

Análisis Geométrico De La Dinámica Inferencial: De la Infancia a la Adolescencia

Geometric analysis of the Dynamic Inferential: From Infancy to adolescence

*Fabián Labra S., Ariel Quezada L., Omar Cañete I., Mauro Basauré., Pablo Mora

Resumen

En este trabajo presentamos algunos adelantos metodológicos en el estudio de la dinámica del pensamiento usando herramientas geométricas. Se estudian algunas características dinámicas del proceder inferente en un grupo de sujetos durante dos periodos. Los descriptores geométricos usados (dimensión fractal y longitud acumulada) confirman los hallazgos de estudios anteriores en relación con la existencia de patrones inferenciales individuales. No obstante lo anterior existen diferencias en los patrones inferenciales en los mismos sujetos estudiados en los dos periodos.

Abstract

This present study is a descriptive approximation to synthetic inferential processes of thought from a dynamic standpoint. A concrete experimental paradigm was built, to represent and study the dynamics of inferential thought processes that are involved in solving a problem (the strategy game known as "Battleship"). The geometric tools used to describe the inferential dynamics of the participants was the fractal dimension and cumulative length. The task problem was presented to the same children at two ages. The results obtained allowed: a) to describe the inferential dynamics of participants while dealing with the problem posed, and b) to characterise through a model the dynamic patterns of the inferential procedure of each individual of the sample. Our results suggest that each child has his own functional dynamic unit of synthetic inferential thought processes. Moreover, differences between the dynamic patterns of inferential procedure were found in each child at two different ages.

Introducción

La evolución reciente de la psicología del conocimiento ha estado marcada por la atención que se ha prestado a los aspectos funcionales de la cognición y por el intento de definir situaciones experimentales que favorezcan dicho enfoque (Inhelder & Cellier, 1996).

La investigación aquí presentada se enmarca en una visión funcionalista similar.

El propósito general de este trabajo es: afinar algunas de las herramientas que hemos desarrollado para estudiar la dinámica inferencial de los sujetos durante la solución de problemas (La-

bra y Col., 1995; Labra, 1997; Quezada, 1998; Cañete, 2000).

El objetivo específico de esta investigación es estudiar, en un modelo de solución de problemas, las diferencias en el proceder inferencial de un grupo de sujetos en tránsito de la infancia a la adolescencia.

La visión que nos interesa destacar del psiquismo es su aspecto procesual; en esto concordamos con Rubinstein, quien afirma que: "la forma esencial de la existencia de lo psíquico radica en su condición de proceso o actividad"

(Rubinstein, 1965). Y que esta actividad psíquica es siempre una vinculación del individuo con el mundo (Rubinstein, 1959).

Esta condición de actividad o proceso del sistema cognoscitivo, que posee "un inicio, un desarrollo y un fin", como dice Rubinstein (Rubinstein, 1965), nos inspira la siguiente definición para lo que en sentido estricto entenderemos en este estudio por pensamiento.

El pensamiento, entendido como una actividad, es un proceso de interacción dinámico entre el sujeto y el medio, orientado a la solución de problemas, en cuyo proceso intervienen: elementos psíquicos representacionales (semióticos), el sistema orgánico de acciones del sujeto y las reacciones del medio (ya sea que este funcione como: sustrato material, objetos, herramientas, etc.), así como el sitio espaciotemporal en que ocurre (Labra, 1997).

Desde un punto de vista metodológico nos interesan dos cosas, a saber:

a) Construir situaciones experimentales en donde se exprese la "forma dinámica" en que se desenvuelve el procedimiento de solución de un determinado problema.

b) Disponer de una técnica que permita visualizar y analizar la "forma dinámica" de los procedimientos que emplean distintos sujetos durante la solución de un problema.

Esta exploración que se dirige hacia los aspectos procedurales dinámicos del pensamiento, involucra un cambio del tipo de descripción.

Esto es, porque existe el inconveniente que al describir la dinámica de un proceso en términos verbales, el aspecto dinámico que posee este proceso queda reducido a términos estáticos y caracterizado por algún juicio subjetivo del observador.

Para aclarar el punto anterior, supongamos que tenemos la completa descripción del procedimiento empleado por un sujeto al resolver un problema. Sé que después de la acción *a* viene *b* y que después de un determinado tiempo *t* viene el evento *c*, dado este punto se cumple la condición ambiental *x*, provocándose el evento *d*, aquellos conduce a *f*, etc., y así hasta la solución.

Una descripción de esta naturaleza es esencialmente una descripción secuencial de los

acontecimientos. En esta podemos percibir la relación inmediata de un evento procesual con el evento anterior o con el posterior, sin embargo, se hace muy difícil ver la relación de todos los eventos entre sí durante su despliegue secuencial y la permanente actualización de estas relaciones totales.

También puede ensayarse otro tipo de descripción en donde se destaque lo "general" que hay en el proceso para dar solución a un determinado problema, esto es: representando tal procedimiento por medio de un algoritmo. En este caso se perderá todo lo singular que pueda tener el caso particular de la solución de un determinado problema.

Nos parece que los dos tipos de descripción recién mencionados padecen el mismo inconveniente, se trata de descripciones declarativas de la estructura del procedimiento, y que son insuficientes para dar cuenta de las características dinámicas de este.

A nuestro entender, la dinámica de un proceso está conformada por dos momentos interdependientes y complementarios, esto es: el despliegue (serial o simultáneo) de los elementos constituyentes y la variación de sus interrelaciones en totalidad.

Considerando lo anterior, hemos ideado un procedimiento gráfico para representar los aspectos secuenciales y de interacción de la serie de "eventos procesuales de solución" que surgen de la influencia recíproca entre sujeto y problema. Enseguida analizamos estas representaciones gráficas por medio de herramientas geométricas.

Método

Sujetos

Los sujetos considerados en este trabajo son los mismos que participaron en dos investigaciones precedentes (Labra, 1995., Quezada, 1998). Se trata de 10 niños, evaluados en dos periodos: el primero en 1992, en este caso todos los niños estudiaban en la escuela rural La Candelaria-3, esto corresponde a la muestra de Labra (Labra y Col., 1995) y el segundo periodo en 1996, sólo seis niños continuaban con sus estudios y los cuatro restantes trabajaban, se trata de la muestra usada por Quezada (Quezada, 1998). Ver tabla 1

Tabla 1.

	Periodo A		Periodo B		
	Edad	Nº de Juegos	Edad	Nº de Juegos	Actividad
Aldo	12	5	16	8	Estudiante
Alexis	11	8	15	8	Trabajador
Angel	12	3	16	8	Estudiante
Hector	12	8	16	8	Trabajador
Luis	13	8	17	8	Trabajador
María	11	5	15	7	Estudiante
Nibaldo	11	4	15	8	Estudiante
Paola	13	4	17	7	Estudiante
Rodrigo	13	5	17	8	Trabajador
Virginia	12	5	16	8	Estudiante

Como dos sujetos adicionales se incluyen "Random" y "Objeto", se trata de dos simulaciones por computador que resuelven el problema de acuerdo a una estrategia sui generis.

La estrategia de Random es emitir disparos al azar a partir de un sorteo aleatorio del total de coordenadas disponibles para ser elegidas al momento del disparo (inicialmente son 100). Es decir cada posición que es escogida por un determinado disparo es eliminada en el sorteo siguiente, además no importa si el disparo precedente acierta o no en un blanco. Es decir, se trata de un sistema sin realimentación. Random representa funcionalmente a un sujeto que no se "informa" en el transcurso del juego.

Por el contrario la estrategia de Objeto supone el conocimiento exacto de las posiciones en las cuales se encuentran los barcos, a la manera de un sujeto omnisciente, esto es: con "información total": sin embargo este sujeto debe decidir el orden en el cual deben ser hechos los disparos. En este caso el orden se determina por un sorteo similar al que ocupa Random. Con la diferencia que el universo inicial de posibles disparos es 15 y todos dan en el blanco.

Aparato

Se usó 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 ocupan la cantidad de 3, 3, 4, 5 casillas respectivamente, de una cuadrícula de 100 casillas (10 x 10), ver figura.Nº 1.

Las posiciones de los barcos fueron definidas y ordenadas de tal modo que, se exhibía al sujeto todas las veces el mismo juego, con idéntica estructura geométrica, 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, 4 posiciones (con cada uno de los costados como base) al rotar el anverso de la plantilla y 4 nuevas posiciones por el reverso. De esta manera, el sujeto jugaba los distintos juegos sin darse cuenta que se trataba del mismo, ver figura.Nº 1.

Los registros fueron tomados en salas amplias de los colegios en donde los sujetos estudiaban y en espacios naturales abiertos (zona rural) en donde trabajaban. Los juegos fueron obtenidos de forma individual con un primer operador que respondía respecto a la suerte del disparo sobre la grilla, mientras un segundo operador anotaba simultáneamente los registros de las coordenadas de disparo.

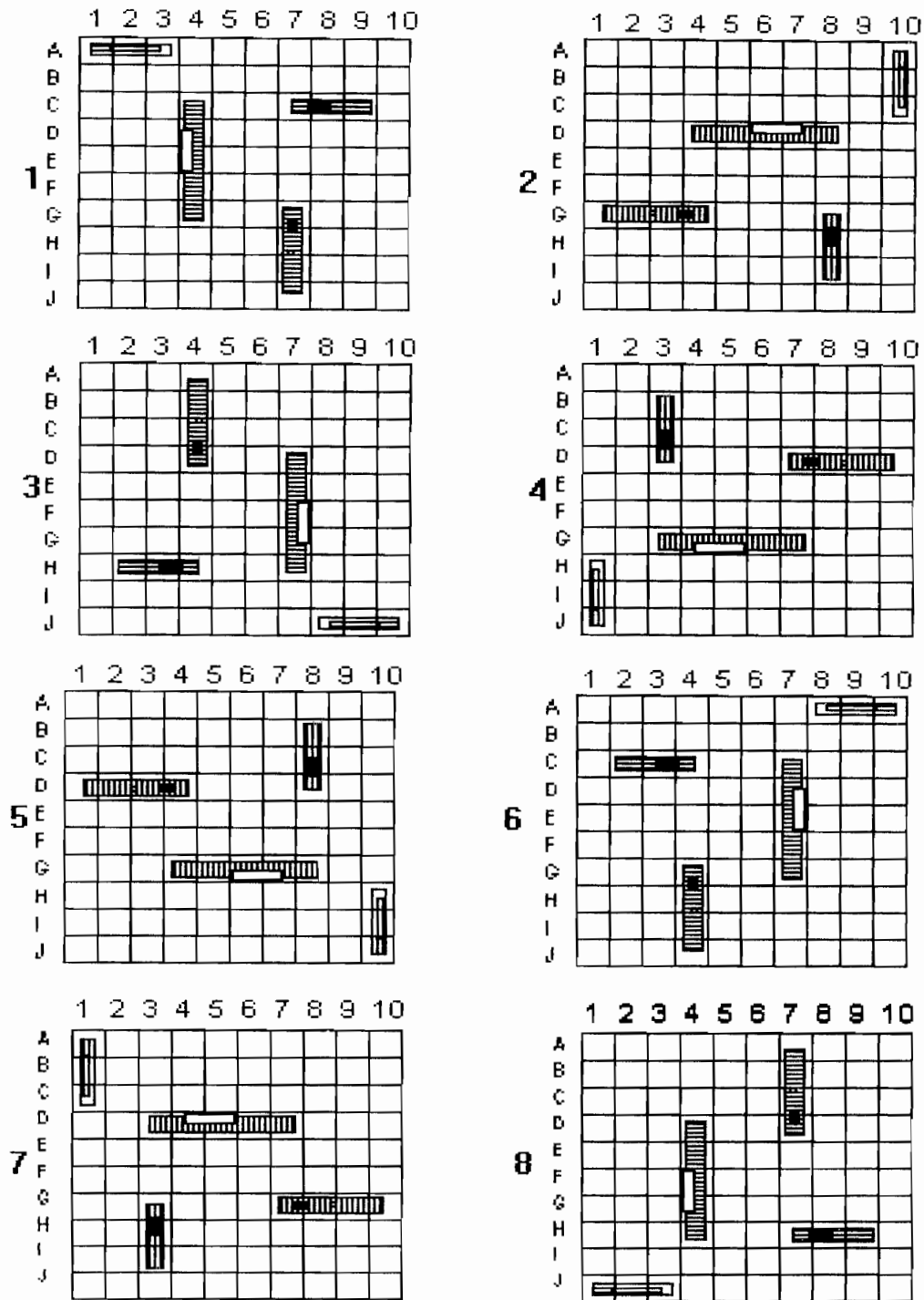


Figura 1. Plantillas que describen las distintas posiciones de los barcos en el tablero de juego. Cada una de las posiciones se logra mediante el siguiente procedimiento: La plantilla N°1 es rotada 3 veces _ de giro en el sentido de las manecillas del reloj obteniendo las plantillas N°2, N°3 y N° 4. Enseguida se invierte la plantilla N° 4 (el reflejo en un espejo) así se obtiene la plantilla N°5 y se efectúa _ de giro cada vez para obtener las plantillas N°6, N°7 y N°8.

Para resolver el problema los sujetos debían hacer una conjetura e indicar 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 inferencial de conjetura y constatación (respuesta) se itera hasta finalizar la tarea. Terminada la tarea, quedaron anotadas todas las coordenadas que representan la serie de hipótesis que hizo cada sujeto para resolver el problema.

Diseñamos la representación gráfica teniendo en cuenta que la tarea posee un campo semántico o espacio del problema, que está representado por las reglas del juego y ciertos elementos ocultos (barcos) en un tablero cuadrículado en donde cada cuadrícula representa una "posible" solución.

Un modo de entender la evolución dinámica de estados que adopta el proceso inferencial de los sujetos al enfrentar el problema, es considerar las hipótesis que éste realiza, patente en la elección de una determinada cuadrícula, y las inducciones, en el sentido de Peirce (Peirce, 1934), como una lectura comprobatoria de la validez de estas hipótesis. En tales circunstancias se establece un proceso iterativo de hipótesis e inducciones, hasta llegar finalmente a la solución.

Una manera gráfica de representar la dinámica de estados del proceso descrito en el párrafo anterior es: conectando con una línea y en orden secuencial las elecciones que consecutivamente ha hecho el sujeto en el tablero hasta que resuelve el problema. Se trata de evidenciar la trayectoria de estados del sistema sujeto-problema.

El procedimiento anterior se implementó usando una planilla de cálculo, (Qpro for Windows 4.0), con la herramienta para crear gráficos se realizó un gráfico X,Y (scatterplot), de dimensiones 256 x 256 pixeles; sobre un fondo blanco. Como si se tratara del gráfico de una serie temporal se dispuso la secuencia de jugadas que hizo el sujeto en las coordenadas correspondientes, enseguida se agregó una línea de color negro que une consecutivamente cada uno de estos puntos. El resultado

es una figura en forma de enrejado irregular que representa todo el "vagabundeó mental" que ha realizado el sujeto al explorar el plano, ver figura N° 2.

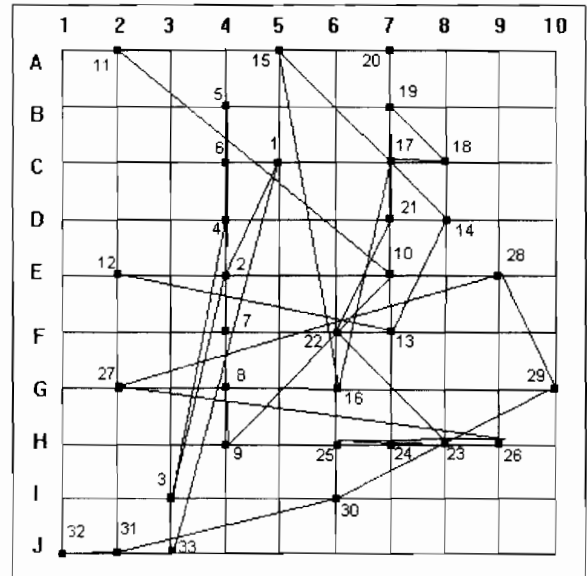


Figura 2. Las jugadas efectuadas por cada sujeto se convierten en una imagen de 256x256 pixeles, se grafican en plano (x, y) las coordenadas de cada disparo efectuado y se unen secuencialmente con una línea la serie total de disparos desde el primero hasta el último.

El gráfico creado según el procedimiento anterior se almacenó en formato gráfico gif. Posteriormente se convirtió este archivo gráfico a formato pbm codificado en Ascii. Esta última tarea se realizó con el software de manejo gráfico: Paint Shop Pro 3.0.

Obtenidas estas representaciones geométricas buscamos su significación desde el punto de vista funcional del sistema cognoscitivo de los sujetos. Para lo cual se usan algunos índices geométricos como una herramienta comparativa intra e interindividualmente y en relación con algunos aspectos cualitativos del funcionamiento cognoscitivo, por ejemplo: la eficacia en dar solución al problema según el número de jugadas efectuadas.

Los índices geométricos calculados fueron: la distancia geométrica entre cada uno de los disparos y la longitud acumulada desde el primero hasta el último disparo. Estos cálculos se realizaron con la planilla (Qpro for Windows 4.0)

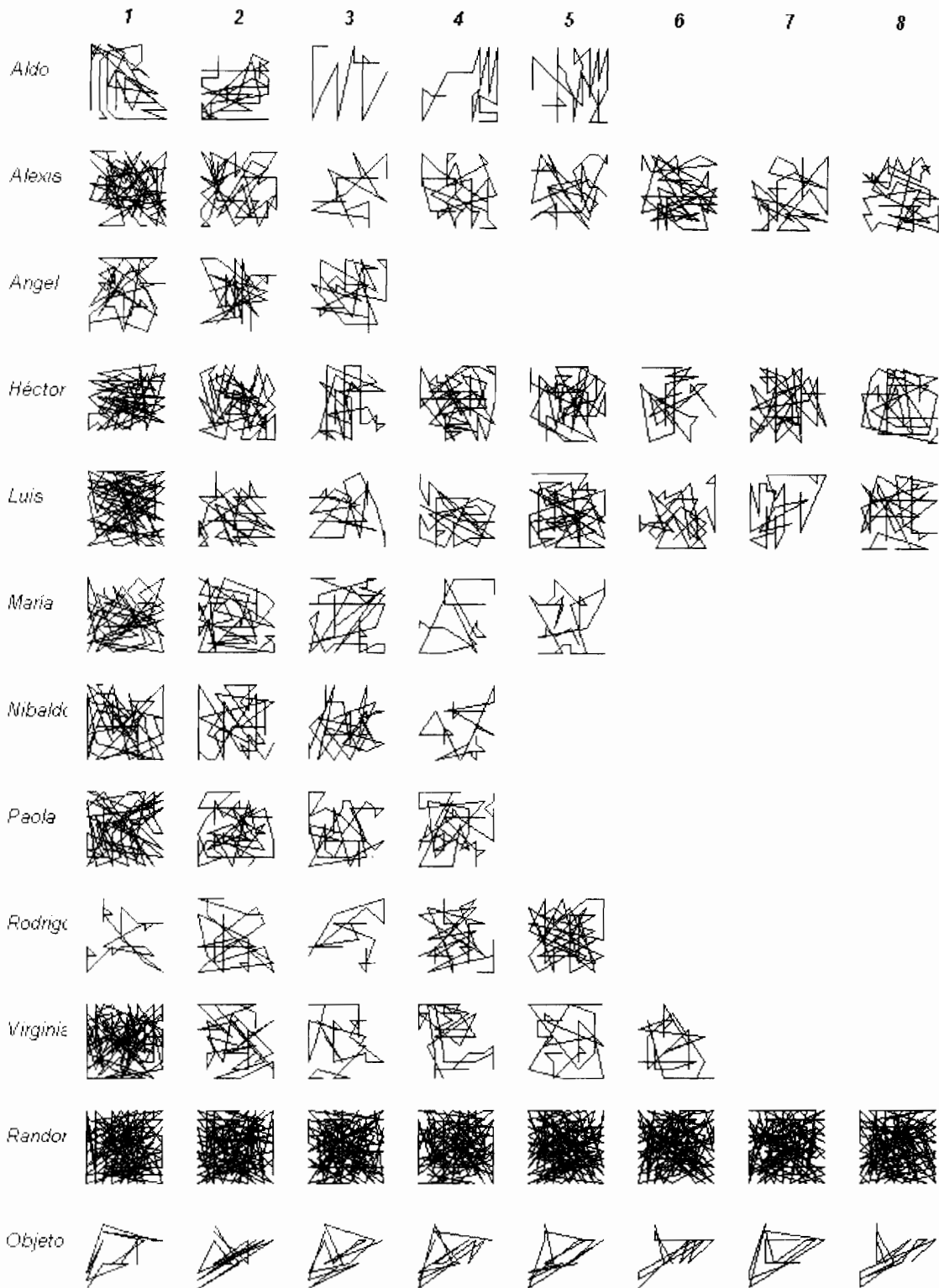


Figura 3. Figuras obtenidas con la trayectoria de los disparos de los sujetos durante el periodo A. Cada fila corresponde a un sujeto, las columnas corresponden al primer, segundo, tercer, Etc., juego. Además se grafican los resultados de las simulaciones por computador: Random y Objeto.

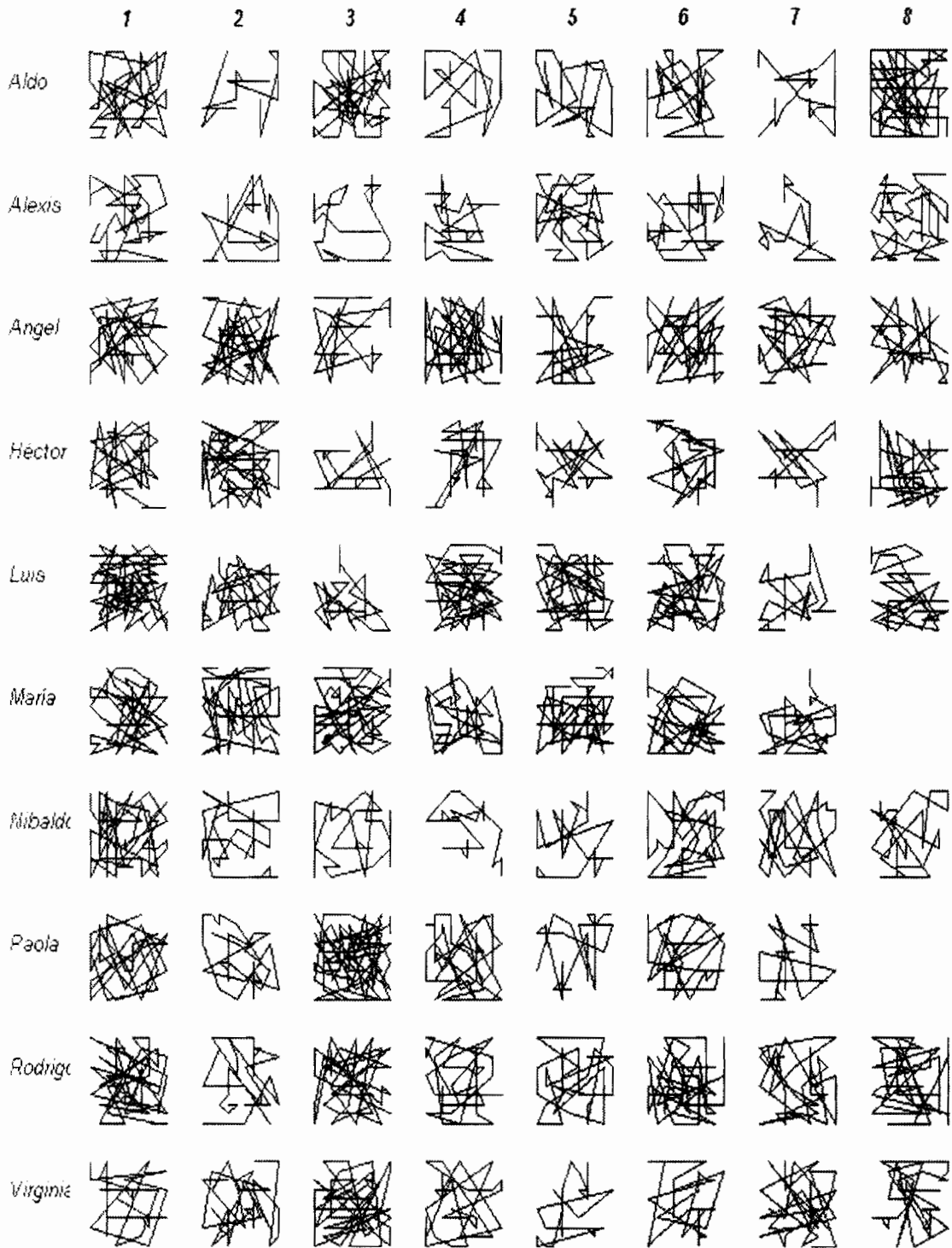


Figura 4. Figuras obtenidas con la trayectoria de los disparos de los sujetos durante el periodo B. Cada fila corresponde a un sujeto, las columnas corresponden al primer, segundo, tercer, Etc., juego.

Como una medida de la complejidad geométrica de las figuras se estimó la dimensión fractal de la figura resultante de cada uno de los juegos de todos los individuos. El cálculo se realizó con el paquete de análisis fractal y multifractal MFRAC 2.0 (Mach & Mas, 1996), que fue ejecutado bajo Linux.

Las rutinas usadas en MFRAC fueron: Ppm2vcc y Df2 con los siguientes parámetros: Dimension of the Pattern = 256 x 256, Sizes = 64 y Boxcounting = 10.

Todos estos procedimientos fueron ejecutados en un computador IBM Aptiva. 2144L33

Para cada individuo y para el grupo en general incluyendo los dos periodos experimentales considerados se estudió: la correlación de Pearson (r) entre: dimensión fractal versus número de jugadas, y longitud acumulada versus número de jugadas.

Con fines comparativos se realizaron los gráficos entre el número de jugadas que realizaba cada uno de los sujetos versus la dimensión fractal así como número de jugadas versus longitud acumulada. Se estimó la curva de regresión lineal para cada sujeto en particular considerando las variables anteriormente mencionadas.

Para evaluar la capacidad descriptiva en conjunto de los índices geométricos en estudio, se realizó un análisis de regresión múltiple, en donde se considera el número de jugadas como variable dependiente, la dimensión fractal y longitud acu-

mulada como variables independientes.

Para estudiar la existencia de diferencias significativas entre individuos se realizó análisis de covarianza (ANCOVA) con corrección de Bonferroni, pues se trata de contrastes dependientes, se consideró a los individuos como el factor de variación, el número de jugadas como variable dependiente, la dimensión fractal y longitud acumulada como covariantes. Se complementó este análisis con la comparación de promedios entre sujetos, para lo que se usó el test de Tukey HSD para muestras con distinto N. (Spjotvol / Stoline test) con corrección de Bonferroni. Todo el cálculo de los estadígrafos fue realizado con el software estadístico Statistica 4.3. for Windows de Statsoft Inc.

Resultados

En acuerdo con investigaciones anteriores (Labra, 1995., Labra y Col, 1997., Quezada, 1998., Cañete, 2000.) se encontró una relación funcional entre el número de jugadas y la dimensión fractal así como entre el número de jugadas y la longitud acumulada.

Existe una correlación lineal (r) positiva, estadísticamente significativa entre: el número de jugadas versus dimensión fractal y el número de jugadas versus longitud acumulada al considerar todos los sujetos en un solo conjunto y para los dos periodos experimentales considerados (A) y (B), ver Tabla N° 2, Figuras N°5 y N°6.

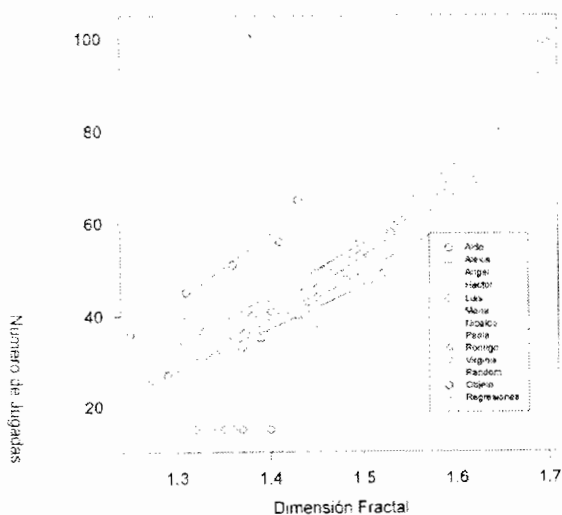


Figura 5. Gráfico que muestra las curvas de ajuste lineal para el N° de jugadas y el descriptor geométrico dimensión fractal en todos los sujetos del periodo A, se incluyen las simulaciones: Random y Objeto.

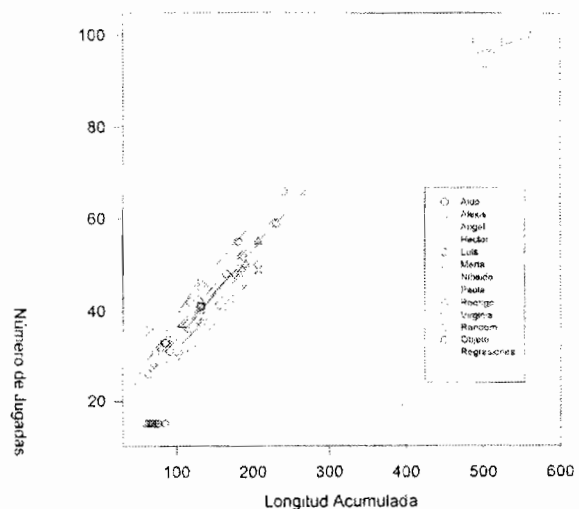


Figura 6. Gráfico que muestra las curvas de ajuste lineal para el N° de jugadas y el descriptor geométrico longitud acumulada en todos los sujetos del periodo B, se incluyen las simulaciones: Random y Objeto.

Tabla 2.

Variables	Registro A			Registro B		
	r	r-cuadrado	p	r	r-cuadrado	p
Número de Jugadas vs. Dimensión Fractal	0.8913	79.44%	0.0000	0.8996	80.92%	0.0000
Número de Jugadas vs. Longitud Acumulada	0.9370	87.81%	0.0000	0.9576	91.71%	0.0000

En general al estudiar la correlación lineal (r) entre las variables en cuestión, pero exclusivamente para cada uno de los sujetos, los valores individuales de (r) son significativamente más robustos que los valores de (r) obtenidos de la totalidad de ambos grupos (A) y (B), ver tabla N° 3.

Tabla 3.

Coefficiente de Correlación de Pearson (r), para cada sujeto de la muestra

Variable Independiente: Dimensión Fractal

Variable Dependiente: Número de Jugadas

Sujetos	Periodo A			Periodo B		
	r	r-cuadrado	p	r	r-cuadrado	p
Aldo	0.9795	95.95%	0.0035	0.911962	83.17%	0.0016
Alexis	0.9729	94.66%	0.0000	0.786453	61.85%	0.0206
Angel	-0.3	9.02%	0.6058	0.970516	94.19%	0.0001
Hector	0.9477	89.82%	0.0003	0.965649	97.15%	0.0000
Luis	0.9616	96.36%	0.0000	0.907542	82.38%	0.0016
Maria	0.9566	91.55%	0.0107	0.976571	95.37%	0.0002
Nibaldo	0.9827	96.58%	0.0000	0.947827	89.84%	0.0003
Paola	0.9698	94.06%	0.0301	0.98108	96.25%	0.0001
Rodrigo	0.9977	99.54%	0.0001	0.971454	94.37%	0.0001
Virginia	0.9774	95.53%	0.0008	0.9561	91.42%	0.0002
Random	0.6243	38.98%	0.0980			

Variable Independiente: Longitud Acumulada

Variable Dependiente: Número de Jugadas

Sujetos	Periodo A			Periodo B		
	r	r-cuadrado	p	r	r-cuadrado	p
Aldo	0.9697	94.04%	0.0063	0.957095	91.60%	0.0002
Alexis	0.9575	91.69%	0.0002	0.944855	89.28%	0.0004
Angel	0.1763	3.18%	0.8859	0.996176	99.24%	0.0000
Hector	0.9471	89.72%	0.0004	0.986739	97.37%	0.0000
Luis	0.9464	89.58%	0.0004	0.965074	93.14%	0.0001
Maria	0.9314	86.75%	0.0213	0.97205	94.49%	0.0002
Nibaldo	0.9731	94.70%	0.0000	0.978399	95.73%	0.0000
Paola	0.9431	88.96%	0.0568	0.976083	95.6646	0.0001
Rodrigo	0.994	98.82%	0.0006	0.982712	96.5723	0.0000
Virginia	0.9921	98.44%	0.0001	0.965511	93.22%	0.0001
Random	0.4485	20.12%	0.2650			

No obstante lo anterior y a pesar de la correlación positiva (r) encontrada entre las variables en estudio, se dio el caso de tres sujetos que presentaron una correlación positiva pero no significativa en el grupo (A), debido a su bajo número de casos. En el grupo (B) se dio sólo un caso de correlación positiva sin significación estadística. En el caso de Random, se encontró una correlación positiva, débil y estadísticamente no significativa, del número de jugadas versus la dimensión fractal y del número de jugadas versus la longitud acumulada.

Para Objeto no se pudo realizar el análisis de regresión puesto que el número de jugadas es siempre el mismo.

Se encontró que cada sujeto establece para las variables en estudio una relación funcional es-

table para si mismo, y diferente a otros sujetos dentro de cada uno de los periodos experimentales considerados.

En otras palabras, la relación establecida entre las variables mencionadas depende de la forma o estilo de jugar de cada sujeto. Esto último se ve confirmado por el análisis de covarianza (ANCOVA) que considera a los individuos como fuente de variación, el número de jugadas como variable dependiente, la dimensión fractal y la longitud acumulada como covariantes, ver tabla N°4. En esta tabla puede verse que considerando un alfa con corrección de Bonferroni, para el periodo (A) tenemos un $F = 40.400$; $p < 0.0041$. Y para periodo (B) $F = 36.6600$; $p < 0.0041$

El detalle de las diferencias entre sujetos está expresado en las comparaciones múltiples, ver Tabla N° 5.

Tabla 4.

Variable Dependiente = Número de Jugadas

Efecto Principal	Registro (A)		Registro (B)	
	F	p	F	p
Sujetos	40.4000	0.0000	36.6600	0.0000
Covariantes				
Dimensión Fractal	23.3600	0.0000	0.5800	0.4467
Longitud Acumulada	16.7400	0.0001	72.0500	0.0000

En la misma tabla puede observarse que el total de los sujetos estadísticamente diferentes entre si, esto es considerando un alfa con corrección de Bonferroni, es mayor en el periodo (B), 40 diferencias significativas $p < 0.0041$, mientras que durante el periodo (A) encontramos 32 diferencias significativas $p < 0.0041$.

Concordante con los hallazgos anteriores (Labra y Col, 1995. Labra, 1997, Quezada, 1998., Cañete, 2000) existe para cada sujeto un ajuste estadísticamente significativo de un modelo de regresión lineal, tanto para número de jugadas versus dimensión fractal como para el número de jugadas versus longitud acumulada.

Por el contrario en el caso de los datos artificiales: Random y Objeto, no es posible ajustar un modelo lineal estadísticamente significativo.

En relación con los índices geométricos usados como descriptores de la dinámica inferencial, esto es: la dimensión fractal y la longitud acumulada debemos observar lo siguiente:

En cada sujeto y para los dos periodos experimentales en estudio, al asociar los dos descriptores en un modelo de regresión lineal múltiple, encontramos que en un 80% de los sujetos registrados en el periodo (A) la dimensión fractal es un mejor descriptor que la longitud acumulada. Por el contrario en el 80% de los sujetos registrados en el periodo (B) el mejor descriptor de la dinámica inferencial es la longitud acumulada. En este mismo período, sólo en el caso de las mujeres la dimensión fractal es un mejor descriptor, ver tabla N°6.

Tabla 5.

Valores de (p) a partir del Test de comparaciones Múltiples (Tukey para muestras de distinto tamaño). Factor = Sujetos. Variable Dependiente = N° de Jugadas. Covariantes = Dimensión Fractal y Longitud Acumulada.

	Aldo	Alexis	Ángel	Héctor	Luis	María	Nibaldo	Paola	Rodrigo	Virginia	Random	Objeto
Aldo		0.46271	0.00019	0.94410	0.84509	0.16725	0.00065	0.96009	0.00012	0.23293	0.00012	0.00012
Alexis	0.46271		0.03165	0.99332	0.99977	0.99999	0.22255	0.04033	0.00013	1.00000	0.00012	0.00012
Ángel	0.00019	0.03165		0.00423	0.00804	0.09825	0.98861	0.00012	0.99641	0.07234	0.00012	0.00012
Héctor	0.94410	0.99332	0.00423		1.00000	0.95065	0.03422	0.25032	0.00012	0.95925	0.00012	0.00012
Luis	0.84509	0.99977	0.00804	1.00000		0.98940	0.06475	0.15265	0.00012	0.99336	0.00012	0.00012
María	0.16725	0.99999	0.09825	0.95065	0.98940		0.51548	0.00941	0.00020	1.00000	0.00012	0.00012
Nibaldo	0.00065	0.22255	0.98861	0.03422	0.06475	0.51548		0.00012	0.33243	0.42001	0.00012	0.00012
Paola	0.96009	0.04033	0.00012	0.25032	0.15265	0.00941	0.00012		0.00012	0.01450	0.00012	0.00012
Rodrigo	0.00012	0.00013	0.99641	0.00012	0.00012	0.00020	0.33243	0.00012		0.00016	0.00012	0.00012
Virginia	0.23293	1.00000	0.07234	0.95925	0.99336	1.00000	0.42001	0.01450	0.00016		0.00012	0.00012
Random	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012		0.00012
Objeto	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	

Registro B												
	Aldo	Alexis	Ángel	Héctor	Luis	María	Nibaldo	Paola	Rodrigo	Virginia	Random	Objeto
Aldo		0.06577	0.57059	0.00047	0.10881	0.00012	0.00847	0.99997	0.02872	0.00444	0.00012	0.00012
Alexis	0.06577		0.99443	0.91007	0.00012	0.00012	0.99992	0.39688	0.00012	0.99908	0.00012	0.00012
Ángel	0.57059	0.99443		0.25956	0.00019	0.00012	0.82309	0.95719	0.00013	0.70566	0.00012	0.00012
Héctor	0.00047	0.91007	0.25956		0.00012	0.00012	0.99908	0.00976	0.00012	0.99992	0.00012	0.00012
Luis	0.10881	0.00012	0.00019	0.00012		0.02596	0.00012	0.03533	1.00000	0.00012	0.00012	0.00012
María	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.02596		0.00012	0.00012	0.09232	0.00012	0.00012	0.00012
Nibaldo	0.00847	0.99992	0.82309	0.99908	0.00012	0.00012		0.10530	0.00012	1.00000	0.00012	0.00012
Paola	0.99997	0.39688	0.95719	0.00976	0.03533	0.00012	0.10530		0.00859	0.06565	0.00012	0.00012
Rodrigo	0.02872	0.00012	0.00013	0.00012	1.00000	0.09232	0.00012	0.00859		0.00012	0.00012	0.00012
Virginia	0.00444	0.99908	0.70566	0.99992	0.00012	0.00012	1.00000	0.06565	0.00012		0.00012	0.00012
Random	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012		0.00012
Objeto	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	

Tabla 6.
Análisis de Regresión Múltiple para cada sujeto de la muestra
Período A

Sujetos	Variable dependiente : Número de Jugadas		Variables				Análisis de Varianza del Modelo			
	Constante	p	D. Fractal		L. Acumulada		r ²	r ² -Ajustado	F	p
			Pendiente	p	Pendiente	p				
Aldo	-109.96	0.4726	113.681	0.407	0.07128	0.7918	96.00%	92.26%	24.87	0.0387
Alexis	-94.974	0.1375	91.4181	0.0902	0.06307	0.3548	95.57%	93.80%	54.01	0.0004
Angel	-53.272	0.7645	59.8642	0.6749	0.70296	0.7174	90.11%	86.15%	22.78	0.0031
Héctor	-149.85	0.0491	135.262	0.0284	-0.00051	0.9907	96.35%	94.90%	66.16	0.0003
Luis	-253.916	0.319	232.493	0.2904	-0.19834	0.5293	93.42%	86.84%	14.21	0.0658
María	-5.05204	0.7553	20.6425	0.2921	0.10903	0.0908	99.87%	99.61%	386.82	0.0354
Nibaldo	-331.477	0.4137	280.572	0.3873	-0.17336	0.569	96.39%	89.17%	13.36	0.1873
Paola	-66.4046	0.2164	69.8393	0.158	0.04422	0.5063	99.65%	99.30%	288.12	0.0035
Rodrigo	16.0401	0.8603	3.827	0.9572	0.15307	0.0987	98.44%	97.40%	94.79	0.0019
Random	-347.761	0.3495	262.946	0.2688	0.000873	0.9886	38.98%	14.58%	1.6	0.2908

Período B

Variable dependiente : Número de Jugadas

Sujetos	Variable dependiente : Número de Jugadas		Variables				Análisis de Varianza del Modelo			
	Constante	p	D. Fractal		L. Acumulada		r ²	r ² -Ajustado	F	p
			Pendiente	p	Pendiente	p				
Aldo	65.9491	0.3883	-41.347	0.5195	0.25586	0.0582	92.33%	89.27%	30.13	0.0016
Alexis	48.4091	0.3338	-30.768	0.4646	0.319834	0.0117	90.46%	86.65%	23.73	0.0028
Angel	21.1335	0.5434	-11.4654	0.6799	0.217467	0.002	99.26%	98.97%	337.58	0.0000
Héctor	-61.8502	0.2229	59.9302	0.1605	0.105524	0.1271	98.29%	97.60%	143.87	0.0000
Luis	114.357	0.2243	-76.6876	0.2833	0.291534	0.0193	94.67%	92.54%	44.45	0.0007
María	-117.969	0.3843	107.383	0.317	0.073502	0.536	95.84%	93.76%	46.12	0.0017
Nibaldo	71.523	0.2583	-50.4994	0.3489	0.299591	0.0278	96.47%	95.06%	68.48	0.0002
Paola	-88.8161	0.3323	83.6977	0.2684	0.08205	0.4004	96.93%	95.39%	63.15	0.0009
Rodrigo	-1.544	0.9778	17.8137	0.7035	0.133174	0.1213	96.68%	95.35%	72.81	0.0002
Virginia	-19.6833	0.7189	30.2552	0.5161	0.104392	0.2219	93.82%	91.35%	37.98	0.0009
Random	-347.761	0.3495	262.946	0.2688	0.000873	0.9886	38.98%	14.58%	1.6	0.2908

De igual manera que en la observación precedente encontramos que: al estudiar en la muestra total las diferencias en la resolución descriptiva de la dimensión fractal y la longitud acumulada puede observarse que: en el periodo A, el mejor descriptor es la dimensión fractal y durante el periodo B, la dinámica es mejor descrita por la longitud acumulada, ver tabla N° 4. En esta tabla puede observarse que en el registro (A) el mayor efecto de los covariantes esta dado por la dimensión fractal, $F=23.3600$; $p<0.0041$. En el caso de la longitud acumulada, $F=16.7400$; $p<0.0041$. En el registro (B) para la dimensión fractal, $F=0.5800$; $p=0.4467$. Para la longitud acumulada $F=72.0500$; $p<0.0041$.

Discusión

Evidenciar las reglas que gobiernan la producción de hipótesis por parte de un sujeto al resolver un problema es un asunto elusivo. En nuestra opinión, gran parte de la dificultad proviene de que la búsqueda de estas reglas se establece en el plano de los contenidos del pensamiento y en la sintaxis de sus conexiones.

Resulta extremadamente arduo para un investigador y para el mismo sujeto que enfrenta un problema, explicar por qué dadas ciertas condiciones de información conocida y aún aquello que no conoce realiza tal o cual conjetura que lo guiará para resolver tal problema.

En una situación problemática real, tal como en nuestro paradigma experimental, el sujeto no cuenta con toda la información, este debe paso a paso actualizar su situación de conocimiento y no es trivial el cómo efectúa este proceso.

Algunos veces se olvida el carácter situado y de interacción con el medio que posee el pensamiento y se pretende que, lo que realiza el sujeto al pensar es conectar y combinar (como quiera que se entienda esto) determinados contenidos mentales para alcanzar la solución de un problema. El pensamiento parece ser entonces, una suerte de cálculo ejecutado en la soledad de la conciencia, y su comprensión deviene mostrar las reglas de este cálculo.

Esto puede ser válido cuando observamos

el proceder de un sujeto que realiza deducciones y presumiblemente cuando obra inductivamente (con todo lo problemático que resulta la formalización de este tipo de inferencias) pero, establecer una conjetura hipotética no parece ser ninguna suerte de cálculo, más bien se nos presenta como algo en apariencia espontáneo (algunas veces pertinente) pero carente de una rigurosa estructura lógica.

Lo que nos interesa mostrar, en el marco acotado de nuestro paradigma experimental, es que esta aparente espontaneidad al formular una conjetura no es un proceso carente de legalidad, sino que por el contrario responde a algunas leyes que se encuentran en la dinámica del pensamiento situada en un medio material y espacio-temporal específico.

En nuestra situación experimental tenemos a un sujeto que debe encontrar cierto número de elementos ocultos, los barcos. El sujeto puede trazarse o no un plan para ir disparando a las cuadrículas que le parecen ocultar alguna porción de un barco.

El sujeto sabe cuantos barcos hay y las reglas del juego. ¿Qué es lo que guía sus elecciones, dispone de alguna heurística?. ¿Es esta heurística un plan consciente, a la manera de una estrategia general o más bien actúa con una táctica localmente, o quizás dispara al azar y cuando encuentra algún barco aplica algunas reglas; puede ser el caso que, el sujeto no sepa porqué tal elección ni el por qué de sus elecciones, sin embargo elige, etc.

Cómo sea que el sujeto obre, y esto puede ser de incontables maneras, ¿podemos encontrar una descripción matemática simple de su proceder?. ¿Podemos caracterizar estos procedimientos?.

En todos los casos que hemos estudiado anteriormente (Labra y Col, 1995. Labra, 1997), además de los hallazgos de otros investigadores (Quezada, 1998., Cañete, 2000) se ha encontrado que el número de jugadas que un sujeto realiza para resolver el problema está relacionado con los descriptores geométricos usados, esto es: los valores de la dimensión fractal y la longitud acumulada. Lo importante de estas relaciones es el carácter singular que adoptan en cada sujeto, es decir el modelo matemático que describe esa relación es en la mayoría de los sujetos diferente. Di-

cho de otra manera: cada sujeto tiene una "forma" propia, característica y estable de realizar las hipótesis, ver ANCOVA en tabla N° 4 y las comparaciones múltiples entre los sujetos, Tabla N° 5.

Quezada ha mostrado detalladamente que la aparición de la relación entre el número de jugadas y los descriptores geométricos y la solidificación del modelo que la describe, se da paulatinamente durante el proceso de solución del problema, es decir en los estadios iniciales de solución no es posible ajustar un modelo descriptivo, estadísticamente significativo, entre las variables en cuestión; sólo a medida que se avanza y se logra la solución aparecen las correlaciones significativas.

El mismo autor sugiere, en las conclusiones de su tesis: "que la relación de las variables está en función de la participación de la cognición humana" (Quezada, 1998), ya que al estudiar una simulación computacional que resuelve el juego al azar, no encuentra en ningún caso, un modelo estadísticamente significativo que relacione los descriptores con el número de jugadas. En nuestro caso los resultados que describen el comportamiento de Random confirman tales observaciones, ver Tabla N° 3.

No obstante lo anterior, queda por probar si una simulación computacional con un algoritmo estructurado de búsqueda es capaz de producir ciertos patrones figurativos que muestren relaciones similares a las encontradas en los sujetos reales. Piaget, estudiando las interdependencias entre las acciones exploradoras de un sujeto en una tarea similar a la nuestra, encuentra diferencias estructurales en los desempeños de sujetos a distintas edades (Piaget, Wells & Banks, 1982).

Estas interdependencias son supuestas, la mayoría de las veces, por observaciones directas que detallan características geométricas del proceder de los sujetos, se observa que hay sujetos que prefieren explorar el plano en línea recta otros hacen trayectos más bien oblicuos algunos proceden más erráticamente etc. En gran medida, Piaget, mediante la observación directa de ciertos patrones geométricos del proceder de los sujetos caracteriza la actividad inferencial de estos.

El mismo Piaget determina la existencia de

tres niveles distintos según el proceder general de los sujetos. Cada nivel tiene a su vez dos subniveles (Piaget, Wells & Banks, 1982).

El Nivel I. A. En este nivel los sujetos eligen las cuadrículas sin tener en cuenta las condiciones previas ni las consecuencias obligadas. Desde el punto de vista de la recogida de información como en su interpretación, no existe ninguna interdependencia o implicación entre las acciones del sujeto. El Nivel I. B. En este nivel aparecen algunas interdependencias entre las acciones, los sujetos exploran algunas veces los alrededores de una casilla que ha sido tocada buscando algo más.

Nivel II. A y B. En este nivel se produce un progreso en el descubrimiento de los objetos completos (barcos) y en la movilidad de las manipulaciones, pero con todos los intermedios entre I.B y II.A. y entre II.A y II.B. Los sujetos emplean inferencias en dos direcciones: para sistematizar las exploraciones y para evaluar sus aciertos o desaciertos.

Nivel III. A y B. Lo propio de este nivel es que los sujetos se hacen desde el principio una especie de programa para explorar el plano con eficiencia. En general, todos los pasos tienen un carácter inferencial, "incluso las invenciones: cuando aún subsisten los tanteos, éstos constituyen hipótesis a controlar y no ya exploraciones aleatorias." (Piaget, Wells & Banks, 1982).

Desde el punto de vista de los niveles recién descritos, los sujetos de nuestra muestra experimental puede clasificarse: nuestro grupo A se correspondería con el Nivel II A y B de Piaget. Nuestro grupo B se corresponde con el Nivel III A y B.

En relación con los sujetos del grupo A debemos destacar a Aldo, quien sigue un estilo claramente distinguible en sus patrones de juego, gran parte del juego sigue trayectos rectos explorando ya sea una columna o una línea hasta dar con un blanco, entonces explora las vecindades, ver Fig N° 3. Aldo es en una observación "clínica" el sujeto más diferente y en donde hemos podido detectar claramente su proceder. En cuanto al resto de los sujetos no es fácil inferir las particularidades de su "forma de jugar".

Por el contrario al analizar el desempeño de los

sujetos por medio de los descriptores geométricos propuestos vemos claramente las diferencias entre los distintos sujetos, véase regresión lineal entre N^2 de jugadas y dimensión fractal, Figuras N° 5 y N° 6

El modelo que describe la dinámica inferencial de los sujetos cambia de la infancia a la adolescencia en el caso del periodo (A), el mejor descriptor es la dimensión fractal. Sólo Nibaldo y Virginia no siguen la regla.

En el caso de el grupo B, el mejor descriptor es la longitud acumulada. Todos los hombres son mejor descritos por la longitud acumulada. Por el contrario las mujeres mantienen un mejor modelo descriptivo basado en la dimensión fractal.

Algunos de estos resultados concuerdan de manera gruesa con las descripciones estructurales piagetanas discutidas anteriormente, sin embargo muestran nuevos hechos de observación que deben ser analizados: nuestros resultados sugieren que además de las diferencias individuales, existen diferencias entre los sexos en la dinámica del pensamiento de los niños y los adolescentes. Sin embargo esto es algo que deberá despejarse con el estudio de una muestra más grande.

Otra cosa que debe responderse es ¿cuál es el significado funcional de un modelo de relación descrito por la dimensión fractal o la longitud acumulada. Y ¿En qué momento se transita de un modelo a otro?.

Con este estudio hemos querido ampliar y prolongar una línea de investigación funcionalista de los procesos cognoscitivos poniendo el acento en los aspectos dinámicos del pensamiento y analizando geométricamente representaciones gráficas de los procesos inferenciales.

Estamos en situación de poner en juego tres niveles de descripción y explicación complementarios respecto de la conducta de los sujetos durante la solución de problemas. A saber dichos niveles son:

a: Nivel estructural, con sus distintas caracterizaciones macrogenéticas en términos de estadios y niveles, cuyas descripciones se encuentran originadas metodológicamente por el «método clínico» que se concentra en poner en evidencia las estructuras cognitivas que posee un sujeto

epistemico de un determinado estadio. Este nivel esta representado principalmente por las investigaciones de Jean Piaget.

b: Nivel funcional-procedimental, se trata de un nivel de análisis centrado en los «saber hacer» de cada sujeto real en su individualidad.

Es el nivel microgenético, en donde se trata de analizar «la dinámica de las conductas del sujeto, sus fines, la elección de los medios y los controles, las heurísticas propias del sujeto y que pueden conducir a un mismo resultado a través de caminos diferentes, con el fin de que se pueda penetrar en el funcionamiento psicológico y extraer las características generales de los procedimientos o encadenamientos finalizados y organizados de acciones» (Inhelder & Cellierier, 1996).

Este nivel de análisis se encuentra representado por el trabajo de Barbel Inhelder (Inhelder & Cellierier, 1996).

c: Nivel funcional-dinámico, este tipo de análisis encuentra su origen en las dos visiones recién presentadas y se presenta como una forma complementaria a ambas, busca describir y analizar matemáticamente las formas dinámicas de los procedimientos que subyacen en los encadenamientos de las acciones que emplean los sujetos al enfrentarse a un problema. (Labra, 1995. Labra y Col, 1997. Quezada, 1998. Cañete, 2000).

Referencias

- Cañete, O. (2000). *Descripción de la variabilidad dinámica funcional del pensamiento en niños de 10 a 14 años, durante la resolución del "Combate Naval", mediante técnicas de representación gráfica*, Tesis. Lic. Psicología. Universidad de Valparaíso.
- Inhelder, B & Cellierier, G. (1996). *Los senderos de los descubrimientos del niño*. Ed. Paidós.
- 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.
- Labra, F. Canals, M. & Santibáñez, I. (1997). *Descripciones fractales de procesos inferenciales en niños durante la creación de hipótesis tendientes a*

la solución de problemas. *Rev. Psicol. U. Chile.*, 6:123-38.

Mach, J. & Mas, F. (1996). *MFRAC v2.0. Software for fractal and multifractal indices calculation* [On-Line]. Disponible: <http://www.qf.ub.es/area5/jordi/mfrac.html>.

Peirce, Ch. S. (1934). Consequences of four incapacities. In : *Collected papers of Charles Sanders Peirce*, vol II, pp 156- 189, ed Ch, harthorne & P, Weiss. Cambridge. Mass the belknap Press of Harvard University.

Piaget, J. (1982). *Las formas elementales de la dialéctica*. Barcelona: 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*. Barcelona Gedisa, S. A.

Quezada, A. (1998). *Descripción dinámica del fenómeno de equilibración cognoscitiva en procesos inferenciales sintéticos durante la generación de hipótesis para la solución de problemas*. Tesis. Lic. Psicología. Universidad de Valparaíso.

Rubinstein, S. L. (1959). *El pensamiento y los caminos de su investigación*. Montevideo: Ed. Pueblos Unidos.

Rubinstein, S. L. (1965). Problemas de teoría psicológica. En *Problemas de Teoría Psicológica*. S.L Rubinstein, Henry Wallon, Jean-F. Le Ny. Buenos Aires .Ed. Proteo