



UNA APLICACIÓN DEL ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL AL ESTUDIO DE LOS MAPAS COGNITIVOS URBANOS

E. REAL; C. ARCE

Universidad de Santiago de Compostela

Resumen

El escalamiento multidimensional no-métrico clásico requeriría una simetrización de la matriz de datos de entrada. Takane, Young, y de Leeuw (1977) incorporan en el algoritmo ALSCAL un modelo asimétrico, desarrollado originalmente por Young (1975), que permite al usuario la utilización de matrices de entrada asimétricas. Recientemente, Gärling, Böök, Lindberg, y Arce (1990a, 1990b; véase también Arce y Gärling, 1989a) han utilizado el escalamiento multidimensional para investigar la existencia de una dimensión de elevación en la representación interna de ambientes a gran escala. El objetivo principal de esta investigación es conocer el efecto que la utilización de una matriz de entrada asimétrica pudiera tener sobre el descubrimiento de la dimensión de elevación.

Abstract

In classical non-metric multidimensional scaling a symmetrization of the input data matrix is required. Takane, Young, and de Leeuw (1977) inserted in ALSCAL algorithm an asymmetric model, initially developed by Young (1975), which allows users to work with asymmetric input data matrices. Recently, Gärling, Böök, Lindberg, and Arce (1990a, 1990b; see also Arce and Gärling, 1989a) have investigated the internal representation of cognitive maps of large-scale environments by means of multidimensional scaling to uncover an elevation dimension. The main aim of this research is to investigate the effect of using an asymmetric matrix as input on the study of the elevation.

Introducción

Habitualmente, las personas muestran una gran capacidad para orientarse y desplazarse en su entorno. Uno de los entornos más sofisticados en que se mueve el ser humano es la ciudad. Es bien conocido que, en ciudad, el sujeto humano puede planificar diferentes trayectos, para dirigirse a un determinado lugar, desde el punto donde se encuentra, eligiendo posteriormente el más adecuado, y también puede alcanzar ese mismo lugar partiendo de distintos puntos en la ciudad. Todo ello sugiere que el sujeto humano posee una representación interna del entorno, que utiliza como guía en sus desplazamientos, y que le permite saber cuál es su posición en cada momento (De Vega, 1984). A esta estructura o representación interna se le conoce con el nombre de «mapa cognitivo» (Tolman, 1948).

El primer estudio sistemático de esta estructura fue realizado por Lynch (1960), con habitantes de diversas ciudades de Estados Unidos. Como conse-

cuencia de su investigación, Lynch llega a la conclusión de que son cinco los elementos básicos que componen la «imagen» de una ciudad: mojones, sendas, nodos, distritos y límites de áreas. Recientemente, Aragonés y Arredondo (1985) llegan a la misma conclusión haciendo uso de una metodología más apropiada.

Diversos autores (v.g. Siegel y White, 1975; Kuipers, 1978; Thorndyke, 1981; Hernández, 1984), aun reconociendo la validez empírica de los elementos descritos por Lynch, otorgan mayor relevancia y operatividad a las sendas y mojones que a los otros tres elementos. Además, enfatizaron la importancia de un tercer elemento: las relaciones espaciales de localización. Estas proporcionarían una representación configuracional del entorno, que permitiría estimaciones de distancia en línea recta y dirección angular entre lugares, en base a la localización de éstos en esta representación (Carreiras, 1986).

De esta nueva concepción, el proceso de adquisición de los mapas cognitivos parece avanzar desde

el conocimiento de puntos de referencia, y de trayectos que los conectan, hasta el desarrollo de una representación configuracional del entorno, que parece desarrollarse a través de inferencias realizadas a partir del conocimiento existente sobre rutas (Lindberg y Gärling, 1982). Puntos de referencia, trayectos y representación configuracional forman así la materia prima básica sobre la que se articula la percepción y cognición del entorno.

El mapa cognitivo es la representación interna de un medio externo. La investigación sobre las características de esta representación y la forma en que las personas almacenan la compleja información suministrada por el entorno ha dado lugar a gran cantidad de hallazgos, algunos de ellos contradictorios.

Los estudios llevados a cabo sobre estimación de distancias entre lugares han permitido apreciar que los sujetos almacenan de forma esquemática y distorsionada la información que les llega del exterior; hay tanto infraestimaciones como sobreestimaciones de la distancia entre lugares. En particular, investigaciones de Golledge, Briggs, y Demko (1969) y Briggs (1973) encontraron que las rutas centrales de la ciudad se evalúan como más largas que las periféricas, y las rutas con muchas curvas como más largas que las rectas. Otro tipo de distorsiones son las asimetrías o diferencias en la estimación de las distancias A-B y B-A observadas originalmente por Cadwallader (1979) y Sadalla, Burroughs, y Staplin (1980). Otras investigaciones sobre estimación de dirección de un lugar a otro encontraron también distorsiones que aparecen sistemáticamente: el «alineamiento», o alineación de las unidades geográficas (aun cuando no se hallen en tal disposición), y la «rotación», o tendencia a rotar estas mismas unidades geográficas de acuerdo con las coordenadas cartesianas. Es decir, las unidades situadas aproximadamente en la misma dirección tienden a alinearse, y las situadas en distintas direcciones, a ortogonalizarse (Tversky, 1981). En definitiva, lo que se extrae es una caricatura del ambiente, donde éste se representa como más regular de lo que es en realidad, y sus elementos son ordenados jerárquicamente para estructurar mejor la información (De Vega, Carreiras y Arce, 1986).

Un aspecto de los mapas cognitivos poco estudiado todavía es el de su dimensionalidad. A esta situación ha contribuido el fenómeno de la «analogía con el mapa»; es decir, el suponer que el mapa cognitivo es una representación semejante a un plano sobre el cual se sitúan los estímulos en unas determinadas coordenadas. Esta supuesta analogía es rechazable por muchas razones. En primer lugar, no parece que los mapas cognitivos tengan un carácter euclidiano, en términos generales. La misma existencia de asimetrías es una negación de la euclidianeidad de los mapas, puesto que, en un modelo euclidiano, la distancia A-B debe ser igual a la distancia B-A. En segundo lugar, los estudios realizados hasta ahora indican que las personas no codifican toda la información contenida en el medio, sino que utilizan heurísticos de codificación y recuperación. En tercer lugar, el mapa cognitivo no es una estructura

rígida, sino que se halla sujeta a modificaciones y correcciones debidas a la llegada de nueva información.

Finalmente, y éste es uno de los propósitos fundamentales de esta investigación, la analogía con el mapa ha dado pie a la visión de esta estructura como bidimensional, como un plano, sin relieve. Sin embargo, como afirman Gärling y Golledge (1986), algunos estudios sobre imágenes espaciales (v.g. Shepard y Cooper, 1982) sugieren que la recuperación de información del mapa cognitivo de un entorno de pequeña o mediana escala equivale a la reinstauración de la percepción original del mismo, y el entorno nunca es percibido como plano.

Foley y Cohen (1984) demostraron que las personas, en ambientes a media escala (edificios), codifican la información espacial del medio sobre tres dimensiones, de las cuales las dos primeras se corresponden con el plano y la tercera es una dimensión de elevación. Más recientemente, Gärling, Böök, Lindberg, y Arce (1990a, 1990b, véase también Arce y Gärling, 1989a) investigaron la presencia de la dimensión de elevación en la representación interna de las ciudades (i.e. ambientes a gran escala), encontrando evidencia favorable. En este estudio, se utilizó una tarea de estimación de distancias entre lugares de una ciudad sueca. Luego, se escalaron los lugares de la ciudad sobre un espacio tri-dimensional, por medio del programa MULTISCALE (Ramsay, 1977). Se descubrió que la tercera dimensión se correspondía con la dimensión de elevación del terreno.

El principal objetivo de la presente investigación es corroborar los hallazgos de Gärling y cols. en otra ciudad distinta, realizando para ello diversas variaciones metodológicas. La principal modificación de la investigación original consiste en utilizar matrices de entrada asimétricas, para el escalamiento multidimensional. Gärling et al. han simetrizado la matriz de distancias subjetivas, previa a su utilización como entrada para el sistema MULTISCALE. Otra modificación consiste en la utilización de un mayor número de lugares en la investigación (Gärling y cols. sólo han utilizado 7). Por último, en lugar de pedir a los sujetos que realizaran una estimación directa de las distancias, se les pidió que realizaran una estimación comparativa (Stevens, 1975).

Adicionalmente, se explorará la precisión del mapa cognitivo de la ciudad comparando la configuración objetiva con la configuración derivada por el escalamiento multidimensional.

Método

Como sujetos participaron 152 estudiantes de la Universidad de Santiago de Compostela, de los cuales 57 eran hombres y 95 mujeres. La media de tiempo de residencia en Santiago era de 3,62 años, con un mínimo de 2 años y un máximo de 23. Como muestra de estímulos se seleccionaron 24 lugares de esta ciudad, de entre un total de 200 lugares,

que habían sido mencionados como lugares de referencia por otra muestra de sujetos en un estudio previo. La característica común a los 24 lugares seleccionados era que todos ellos podían ser representados mediante un punto en el plano.

Con los lugares seleccionados se formaron $24 \times 23 = 552$ pares. La tarea que debían realizar los sujetos consistía en estimar la distancia percibida entre el primer y el segundo lugar de cada par; para ello se utilizó el método de estimación de magnitudes (Stevens, 1975), según el cual los sujetos debían estimar la distancia existente entre los elementos de cada par en relación con un par estándar de lugares, que se tomaba como unidad. Si la distancia entre los lugares de un par dado, se consideraba que era igual que la distancia entre los lugares del par estándar, el sujeto respondía con un 1, si consideraba que era el doble con un 2, el triple con un 3, la mitad con 1/2, la tercera parte con 1/3, y así sucesivamente.

Dado que el número de estimaciones a realizar (552) era muy elevado, se utilizó un tipo de diseño incompleto, dividiendo la matriz total de estimaciones en 4 subconjuntos (cf. figura 1). El primer subconjunto comprende los triángulos 1a y 1b ($i = j = 1, \dots, 12$). El segundo subconjunto comprende los triángulos 2a y 2b ($i = j = 13, \dots, 24$). El tercer subconjunto comprende los rectángulos 3a ($i = 13, \dots, 24, j = 1, \dots, 6$) y 3b ($i = 1, \dots, 6, j = 13, \dots, 24$). Y el cuarto subconjunto comprende los rectángulos 4a ($i = 13, \dots, 24, j = 7, \dots, 12$) y 4b ($i = 7, \dots, 12, j = 13, \dots, 24$).

De forma similar, también se dividió la muestra de sujetos en 4 submuestras de 38 sujetos cada una. Luego, la submuestra 1 trabajó con las estimaciones comprendidas en el subconjunto 1, la submuestra 2 con las estimaciones comprendidas en el subconjunto 2, y así sucesivamente. Todos los sujetos

realizaron la tarea en dos sesiones. Para los subconjuntos 1 y 2, los sujetos realizaron primero las estimaciones correspondientes al triángulo inferior y, luego, las correspondientes al triángulo superior. Para los subconjuntos 3 y 4, los sujetos realizaron, primero, las estimaciones correspondientes a los rectángulos 3a y 4a, respectivamente y, luego, las correspondientes a los rectángulos 3b y 4b. En realidad, la tarea en la primera y la segunda sesión era la misma. Lo único que variaba era el orden en que aparecían los elementos de cada par (A-B en la primera sesión, B-A en la segunda).

Para la presentación de los pares de lugares se utilizó el método de rotación estándar (Davison, 1983). A la mitad de los sujetos de cada submuestra se le presentaron los pares obtenidos por este método, y a la otra mitad, en orden inverso. Antes de comenzar la tarea, en cada caso, se les pidió a los sujetos que leyesen todos los pares, con el fin de igualar sus expectativas. En el caso de que los sujetos no hubiesen visitado alguno de los lugares, se les pedía que adivinasen igualmente la distancia.

Resultados

Con las estimaciones realizadas por los sujetos se formó una sola matriz cuadrada $D (24 \times 24)$, asimétrica y con ceros en la diagonal principal. Para ello, se halló la medida geométrica de las estimaciones realizadas por cada submuestra y se encajaron las distintas submatrices como si tratara de un puzzle (cf. Figura 1). Luego, se utilizó esta matriz como entrada para un escalamiento multidimensional (véase, por ejemplo, Arabie, Carroll, y DeSarbo, 1987; Carroll y Arabie, 1980; Kruskal y Wish, 1978; Arce y Gärling, 1989b), que se realizó por medio del programa ALSCAL (Takane, Young, y de Leew, 1977). El programa ALSCAL tiene dos medidas de ajuste: SSTRESS y RSQ. La medida SSTRESS es minimizada por el algoritmo. El valor cero representa un ajuste perfecto. RSQ es la proporción de varianza común a las disimilaridades óptimas y a las distancias derivadas por el modelo. Cuanto mayor sea, mejor será la bondad de ajuste. El valor 1 representa un ajuste perfecto (Arce, 1989).

El nivel de medida supuesto para el análisis fue el ordinal, el proceso continuo y el modelo asimétrico (cf. Young, 1975; Young y Lewyckj, 1979). Se obtuvieron soluciones en 5, 4, 3 y 2 dimensiones.

Los gráficos de la figura 2 sirven de ayuda para la selección de la dimensionalidad. En cuanto a SSTRESS, se busca un punto de equilibrio entre una dimensionalidad baja y un valor de SSTRESS también bajo. El problema es que ambos criterios son contrapuestos, cuanto menor es la dimensionalidad mayor es el valor de SSTRESS. En cuanto a RSQ, se busca un punto de equilibrio entre una dimensionalidad baja y un valor de RSQ alto. Ambos criterios también son contrapuestos, cuanto menor es la dimensionalidad menor es el valor de RSQ. Con frecuencia, se ha considerado que la existencia de un codo en el gráfico podría indicar la solución

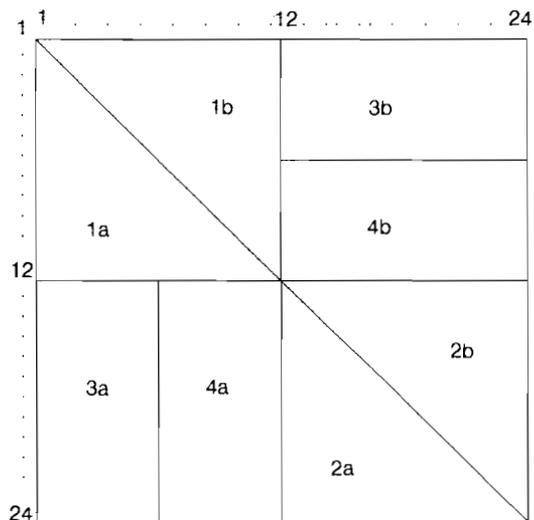


Figura 1. Diseño incompleto usado en la investigación.

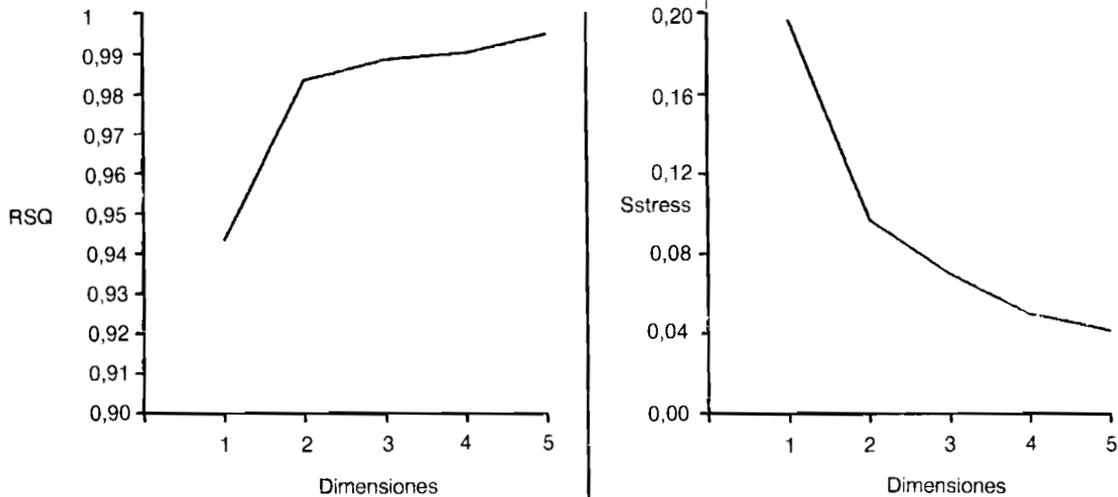


Figura 2. Valores de RSQ y Sstress para distintas dimensionalidades (matriz de entrada asimétrica).

que mejor satisfacía ese equilibrio buscado. En el gráfico, se observa que tanto para SSTRESS como para RSQ se produce una ligera inflexión en la solución en tres dimensiones (SSTRESS = 0,129, RSQ = 0,961).

Precisamente, se esperaban tres dimensiones. La cuestión ahora es saber si esas tres dimensiones son espaciales, siendo las dos primeras las dimensiones correspondientes al plano y la tercera la dimensión de elevación del terreno. Para verificarlo, se realizaron tres análisis de regresión múltiple, por medio del sistema SPSS/PC+. En cada uno de los análisis las variables predictoras fueron las coordenadas de los 24 lugares en las tres dimensiones. En el primer análisis, se utilizó como variable criterio la posición real de los 24 lugares (expresada en rangos), en la dirección norte-sur, sobre el plano de la ciudad. En el segundo análisis, se utilizó como variable criterio la posición real de los lugares en la dirección este-oeste. Y en el tercer análisis, se utilizó como variable criterio la elevación real de los lugares (expresada en metros).

Idealmente, se esperaba que el ajuste (i.e. R^2) fuese alto en los tres análisis y que los coeficientes de regresión fuesen altos para la primera variable predictora, en el primer análisis, para la segunda varia-

ble predictora, en el segundo análisis, y para la tercera variable predictora en el tercero.

Los resultados obtenidos confirman lo esperado (véase la tabla 1). En efecto, para el primer análisis se obtuvo $R^2 = 0,9644$ ($p < 0,001$) y $\beta_1 = 0,7113$. Para el segundo análisis $R^2 = 0,8840$ ($p < 0,001$) y $\beta_2 = 0,8602$. Para el tercer análisis, $R^2 = 0,5930$ ($p < 0,001$) y $\beta_3 = 0,5652$. Sin embargo, en la tabla 1 también se puede observar que, en el tercer análisis, cuando se toma la elevación real como variable criterio, el coeficiente β_1 tiene un valor alto (0,7486), incluso superior al valor de β_3 . Este hecho es debido al solapamiento que existe en la ciudad de Santiago de Compostela entre la dirección norte-sur y la elevación de los lugares ($r = 0,73$). En efecto, ocurre que el norte es más elevado que el sur. Un lugar situado más al norte que otro también es más elevado. Para conocer con mayor claridad, la relación entre la variable elevación real de los lugares y las coordenadas de la dimensión III, derivadas por el programa ALSCAL, se calculó la correlación parcial entre estas dos variables manteniendo constante la variable norte-sur, obteniéndose un valor de 0,4523 ($p < 0,05$).

Adicionalmente, con fines exploratorios, se superpuso la configuración objetiva, después de una

TABLA 1
Análisis de regresión múltiple

	R	R_2	DIM. I β_1	DIM. II β_2	DIM. III β_3
N-S	0,9820	0,9644 ($p < 0,001$)	0,7113	0,0150	0,7486
E-O	0,9402	0,8840 ($p < 0,001$)	0,2768	0,8602	-0,2849
EL	0,7701	0,5930 ($p < 0,001$)	-0,4297	-0,3555	0,5652

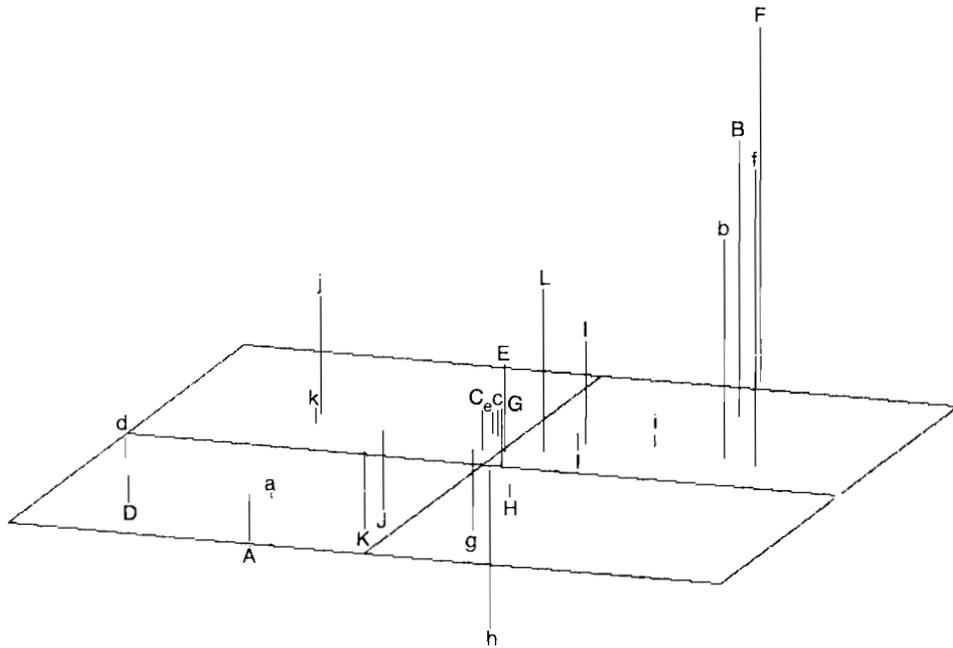


Figura 3. Comparación entre las coordenadas reales de los lugares (en mayúsculas), rotadas 23 grados, y las coordenadas derivadas por ALSCAL (en minúsculas). 12 primeros lugares.

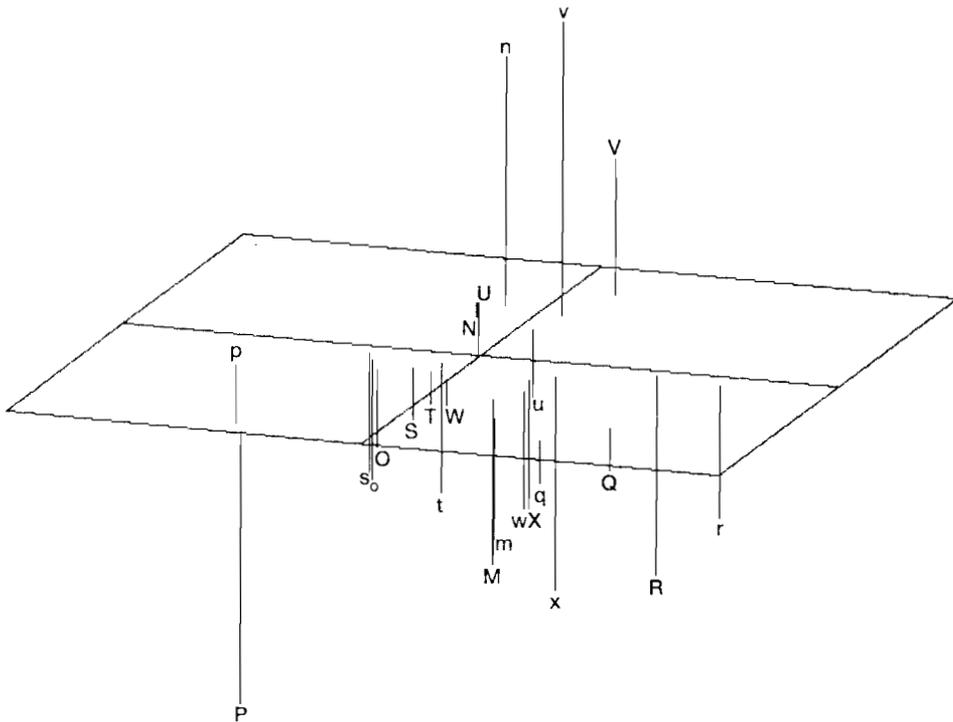


Figura 4. Comparación entre las coordenadas reales de los lugares (en mayúsculas), rotadas 23 grados, y las coordenadas derivadas por ALSCAL (en minúsculas). 12 últimos lugares.

apropiada estandarización, con la configuración subjetiva, la cual también fue previamente sometida a una rotación de 23 grados. En las figuras 3 y 4 se ofrece la superposición de ambas configuraciones para la solución en tres dimensiones. Los lugares con letras mayúsculas corresponden a la configuración objetiva, y los lugares con letras minúsculas a la configuración subjetiva. En la figura 3 se representa la mitad de los lugares (12) y en la figura 4 la otra mitad.

En términos generales, existe una apreciable similitud entre ambas configuraciones; no obstante han podido detectarse algunas distorsiones. En cuanto a las dimensiones correspondientes al plano, una vez más es posible observar que se tiende a estirar las distancias entre lugares situados en el centro y a comprimir las distancias entre lugares situados en la periferia (cf. Golledge et al., 1969 o Briggs, 1973). En cuanto a la tercera dimensión de elevación del terreno, se observa como, efectivamente, unos lugares se perciben como más elevados que otros. Sin embargo, la concordancia entre la elevación subjetiva de los lugares y su elevación objetiva no es más que moderada. Tal como sugirieron Gärling et al. (1990a, 1990b) este hecho puede explicarse por la utilización de heurísticos en el proceso de codificación (Tversky, 1981). Probablemente, los cambios rápidos de relieve se perciban como más profundos de lo que realmente son, mientras los cambios graduales se perciban como menores.

También, con fines exploratorios, se realizó otro escalamiento de los lugares utilizando como entrada una matriz triangular inferior, es decir, simetrizando la matriz de distancias subjetivas entre-lugares (cf. figura 1). En la figura 5 se ofrecen los valores de SSTRESS y RSQ en función del número de dimensiones. En este caso, el punto de inflexión se produ-

ce para dos dimensiones. Lo que este hecho puede significar es que, cuando se utiliza como entrada la información relativa a la asimetría de las estimaciones, se descubre más fácilmente la dimensión de elevación que cuando no se utiliza dicha información. Con el propósito de profundizar más sobre este aspecto, se realizó un nuevo análisis de regresión, tomando como variable criterio la elevación objetiva de los lugares y como variables predictoras las coordenadas de los lugares, en tres dimensiones, derivadas en este último escalamiento. Si bien, R^2 resultó ser nuevamente significativo (0,5799, $p < 0,001$), se obtuvo un valor $\beta_3 = 0,1473$, considerablemente inferior al obtenido en el análisis realizado cuando la matriz de entrada era asimétrica.

Discusión y conclusiones

El principal objetivo de la presente investigación era aportar nueva evidencia favorable a los hallazgos de Gärling et al. (1990a, 1990b, véase también Arce y Gärling, 1989a). Según estos autores, la rutina de considerar los mapas cognitivos de ambientes a gran escala como superficies planas, carentes de relieve, es infundada. Tres experimentos, le permiten llegar a la misma conclusión: las personas perciben, almacenan y recuperan información relativa a la elevación de los lugares de una ciudad.

Con la presente investigación no se ha pretendido repetir la experimentación señalada en otra ciudad, con el fin de incrementar la validez de las conclusiones alcanzadas, sino que se ha pretendido fortalecer dichas conclusiones aportando nuevas contribuciones metodológicas. Así, el número de lugares se ha incrementado notablemente; se ha pasado de

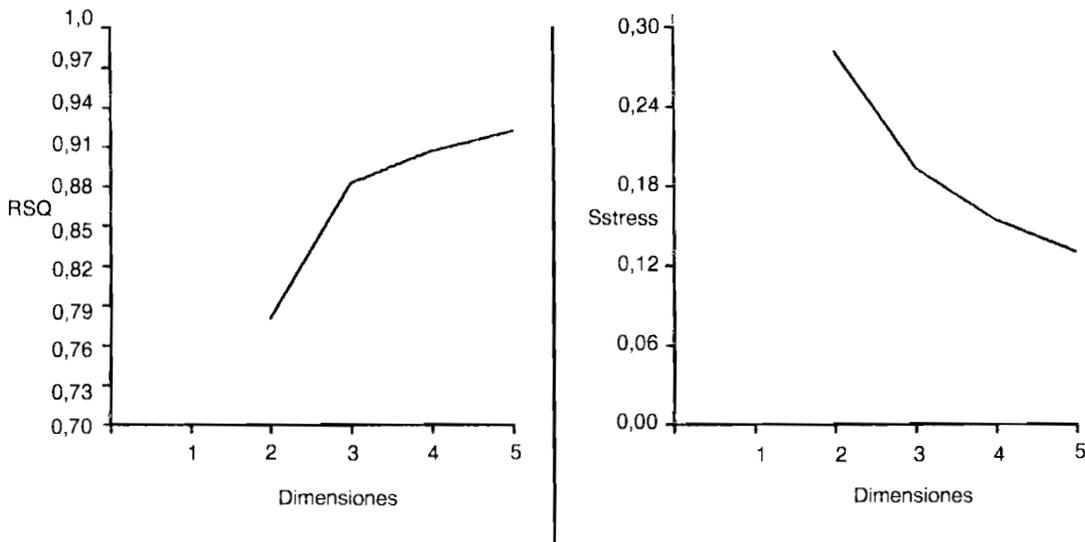


Figura 5. Valores de RSQ y Sstress para distintas dimensionalidades (matriz de entrada simétrica).

utilizar tan sólo 7, en la investigación original, a utilizar 24 en esta investigación. También se ha variado el método de estimación de distancias. En lugar de pedir a los sujetos que realizaran juicios de estimación directa, se les pidió que realizaran juicios de estimación de magnitud. Sin embargo, la variación más importante consistió en utilizar una matriz de entrada asimétrica, como entrada para el escalamiento multidimensional. Gärling et al., al hallar el promedio de las estimaciones A-B y B-A, realizaron una simplificación útil, pero a costa de perder información relativa a las asimetrías de las estimaciones.

En qué sentido la consideración de las asimetrías de las estimaciones podría influir sobre la recuperación de la dimensión de elevación de los lugares, por medio del escalamiento multidimensional, era algo que no conocíamos al iniciar esta investigación. Ahora hemos descubierto que la utilización de la información referente a las asimetrías ayuda a descubrir la dimensión de elevación de los lugares. Este hecho probablemente sea debido a que la elevación es la principal responsable de las asimetrías. Si un lugar B está situado más alto que otro A, nos lleva más tiempo y nos requiere más esfuerzo llegar de A a B que llegar de B a A. Esta experiencia nos puede hacer creer que la distancia de A a B es mayor que la distancia de B a A.

Con la presente investigación también se realiza otra contribución importante, en favor de la interpretación ofrecida por Gärling et al., para la tercera dimensión. Estos autores interpretaron la tercera dimensión como una dimensión de elevación, ofreciendo en favor de ello evidencia, fundamentalmente, de tipo visual o gráfico. La utilización de la regresión múltiple ha permitido ofrecer un apoyo más fiable: el apoyo estadístico.

Referencias

- Arabie, P., Carroll, J. D. y DeSarbo, W. S. (1987). *Three-way Scaling and Clustering*. Newbury Park, CA: Sage
- Aragónés, J. I. y Arredondo, J. M. (1985). Structure of urban cognitive maps. *Journal of Environmental Psychology*, 5, 197-212.
- Arce, C. (1989). Escalamiento multidimensional. En J. Arnau (Comp.), *Métodos y técnicas de análisis de datos en ciencias del comportamiento*. Libro de preparación.
- Arce, C. y Gärling, T. (1989a). Escalamiento multidimensional por máxima verosimilitud. Una aplicación al estudio de los mapas cognitivos urbanos. Comunicación a las II Jornadas de Psicología Ambiental. Mallorca, 8-10 marzo 1989.
- Arce, C. y Gärling, T. (1989b). Multidimensional Scaling. *Anuario de Psicología*, 43, 4, 63-80.
- Briggs, R. (1973). Urban cognitive distance. En R. N. Downs y D. Stea (Eds.), *Image and Environment*. Chicago: Aldine.
- Cadwallader, M. (1979). Problems in cognitive distance: Implications for cognitive mapping. *Environment and Behavior*, 11, 559-576.
- Carreiras, M. (1986). Mapas cognitivos: Revisión crítica. *Estudios de Psicología*, 26, 61-91.
- Carroll, J. D. y Arabie, P. (1980). Multidimensional Scaling. En M. R. Rosenzweig y L. W. Porter (Eds.), *Annual Review of Psychology* (Vol. 31, pp. 607-649). Palo Alto, CA: Annual Reviews.
- Davison, M. L. (1983). *Multidimensional Scaling*. New York: Wiley.
- De Vega, M. (1984). *Introducción a la Psicología Cognitiva*. Madrid: Alianza Editorial.
- De Vega, M., Carreiras, M. y Arce, C. (1986). Influencia de la tipicidad de los lugares y de la estructura de la ciudad en los sesgos de distancia y dirección. *Revista de Investigación Psicológica*, 4, 1, 173-215.
- Foley, J. E. y Cohen, A. J. (1984). Working mental representations of the environment. *Environment and Behavior*, 16, 713-729.
- Gärling, T., Böök, A., Lindberg, E. y Arce, C. (1990a). Is elevation encoded in cognitive maps? *Journal of Environmental Psychology* (en prensa).
- Gärling, T., Böök, A., Lindberg, E. y Arce, C. (1990b). Evidence for a response-bias explanation of noneuclidean cognitive maps. *The Professional Geographer* (en prensa).
- Gärling, T. y Golledge, R. G. (1986). Environmental perception and cognition. En E. H. Zube y G. T. Moore (Eds.), *Advances in Environment, Behavior, and Design* (Vol. 2, pp. 203-236). New York: Plenum.
- Golledge, R. G., Briggs, R. y Demko, D. (1969). The configuration of distance in intra-urban space. *Proceedings of the Association of American Geographers*, 1, 60-65.
- Hernández, B. (1984). Un estudio descriptivo del mapa de Sta. Cruz de Tenerife. *Revista de Investigación Psicológica*, 1, 193-215.
- Kruskal, J. B. y Wish, M. (1978). *Multidimensional Scaling*. Newbury Park, CA: Sage.
- Kuipers, B. (1978). Modelling Spatial Knowledge. *Cognitive Science*, 2, 129-153.
- Lindberg, E. y Gärling, T. (1982). Acquisition of locational information about reference points during locomotion. The role of central information processing. *Scandinavian Journal of Psychology*, 23, 207-208.
- Lynch, K. (1960). *La imagen de la ciudad*. Buenos Aires: Infinito (versión castellana, 1984).
- Ramsay, J. O. (1977). Maximum likelihood estimation in multidimensional scaling. *Psychometrika*, 42, 241-266.
- Sadalla, E. K., Burroughs, W. J. y Staplin, L. J. (1980). Reference points in spatial cognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6, 516-528.
- Shepard, R. N. y Cooper, L. A. (1982). *Mental Images and Their Transformations*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Siegel, A. W. y White, S. H. (1975). The development of spatial representation of large-scale environments. En H. W. Reese (Ed.), *Advances in Child Development and Behavior* (Vol. 10). New York: Academic Press.
- Stevens, S. S. (1975). *Psychophysics: Introduction to Perceptual, Neural and Social Prospects*. New York: John Wiley.
- Takane, Y., Young, F. W. y de Leeuw, J. (1977). Nonmetric individual differences multidimensional scaling: an alternating least squares method with optimal scaling features. *Psychometrika*, 42, 7-67.
- Thorndyke, P. W. (1981). Spatial cognition and reasoning. En J. H. Harvey (Ed.), *Cognition, Social Behavior, and the Environment*. Hillsdale, NJ: LEA.
- Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55, 189-208.
- Tversky, B. (1981). Distortions in memory for maps. *Cognitive Psychology*, 13, 407-433.
- Young, F. W. (1975). *An Asymmetric Euclidean Model for Multi-process Asymmetric Data*. U.S.-JAPAN Seminaar. University of California.
- Young, F. W. y Lewycky, R. (1979). *ALSCAL User's Guide*. 3rd. edition. Chapel Hill: Data Analysis and Theory Associates.