

El problema de la Torre de Hanoi: representaciones mentales generadas en función del material disponible y su influencia en el proceso de resolución

MARÍA DEL CARMEN AYUSO
Universidad de Granada

Resumen

En el experimento que se describe a continuación los sujetos debían resolver el problema de la Torre de Hanoi, que se podía presentar de dos formas diferentes: en su presentación habitual, con discos que se podían mover físicamente (Manipulación) o exigiendo que representaran sus movimientos mediante papel y lápiz (Representación).

El objetivo era comprobar que el material disponible influye en la representación mental (espacio del problema) que generan los sujetos y que, a su vez, esta representación produce diferencias observables en el proceso de resolución. La variable dependiente utilizada fueron las verbalizaciones producidas durante la ejecución (verbalización concurrente).

Los análisis de los protocolos verbales demostraron que: (a) La cantidad y clase de verbalizaciones varían a lo largo del proceso de resolución; en los primeros momentos son numerosas las alusiones a las reglas que rigen la legalidad de los movimientos (Instrucciones), a la posición que ocupan los discos en cada momento (Configuración Actual) y hay muchos comentarios sobre lo que el sujeto piensa hacer o quiere conseguir (Planificación), en tanto que en la parte final sólo describe los movimientos que va haciendo. (b) Las dos formas de presentación producen demandas perceptivas y de memoria diferentes y éstas se manifiestan en las clases de verbalizaciones que se hacen: en Representación el sujeto realiza más Planificación porque se le olvida lo que ha decidido (Memoria), tiene más problemas en la identificación y reproducción de los discos (Configuración Actual) y se refiere explícitamente a las Instrucciones con mucha más frecuencia que en Manipulación.

Palabras clave: Resolución de problemas, Procesamiento de información.

Tower of Hanoi problem: mental representations generated as a function of the available material and their influence in the solving process

Abstract

In the following experiment, the subjects had to solve the problem of the Tower of Hanoi, which could present itself in two different forms: the usual presentation, with disks that could be physically moved (Manipulation) or by asking them to represent their moves using paper and pencil (Representation).

The objective was to check that the material available influences the mental representation (problem space) which the subjects generate, and that at the same time, this representation produces observable differences in the solving process. The dependent variable used was the verbalizations produced during the execution (concurrent verbalization).

The analysis of the verbal protocols showed that: (a) the quantity and quality of verbalizations vary throughout the solving process; at the beginning, the references made both to the rules which control the legality of the moves (Instructions) and to the position which the disks occupy in each move (Actual Configuration) are numerous, and also there are many comments made about what the subject plans to do and wants to achieve (Planning), while at the end he or she only describes the move which he or she is making. (b) The two forms of presentation produce different perceptive and memory demands, and these are shown in the types of verbalizations made: in Representation the subjects carry out more Planning because they forget what they have decided (Memory), they have more problems in identifying and reproducing the disks (Actual Configuration) and they refer explicitly to the Instructions much more frequently than in Manipulation.

Key words: Problem solving, Human information processing.

Dirección del autor: Departamento de Proceso Experimental y Fisiología del Comportamiento. Universidad de Granada. Campus de Cartuja. 18071 Granada.

INTRODUCCION

Los primeros años del siglo xx fueron el escenario de encendidas polémicas entre estructuralistas y psicólogos de la escuela Würzburgo acerca de la utilidad de la introspección como método de observación en psicología. Estos últimos, iniciales defensores de su validez, se vieron forzados a cambiar su actitud por los resultados obtenidos en sus experimentos: ni siquiera el método de fraccionamiento permitía acceder a todos los contenidos mentales que acompañan la ejecución de los individuos cuando realizan tareas relativamente sencillas como la asociación verbal. Como consecuencia de estas evidencias, se llegó a un acuerdo casi unánime sobre la inutilidad de la introspección (acuerdo al que se sumó el conductismo y con él casi toda la investigación en psicología experimental); pese a ello, algunos seguidores de la escuela de la Gestalt, como Dunker (1945), interesados en el estudio de conductas más complejas de resolución de problemas, siguieron pidiendo a sus sujetos que «pensaran en voz alta» mientras trataban de encontrar la solución, y utilizaron estos protocolos para rastrear los pasos seguidos en el razonamiento.

Con el surgimiento del enfoque del procesamiento de información se reintroduce la utilización de auto-observaciones, sobre todo en las investigaciones sobre resolución de problemas. Como Simon (1978) señala, los sujetos pueden invertir minutos e incluso una hora o más en la ejecución de la tarea y la única evidencia accesible, aunque indirecta, sobre la naturaleza y la organización de los procesos que el sujeto pone en juego es la información verbal proporcionada por él mientras está haciendo la tarea o el registro de los movimientos oculares (que no se comentará por no guardar relación con el trabajo que aquí se presenta). Newell y Simon (1972) introdujeron la utilización del análisis de protocolos, partiendo de los informes verbales para inferir los procesos subyacentes a la ejecución y, mediante programas de simulación, trataron de comprobar si el modelo construido se ajustaba realmente a la conducta observada.

Las verbalizaciones han sido utilizadas desde entonces muy ampliamente, y también han sido ampliamente criticadas. Sería excesivo reproducir aquí las razones que apoyan o rechazan, según los distintos autores, la aplicación del método, pero la polémica puede considerarse bien reproducida en los trabajos de Nisbett y Wilson (1977) y Ericsson y Simon (1980, 1984). Los primeros consideran muy poco fiables los informes verbales sobre procesos cognitivos, esencialmente en las conductas asociadas a juicios de atribución, pues proponen que no tenemos acceso consciente a dichos procesos; en consecuencia, las explicaciones proporcionadas son debidas a teorías causales existentes a priori.

Por su parte, Ericsson y Simon (1980, 1984) pueden considerarse defensores de la utilización de informes verbales, pero su defensa se apoya en una serie de supuestos y se circunscribe a verbalizaciones producidas en condiciones muy determinadas. En el artículo y en el libro mencionados, analizan las características de las distintas clases de verbalizaciones y proponen un modelo de procesamiento que permite su interpretación. Según estos autores, las instrucciones de pensar en voz alta generan verbalizaciones que (cuando están producidas en condiciones determinadas) permiten inferir los procesos y razonamientos que el sujeto

está produciendo realmente mientras trata de encontrar la solución. Pero este objetivo no se consigue a través de cualquier tipo de verbalización, pues éstas son datos que necesitan ser interpretados mediante la aplicación de una serie de métodos que no son teóricamente neutrales, sino que se basan en un conjunto de supuestos (algunos de ellos comunes al modelo general de procesamiento de información) de los que destacaremos dos: (a) la información se almacena en distintas memorias que poseen capacidad y características de acceso a ellas diferentes. Se supone que la información recientemente adquirida (atendida o focalizada) por el procesador central se guarda en la MCP y está directamente disponible para su posterior procesamiento (p. ej.: producción de informes verbales), mientras que la información contenida en la MLP debe ser recuperada (transferida a la MCP) antes de que pueda ser utilizada para informe verbal; (b) igualmente se asume que cualquier verbalización o informe verbal de un proceso cognitivo *debe* estar basado en un subconjunto de la información contenida en estas memorias.

Atendiendo al momento en que se produce la verbalización, consideran que las verbalizaciones concurrentes (producidas al tiempo que se ejecuta la tarea) proporcionan datos más fiables, pues suponen que la información vocalizada es la codificación verbal de la información que está en ese momento en la MCP, y que la verbalización se inicia en cuanto el pensamiento se focaliza. De ahí se deduce que lo que el sujeto cuenta es lo que realmente está pensando en ese momento. Si, por el contrario, se utilizan verbalizaciones retroactivas, puede haber olvido, y la información puede ser una interpretación de lo que el sujeto cree haber hecho.

La clase y cantidad de verbalizaciones producidas puede estar condicionada por las instrucciones, por el entrenamiento, por los avisos para no dejar de hablar, por características individuales y por el tipo de tarea. Por lo que se refiere a este último aspecto, se ha observado (Durkin, 1937) que en tareas perceptivo-motoras los sujetos tienen dificultades para expresar sus pensamientos verbalmente y que están sesgados hacia la manipulación directa de los objetos e incluso comentan que viven el pensamiento y la manipulación como actividades diferentes, aun cuando las dos estén dirigidas a la solución del problema. También se ha observado (Klinger, 1974) que la cantidad de verbalizaciones no es menor que en otras tareas, pero son diferentes los contenidos mentales oralmente expresados: hay mayor frecuencia de evaluaciones abstractas (p. ej.: «bien», «esto marcha»), de intentos de solución no verbalizados y de utilización de procesos de control («veamos», «vamos a ver», «¿dónde estaba yo?»).

Uno de los problemas en los que se han estudiado las verbalizaciones de los sujetos con cierta frecuencia es el de la Torre de Hanoi. En su versión estándar, la Torre de Hanoi es un problema «bien estructurado» (Simon, 1978); los elementos físicos que lo componen son una serie de n discos numerados, graduados en función de su tamaño y siendo el «1» el más pequeño, y tres postes denominados «A», «B» y «C». En el estado inicial, los n discos están colocados en el poste «A» por orden de tamaño, con el disco mayor en la base y el menor en la parte superior. La meta del problema es colocar todos los discos en «C», debiendo quedar en la misma posición del estado inicial. Las reglas u operaciones permitidas prescriben que sólo se puede mover un disco cada vez, sólo el

que está en la parte superior de un montón, y que no puede colocarse un disco mayor encima de otro más pequeño. Los sujetos deben intentar llegar a la meta en el menor número de movimientos; no es necesaria ninguna experiencia previa y el número mínimo de pasos para alcanzar la solución es igual a $2^n - 1$, donde n es el número de discos (en un problema con tres discos la ejecución óptima exigiría dar 7 pasos, 15 con cuatro discos, 31 con cinco, etc.).

Ayuso (1989) presenta un resumen de los resultados obtenidos en experimentos realizados con este problema y en los cuales se manipulan distintos tipos de variables independientes y se registran diferentes variables dependientes, pero para el trabajo que se presenta aquí conviene incluir algunos comentarios sobre el tipo de verbalizaciones generadas mientras se resuelve la tarea y sobre la influencia que la instrucción de hablar en voz alta puede producir en la ejecución.

La Torre de Hanoi, en su versión manipulativa (presencia real de discos y postes), cuando va acompañada de verbalización concurrente, exige que el sujeto verbalice procesos perceptivo-motores y ya se han descrito anteriormente las peculiaridades que acompañan a este tipo de tareas.

No hay demasiadas investigaciones que hayan utilizado este problema dedicadas a estudiar la influencia que las verbalizaciones pueden tener sobre la ejecución, pues ha sido una variable manipulada (presencia o ausencia, inducción de determinado tipo de comentarios, etc.) con poca frecuencia. Es más habitual que todas las condiciones experimentales estén igualadas, ya sea exigiendo «pensar en voz alta», ya sea dejando que los sujetos traten de resolver el problema sin efectuar simultáneamente algún tipo de conducta verbal. Sin embargo hay unos cuantos trabajos que sí han generado condiciones experimentales diferentes a partir de instrucciones sobre verbalización.

Gagné y Smith (1962) pretendieron, entre otras cosas, estudiar cómo influía la presencia (V) o ausencia de verbalizaciones (NV) durante el entrenamiento en problemas de la Torre de Hanoi (de dos a cinco discos) en la ejecución posterior de un problema de seis discos. Las diferencias fueron muy grandes entre los grupos V y NV en la prueba final, siendo más eficaz la ejecución de los grupos V. No se atrevieron a introducir ninguna explicación concreta sobre los mecanismos de influencia de la verbalización en la ejecución, salvo suponer que la condición de verbalización obliga al sujeto a pensar.

A partir del trabajo de Gagné y Smith otros autores continuaron estudiando la influencia de la verbalización en la ejecución: Davies y colaboradores (1968) replicaron sus resultados; Wilder y otros, a lo largo de diversos trabajos, han tratado de comprobar si la verbalización encubierta (pedir a los sujetos que piensen en una razón para hacer los movimientos aunque no la manifiesten en voz alta) producen los mismos efectos que la verbalización observable; Wilder, Draper y Donnelly (1984) asociaron la eficacia de aquella al nivel de desarrollo cognitivo; sus resultados mostraban que los grupos con algún tipo de verbalización eran superiores a los de no verbalización, pero la influencia no era homogénea: los sujetos normales se beneficiaban más de la verbalización

encubierta, en tanto que los niños con problemas de aprendizaje ejecutaban mejor la tarea con verbalización abierta.

Stinessen (1985) propuso que la verbalización facilita la transformación de procesos controlados en automáticos, pero que ese efecto aparece esencialmente en los movimientos próximos a la consecución de submetas relevantes.

Por último, Ahlum-Heath y Di Vesta (1986) afirman que la verbalización es especialmente útil durante los momentos iniciales del aprendizaje, antes de que se produzca una cierta automatización de las conductas, pues cuando ésta se ha adquirido, la verbalización produce un efecto más bien negativo.

Las evidencias anteriores demuestran que la existencia de verbalizaciones concurrentes no sólo no deteriora el rendimiento, sino que parece mejorarlo.

Otro tipo de trabajos se ha centrado en demostrar que, a partir de las verbalizaciones, se pueden extraer conclusiones sobre qué procesos pone en juego el sujeto mientras realiza la tarea. Hayes y Simon (1974), a partir del protocolo de un solo individuo enfrentado a un problema isomorfo de la Torre de Hanoi (Ceremonia del Té), construyeron un programa (Understand) que simulaba su conducta; su objetivo esencial era explicar cómo se construía el *espacio del problema*. Anzai y Simon (1979) utilizaron las verbalizaciones de una muchacha para descubrir las distintas estrategias que puso en juego en los cuatro intentos de solución del problema de la Torre de Hanoi.

En conclusión, las verbalizaciones no interfieren el proceso de resolución y son útiles para inferir aspectos del procesamiento que no son directamente observables.

OBJETIVOS

Este trabajo pretende ampliar y reinterpretar los resultados presentados en otro anterior (Ayuso, 1989), en el que se estudiaron el Número de Movimientos y el Tiempo por Movimiento producidos en la resolución del problema de la Torre de Hanoi, mediante la utilización de nuevas variables dependientes que se registraron en el mismo experimento. Se puede resumir los objetivos generales, más ampliamente descritos en dicho trabajo, de la siguiente forma:

1. Comprobar con un nuevo material que cuando se selecciona una forma de presentar un problema a los sujetos se puede estar influyendo en la clase de representación mental o *espacio del problema* (Newell y Simon, 1972) que éstos generan. Dicha representación se genera a partir de las instrucciones (Hayes y Simon, 1974, 1977; Simon y Hayes, 1976) y del material disponible (Kotovsky, Hayes y Simon, 1985).

En este trabajo el problema se presentaba en dos formas diferentes: en una de ellas, el sujeto tenía acceso directo a un material (discos) que podía asir y cambiar de posición (*M*, *Manipulación*); en la otra debía representar esos cambios mediante papel y

lápiz (*R*, *Representación*). Las instrucciones eran equivalentes en ambos casos, pero se proponía que el material disponible y el contexto influirían de forma que costaría más esfuerzo construir el espacio del problema cuando hubiera que trabajar con papel y lápiz. Se comprobó que el tiempo transcurrido desde la presentación de las instrucciones hasta que el sujeto manifestaba haberlas comprendido era mayor en la condición de Representación que en la de Manipulación.

Otro indicio que corroboraría este supuesto sería que, aun cuando los sujetos creyeran que ya habían captado la naturaleza del problema e iniciaran el proceso de resolución, se refirieran con mayor frecuencia a las reglas o instrucciones en las primeras etapas de las ejecuciones *R* que en las correspondientes de *M*.

2. Demostrar que las distintas formas de presentar un problema influyen no sólo en la construcción del espacio, sino también a lo largo de todo el proceso de resolución. Se proponía que *M* y *R* imponen procesamientos diferentes por las *demandas perceptivas y de memoria* que exigen las diferentes representaciones generadas en cada caso y se ofrecían argumentos para justificar que estas demandas eran superiores cuando el sujeto debía resolver el problema con papel y lápiz. Los resultados demostraban que los sujetos invertían mucho más tiempo en hacer un movimiento cuando la ejecución se realizaba bajo la condición de Representación que cuando lo hacían bajo la forma de Manipulación.

El análisis de las verbalizaciones debiera permitir comprobar que efectivamente la diferencia en tiempo de procesamiento guarda relación con el tipo de procesamiento que se propone para cada forma de presentación.

3. Demostrar que la información proporcionada por los aspectos de la conducta seleccionados como variables dependientes no es equivalente. Se vio que Número de Pasos y Tiempo por Movimiento (las variables dependientes analizadas en el trabajo anterior) se ajustaban a la hipótesis planteada: el Número de Pasos era sólo sensible al factor Submetas, y no había diferencias entre Manipulación y Representación ni entre primera y segunda ejecución, en tanto que el Tiempo por Movimiento se veía afectado intensamente por todas las manipulaciones experimentales.

Las evidencias previas hacían anticipar que en la condición *M* habría menos verbalizaciones por ser una tarea perceptivo-motora, cualidad más difícilmente atribuible a la condición *R*, lo que explicaría, al menos en parte, las diferencias ya detectadas en Tiempo por Movimiento. Si los sujetos realmente habían construido espacios del problema distintos, las diferencias en verbalizaciones entre las dos formas de presentación no serían sólo cuantitativas.

Como objetivos secundarios, fácilmente compatibles con los originales, se pretende:

4. Comprobar qué beneficios proporciona analizar una ejecución

compleja dividiéndola en segmentos representativos (submetas). Hay numerosas evidencias que demuestran que la estructura del problema produce variaciones notables en el grado de dificultad que puede detectarse entre los distintos estados por los que hay que pasar para resolverlo (Egan, 1973; Karat, 1982). Por ello se proponía que las variables independientes manipuladas influirían diferencialmente en función del grado de dificultad y que estas interacciones presentarían matices distintos en función de la variable dependiente que se estuviera observando; los datos obtenidos fueron congruentes con esta afirmación. También se esperaban diferencias en número y tipo de verbalizaciones entre las distintas submetas.

5. Comprobar hasta dónde se modifica la ejecución cuando se repite un problema. Se proponía que la repetición de la tarea mejoraría el rendimiento en líneas generales, pero que esta mejora debía ser mayor en unos segmentos (primeras submetas) que en otros. Las tres últimas submetas (que corresponderían a problemas con tres, dos o un disco) resultarían fáciles de alcanzar ya desde la primera ejecución y, en consecuencia, podría esperarse poca mejora en ejecuciones posteriores; si bien el Número de Pasos no era menor en la segunda ejecución (de donde cabría deducir que no había aparecido la esperada mejora), sí lo era el Tiempo por Movimiento: los sujetos daban los mismos pasos pero lo hacían más rápidamente. Se retoman estos datos desde la perspectiva de las verbalizaciones para comprobar si los procesos ejecutados eran diferentes o si sólo se realizaban con mayor rapidez.

METODO

Los sujetos, diseño, materiales, aparatos y procedimiento fueron ya descritos en otro trabajo (Ayuso, 1989), por lo que se hará una presentación más breve de esta información.

1. *Sujetos*. Los sujetos fueron 20 mujeres y 20 varones, con una edad media de 21,9 años (rango 20-26) y una desviación típica de 1,36, estudiantes de tercero y cuarto de Psicología en la Universidad de Granada, sin experiencia previa con el problema que debían resolver. Fueron distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos de tratamiento, manteniendo igualada la variable sexo.

2. *Diseño*. Se manipularon dos variables independientes: (a) *Forma de Presentación*. El problema podía presentarse de dos maneras: o bien en Forma de *Manipulación (M)*, con discos reales, o bien en la Forma llamada *Representación (R)*, con papel y lápiz; (b) *Repetición de la tarea*. Cada sujeto hacía el problema dos veces.

Para comprobar las diferencias predichas entre las distintas partes de la ejecución, ésta se analizó tanto globalmente como por *Submetas*: un segmento de la ejecución era el que terminaba con la colocación del disco 5 en el espacio C, y se denominó a esta primera parte 5C; el siguiente, cuando se colocaba el disco 4 sobre el 5 en el espacio C (4C), etcétera.

Con las variables dependientes ya estudiadas (Número de Pasos y

Tiempo por Movimiento) y con el Número de Verbalizaciones (que se describirá más adelante) se combinaron las tres variables anteriores en la forma representada en la Figura 1, lo que llevó a utilizar un diseño $4 \times 2 \times 5$, con los dos últimos factores de medidas repetidas. La otra variable dependiente (Categorías de Verbalización) que se analiza aquí exigió incorporar un nuevo factor que se comentará en su momento. Los tres factores incluidos en todas las variables dependientes se identifican con las siguientes denominaciones:

FIGURA 1

Grupos	Orden: 1.ª Ejecución						Orden: 2.ª Ejecución					
	Submetas						Submetas					
	5C	4C	3C	2C	1C	Total	5C	4C	3C	2C	1C	Total
Grupo 1	Manipulación						Representación					
Grupo 2	Representación						Manipulación					
Grupo 3	Manipulación						Manipulación					
Grupo 4	Representación						Representación					

Descripción del diseño experimental
Experimental design description

Factor 1: *Grupos de Tratamiento*, factor entre grupos con cuatro niveles, constituidos cada uno de ellos por una combinación diferente de la Forma de Presentación: el Grupo 1 (*M-R*) hizo la primera vez Manipulación y la segunda Representación; el Grupo 2 (*R-M*) hizo la primera vez Representación y la segunda Manipulación; el Grupo 3 (*M-M*) hizo las dos veces Manipulación, y el Grupo 4 (*R-R*) hizo las dos veces Representación.

Factor 2: *Orden*, factor de medidas repetidas, con dos niveles: Primera Ejecución y Segunda Ejecución.

Factor 3: *Submetas*, factor de medidas repetidas, con cinco niveles, correspondientes a cada una de las Submetas seleccionadas: 5C, 4C, 3C, 2C y 1C.

Este diseño, con la aplicación del Análisis de Varianza correspondiente y las comparaciones que más adelante se describen, permitía cubrir los cinco objetivos previamente enumerados.

3. *Materiales y aparatos*. En los ensayos de *Manipulación (M)* se presentaba un tablero blanco con tres hendiduras circulares, denominadas A, B y C y cinco discos de distintos tamaños, identificados por un número que llevaban impreso en las dos caras: el mayor era el 5 y el menor el 1.

En los ensayos de *Representación (R)*, se ofrecía al sujeto un montón de fichas en papel cuadriculado, en las que aparecían tres letras impresas (A, B y C) a distancias equidistantes; estas letras servían para identificar los espacios sobre los que debían dibujarse los discos.

Por último, encima de la mesa había un magnetófono en el que se

iban registrando todas las verbalizaciones producidas, tanto por el sujeto como por la experimentadora, a lo largo de toda la sesión experimental.

4. *Procedimiento.* El desarrollo de las sesiones experimentales era siempre igual: las pruebas se pasaban individualmente, se informaba al sujeto de que se iba a grabar todo lo que dijera y se le entregaban las instrucciones con el ruego de que las leyera en voz alta.

En ellas se comunicaba al sujeto que disponía de tiempo ilimitado y se le rogaba que dijera «en voz alta» todo lo que se le pasara por la cabeza mientras trataba de resolver el problema. A continuación se describían los elementos del problema, el estado inicial y el de meta, junto con las condiciones que debían reunir los movimientos para que fueran legales. En los ensayos *R* se incluía información sobre cómo representar los discos sobre el papel: el sujeto debía dibujar una línea de cinco cuadrados para identificar el disco 5, una de cuatro cuadrados para identificar el disco 4, y así sucesivamente; sólo tenía a la vista el último estado alcanzado y no podía acceder externamente a ninguna información que le recordara lo que había hecho con anterioridad. Inmediatamente después de finalizar la Primera Ejecución se realizaba la segunda.

Casi todo el análisis de datos se hizo a partir de los registros en cinta magnetofónica. Su contenido fue mecanografiado para cada sujeto y cada ejecución, con varios controles sucesivos para verificar la fiabilidad de las transcripciones. A partir de este material se cuantificó la variable dependiente utilizada en el trabajo.

5. *Variable dependiente.* A partir de los contactos previos con el material y de la bibliografía sobre el tema (p. ej.: Ericsson, 1975), se definieron 76 tipos de verbalizaciones, que pueden verse en la Figura 2.

Tres jueces (uno era la experimentadora y los otros dos ignoraban los objetivos del experimento) codificaron los textos mecanografiados de acuerdo con dichas categorías y de forma independiente; posteriormente se compararon las codificaciones verbalización a verbalización y se observó una alta confluencia entre jueces (índice de porcentaje de acuerdo = 97 %, según Anguera, 1983). Los tipos de verbalizaciones propuestos parecían, pues, adecuados a los objetivos que se perseguían, y lo suficientemente bien definidos como para que personas diferentes adjudicaran las distintas verbalizaciones a las mismas categorías. El paso siguiente consistió en cuantificar y registrar el *Número de Verbalizaciones* producidas por cada sujeto en cada Submeta y en cada Ejecución. Con estos datos se hicieron los análisis estadísticos correspondientes al diseño experimental (que no se describen posteriormente por ser la información extraída de ellos una mezcla de la obtenida con Tiempo por Movimiento y de la variable que se describe a continuación).

Este análisis estrictamente cuantitativo parecía excesivamente global; por ejemplo, era lógico esperar que la Forma *M* produciría un menor número de verbalizaciones que la Forma *R*, por ser aquélla una tarea de las denominadas perceptivo-motoras; igualmente era previsible que las Submetas (menos verbalizaciones en las últimas submetas) y el Orden (menos verbalizaciones en la Segunda Ejecución), también incidieran en esa variable dependiente dadas las relaciones que se habían encontrado previamente entre los respectivos Tiempos por Movimiento (Ayuso, 1989). Pero, y eso resultaría más interesante, podían aparecer diferencias

FIGURA 2

<p>VERBALIZACIONES COMUNES</p> <p>Intercambio</p> <p>VERBALIZACIONES DEL EXPERIMENTADOR</p> <p>Aclara ambigüedad Comentarios irrelevantes Configuración actual Inducciones (9 clases) Instrucciones Motiva Otros comentarios</p> <p>VERBALIZACIONES DEL SUJETO</p> <p>Comentario ambiguo Atención Comentarios irrelevantes Configuración Actual Evaluaciones (3 clases) Instrucciones Memoria Movimientos (6 clases) Otros comentarios Planificación <ul style="list-style-type: none"> • Configuración Deseada • Imaginación • Intención ambigua • Intención incorrecta • Métodos • Movimientos Posibles • Submetas (12 clases) • Movimientos condicionales (25 clases) • Valoración de submetas </p>

Resumen de los tipos de verbalización utilizados en la codificación de los protocolos
Summary of the classes of verbalizations used in the protocols' codification

no sólo en el número total, sino también en la distribución de cada tipo en función de las variables manipuladas; resultaba obvio, no obstante, que el gran número de tipos propuestos (76) haría muy compleja la detección de relaciones sistemáticas. Ese fue el motivo que llevó a agrupar los tipos en *Categorías de Verbalización* más generales. El criterio de agrupación se decidió después de concluir la codificación de los protocolos y cada una de las Categorías quedó formada por todos los tipos que se asemejaban en la clase de procesos a los que hacían referencia. Quedaron, pues, constituidas las ocho Categorías que se describen a

continuación y el número de verbalizaciones de cada una de ellas fue el resultado de sumar las frecuencias de todos los tipos incluidos.

1. *Configuración actual.* Se agruparon tanto las verbalizaciones del experimentador como las del sujeto correspondientes a los tipos del mismo nombre, dado que en muchas ocasiones son continuación unas de otras. Por ejemplo, el sujeto empieza diciendo cuál es la posición de tres discos y la experimentadora complementa la de los otros dos.
2. *Evaluación.* Se agruparon los tres tipos de evaluación (positiva, negativa y ambigua).
3. *Inducciones del experimentador.* Incluye todos los comentarios del experimentador que incitan al sujeto o bien a actuar o a producir algún Tipo de Verbalización.
4. *Instrucciones e intercambio.* Son verbalizaciones producidas para mejorar el conocimiento de las reglas.
5. *Memoria.* Sólo incluye el Tipo de Verbalización que lleva el mismo nombre.
6. *Movimientos.* Incluye todas las categorías que describen la ejecución de una acción por parte del sujeto. Los valores en esta variable son exactamente los mismos que en Número de Pasos.
7. *Planificación.* Incluye todas las verbalizaciones del sujeto relacionadas con la descripción de deseos, intenciones, anticipaciones de movimientos, valoración de estados anticipados, estrategias, etcétera.
8. *Otras verbalizaciones.* Categoría que recoge, o bien verbalizaciones no relacionadas con la tarea, o bien otras que no encajaban en ninguna de las categorías anteriores, pero que se producían con tan poca frecuencia que era irrelevante su análisis. Esta Categoría no tiene necesidad de ser interpretada, pero se incluye en el análisis para igualar la suma total de las Categorías de Verbalización con el Número de Verbalizaciones.

RESULTADOS

La agrupación de las distintas verbalizaciones en ocho Categorías exigió introducir un factor nuevo en el diseño factorial que, en el análisis de esta variable dependiente, pasó a ser un diseño $4 \times 2 \times 5 \times 8$, con el primer factor entre grupos y los otros tres de medidas repetidas. Las denominaciones y características de los tres primeros factores coinciden con los descritos en el epígrafe de Diseño; el cuarto factor se denominó *Categorías de Verbalización* y tenía ocho niveles correspondientes a las categorías anteriormente descritas.

Los resultados del análisis de varianza correspondiente demostraron que eran significativos todos los efectos principales y todas las interacciones (siempre con $p < .001$) pero sólo se comentan los aspectos más directamente relacionados con los objetivos propuestos.

Resultados generales. La interacción Orden \times Categorías de Verbalización fue significativa ($F_{(7,252)} = 12,204$, $p < .001$), siendo mayores las frecuencias en la Primera Ejecución aunque en tres de las Categorías las diferencias no alcanzaron significación estadística: Configuración Actual, Movimientos y Memoria. Las medias en número de verbalizaciones por Categoría y sujeto en función de la variable Orden y los valores de F correspondientes a las comparaciones entre Primera y Segunda Ejecución pueden verse en la Tabla 1.

TABLA 1

Medias y valores de F de las diferencias entre Primera y Segunda Ejecución en la variable «Categorías de Verbalización»
Means and F values of differences between first and second trial in the «Categories of Verbalization» variable

Categorías de Verbalización	Número medio de verbalizaciones por sujeto y ejecución		$F_{(1, 36)}$
	Primera vez	Segunda vez	
Configuración actual	23,70	20,20	2,012
Evaluación	9,65	3,30	40,707***
Inducciones	21,—	6,—	39,041***
Instrucciones	19,35	3,68	80,782***
Memoria	1,85	1,70	0,090
Movimientos	57,35	50,68	0,737
Planificación	40,28	17,58	30,954***
Otras verbalizacioness	13,83	6,45	18,138***

*** = $p < .001$

Como se puede apreciar en ese cuadro, en la Primera Ejecución había algo más del doble de verbalizaciones de Evaluación, Planificación y Otras Verbalizaciones que en la Segunda; en Inducciones esta diferencia era aproximadamente de 3,5 veces; pero era en Instrucciones donde se alcanzaba una diferencia máxima: las verbalizaciones asociadas con preguntas o interpretaciones acerca de lo que se puede o no se puede hacer eran cinco veces más frecuentes en la Primera Ejecución que en la Segunda.

La interacción Submetas \times Categorías de Verbalización también fue significativa ($F_{(28, 1008)} = 60,537$; $p < .001$). El número medio de verbalizaciones por sujeto en función de estas dos variables, y los valores de F y niveles de significación de los efectos principales simples de la interacción del factor Categorías en los distintos niveles del factor Submetas, pueden verse en la Tabla 2.

Como puede observarse había más verbalizaciones en 5C, le seguía 4C y así sucesivamente. Para comprobar si estas diferencias eran significativas, se hicieron comparaciones entre cada dos Submetas consecutivas; podemos resumir el resultado de estos análisis diciendo que las diferencias

TABLA 2

Valores de medias en la variable «Categorías de Verbalización» en función de las submetas y valores de F de los efectos principales simples de la interacción entre ambas variables

Means of «Categories of Verbalization» as a function of subgoals and F values of the simple mains effects of the interaction

Categorías de Verbalización	Número medio de verbalizaciones por sujeto y ejecución					$F_{(1, 36)}$
	5C	4C	3C	2C	1C	
Configuración actual	15,06	4,89	1,40	0,40	0,20	85,589***
Evaluación	4,74	1,35	0,24	0,14	0,01	25,389***
Inducciones	11,46	1,93	0,11	0,—	0,—	67,736***
Instrucciones	10,68	0,69	0,14	0,01	0,—	126,177***
Memoria	1,29	0,43	0,06	0,—	0,—	29,007***
Movimientos	32,20	14,28	4,54	2,—	1,—	182,659***
Planificación	22,20	5,81	0,87	0,05	0,—	94,154***
Otras verbalizaciones	7,83	1,96	0,30	0,04	0,01	62,576***

*** = $p < .001$

entre 5C y 4C eran significativas en todas las Categorías; 4C difería de 3C en todas excepto en Memoria; 3C sólo difería significativamente de 2C en Configuración Actual, Movimientos y Planificación y, por último, 2C y 1C sólo diferían en Movimientos.

Para no hacer excesivamente prolija la descripción de resultados, no se van a incluir comparaciones por submetas en los apartados posteriores; por ello conviene dejar constancia de que las diferencias descritas más adelante son fundamentalmente atribuibles a las submetas 5C y 4C, con una participación esporádica de 3C y prácticamente inexistentes en 2C y 1C.

Manipulación frente a representación. Las comparaciones realizadas entre las ejecuciones *M* y *R* pretendían detectar dos clases de relaciones: (1) con lo que a partir de este momento se va a denominar enfoque «a», se trataba de demostrar que había diferencias en cada Categoría según se tratara de una u otra Forma de Presentación y (2) mediante el enfoque «b» también se quiso comprobar si las relaciones *entre* las distintas Categorías variaban según se tratara de Manipulación o de Representación; en otras palabras, se pretendía observar si, por ejemplo, en Manipulación había menos verbalizaciones de Configuración Actual que de Planificación, y si esta relación se mantenía o se modificaba en Representación. Teniendo en cuenta que esta posibilidad la sugirió la observación de los datos, y no se había previsto ese tipo de análisis, las pruebas estadísticas utilizadas fueron comparaciones no planeadas (prueba de Tuckey).

Por lo que se refiere a la *Primera Ejecución* se compararon las verbalizaciones (por Categorías) de los Grupos 1 y 3 (*M*) por una parte, frente a los Grupos 2 y 4 (*R*) por otra; en los análisis previos que se hicieron sobre el número de verbalizaciones globales se observó que los Grupos *R* tienen más verbalizaciones en general que los Grupos *M*, pero se pretendía

comprobar si esta regla se reproducía para todas las Categorías o si alguna de ellas ofrecía una pauta diferente.

Los datos utilizados en el tipo de análisis que hemos denominado enfoque «a» se presentan en la Tabla 3, que recoge las medias en número de verbalizaciones por sujeto y grupo en función de las Categorías de Verbalización. Igualmente se registra la media conjunta de Manipulación y la de Representación. Como puede verse en dicha Tabla, la pauta antes mencionada se reprodujo en todas las Categorías con la única excepción

TABLA 3

Valores de medias y desviaciones típicas de las distintas «Categorías de Verbalización» en la primera ejecución en función de la forma de presentación del problema

Means and standard deviation of «Categories of Verbalization» at first trial as a function of the presentation form

Categorías de Verbalización		Manipulación			Representación			Global
		Grupo 1	Grupo 3	Grupos 1+3	Grupo 2	Grupo 4	Grupos 2+4	
Configuración actual	\bar{x}	1,70	1,—	1,35	46,90	45,20	46,05	23,70
	DT	0,67	1,05	0,93	20,88	29,94	25,14	28,64
Evaluación	\bar{x}	8,60	8,70	8,65	8,50	12,80	10,65	9,65
	DT	6,88	5,37	6,01	6,77	5,97	6,60	6,31
Inducciones	\bar{x}	11,70	8,50	10,10	35,40	28,40	31,90	21,—
	DT	5,79	4,17	5,18	25,99	17,26	21,77	19,13
Instrucciones	\bar{x}	10,10	7,60	8,85	34,60	25,10	29,85	19,35
	DT	6,40	3,53	5,19	20,50	7,17	15,72	15,70
Memoria	\bar{x}	1,20	0,20	0,70	2,40	3,60	3,—	1,85
	DT	1,75	0,63	1,38	2,01	2,83	2,47	2,29
Movimientos	\bar{x}	60,50	63,70	62,10	54,60	50,60	52,60	57,35
	DT	22,11	21,24	21,16	21,51	16,82	18,90	20,38
Planificación	\bar{x}	16,90	19,70	18,30	63,40	61,10	62,25	40,28
	DT	9,02	10,50	9,63	39,53	29,69	34,04	33,24
Otras verbalizaciones	\bar{x}	7,20	6,20	6,70	23,10	18,80	20,95	13,83
	DT	4,96	5,69	5,22	14,22	8,78	11,71	11,50
N.º de verbalizac.	\bar{x}	117,90	115,60	116,75	268,90	245,60	257,25	187,—
	DT	34,65	37,20	35,01	114,82	77,37	96,04	100,76

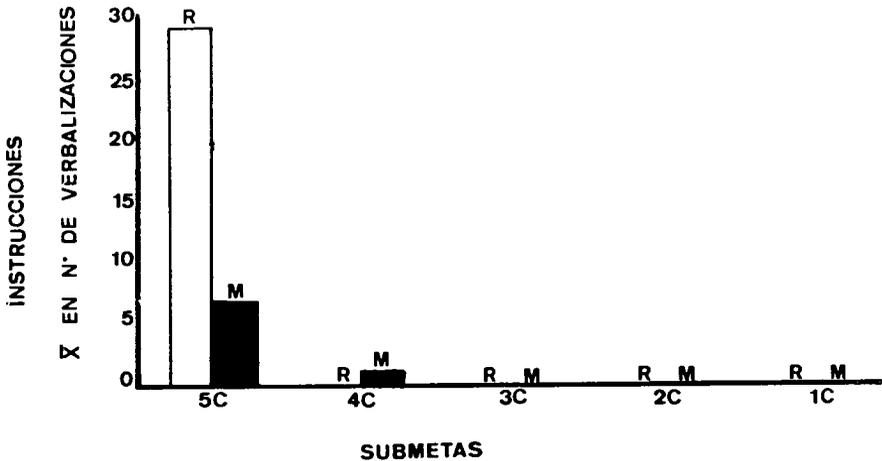
Nota: No se han tenido en cuenta los niveles del factor Submetas.

de Movimientos (hay más verbalizaciones en Manipulación); las diferencias eran significativas, excepto en Evaluación y Movimientos (en los restantes casos las F alcanzaron valores con significación de $p < .001$).

Atención especial merece *Instrucciones*. Como se recordará, una de las influencias que se suponía debiera producir la Forma de Presentación hacía referencia explícitamente a esta Categoría: la mayor dificultad en la construcción del espacio en R podría detectarse, además de por el tiempo de lectura de las reglas, porque los sujetos, una vez comenzado el

proceso de resolución, tendrían necesidad de volver a las instrucciones con más frecuencia en *R* que en *M*, si bien esta diferencia sólo debería aparecer en la parte inicial de la tarea. En la Tabla 3 puede verse que el número de verbalizaciones de Instrucciones era significativamente diferente en las ejecuciones *M* y *R* (mayor la segunda), pero esos datos no incluían la influencia del factor Submetas. Cuando se incorporó ese nuevo dato (Figura 3) se vio que las diferencias globales no se mantenían por submetas, sino que se debían exclusivamente a 5C (la única diferencia significativa apareció en esta submeta ($F_{(1, 36)} = 9,859, p < .01$), lo que ayuda a mantener la hipótesis planteada.

FIGURA 3



Medias del número de verbalizaciones por sujeto en «Instrucciones», en función de la Forma de Presentación y las Submetas en la Primera Ejecución.

Means of the number of verbalizations by subject «Instructions» as a function of the Presentation Form and the Subgoals at First Trial.

NOTA: M = Ejecuciones de Manipulación; R = Ejecuciones de Representación.
NOTE: M = Manipulation trials; R = Representation trials.

Volviendo a los análisis del conjunto de las variables, el paso siguiente (enfoque «b») consistió en estudiar la relación *entre* Categorías. Para ello se ordenaron éstas de mayor a menor valor de medias dentro de cada una de las Formas de Presentación, y se comprobó si las diferencias entre Categorías eran significativas. En las Tablas 4a y 4b se presentan los resultados de estas comparaciones.

TABLA 4a

*Análisis de las «Categorías de Verbalización» en la primera ejecución.
Niveles de significación de todos los posibles contrastes en Manipulación*

*Analysis of «Categories of Verbalization» at the first trial.
Levels of significance in all the comparisons in Manipulation*

	Movim.	> Plani.	> Induc.	> Instr.	> Evalu.	> Confi.	> Memor.	% sobre número de verbalizac.
Movimientos	**	**	**	**	**	**	**	53,19
Planificación		=	*	*	**	**	**	15,67
Inducciones			=	=	*	*	*	8,65
Instrucciones				=	=	=	=	7,58
Evaluación					=	=	=	7,41
Config. Actual						=	=	1,16
Memoria								0,60

TABLA 4b

*Análisis de las «Categorías de Verbalización» en la primera ejecución.
Niveles de significación de todos los posibles contrastes en Representación*

*Analysis of «Categories of Verbalization» at the first trial.
Levels of significance in all the comparisons in Representation*

	Movim.	> Plani.	> Induc.	> Instr.	> Evalu.	> Confi.	> Memor.	% sobre número de verbalizac.
Planificación	=	=	**	**	**	**	**	24,20
Movimientos		=	**	**	**	**	**	20,45
Config. Actual			=	=	**	**	**	17,90
Inducciones				=	**	**	**	12,40
Instrucciones					*	**	**	11,60
Evaluación						=	=	4,14
Memoria								1,17

Notas: * = $p < .05$; ** = $p < .01$, según la prueba de Tukey para comparaciones no planeadas. Las categorías aparecen ordenadas de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo según su frecuencia. No se ha incluido la categoría Otras Verbalizaciones.

Como puede verse, son tablas de doble entrada y en la intersección de cada fila con cada columna se señala el nivel de significación de la diferencia entre dos Categorías. En la última columna se indica el porcentaje de cada Categoría sobre el total de verbalizaciones de los dos Grupos incluidos en cada Forma de Presentación.

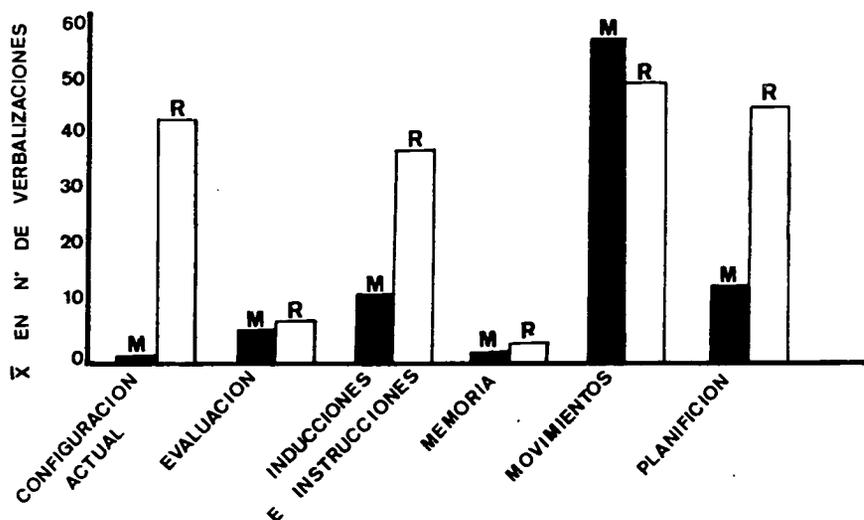
Los mismos análisis se hicieron con las restantes comparaciones *M-R* (Grupos *M* frente a Grupos *R* en Segunda Ejecución y Grupo 3 (*M-M*))

frente a Grupo 4 (R-R) y los resultados fueron muy semejantes a los que se reproducen en las tablas correspondientes a Primera Ejecución. Por ello, y para no hacer excesivamente prolija la descripción, se comentan de forma global los resultados de todas estas comparaciones.

Resumen de resultados. Las diferencias entre Manipulación y Representación aparecían casi independientemente de cómo se observaran los datos:

- Cada una de las Categorías de Verbalización tenía valores más altos en Representación que en Manipulación (análisis realizado mediante el denominado previamente enfoque «a»); teniendo en cuenta que el Número de Verbalizaciones era mayor en R que en M, este resultado parece inevitable. Por ello resulta más interesante señalar que había dos Categorías, Evaluación y Movimientos, que no seguían esta pauta general, pues mantenían su frecuencia de aparición sin importar la Forma de Presentación.
- En las comparaciones *entre* Categorías dentro de cada Forma de Presentación (enfoque «b») también aparecieron grandes diferencias. En las Figuras 4 y 5 se presentan, respectivamente, los valores de medias y los porcentajes que suponen las verbalizaciones de cada Categoría en cada Forma de Presentación (estimación promedio de todas las comparaciones realizadas).

FIGURA 4

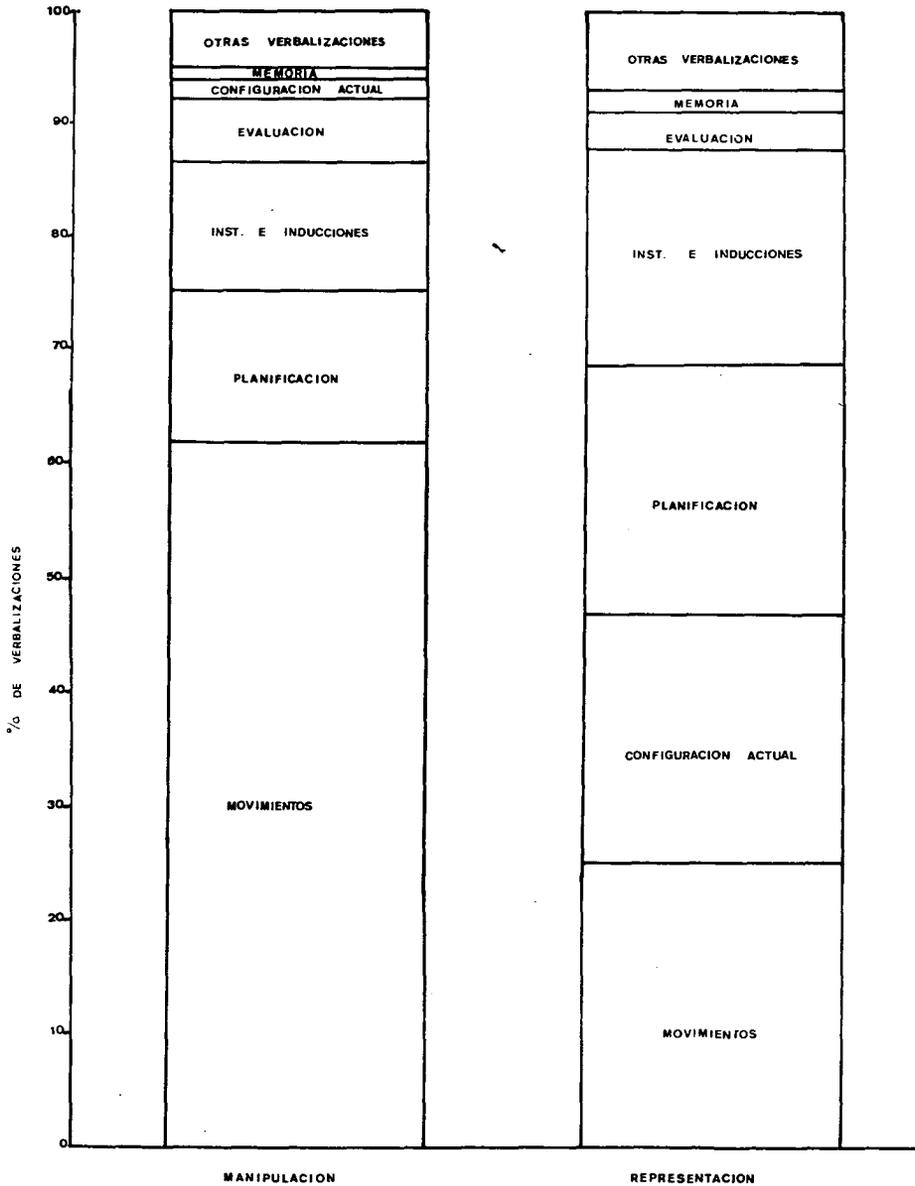


Medias en número de verbalizaciones por «Categoría de Verbalización» en función de la Forma de Presentación (enfoque «a»).

Means of the number of verbalizations in each «Category of Verbalization» as a function of the presentation form.

NOTA: M = Ejecuciones de Manipulación; R = Ejecuciones de Representación.
NOTE: M = Manipulation trials; R = Representation trials.

FIGURA 5



Distribución de porcentajes de cada «Categoría de Verbalización» en función de la Forma de Presentación del problema (enfoque «b»).

Percentage distribution of each Category of Verbalization as a function of the Presentation Form.

NOTA: Los totales de referencia son, en un caso, el número de verbalizaciones de las ejecuciones *M* y, en el otro, el de las ejecuciones *R*.

NOTE: The reference totals in each column are the number of verbalizations in the Manipulation trials and in the Representation trials respectively.

Movimientos era la Categoría más frecuente en todos los casos en la forma *M* (media por ejecución 58,4), pudiendo establecerse su peso relativo en torno al 62% del total de verbalizaciones. En *R* presentaba una media inferior (49,7), sin diferencias significativas con *M*, pero esta frecuencia suponía un porcentaje mucho menor sobre el total: 25%. De aquí se deduce que más de la mitad de los comentarios hechos por los sujetos cuando manejaban los discos estaban dedicados a la descripción de sus movimientos, pero sólo significaban la cuarta parte de lo que pensaban cuando estaban ejecutando la tarea en la Forma *R*.

Configuración Actual era otra variable que presentaba diferencias de interés. Cuando se resolvía el problema en la forma *M*, apenas si había verbalizaciones de esta Categoría (media = 0,82 verbalizaciones por sujeto y ejecución; 1% del total), pues los sujetos apenas hacían referencia a la posición de los discos que estaban manejando. Sin embargo, cuando se resolvía el problema en la forma *R*, los comentarios relacionados con la posición de los discos era mucho más frecuente, llegando a igualar su porcentaje al de *Movimientos* (media = 43,1; 22%).

Planificación, por su parte, ocupaba una posición semejante, en orden de importancia, en ambas Formas de Presentación (solía ser la segunda o tercera más frecuente). Pero esta semejanza no debe llevarnos a suponer que no había diferencias: en *M* cada sujeto comentaba aspectos relacionados con la planificación de sus movimientos 12,4 veces por ejecución (13% sobre el total de verbalizaciones), pero en *R* lo hacía 45,5 veces (22 %). Si comparamos su peso relativo con las otras dos Categorías ya comentadas, era mucho menor que *Movimientos* y mucho mayor que *Configuración Actual* en la forma *M* y casi igual que ambas en la forma *R*.

Inducciones e Instrucciones eran prácticamente iguales en su funcionamiento (nunca había diferencias significativas entre ellas), por lo que se comentan como si se tratara de una única categoría. En valores absolutos había 11,9 verbalizaciones por sujeto y ejecución en *M* (12,5%) frente a 38,2 en *R* (19%); la diferencia entre las dos Formas de Presentación estaba producida por la Submeta 5C (sólo hubo una verbalización de Instrucciones en 3C en el conjunto total de los Grupos). En Manipulación, salvo en la Segunda Ejecución siempre ocupaban las posiciones tercera y cuarta, y en Representación la cuarta y quinta (recordar que *Configuración Actual* cambiaba de orden en función de la Forma de Presentación); dicho con otras palabras, la influencia de la Forma de Presentación sobre el número de verbalizaciones en estas Categorías se manifestaba principalmente en que aumentaban su frecuencia en Representación.

Evaluación. El número de verbalizaciones en esta categoría resultaba ser sólo sensible a la variable *Orden*, pues recordemos que era significativa la diferencia entre Primera (media = 9,65 verbalizaciones) y Segunda Ejecución (media = 3,3 evaluaciones por sujeto). No había diferencias en función de la Forma de Presentación, pues era, junto con *Movimientos*, la Categoría que no presentaba diferencias significativas entre *M* y *R* en ninguna de las comparaciones (Media = 5,78 en *M* y 7,2 en *R*). Esto hacía que su peso relativo (en *M* el 6% y en *R* el 3,5%) variara sólo en función de los cambios que se producían en las otras Categorías.

Memoria. Valores muy bajos son los que presenta esta Categoría: 0,6 verbalizaciones por ejecución en *M* frente a 3 en *R*, pero las diferencias

eran lo suficientemente sistemáticas como para que resultaran significativas en todas las comparaciones. Dada la baja frecuencia absoluta, el peso relativo es bajo en ambas formas de presentación: 0,5% en *M* frente a 1,5% en *R*. No había diferencias, sin embargo en función del Orden.

DISCUSION

La interpretación y discusión de los resultados anteriores se organiza en torno a la influencia de cada una de las manipulaciones: Submetas, Forma de Presentación y Repetición de la tarea.

1. *Influencia de las Submetas*. Los datos (no presentados aquí) demostraban que el Número de Verbalizaciones era diferente para todas las Submetas, con niveles de significación de $p < .001$, pero, si alcanzar cada submeta exige, por la estructura del problema, un número de pasos diferente, es lógico esperar que se invierta más tiempo en unas submetas que en otras y, dado que el sujeto no puede dejar de hablar, que se produzcan más verbalizaciones. La cantidad de verbalizaciones es un indicador que no incluye mucha información sobre lo que está haciendo el sujeto. Pero se consideró posible, y por eso se estudió, que existieran ciertos matices que podrían resultar indicativos de aspectos que podrían estudiarse desde otras perspectivas.

Por ejemplo, en la tarea global (Ayuso, 1989) se observó que cada sujeto producía 32 veces más movimientos en 5C que en 1C, pero ahora se comprueba que genera 86 veces más verbalizaciones en la primera Submeta que en la última (Tabla 2, última fila), lo que indica que el número de verbalizaciones depende de la Submeta que se esté intentando alcanzar en cada caso. Como dato simplemente orientativo, en la última fila de la Tabla 5 se presenta el número de verbalizaciones por movimiento en cada Submeta en el conjunto de las dos ejecuciones y esos datos parecen indicar, efectivamente, que los sujetos hablan más por movimiento en los primeros segmentos que en los últimos. Este resultado se repite con tareas diferentes. Ericsson (1975) encontró que cuando los sujetos se aproximan a una meta disminuyen sus verbalizaciones; teniendo en cuenta que la totalidad de movimientos de los tres últimos segmentos están próximos a la consecución de Submetas (cosa que sólo sucede con una parte mínima de los incluidos en los dos primeros segmentos), es lógico que el número medio de verbalizaciones sea inferior.

En la mencionada Tabla 2 también se observa que todas las *Categorías* modificaban su frecuencia a lo largo de las Submetas, pero no lo hacían de la misma forma. En la Tabla 5 puede verse cómo se distribuían las verbalizaciones de cada movimiento por Submetas. Lo primero que se aprecia es que siempre hay una verbalización que describe el movimiento, y ésa es la única Categoría que no varía; en las dos primeras submetas aparecen, aunque con distintas frecuencias, verbalizaciones de todas las categorías para, a partir de 3C, comenzar a desaparecer de forma que en 1C y 2C sólo se describen los discos (y, además únicamente en *R*), el sujeto muestra su valoración positiva por haber alcanzado la Submeta y

TABLA 5

Media del número de verbalizaciones por movimiento en cada una de las categorías y en función de las submetas
Mean of the number of verbalizations per move as a function of categories of verbalization and subgoals

Categorías de Verbalización	Número de Verbalizaciones por movimiento en cada Submeta				
	5C	4C	3C	2C	1C
Configuración Actual	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2
Evaluación	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Inducciones	0,4	0,1	—	—	—
Instrucciones	0,3	0,1	0,1	—	—
Memoria	0,1	0,1	—	—	—
Movimientos.	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—
Planificación	0,5	0,4	0,2	0,1	—
Otras Verbalizaciones	0,3	0,1	0,1	—	—
Núm. de Verbalizaciones	3,3	2,3	1,8	1,4	1,3

hay alguna descripción de movimiento anticipado (p. ej.: «ahora el siguiente a poner en C es el disco 2»).

Se podría concluir, pues, que el sujeto sólo se refiere a las instrucciones en la primera parte de la ejecución, el experimentador sólo se ve obligado a preguntarle qué hace o qué piensa en el mismo segmento, las referencias a recordar u olvidar algo y la planificación van disminuyendo hasta desaparecer, etcétera, lo que significaría que la disminución de verbalizaciones no es sólo debida a una automatización global de la conducta, sino que es posible que esté producida por la ejecución de procesos diferentes, o que sea más fácil automatizar unos que otros.

En definitiva, se puede afirmar que la Hipótesis 4 se cumple con independencia de la medida dependiente utilizada: siempre hay variaciones, con matices cualitativos, de unas Submetas a otras, y todos parecen indicar, no sólo que hay distintos grados de dificultad, sino a qué son debidos en cada caso, aunque no se podrá juzgar el papel real de las Submetas hasta que no se conozca su interacción con el resto de las variables manipuladas en el experimento.

2. *Influencia de la Forma de Presentación.* Como se comentó en la Introducción, es difícil producir verbalizaciones al tiempo que se realiza una tarea perceptivo-motora. La Manipulación reúne las condiciones necesarias para ser incluida en esta categoría, de donde se deduce que debieran esperarse menos verbalizaciones en *M* que en *R*, incluso teniendo en cuenta que el Número de Pasos es prácticamente igual en las dos formas de Presentación.

Los resultados confirman esa hipótesis: el número medio de verbalizaciones por sujeto en las ejecuciones *R* era siempre dos veces superior al de *M*, aunque por submetas las diferencias no mantenían la misma proporción: había un 137% más verbalizaciones en *R* en 5C y un 45% en 1C. Pero el objetivo de este trabajo no era sólo comprobar que se habla

más; parecía más importante demostrar que también había diferencias en el *espacio* del problema que generaba cada Forma de Presentación, y una verificación indirecta se podía obtener utilizando las verbalizaciones como indicios, siempre que, como sucedió, aparecieran diferencias entre las dos formas de Presentación, diferencias que debieran darse tanto en los valores absolutos (enfoque «a») como en los pesos relativos (enfoque «b»).

En el objetivo 2 se proponía «*M* y *R* imponen procesamientos diferentes por las demandas perceptivas y de memoria que exigen las diferentes representaciones generadas en cada caso», demandas que eran superiores en *R*. A partir de esta afirmación se proponía que debía resultar más costoso estimar el tamaño relativo de dos discos en *R* (*demandas perceptivas*), sobre todo cuando no estaban colocados en el mismo espacio porque las diferencias reales en tamaño eran mayores entre dos discos que entre dos rayas. La categoría de verbalización que incluía los comentarios asociados a estos contenidos era Configuración Actual, que era más numerosa y tenía más importancia relativa en *R* que en *M*. Preguntas del tipo «¿cuál es este disco?» eran altamente infrecuentes cuando estaban presentes físicamente los discos, pero no sucedía lo mismo cuando debía resolverse el problema con papel y lápiz.

También aparecen evidencias a favor de las diferencias en *demandas de memoria*. Una de estas evidencias la proporciona la categoría Memoria, que era más frecuente y tenía un peso relativo mayor en *R*. No obstante, la existencia de diferencias significativas no basta para ignorar la poca frecuencia con que aparecían referencias explícitas a recordar o reconocer algún aspecto de la tarea. Incluso estas referencias lo único que demostraban era que el sujeto buscaba en su memoria semejanzas entre estados anteriores y actuales, pero no que esa búsqueda tuviera éxito, pues creían que volvían de nuevo a una posición en la que nunca habían estado, o pensaban que estaban reproduciendo correctamente secuencias de movimientos anticipados cuando su ejecución no coincidía con la anticipación.

Había otros indicios, además de los comentarios incluidos en la Categoría mencionada, que apoyaban las diferencias en demandas de memoria. Por ejemplo, volviendo a Configuración Actual, los comentarios de los sujetos demuestran que la tarea de reproducir las rayas en el papel exigía, aparentemente, un esfuerzo considerable, pues no conseguían mantener la configuración en la memoria y debían mirar repetidas veces la posición anterior hasta que conseguían reproducirla, reproducción que no necesitaban hacer cuando estaban presentes los discos; además les costaba trabajo darse cuenta de que uno de los discos (el que iban a mover) no debían dibujarlo en la misma posición anterior.

Si a esto añadimos que la carga de memoria se ve incrementada por la falta de inmediatez entre el momento en que se toma la decisión de hacer un movimiento y el momento de su Ejecución (en *M* se hace el movimiento inmediato y en *R* se debe empezar por reproducir la configuración resultante en la ficha), se hará evidente que la cantidad de Planificación también puede ser indicio de las diferencias en demandas de memoria: el hecho de tener que escribir después de tomar una decisión, producía olvido de la decisión tomada, y por ello, en ocasiones, debía repetirse el proceso. Pero el aumento de verbalizaciones de esta Categoría en *R* también está influido por lo que Kotovsky, Hayes y Simon (1985)

denominan «carga de Memoria Espacial»; según esta hipótesis, las anticipaciones se basan en la representación interna del problema, y las representaciones son diferentes dependiendo del material del que disponga el sujeto para ejecutar la tarea que se le ha encomendado; en nuestro caso ese material era diferente, también lo deben ser las representaciones internas correspondientes y, en consecuencia, las anticipaciones resultan más difíciles en la forma *R*, por lo que se intentan con mayor frecuencia.

Un tercer indicio favorable a la diferente representación generada por el material disponible lo ofrecía la variable Instrucciones. A los sujetos les resultaba más costoso memorizar las reglas del problema y aplicarlas adecuadamente en la Forma *R*. Aunque el fenómeno descrito no es equivalente, puede establecerse un cierto paralelismo con las hipótesis planteadas por Hayes y Simon (1977) en su análisis sobre las diferencias entre problemas de Cambio y problemas de Movimiento con isomorfos de la Torre de Hanoi (problemas de Monstruos). Posteriormente, Kotovsky y otros (1985) pusieron a prueba directamente la hipótesis que ellos denominan de «aplicación de reglas» y comprobaron que incluso cuando se ha memorizado correctamente una regla sobre la legalidad de un movimiento, o la regla permanece presente en la pantalla, el tiempo invertido en decidir si un determinado movimiento es legal varía en función del Tipo de Problema. Algo semejante puede suceder en nuestro caso: aun cuando los sujetos aprendan las reglas, su aplicación es más costosa en *R*, por lo que sus pensamientos vuelven una y otra vez sobre las instrucciones recibidas para verificar la legalidad del movimiento que han anticipado.

En definitiva, y tal como se proponía al comienzo, las dos Formas de Presentación generan diferencias sistemáticas en los procesos que debe poner en juego el sujeto cuando resuelve la tarea.

3. *Influencia de la repetición de la tarea.* Ericsson (1975) encontró que las verbalizaciones disminuyen a medida que los sujetos se hacen más eficientes en la tarea. Por ello se proponía que era más probable que las verbalizaciones fueran inferiores en la Segunda Ejecución, y los resultados confirmaron esta predicción, pues, en conjunto, produjo un 41% menos verbalizaciones la segunda vez. De nuevo era la Submeta 5C la que cambiaba más intensamente (un 50% menos verbalizaciones por sujeto), seguida por 4C (20%) y cambios mucho menores en las otras tres. Pero estos «ahorros» no se distribuían por igual en todas las Categorías (Tabla 1): por ejemplo, Configuración Actual y Memoria, aunque inferiores en frecuencia en la Segunda Ejecución, no producían diferencias significativas. En la literatura sobre resolución de problemas se ha demostrado que los sujetos «expertos» son algo más eficaces en el reconocimiento de estímulos relacionados con su campo de conocimiento que los principales (Chase y Simon, 1973a y 1973b; DeGroot, 1965, 1966); podría, pues, suponerse que a medida que aumenta el conocimiento sobre la Torre de Hanoi debiera resultar más fácil la reproducción de configuraciones de discos. Hay, no obstante, evidencias previas (Egan, 1973) de que sujetos con bastante más experiencia en la resolución del problema que los que participaron en este experimento, ofrecen altos porcentajes de error (en torno al 30%) cuando se les pide que reconozcan si determinadas configuraciones que se les presentan aparecen en la secuencia óptima de

movimientos para alcanzar la solución. Dado que en nuestro caso no hay diferencias entre ambas ejecuciones habrá que concluir que la cantidad de procesamiento que exige la Segunda Ejecución es similar a la de la Primera, que no basta una repetición para convertirse en experto en esta tarea, y que los sujetos no «reconocen» configuraciones.

Instrucciones e Inducciones son las Categorías que producen mayores diferencias absolutas. Ello implica que tras la primera realización, los sujetos han construido con bastante exactitud el espacio básico del problema (Newell y Simon, 1972) y que sólo tienen que incluir en la Segunda Ejecución las variaciones que vienen producidas por el cambio en la Forma de Presentación. Por ejemplo, la diferencia en el número de comentarios relacionados con las Instrucciones entre Primera y Segunda Ejecución es mayor en los Grupos que repiten la tarea con la misma Forma de Presentación que en los que cambian de M a R o viceversa.

Hay menos Evaluaciones en la Segunda Ejecución y la que estamos comentando es la única variable que influye en esta categoría. Aunque no se cuantificaron por separado las tres clases de evaluaciones (positiva, negativa y ambigua), el conocimiento adquirido por la repetida lectura de los protocolos permite afirmar que las más frecuentes eran las negativas. Su disminución en la Segunda Ejecución pudiera indicar que el grado de satisfacción por su propia conducta era mayor cuando repetían la tarea: se sentían menos insatisfechos de sus acciones.

Se producen menos verbalizaciones de Planificación cuando se hace la tarea por Segunda vez, pero, aunque sea incidentalmente, conviene destacar que esta ganancia no es homogénea en todos los Grupos, pues guarda relación con la Forma de Presentación correspondiente a cada una de las ejecuciones. De cualquier forma, y ése es el dato que se analiza en este momento, en conjunto hay menos Planificación la Segunda vez.

En resumen, y a partir de los datos comentados, la disminución general del número de verbalizaciones en la Segunda Ejecución se debería a que los sujetos dedican menos tiempo a referirse a las Instrucciones y a Planificar, pues si bien disminuyen igualmente las Evaluaciones, al ser pequeña su frecuencia, no influyen excesivamente en el cómputo total. Lo que se aprende la primera vez son esencialmente las reglas y restricciones que rigen los movimientos, y se necesita planificar menos para dar los mismos pasos; esos deben ser los componentes principales que producen un ahorro en el tiempo de Ejecución, pero deben ser insuficientes para mejorar el Número de Pasos, pues esta variable no se veía afectada por el Orden.

CONCLUSIONES

Este trabajo complementa y confirma las conclusiones que se presentaron en otro anterior (Ayuso, 1989). Los dos persiguen unos objetivos comunes pero se diferencian en los aspectos de conducta en que se apoyan para construir las inferencias que ayudan a entender la conducta de individuos enfrentados a una tarea de resolución de problemas.

Simon y Newell (1971) propusieron por primera vez el concepto de *espacio del problema* como uno de los elementos que están presentes en

cualquier tarea de resolución de problemas. A partir de este momento las investigaciones se han dirigido a estudiar cómo se genera ese espacio, qué variables influyen en la clase de representación que construyen los sujetos y cómo esas representaciones producen efectos detectables en la conducta observable (Hayes y Simon, 1974, 1977; Kotovsky, Hayes y Simon, 1985; Newell y Simon, 1972; Simon y Hayes, 1976; Simon y Newell, 1971). Esta investigación ha continuado esa misma lógica utilizando un tipo de material diferente.

Los objetivos 1 y 2 estaban dirigidos a demostrar que se construyen diferentes espacios del problema a partir de las instrucciones y del material que se ofrecía a los sujetos. Para verificar las diferencias predichas se proponía utilizar múltiples índices comportamentales en el supuesto de que ofrecerían información no redundante, sino complementaria (objetivo 3), aun cuando se anticipaba que no todos los aspectos de la conducta se verían influidos de igual manera por las diferencias en representaciones mentales. El trabajo anterior (Ayuso, 1989) demostraba que si se atendía sólo al Número de Pasos que daban los sujetos en su intento de resolver dos veces el problema, habría que concluir que los espacios generados por las formas denominadas *M* y *R* eran equivalentes, pero si se analizaba el Tiempo medio invertido en la realización de cada movimiento, aparecían notables diferencias que hacían suponer que los sujetos estaban trabajando de forma diferente en función de la clase de material que tenían a su disposición. Los datos analizados no permitían ir más allá de esta afirmación. Este fue el motivo por el que se ampliaron las variables dependientes, introduciendo las verbalizaciones generadas por el sujeto mientras realizaba la tarea (verbalización concurrente, en términos de Ericsson y Simon, 1980, 1984). Los resultados de este análisis han sido presentados y discutidos en las páginas anteriores, y demuestran no sólo la existencia real de diferencias en procesamiento, sino también cuáles son los aspectos diferenciales. Las hipótesis que habían anticipado que la diferencia entre las dos Formas de Presentación radicaría esencialmente en las distintas demandas perceptivas y de memoria que generaba cada clase de material han recibido el apoyo de los datos.

Los objetivos e hipótesis restantes han recibido un apoyo variable: se ha demostrado la utilidad de estudiar la ejecución global dividiéndola en segmentos establecidos a partir del conocimiento de la estructura del problema o *ambiente de la tarea* (Simon y Newell, 1971), pues esta subdivisión permite entender los cambios que se van produciendo a lo largo del proceso de resolución (objetivo 4); además, tal y como se deduce de esa estructura, las variables manipuladas manifiestan su influencia sólo en los primeros segmentos de la tarea.

Por lo que se refiere a cuánto aprende un sujeto que ha sido capaz de resolver satisfactoriamente la tarea una vez (objetivo 5), las evidencias demuestran que ha habido un cierto aprendizaje (se ha disminuido el tiempo de ejecución), pero eso no basta para proponer que los sujetos se han convertido en expertos que se mueven con toda soltura por el espacio del problema.

Referencias

- AHLUM-HEATH, M. E. y DI VESTA, F. J. (1986). «The effect of conscious controlled verbalization of a cognitive strategy on transfer in problem solving». *Memory & Cognition*, 14 (3), 281-285.
- ANGUERA, M. T. (1983). *Manual de prácticas de observación*. Ed. Trillas.
- ANZAI, Y. y SIMON, H. A. (1979). «The theory of learning by doing». *Psychological Review*, 86, 124-140.
- AYUSO, M. C. (1989). «Diferencias en la información proporcionada por el número de pasos y el tiempo por movimiento en la resolución del problema de la Torre de Hanoi». *Cognitiva*, 2 (1), 3-35.
- CHASE, W. G. y SIMON, H. A. (1973a). «Perception in chess». *Cognitive Psychology*, 4, 55-81. Reproducido en H. A. Simon: *Models of thought*. New Haven and London Yale Univ. Press, 1979.
- CHASE, W. G. y SIMON, H. A. (1973b). «The mind's eye in chess», en W. G. Chase (Ed.). *Visual Information Processing*, Academic Press. Reproducido en H. A. Simon: *Models of thought*. New Haven and London Yale University Press, 1979.
- DAVIS, J. M., CAREY, M. H., FOXMAN, D. N. y TARR, D. B. (1968). «Verbalization, experimenter presence and problem solving». *Journal of Personality and Social Psychology*, 8, 299-302.
- DUNCKER, K. (1945). «On problem solving». *Psychological Monographs*, 58, 270, capítulos 1 y 3. Reproducción de extractos en P. C. Wason y P. N. Johnson-Laird (Eds.). *Thinking and reasoning. Selected readings*. Penguin Books, 1968, págs. 28-43.
- DURKIN, H. E. (1937). «Trial-and-error, gradual analysis and sudden reorganization: An experimental study of problem solving». *Archives of Psychology*, 210.
- EGAN, D. E. (1973). *The structure of experience acquired while learning to solve a class of problems*. University Microfilms. University of Michigan.
- ERICSSON, K. A. (1975). «Instruction to verbalize as a means to study problem solving processes with the 8-puzzle: A preliminary study». *Reports from the Department of Psychology. The University of Stockholm*, n.º 458, November.
- ERICSSON, K. A. y SIMON, H. A. (1980). «Verbal reports as data». *Psychological Review*, 87 (3), 215-251.
- ERICSSON, K. A. y SIMON, H. A. (1984). *Protocol analysis. Verbal reports as data*. The MIT Press.
- GAGNÉ, R. M. y SMITH, E. C. (Jr.) (1962). «A study of the effects of verbalization on problem solving». *Journal of Experimental Psychology*, 63, 12-18.
- DE GROOT, A. D. (1965). «Thought and choice in chess», The Hague: Mouton. Puede verse una selección de extractos en P. C. Wason y P. N. Johnson-Laird (Eds.). *Thinking and reasoning. Selected readings*. Penguin Books, 1968.
- DE GROOT, A. D. (1966). «Perception and memory versus thought: Some old ideas and recent findings», en B. Kleinmuntz (Ed.). *Problem solving. Research, method and theory*. John Wiley and Sons.
- HAYES, J. R. y SIMON, H. A. (1974). «Understanding written problem instructions», en L. W. Gregg (Ed.). *Knowledge and cognition*, LEA. Reproducido en H. A. Simon: *Models of thought*. New Haven and London Yale Univ. Press, 1979.
- HAYES, J. R. y SIMON, H. A. (1977). «Psychological differences among problem isomorphs», en N. J. Castellan (Jr.), D. B. Pisoni y G. R. Potts (Eds.). *Cognitive theory. Vol. 2*, LEA. Reproducido en H. A. Simon: *Models of thought*, New Haven and London Yale Univ. Press, 1979.
- KARAT, J. (1982). «A model of problem solving with incomplete constraint knowledge». *Cognitive Psychology*, 14, 538-559.
- KLINGER, E. (1974). «Utterances to evaluate steps and control attention distinguish operant from respondent thought while thinking out loud». *Bulletin of the Psychonomic Society*, 4, 44-45.
- KOTOVSKY, K., HAYES, J. R. y SIMON, H. A. (1985). «Why are some problems hard? Evidence from Tower of Hanoi». *Cognitive Psychology*, 17 (2), 248-294.
- NEWELL, A. y SIMON, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, N. J. Prentice-Hall.
- NISBETT, R. E. y WILSSON, T. D. (1977). «Telling more than we can know: Verbal reports on mental processes». *Psychological Review*, 84 (3), 231-259.
- SIMON, H. A. (1978). «Information-processing theory of human problem solving», en W. K. Estes (Ed.). *Handbook of learning and cognitive processes. Vol. 5. Human information processing*. LEA. Traducción al español: «La teoría del procesamiento de la información sobre la solución de problemas», en M. Carretero y J. A. García Madruga (Rec.): *Lecturas de psicología del pensamiento*, Alianza Ed. 1984.

- SIMON, H. A. y HAYES, J. R. (1976). «The understanding processes: Problems isomorphs». *Cognitive Psychology*, 8, 165-190. Reproducido en H. A. Simon: *Models of thought*, New Haven and London Yale Univ. Press, 1979.
- SIMON, H. A. y NEWELL, A. (1971). «Human problem solving: The state of the theory in 1970», *American Psychologist*, 26 (2), 145-159.
- STINLISSEN, L. (1985). «The influence of verbalization on problem-solving». *Scandinavian Journal of Psychology*, 26 (4), 342-347.
- WILDER, L., DRAPER, T. W. y DONNELLY, C. P. (1984). «Overt and covert verbalization in normal and learning disabled children's problem solving». *Perceptual & Motor Skills*, 58 (3), 976-978.

EXTENDED SUMMARY

This paper reports an experiment in which a group of university students (20 males and 20 females) were asked to solve the problem of the Tower of Hanoi with five disks, twice (Order: First trial and Second Trial). The problem could present itself in two forms (Presentation Form): in one, the subject had direct access to material (disks) that could grip and change position (Manipulation) and in the other the changes were to be represented using paper and pencil (Representation). The global execution was broken down into five parts, each one ended by placing a disk in the goal position: when the largest disk was placed in the goal space, the first subgoal was met (5C); the second was met when the following disk was placed on the previous one (4C) and so on until the five disks were placed.

In a previous study (Ayuso, 1989), execution from the perspective of two dependent variables had been analysed: the number of moves and the time per move. In that particular case, the results obtained had led to a series of attempted conclusions which could only be proven through verbalizations, used as data which permitted to infer the type of processing produced in the different experimental conditions. Thus, the subjects were asked to account everything that came to mind while they were solving the problem (concurrent verbalization) and these verbalizations were then taped, typewritten and codified.

Initially 76 types of verbalization (Fig. 2), used by three independent judges in codifying all the protocols, were proposed to carry out this last task. Each type of verbalization in each move was quantified for each subject after checking the agreement index of the judges (97 %), thus accumulating the information corresponding to each subgoal and each trial. The 76 types were put into 8 more general categories (identified by the following names: Actual Configuration, Evaluation, Experimenter's Inductions, Instructions, Memory, Moves, Planning, and Other Verbalizations) to be able to conduct statistical analysis considered suitable.

The variables described previously were selected because they permitted meeting the following objectives, pursued by the experiment:

(a) In the previous study the time spent in comprehension of the instructions had been proven to be significantly greater for Representation and it had been suggested that this difference could be due to the fact that the problem spaces generated by each material were different. It was possible that what was called Representation could produce greater perceptive and memory demands than Manipulation; and if this were the

case, these differences should also appear throughout the solving process and not only in the initial construction of the problem space.

The analysis of verbalizations still supports this interpretation: the subjects generate many more verbalizations related to the rules of what they can or cannot do while solving the problem with paper and pencil (Instructions), but differences only occur in the first subgoal of the first trial (when the basic problem space is extended, according to Hayes and Simon, 1974). Also, the Actual Configuration of disks is more frequently referred to (it is difficult to identify them, they do not know where they have to reproduce each disk after each move, etc.). The verbalizations about their wish to meet a determined subgoal, anticipations of the sequence of steps, etc., show that the quantity of Planning produced is also greater in the Representation trials. The comments made with reference to recognition of a state already visited, or to meeting a pursued subgoal (Memory), are also greater in this case.

In other words, there are obvious differences in what the subject thinks while he is solving the problem depending on the material which is available, and these differences go in the predicted direction for the perceptive and memory demands which had been hypothesized.

(b) The structure of the problem produces a notable variation in the degree of difficulty that can be detected between the different states which have to be passed to solve it, and it has been proven in the previous study that the subjects' efficiency varies throughout the execution: this efficiency was perfect in the final subgoals, but the number of moves made to meet the first two, greatly exceeded the required minimum, and the time spent on each move was much greater in the first subgoals than in the final ones. The actual objective was to test whether the processes which were put at stake to obtain each subgoal were the same or whether there were qualitative differences depending on the pursued subgoal in each case.

The analysis of the most frequent verbalizations in each subgoal (Table 2) shows that at the beginning of each trial, examples of all the categories appear, but as they proceed, they begin to disappear until all that the subject comments, is the move he or she is making, and, much less frequently, he or she refers to the position of the disks (Actual Configuration) and his or her satisfaction that he or she is approaching the goal (Evaluation). The Instructions (the subject stops referring to the rules of the problem after reaching the first subgoal) and Planning (they are reduced to a fourth in the second subgoal and almost disappear in the rest) categories show the most intense variations.

The conclusion that we should come to is that the difficulty in the initial stages is in part due to the fact that the subject is completing his problem space and has difficulty in planning the corresponding moves adequately at each moment.