos en cuenta las primeras observaciones descritas en los puntos N° 1, 2 y 3 de los resultados vemos claramente que hay una relación funcional general entre el número de jugadas y la Dimensión fractal.

Sin embargo esta dependencia funcional está modulada por la forma en que se realizan los trazados, la forma de jugar propia de cada individuo, ya que al realizar ANCOVA considerando a los individuos como fuente de variación, la Dimensión Fractal como variable dependiente y el número de jugadas como covariante obtuvimos un ANCOVA ($F=338,015$, $p<0.05$), mostrándose así lo individual de dicha funcionalidad.

La Dimensión Fractal expresa funcionalmente y de acuerdo al procedimiento establecido como «box counting dimension», que hay una ley de potencia del tipo \log / \log que caracteriza la variación de la longitud a medida que la escala de medición se va haciendo más fina (Peitgen, Jürgens & Saupe, 1990).

Lo significativo de esa ley de potencia es que es característica para el objeto considerado; (Peitgen, Jürgens & Saupe, 1990) en nuestro caso, cada una de las figuras resultantes de graficar las respuestas de los sujetos.

Las formas distintas de jugar, evidenciadas en cuanto figuras geométricas, hacen presente en forma de huellas, las distintas estrategias de desplazamientos que sobre el tablero de juego ha hecho el sujeto al resolver el problema; desde el punto de vista geométrico siempre son distintas en un mismo sujeto y para los distintos juegos, así como al compararlas con las de otro sujeto.

Existe un adecuado ajuste del modelo lineal en el análisis de regresión para cada sujeto (tabla 5).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El principal objetivo de este estudio fue aproximarse descriptivamente a la dinámica de equilibración de las estructuras cognitivas involucradas en ciertos procesos de pensamiento, por lo que se creó, como ejemplo representativo, un modelo metodológico que permite describir y analizar desde un punto de vista «dinámico», los procesos inferenciales sintéticos involucrados en la resolución de un juego de estrategia (Labra, 1995)

Nuestra discusión se orienta en el sentido de mostrar la línea de **complementariedad** que dicho análisis funda.

Es decir, además de la consideración del pensamiento en términos mentalistas, fenomenológicos, estructuralistas o desde las reducciones simbólicas; nosotros mostramos que la consideración de los aspectos dinámico-funcionales del pensamiento es una vía de estudio prometedora.

Así como nuestro estudio se centra temáticamente sobre los aspectos dinámicos del pensamiento, en cuanto modo de aproximación a ellos, se trata de un estudio descriptivo.

Ciertas características o elementos de la Geometría de Fractales, por ejemplo: la capacidad de descripción geométrico-topológica de los fenómenos caóticos, así como la potencia de describir los fenómenos a distintas escalas en los sistemas autoorganizados, etc., sirven para desarrollar en forma teórica o práctica elementos de descripción y análisis de los procesos de pensamiento o de otros fenómenos cognitivos que presentan similares características (Kelso, 1995; Labra, 1995).

Nos parece especialmente fecundo que la Dimensión Fractal relacione; por una parte las formas físicas, y por otra, las potencialidades del

número; introduciendo formalmente, dentro de un sistema hipotético deductivo riguroso, la posibilidad de clasificar (cardinalidad) así como seriar (ordinalidad) múltiples «formas físicas».

Con estas potencialidades formales se amplía el espectro para realizar descripciones y caracterizaciones en términos numéricos del universo de los procesos y objetos complejos.

Si tenemos en cuenta las primeras observaciones descritas en los puntos N° 1, 2 y 3 de los resultados vemos claramente que hay una relación funcional general entre el número de jugadas y la Dimensión fractal.

Sin embargo esta dependencia funcional está modulada por la forma en que se realizan los trazados, la forma de jugar propia de cada individuo, ya que al realizar ANCOVA considerando a los individuos como fuente de variación, la Dimensión Fractal como variable dependiente y el número de jugadas como covariante obtuvimos un ANCOVA ($F=338,015$, $p<0.05$), mostrándose así lo individual de dicha funcionalidad.

La Dimensión Fractal expresa funcionalmente y de acuerdo al procedimiento establecido como «box counting dimension», que hay una ley de potencia del tipo \log/\log que caracteriza la variación de la longitud a medida que la escala de medición se va haciendo más fina (Peitgen, Jürgens & Saupe, 1990).

Lo significativo de esa ley de potencia es que es característica para el objeto considerado; (Peitgen, Jürgens & Saupe, 1990) en nuestro caso, cada una de las figuras resultantes de graficar las respuestas de los sujetos.

Las formas distintas de jugar, evidenciadas en cuanto figuras geométricas, hacen presente en forma de huellas, las distintas estrategias de desplazamientos que sobre el tablero de juego ha hecho el sujeto al resolver el problema; desde el punto de vista geométrico siempre son distintas en un mismo sujeto y para los distintos juegos, así como al compararlas con las de otro sujeto.

Sin embargo, aunque desde el punto de vista geométrico un mismo sujeto genere figuras distintas, ocurre que:

Los resultados particulares de nuestra investigación, muestran que los datos obtenidos al calcular la Dimensión Fractal a un sujeto determinado, que resuelve repetidamente un mismo tipo de problema (fijado previamente), es un valor que fluctúa entre estrechos márgenes para un mismo sujeto

Dicho valor de Dimensión Fractal permite además encontrar una Constante que se establece, al graficar en ejes (x, y) el número de jugadas ejecutadas, de todos los juegos de cada sujeto, y los valores de Dimensión Fractal correspondientes (Tabla N° 5).

Dicha constante corresponde a la pendiente de la recta generada, a la cual hemos llamado Constante Abductiva o hipotética [Ca].

El valor de [Ca] constituye la **expresión de un perfil funcional invariante y característico para cada individuo**, para la tarea propuesta y para el período experimental considerado.

El valor de [Ca] permanece invariable y es distintivo para cada sujeto, aún cuando éste mejora su rendimiento, producto de un aprendizaje, con el transcurrir del número de veces que es expuesto a la prueba, (Gráficos 2, 3, 4) se trata de un valor estable y que junto con el valor del intercepto nos permite caracterizar con cierta seguridad la dinámica inferencial característica de cada sujeto durante el período experimental considerado y para la tarea propuesta (tabla N° 5), (Gráfico N° 3).

Como esperábamos, además, dicha constante [Ca], como parte de una función del tipo $Y = a + bx$, (pues, en estricto rigor, a cada sujeto le corresponde una particular ecuación de recta) se mantiene más o menos estable y dentro de márgenes estadísticamente aceptables, pues los niveles de correlación medidos a través del coeficiente de Pearson (r) no bajan nunca, de $r = 0.9$, excepto en un caso excepcional:

Ángel, que sólo jugó tres veces, y tuvo un $r = 0.8$, pero con una baja significación 0.4 (Tablas N° 4 y 5). El 92% de individuos de la muestra tienen un $r > 0.92$. lo que expresa la solidez del modelo establecido. (Tabla N° 5).

Se sugiere, por lo anteriormente dicho, que es posible hablar de una cierta legalidad o consistencia dinámica en los procesos sintéticos del pensamiento de los sujetos.

Homologando: Así como ciertas leyes sintácticas proveen la legalidad en las inferencias discursivas como la deducción. Tanto por otra parte, ciertas leyes dinámicas (Fractales) aportan una consistencia o una legalidad a las inferencias sintéticas del pensamiento tales como la formación de hipótesis o abducción.

Resumiendo: en otras palabras podemos decir que hemos evidenciado, sin ser del todo apropiado el concepto, una cierta «**Lógica dinámica de la invención**» individual.

Este sello particular del funcionamiento del aparato cognoscitivo nos lleva de manera convincente a nuestra conclusión más general.

Existe una **unidad dinámico-funcional personal y característica de cada individuo dentro de su proceder inferente (hipotético)** durante la realización de las tareas propuestas y para el período experimental considerado.

REFERENCIAS

- Kelso, J. (1995) **The self-organization of brain and behavior**, Ed. MIT Press
- Labra, F. (1995) Descripciones fractales de procesos inferenciales en niños y adolescentes durante la creación de hipótesis tendientes a la solución de problemas, **Tesis M.S Neurobiología y Ciencias de la Conducta**. Universidad de Chile.
- Peirce, Ch. S. (1934) **Memoranda concerning the Aristotelian syllogism**, In: Collected papers of Charles Sanders Peirce, pp 2792 - 807, ed Ch, hartome & P, Weiss. Cambridge. Mass the belknap Press of Harvard University.

- Peitgen, H-O. Jürgens, H. Saupe, D. (1990) El lenguaje de los fractales, Investigación y Ciencia, 169 : 46-57
- Peitgen, H-O. Jürgens, H. Saupe, D. (1992) **Fractals for the classroom**, Ed. Springer-Verlag.
- Piaget, J. (1975) **L'équilibration des structures cognitives**, Ed. Presses Universitaires de France.
- Piaget, J. (1981) El desarrollo mental del niño, en: **Seis estudios de psicología**, Ed. Ariel.
- Piaget, J. (1982) **Las formas elementales de la dialéctica**, Ed. Gedisa, S. A.
- Piaget, J. Wells, A. Banks, L. (1982) Un caso de interdependencias entre las acciones exploradoras del sujeto, en: **Las formas elementales de la dialéctica**, Ed. Gedisa, S. A.
- Piaget, J. y García, R. (1989) **Hacia una lógica de significaciones**, Ed. Gedisa, S. A.
- Rubinstein, S. L. (1959) **El pensamiento y los caminos de su investigación**, Ed. Pueblos Unidos.
- Wallon, H. (1965) **Del acto al pensamiento**, Ed. Lautaro.