

## CONOCIMIENTO GEOGRAFICO Y CIENTIFICIDAD ANALITICA

Después de un tiempo en el que no era demasiado infrecuente encontrar en el ámbito del conocimiento geográfico actitudes bastante propensas a desatender o postergar los aspectos conceptuales y metodológicos —Lucien Febvre recomendaba al geógrafo, por ejemplo, “ser, simplemente, un buen observador de los hechos y de las realidades”, la situación parece haberse modificado sensiblemente desde hace algunos años. Sin que ello quiera decir que no sigan existiendo autores dispuestos a demostrar su fidelidad a la clásica recomendación de Lucien Febvre, lo cierto es que han proliferado últimamente en la literatura geográfica las consideraciones teóricas, y raro es el trabajo de algún interés que no se ve en la obligación de plantear, con mejor o peor fortuna, ciertas alusiones o precisiones sobre el método empleado. El hacer geográfico se ha visto así reforzado por el reflexionar sobre lo que se hace. El interés por delimitar las coordenadas epistemológicas y metodológicas que enmarcan en cada caso la investigación geográfica se ha ido acentuando gradualmente.

En ese proceso de redescubrimiento de las dimensiones teóricas del conocimiento geográfico ha desempeñado un papel de indudable importancia la denominada geografía cuantitativa. El renovado énfasis en la clarificación epistemológica y metodológica del quehacer geográfico es patente en trabajos —por lo demás fundamentales— como los de Fred K. Schaefer (“Excepcionalism in Geography”, 1953), William Bunge (*Theoretical Geography*, 1965) o David Harvey (*Explanation in Geography*, 1969). En todos es-

tos trabajos —a los que podrían añadirse, claro está, algunos otros— puede comprobarse la expresa intención de reservar a la epistemología y a la metodología un lugar destacado en el dominio de lo geográfico. “*La enseñanza por precepto y ejemplo* —advierte David Harvey— *suscita un conocimiento intuitivo. Este conocimiento suele ser suficiente para manejarse en el trabajo rutinario (y mucho de la ciencia es rutina). Pero no sirve para abordar nuevas preguntas ni los problemas que no tienen precedente. En este punto es a menudo necesario comprender los fundamentos filosóficos del método científico*”.

Los nuevos aires introducidos por los adalides de la cuantificación pretenden en suma hacer del conocimiento geográfico un conocimiento estrictamente científico. No es fácil desde luego ponerse de acuerdo sobre lo que debe entenderse por conocimiento científico: las polémicas entre entendimiento analítico y entendimiento dialéctico de la científicidad ofrecen un acabado ejemplo del alcance de esas dificultades. Y la polémica se recrudece además cuando ese entendimiento pretende referirse al terreno de los conocimientos humanos y sociales. Por ello hay que tener en cuenta, ante todo, que lo científico suele remitir en el pensamiento geográfico cuantitativo a una concepción preferentemente resuelta en términos formales, apoyada en el razonamiento lógico—matemático. Se trata así de proponer —y la propuesta no está exenta de riesgos— una concepción rigurosamente formalizada, inscrita en la órbita del lenguaje lógico y matemático,

del conocimiento geográfico. El método científico —el método canónicamente articulado por la ciencia física— debe ser por tanto incorporado con todas sus consecuencias a la investigación geográfica. Narrando su propia peripecia personal, David Harvey recuerda en las páginas iniciales de su *Explanation in Geography* cómo al profundizar en las implicaciones filosóficas, conceptuales y metodológicas de la cuantificación se le abrieron “*las puertas de un nuevo mundo de pensamiento en el que no nos asustaba pensar en términos lógicos y analíticos*”. Y, después de referirse con bastante entusiasmo al “*fantástico potencial del método científico*”, no duda en afirmar que “*el efecto más importante de la cuantificación ha sido forzarnos a pensar lógicamente y con consistencia allí donde no lo habíamos hecho antes*”.

La misma decidida aceptación del razonamiento teórico, del lenguaje lógico y del método científico, la misma convicción sobre la necesidad de articular consecuentemente una concepción analítica del conocimiento geográfico, son compartidas por los más autorizados portavoces de la cuantificación. Y todos ellos son asimismo conscientes por tanto de que su pretensión renovadora implica de hecho una profunda revisión de los fundamentos filosóficos —epistemológicos y metodológicos de la actividad geográfica. Pero no se trata en esta ocasión de proponer tratamientos particulares y autónomos de lo geográfico. Se trata por el contrario de incorporar el conocimiento geográfico al dominio del conocimiento científico, de aplicar a ese conocimiento geográfico las pautas definidas con carácter general por lo que puede considerarse la concepción analítica de la ciencia. La perspectiva geográfica cuantitativa responde —empleando palabras de Ian Burton— a “*la expansión y crecimiento general del análisis científico en un mundo anteriormente dominado por el interés hacia lo excepcional y lo único*”. De ahí que no resulte ocioso exponer, como lo haremos seguidamente, algunas de las claves de esa concepción analítica de la ciencia que subyace de forma más o menos explícita en las propuestas de la geografía cuantitativa. Ello puede ayudarnos a delimitar —y no hace falta insistir sobre el interés de esa delimitación— los fundamentos filosóficos y metodológicos del entendimiento analítico del conocimiento geográfico. \* \* \*

En su interesante trabajo titulado *Explanation and Understanding*, publicado en 1971, Georg Henrik von Wright recuerda la existencia de dos tradiciones diferentes respecto de la concepción de la ciencia y de la explicación científica. Una de ellas, la denominada tradición “aristotélica”, se caracteriza ante todo por proponer un punto de vista de cuño teleológico o finalista. La otra, la que se considera tradición “galileana” —que podría remontarse sin esfuerzo hasta Platón—, ofrece por el contrario una concepción de signo causalista o, siempre que se entienda el término en sentido amplio, mecanicista de la ciencia y de la explicación científica. Estas dos tradiciones, presentes con respectivos altibajos a lo largo de la historia del pensamiento científico, actúan con sensible claridad durante el período decimonónico y prolongan sin duda su vigencia hasta nuestros días. Aunque no es éste el momento más indicado para detenernos en el papel desempeñado por ambos puntos de vista en el pensamiento geográfico moderno, sí conviene al menos apuntar que la consideración de sus fluctuaciones y sus enfrentamientos en el ámbito del conocimiento geográfico podría quizá ayudar a entender algunos aspectos interesantes de la historia de ese pensamiento. En todo caso, lo que conviene ahora tener en cuenta es que las perspectivas científicas de cuño positivista —y también, sin coincidir exactamente con ellas, la perspectiva analítica— se inscriben en la tradición galileana. A ella se vinculan en efecto —empleando la terminología propuesta por Carlos Ulises Moulines en el capítulo de sus *Exploraciones meta-científicas* dedicado a “La génesis del positivismo en su contexto científico”— el protopositivismo o positivismo germinal anterior a Comte, el positivismo clásico de Comte y sus seguidores y contemporáneos afines, el positivismo crítico alemán de finales del siglo XIX y el positivismo lógico del Círculo de Viena.

En la perspectiva analítica desempeña un papel de innegable trascendencia el positivismo lógico, pero ese papel no excluye la presencia de otras opciones diferenciadas. Como hemos recordado en otras ocasiones —por ejemplo, en el artículo publicado con el título de “Geografía y lenguaje matemático” en el primer número de los *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*—, el movimiento analítico se remonta a los planteamientos de autores como Bertrand

Russell, George Edward Moore y Ludwig Wittgenstein, y a los escritos, individuales o colectivos, procedentes de los integrantes del Círculo de Viena y de la Sociedad de Filosofía Empírica de Berlín. En ese mismo trabajo que acabamos de citar nos hemos referido también a la extraordinaria importancia concedida por el enfoque analítico desde sus comienzos al análisis lógico del lenguaje y, más concretamente, del lenguaje científico. Allan Janik y Stephen Toulmin han mostrado por lo demás —en su interesante trabajo sobre *Wittgenstein's Vienna*, publicado en 1973— la relación existente entre esa preocupación por el análisis del lenguaje y los trabajos teóricos llevados a cabo en el campo de la ciencia física por Heinrich Hertz y Ludwig Boltzmann. Desde sus momentos iniciales, y manteniendo siempre esa nota distintiva del interés por el análisis lógico del lenguaje y del lenguaje científico, el punto de vista analítico se desarrolla y se amplía, compartiendo en todo caso —como ha advertido Javier Juguerza— *“un cierto aire de familia”*, pero sin que ese aire familiar ocultase enteramente la variedad actuante en su seno. Comprende así el movimiento analítico, entre otras, diversas ópticas de signo positivista —entre ellas, claro está, la del positivismo lógico—, empirista —como la del empirismo lógico o científico— y realista —al modo, por ejemplo, del realismo crítico de Karl R. Popper—, sin que deba por tanto reducirse el conjunto a alguna de sus partes. *“Hay que advertir —escribe por ejemplo Javier Muguerza— (...) que no es cierto que todos los filósofos analíticos hayan sido neopositivistas, si bien no es menos cierto que todos los neopositivistas han sido filósofos analíticos, y hasta filósofos analíticos por excelencia”*.

De acuerdo con lo anterior, limitarse a hablar de la presencia del positivismo lógico en la perspectiva de la geografía cuantitativa —presencia desde luego tan evidente como fundamental— tiene el inconveniente de propiciar algún que otro malentendido a la hora de tener en cuenta otras presencias que —como ocurre, por ejemplo, con la de Popper— no se identifican plenamente con aquélla, por más que compartan las líneas generales de la concepción científica analítica. Aunque sólo fuese en aras de una mayor precisión terminológica, creemos más ajustado referirnos a la concepción analítica del conocimiento científico para intentar aclarar los fun-

damentos filosóficos y metodológicos de la geografía cuantitativa, que tampoco resulta ser por su parte —dicho sea de pasada— tan uniformemente neopositivista como a veces se ha supuesto. Pero conviene, antes de seguir adelante, hacer otra advertencia. Hablar sin más de una concepción analítica de la ciencia supone desde luego cometer una cierta simplificación: Jesús Mosterín ha recordado no hace mucho, por ejemplo, que “la contrastación empírica de las teorías con los hechos provocaba profundas diferencias de opinión entre el inductivismo de Carnap y el refutacionismo de Popper”. Sin olvidar el riesgo de simplificación que conlleva, es posible sin embargo distinguir algunas claves fundamentales, algunos rasgos básicos, generalmente compartidos por la familia analítica, que permiten caracterizar sumariamente —como lo ha hecho, por ejemplo, Javier Muguerza— su común entendimiento de lo que debe ser el conocimiento científico.

La perspectiva analítica propone una concepción de la ciencia vinculada también, como ya hemos indicado, a la tradición galileana. Y algunos de los rasgos definitorios de esa concepción coinciden con las opiniones suscritas desde sus comienzos por el punto de vista positivista. Así sucede, por ejemplo, con ciertos aspectos que, como ha señalado Carlos Ulises Moulines, se encuentran ya en los escritos protopositivistas de autores como D'Alambert, Turgot o Condorcet, tales como la afirmación de que la ciencia debe limitarse a establecer relaciones lógico—matemáticas entre fenómenos —y desoir cualquier pregunta referente a esencias causales—, la aversión a las explicaciones de índole teológica, metafísica o teleológica, o la tendencia —atenuada en ocasiones con el paso del tiempo— a considerar el conocimiento científico como la única forma válida de conocimiento. Todo ello, adecuado desde luego a las aspiraciones del punto de vista galileano, mantendrá su vigencia en ulteriores enfoques positivistas y neopositivistas, manifestando asimismo su presencia activa en los planteamientos analíticos. No hay que olvidar, por ejemplo, que José Ferrater Mora ha podido definir la perspectiva analítica como *“un amplio movimiento filosófico de carácter antimetafísico”*.

La perspectiva analítica adopta así con renovado énfasis algunos de los rasgos del entendimiento de lo científico delimitado en la anterior

trayectoria del pensamiento positivista. Y entre esos rasgos hay que tener también en cuenta la constante preocupación por la metodología científica y por el análisis de la estructura de las teorías científicas, así como el intento de conseguir —y el esfuerzo del Círculo de Viena será en este sentido particularmente destacable una articulación unitaria de todos los campos del conocimiento científico. Junto a todo ello, incorpora el movimiento analítico nuevos aspectos que muestran en ocasiones una decisiva importancia: es el caso, por ejemplo, de la introducción de lenguajes formales y del concomitante afianzamiento del razonamiento deductivo. Así se configura, con ingredientes como los que acabamos de mencionar, la caracterización general del entendimiento analítico del quehacer científico. Para intentar sistematizar de manera algo más concreta sus premisas epistemológicas y metodológicas, resulta útil comenzar por tener en cuenta la concisa exposición que de las mismas ofreció Muguerza en su trabajo titulado “Teoría crítica y razón práctica, a propósito de Jürgen Habermas”, dedicado en parte precisamente a contraponer las características básicas de la metaciencia analítica y de la metaciencia dialéctica.

La analítica es ante todo una concepción científica monista, que afirma la unidad del conocimiento científico —y del método científico— al considerar que todos sus campos —tanto los de las ciencias naturales como los de las ciencias humanas o sociales que pueden someterse, como requiere el ideario analítico, a un tratamiento naturalista— forman parte de un cuerpo básico y único. Y por variados que puedan ser los objetos de la investigación científica, el método que debe aplicarse para su efectivo conocimiento es único. Se trata también, por otra parte, de una concepción fisicalista, que afirma que es precisamente la ciencia física —que apenas ha visto declinar su monopolio de ejemplaridad desde tiempos de Newton— la que más se aproxima al ideal propuesto y la que define en consecuencia el canon metodológico del conocimiento científico. Y, de acuerdo con todo lo anterior, se propone asimismo un planteamiento de signo reduccionista, de modo que, según los analíticos, todo campo del conocimiento que se pretenda verdaderamente científico debe reducir su forma de actuación al canon metodológico definido por la ciencia física. Son exigencias, como se ve,

bastante restrictivas, que no dejarán de plantear dificultades y polémicas al intentar aplicarlas indiscriminadamente al ámbito de los conocimientos humanos y sociales. Y el conocimiento geográfico no ignorará desde luego el alcance y las consecuencias de esas dificultades y polémicas.

Caracteriza igualmente a la concepción analítica de la ciencia su notoria propensión a considerar las teorías científicas más como un hecho acabado que como un proceso que se realiza históricamente. Esta visión formalista suscrita por la metaciencia analítica es la que permite por ejemplo explicar, como advierte Muguerza, “*la mayor atención prestada dentro de ella a la metodología que a la historia de la ciencia, a las cuestiones de validación lógica que a los problemas de la génesis y del descubrimiento científico*”. Este tipo de tratamiento de las teorías científicas es sin duda una característica bastante relevante del enfoque analítico, y no resulta por lo demás demasiado difícil encontrar sus huellas en algunos de los análisis que se han dedicado en el campo geográfico, por ejemplo, a la teoría de los lugares centrales. Y la corriente epistemológica historicista que actúa desde los años sesenta —la epistemología propuesta por autores como Norwood Russell Hanson, Stephen Toulmin o Thomas S. Kuhn— es en buena medida una reacción contra los excesos —y las indudables limitaciones— de ese formalismo analítico.

\* \* \*

Otro rasgo del entendimiento analítico digno de ser tenido en cuenta es su tendencia a concebir el conocimiento científico como un sistema deductivo. Es ésta una característica sin duda importante y que merece algún comentario más detenido. Lo primero que conviene advertir en este sentido es que la filosofía de la ciencia decimonónica muestra una cierta ambigüedad en lo que a la utilización de la deducción atañe. Manuel Garrido se ha referido en uno de sus artículos —“Darwin y el método científico”, publicado en 1982— a esa ambigüedad de la filosofía de la ciencia del siglo XIX en la concepción del método científico. “*El modelo más conocido de metodología científica —escribe Garrido— había sido hasta entonces el inductivismo baconiano. Pero el canon de ciencia efectivamente dominante en aquella época era la física de Newton, que no pone en práctica la inducción baconiana sino el llamado método hipotético—deductivo. De he-*

cho, los tres grandes teóricos de la filosofía de la ciencia de la Inglaterra decimonónica: Herschel, Whewell y Mill, coinciden en considerar como ciencia canónica a la física de Newton, pero desarrollan metodologías diferentes. Mill continuó la tradición inductivista de Bacon y Whewell consagró el rango teórico del enfoque deductivista, mientras que Herschel adoptaría una posición intermedia". Las propias consideraciones metodológicas de Darwin pueden prestarse en ocasiones a interpretaciones contrapuestas. Y en el dominio del pensamiento geográfico decimonónico, que algo tuvo que ver con las importantes aportaciones del evolucionismo darwiniano, puede detectarse también el eco de esa ambigüedad metodológica. El problema era desde luego bastante general, y mereció posteriormente severas críticas de algunos científicos. Albert Einstein, por ejemplo, escribía en 1936 lo siguiente: "No existe ningún método inductivo que conduzca a los conceptos fundamentales de la física. El fracaso en comprender este hecho constituye el error filosófico básico de tantos investigadores del siglo XIX. (...) El pensamiento lógico es necesariamente deductivo; se basa en conceptos hipotéticos y en axiomas".

No puede decirse, claro está, que la polémica metodológica entre el inductivismo y el deductivismo quedó definitivamente zanjada en los ambientes analíticos de nuestro siglo. El asunto es bastante complejo y ha seguido suscitando frecuentes debates y controversias. Pero, a pesar de todo, la balanza ha tendido a inclinarse en líneas generales del lado de la deducción, sin que ello tenga que suponer obligadamente el total rechazo de otras modalidades de razonamiento. No está de más recordar aquí lo que en cierta ocasión advirtió Muguertza: que el razonamiento científico no desconoce diversos tipos de inferencia no deductiva, como sucede con "las inferencias probabilísticas que la lógica inductiva suministra al cultivador de las ciencias empíricas en cuanto diferentes de las ciencias formales o formalizadas". Y, por su parte, David Harvey se muestra también comedido en lo que al imperio de la deducción en el conocimiento científico se refiere: "La ciencia intenta ordenar sus proposiciones —escribe— dentro de un marco deductivo de inferencia. En las primeras etapas del desarrollo de una ciencia este objetivo puede no ser viable, simplemente porque no tenemos suficientes

conocimientos o porque nuestra imaginación no llega tan lejos. En una situación semejante la inducción puede tener un papel importante. La forma deductiva que adoptan las teorías científicas debe considerarse como el producto final del conocimiento científico, en vez del molde en el que echar todo el pensamiento científico desde el comienzo de la investigación. Pero aun asumiendo que la estructura deductiva teórica ha sido rigurosamente elaborada, la inducción sigue cumpliendo una función importante en ciertas etapas de la articulación y comprobación de esta estructura teórica".

La importancia concedida por la perspectiva analítica a la deducción se relaciona estrechamente con su decidida proclividad a entender el conocimiento científico en términos de lenguaje lógico—matemático. El Círculo de Viena llamó en su momento la atención —con Rudolf Carnap en cabeza— sobre la necesidad de contar con un lenguaje científico lógicamente estructurado y capaz además de garantizar unas posibilidades de expresión y de comunicación —tanto dentro de cada campo científico como entre los diferentes campos científicos exactamente definidas e inequívocas. Para ello el lenguaje científico debe ser, por un lado, intersubjetivo, constituyendo un sistema común de codificación —signos y reglas— con capacidades de designación invariables. Y, por otro, debe ser asimismo universal, de modo que funcione como un sistema conceptual —un sistema lógico— en el que sea posible expresar cualesquiera hechos científicamente cognoscibles. El lenguaje que mejor cumple esos requisitos, el lenguaje que debe por tanto incorporar preferentemente el conocimiento científico es el lenguaje de la lógica. Y la lógica se entiende del modo más estricto: como lógica deductiva. De ahí que el intento de configurar el conocimiento científico como un sistema lógico —toda ciencia debe ser, según Einstein, "un sistema lógico de pensar"— suela favorecer la pretensión de aproximarse ante todo a la articulación de un sistema deductivo.

La ciencia debe resolverse así preferentemente en términos deductivos. Porque frente a la imperfección lógica de la inducción —en el razonamiento inductivo las conclusiones contienen aspectos no incluidos previamente en las premisas—, la deducción asegura la corrección lógica

del razonamiento: de las premisas sólo se obtiene en este caso como conclusión lo que ya se encontraba en ellas contenido de antemano. Como sucede, por ejemplo, cuando de una ley general se deduce el comportamiento de un caso particular incluido en ella. El método deductivo presenta por lo demás dos modalidades de aplicación que dependen del tipo de juicio científico que se maneje en cada caso. En las ciencias formales —en la matemática, por ejemplo— se emplean juicios necesariamente verdaderos —los juicios analíticos de Kant—, cuya verdad no depende tanto de la experiencia, y la sucesiva imbricación deductiva de esos juicios —unos como axiomas y otros derivados de ellos como teoremas— constituye el método axiomático—deductivo. Se trata en este caso de un razonamiento resuelto en términos exclusivamente lógicos, sin contaminación empírica alguna. Por el contrario, las ciencias empíricas —la física o, como añadiría sin dudar lo cualquier partidario de la cuantificación, la geografía, por ejemplo— utilizan juicios contingentemente verdaderos —a los que Kant denominó juicios sintéticos—, juicios cuya verdad sólo puede establecerse mediante la oportuna comprobación de su relación con la experiencia. En estas ciencias empíricas es donde se aplica el método hipotético—deductivo: de las premisas que constituyen las hipótesis iniciales se deducen lógicamente una serie de conclusiones que permiten a su vez establecer predicciones. De ese modo pueden articularse las teorías científicas, teorías que en todo caso deben ser sistemáticamente sometidas a la contrastación empírica: *“la teoría extraída a partir de un conjunto de hipótesis —escribe, por ejemplo, Muguerza en “La razón sin esperanza”— se somete al test de la experiencia, bien sea esperando que ésta la confirme, bien sea buscando —según la práctica más usual de los científicos— su refutación por la misma”,* de modo que *“una teoría científica se hallará tanto más acreditada —añade— cuantas más veces supere con éxito nuestros intentos de refutarla mediante hechos; para lo que naturalmente se requiere que la teoría en cuestión sea, al menos en principio, refutable, pues si no hubiera posibilidad de refutación tampoco podría haberla de confirmación”.*

No escasean los textos en los que los propios autores analíticos dan cuenta de la importancia concedida al método deductivo y a los lenguajes

formales que suele conllevar. Rudolf Carnap —precisamente un autor preocupado también por los fundamentos lógicos del razonamiento probabilístico, de signo inductivo— escribe por ejemplo en sus *Foundations of Logic and Mathematics* lo siguiente: *“Las actividades de un científico son en parte prácticas: dispone experimentos y hace observaciones. Otra parte de su trabajo es teórica: formula los resultados de sus observaciones en enunciados, compara sus resultados con los de otros observadores, trata de explicar aquéllos mediante una teoría, intenta confirmar la teoría propuesta por él mismo o por algún otro científico, hace predicciones con la ayuda de una teoría, etc. En estas actividades teóricas, la deducción juega un importante papel; incluye el cálculo, que es una forma especial de deducción, aplicada a expresiones numéricas”.* Y poco después asegura que *“los principales procedimientos teóricos en ciencia —esto es, comprobar una teoría, proporcionar una explicación para un hecho conocido y predecir un hecho desconocido— traen consigo como componentes esenciales deducción y cálculo; en otras palabras, la aplicación de la lógica y de las matemáticas”.* Por su parte, Hans Reichenbach ofrece también una opinión bastante elocuente en su trabajo titulado *The Rise of Scientific Philosophy*: *“El poder del método matemático para el análisis del mundo físico —escribe— (.....) se confirmó en el desarrollo de la ciencia moderna; pero al combinarse con el uso de experimentos como criterios de verdad no sólo se confirmó, sino que se amplió y multiplicó hasta desembocar en resultados de una magnitud de orden superior. Lo que dió poder a la ciencia moderna fue la invención del método hipotético—deductivo, el método que construye una explicación en forma de hipótesis matemática de la que se deducen los hechos observados”.* El método deductivo —que permite llevar a cabo, como recuerda Ferrater Mora, *“pruebas formales, en las cuales se establece que las conclusiones a las cuales se llega son formalmente válidas”*— parece ofrecer así inmejorables posibilidades para poner en práctica la articulación lógica del conocimiento científico pretendida por el punto de vista analítico.

También es un aspecto bastante interesante —y relacionado por lo demás con lo que acabamos de comentar— el que se refiere a las posibles conexiones entre el razonamiento deductivo y la

elaboración de hipótesis y teorías científicas. Algunos autores han afirmado la posibilidad de llegar a la formulación de esas hipótesis y teorías mediante la aplicación de procesos de generalización inductiva. Pero esa posibilidad se ha visto rechazada por otros autores. Los argumentos de estos últimos —bastante generalizados en círculos analíticos— merecen que les dediquemos alguna atención. Karl R. Popper ha llevado a cabo en sus trabajos una detallada discusión de lo que denomina “El problema de la inducción”. En su conocida y ya clásica obra dedicada a *The Logic of Scientific Discovery*, publicada por vez primera en 1959, identifica ese problema de la inducción con “la cuestión acerca de si están justificadas las inferencias inductivas, o de bajo qué condiciones lo están”. Es decir, el problema de la inducción remite a “la cuestión sobre cómo establecer la verdad de los enunciados universales basados en la experiencia —como son las hipótesis y los sistemas teóricos de las ciencias empíricas—”. Tras recordar que la inferencia inductiva “pasa de enunciados singulares (llamados, a veces, enunciados “particulares”), tales como descripciones de los resultados de observaciones o experimentos, a enunciados universales, tales como hipótesis o teorías”, advierte Popper que “desde un punto de vista lógico dista mucho de ser obvio que estemos justificados al inferir enunciados universales partiendo de enunciados singulares, por elevado que sea su número”. La crítica popperiana —que se extiende asimismo a los intentos de justificación de la inferencia inductiva en términos de probabilidad— se resuelve por tanto afirmando que todas las formas de la denominada lógica inductiva, incluyendo la lógica de la inferencia probable o lógica de la probabilidad, llevan al razonamiento científico a un callejón sin salida: conducen, según Popper, “bien a una regresión infinita, bien a la doctrina del apriorismo”.

Similar convicción antiinductiva manifiesta, por poner otro ejemplo suficientemente representativo e influyente, Carl Gustav Hempel. En su trabajo titulado *Philosophy of Natural Science*, inicialmente publicado en 1966, insiste Hempel en que “las inferencias inductivas parten de premisas que se refieren a casos particulares y llevan a una conclusión cuyo carácter es el de una ley o principio general”, por lo que —a diferencia de lo que sucede con la inferencia deductiva— “en este caso la verdad de las premisas no garantiza la verdad de la conclusión”. La dife-

rencia entre una y otra forma de razonamiento es manifiesta: “con frecuencia se dice —añade Hempel— que las premisas de una inferencia inductiva implican la conclusión sólo con un grado más o menos alto de probabilidad, mientras que las premisas de una inferencias deductiva implican la conclusión con certeza”. La concepción inductivista estricta de la investigación científica le parece a Hempel insostenible, debido entre otras cosas a que los hechos empíricamente observados “sólo se pueden cualificar como lógicamente relevantes o irrelevantes por referencia a una hipótesis dada, y no por referencia a un problema dado”. En contra de lo que opinan los inductivistas, “las hipótesis, en cuanto intentos de respuesta, son necesarias —según Hempel— para servir de guía a la investigación científica”, ya que son precisamente esas hipótesis las que permiten determinar, por ejemplo, “cuál es el tipo de datos que se han de reunir en un momento dado de una investigación científica”.

No considera Hempel en suma defendible la opinión de que pueden conseguirse hipótesis y teorías científicas mediante generalización inductiva: entre otras cosas, porque “las hipótesis y teorías científicas están usualmente formuladas en términos que no aparecen en absoluto en la descripción de los datos empíricos en que ellas se apoyan y a cuya explicación sirven”. No hay más que revisar, por ejemplo, las teorías sobre la estructura atómica y subatómica de la materia para constatarlo. ¿Cómo puede entonces llegarse a la formulación de hipótesis y teorías científicas? ¿puede acaso el razonamiento deductivo ofrecer reglas o procedimientos para acceder con alguna garantía a esas hipótesis y teorías? La respuesta de Hempel es terminante: tampoco el proceso de inferencia deductiva proporciona recursos seguros para ese descubrimiento. “La transición de los datos a la teoría —advierte Hempel— requiere imaginación creativa. Las hipótesis y teorías científicas no se derivan de los hechos observados, sino que se inventan para dar cuenta de ellos. Son conjeturas relativas a las conexiones que se pueden establecer entre los fenómenos que se están estudiando, a las uniformidades y regularidades que subyacen a éstos. Las “conjeturas felices” de este tipo requieren gran inventiva, especialmente si suponen una desviación radical de los modos corrientes del pensamiento científico, como era el caso de la teoría de la relatividad o de la teoría cuántica. El

*esfuerzo inventivo requerido por la investigación científica —añade el mismo Hempel— saldrá beneficiado si se está completamente familiarizado con los conocimientos de ese campo”.*

Aunque pueda variar el grado de acuerdo que cada cual esté dispuesto a conceder a la opinión hempeliana, hay que reconocer que su reivindicación de la inventiva científica, su afirmación del papel de la imaginación respecto del descubrimiento de hipótesis y teorías —respecto del descubrimiento de las claves fundamentales del razonamiento científico— resultan desde luego bastante instructivas. La actividad científica dista de confundirse con la rutina y el adocenamiento. La base del sistema lógico constituido por la ciencia física *“sólo puede ser alcanzada —según Einstein— por libre invención”*. Y el geógrafo David Harvey ha reconocido asimismo la importancia que debe concederse a la imaginación en la investigación científica: *“nos conviene recordar —escribe— que la investigación científica es, sobre todo, un esfuerzo imaginativo de creación”*. *“El ideal —añade— es claramente el esfuerzo de imaginación creador respaldado por el control del método científico sobre la sensatez y coherencia de nuestros juicios acerca de la realidad”*. Las trayectorias que permiten llegar al establecimiento de las hipótesis y teorías científicas no tienen por qué parecerse necesariamente el descubrimiento de la hipótesis sobre la estructura molecular del benceno por parte de Kekulé ofrece un elocuente ejemplo— a los procesos de inferencia sistemática. Y a pesar de que, por una parte, *“en su intento de encontrar una solución a su problema, el científico debe dar rienda suelta —afirma Hempel— a su imaginación”*, por otra, como se apresura a advertir el mismo autor, *“la objetividad científica queda salvaguardada por el principio de que, en la ciencia, si bien las hipótesis y teorías pueden ser libremente inventadas y propuestas, sólo pueden ser aceptadas e incorporadas al corpus del conocimiento científico si resisten la revisión crítica, que comprende, en particular, la comprobación, mediante cuidadosa observación y experimentación, de las apropiadas implicaciones contrastadoras”*.

¿Cuál es en suma el papel del razonamiento deductivo en todo ese proceso?. No desde luego el de proporcionar reglas mecánicas de descubri-

miento. Porque *“dado un conjunto de enunciados tomados como premisas, las reglas de deducción no marcan —advierte Hempel— una dirección fija a nuestros procedimientos de inferencia. No nos señalan un enunciado como “la” conclusión que ha de derivarse de nuestras premisas, ni nos indican cómo obtener conclusiones interesantes o importantes desde el punto de vista sistemático; no proporcionan un procedimiento mecánico para, por ejemplo, derivar teoremas matemáticos significativos a partir de usos postulados dados”*. De manera que el método deductivo es fundamental, como vimos, para garantizar la corrección lógica del razonamiento científico, pero ello no quiere decir desde luego que ese método permita obtener mecánicamente las hipótesis y las teorías que constituyen el núcleo medular de la investigación. Lo que permite el método deductivo es articular con la máxima consistencia lógica posible la argumentación científica, obtener conclusiones y predicciones lógicamente consecuentes con las hipótesis teóricas manejadas, comprobar la validez de las pruebas a las que se somete la teoría, pero la formulación de esas hipótesis y teorías a las que el método deductivo atañe, así como el interés mismo de las conclusiones obtenidas mediante el razonamiento científico, sobrepasan el estricto alcance de la deducción. Por ejemplo, el modelo gravitacional de interacción propuesto en 1929 por William Reilly se presenta en términos deductivos, pero no son esos términos los que permiten saber por qué se le ocurrió a Reilly utilizar como hipótesis de su razonamiento la teoría newtoniana de la gravitación. La deducción es sin duda un poderoso instrumento científico, pero la ciencia suele requerir algo más que el manejo —por hábil que sea— de poderosos instrumentos. Y ese algo más —que alude precisamente al entramado teórico de la actividad investigadora— no debe ser en ningún caso perdido de vista. Refiriéndose al terreno de la historia económica, D. C. North advirtió que lo que resulta difícil es *“el desarrollo de la hipótesis teórica necesaria para definir la dirección de la investigación cuantitativa”*. Y ya en el ámbito geográfico, Ian Burton afirmaba en su trabajo sobre *“The Quantitative Revolution and Theoretical Geography”* algo que quizá no debieran perder de vista los interesados en lo cuantitativo: *“Los geógrafos están haciendo ahora —escribe Burton en 1963— un esfuerzo consciente para desarrollar más la*



teoría. (...) Sin embargo, tal desarrollo no parece muy probable. Porque mientras que el uso de métodos cuantitativos es una técnica que puede ser estudiada por la mayoría, pocos parecen tener la capacidad de discernimiento intelectual que conduce a nuevas teorías”.

\* \* \*

Existe asimismo entre los partidarios de la perspectiva analítica un amplio acuerdo sobre la función explicativa del conocimiento científico. De acuerdo con lo que siempre había sostenido la tradición galileana —frente a otras concepciones teleológicas y hermenéuticas, vinculadas a la tradición aristotélica, que proponen la comprensión como objetivo al menos de ciertos sectores del conocimiento científico—, la óptica analítica considera que la ciencia debe dirigirse siempre a la explicación de los fenómenos estudiados. Y ello sin que quepa hacer demasiadas distinciones —por ejemplo, entre ciencias naturales y ciencias humanas y sociales— entre unos campos y otros del conocimiento científico. Porque el entendimiento unitario de la ciencia deja sentir también su presencia, como era de esperar, en este asunto. En una obra que en gran medida compendia y sistematiza la concepción científica analítica que estamos considerando —*The Structure of Science*, publicada en 1961—, Ernest Nagel afirma que “el objetivo distintivo de la empresa científica es suministrar explicaciones sistemáticas y adecuadamente sustentadas”, advirtiendo asimismo que “la idea de que las explicaciones científicas deben tener siempre la forma de una deducción lógica ha gozado de amplia aceptación. Aunque pueda discutirse —añade— la universalidad del modelo deductivo, aun cuando dicho modelo sea propuesto como ideal, es indiscutible que muchas explicaciones de las ciencias —también los sistemas explicativos más vastos e impresionantes—, tienen esta forma”.

Fue Carl Gustav Hempel quien se ocupó de proponer una teoría de la explicación científica que sin duda proporciona un consumado —y desde luego fecundo— ejemplo de las pretensiones analíticas en ese sentido. En su clásico e importante artículo sobre “The Function of General Laws in History”, publicado por vez primera en 1942, plantea Hempel su entendimiento de la explicación científica. Y ese planteamiento se recoge nuevamente y se amplía en diversos capítulos de su obra titulada *Aspects of Scientific Ex-*

*planation and other Essays in the Philosophy of Science*, publicada en 1965. Hempel propone que la explicación científica se lleve a cabo mediante la subsunción del fenómeno que se quiere explicar bajo leyes más amplias. Se trata así de una teoría de la explicación por subsunción, que ha recibido también en ocasiones la denominación de teoría o modelo de cobertura legal. Ese modelo de explicación puede por lo demás desdoblarse en dos modalidades o submodelos distintos —lógicamente diferenciados—: la explicación nomológico—deductiva, cuando esa subsunción se realiza en términos deductivos y bajo leyes de forma universal, y la explicación probabilística, en la que la subsunción es de carácter inductivo y bajo leyes de forma estadística. Veamos de forma sumaria en qué consisten ambas modalidades de explicación científica.

El modelo —o submodelo— nomológico—deductivo supone que la explicación de un fenómeno se resuelve en la medida en que pueda presentarse como una consecuencia deducible del cumplimiento de ciertas leyes generales —universales— y de determinadas condiciones iniciales. Veamos un ejemplo utilizado por el propio Hempel. La disminución de la longitud de la columna de mercurio del barómetro de Torricelli a medida que aumenta la altitud se explica porque esa disminución puede deducirse de la existencia de ciertas leyes naturales (la presión ejercida por la columna de mercurio de la parte cerrada del barómetro es igual a la que ejerce la columna de aire de su parte abierta: las presiones ejercidas por las columnas de mercurio y de aire son proporcionales a sus respectivos pesos, de modo que las columnas son tanto más cortas cuanto menores son esos pesos) y de la actuación de determinadas condiciones concretas (la columna de aire de la parte abierta del barómetro se acorta al irse incrementando la altitud). Si esas leyes se cumplen, y si además se produce la condición del acortamiento de la columna de aire actuante sobre el barómetro —como ocurre, por ejemplo, cuando se sube el barómetro a la cima de una montaña—, entonces se deduce que la columna de mercurio de su parte cerrada tiene que disminuir necesariamente de longitud. Si las leyes y las condiciones básicas iniciales o antecedentes se cumplen, entonces es necesario que se produzca el fenómeno considerado. Ese fenómeno se explica así al quedar subsumido deductivamente

bajo leyes generales. La explicación depende por tanto del hecho de que esas leyes abarcan o cubren —de ahí que se las denomine leyes abarcadoras o leyes de cobertura, y que pueda hablarse de teoría o modelo de explicación de cobertura legal— el fenómeno particular tenido en cuenta: éste no es en suma sino un caso comprendido en un comportamiento regular de carácter universal, y por ello puede ser deductivamente inferido —deductivamente explicado— a partir del cumplimiento en determinadas condiciones de esa regularidad general.

Las premisas iniciales de la explicación —las leyes universales y las condiciones iniciales concretamente actuantes— se denominan, de acuerdo con la terminología propuesta por Hempel, *explanans*. El fenómeno que se pretende explicar constituye, según esa misma terminología, el *explanandum*. Puede así decirse que el modelo de explicación de cobertura legal propuesto por Hempel consiste, en su variante nomológico—deductiva, en deducir lógicamente el *explanandum* de los *explanans*. David Harvey se ha ocupado expresamente en algunos de sus trabajos —tanto en *Behavioural Postulates and the Construction of Theory in Human Geography*, publicado en 1967, como en su posterior *Explanation in Geography*— del modelo hempeliano de explicación nomológico—deductiva. Se refiere Harvey, entre otras cosas, a las características definitorias del modelo y a sus polémicas posibilidades de aplicación —posibilidades resueltamente afirmadas por el propio Hempel— en el campo de los conocimientos históricos y sociales. Y advierte asimismo ciertas consecuencias del planteamiento explicativo hempeliano, como es el hecho —que también reaparece en este caso, y que ya hemos tenido ocasión de comentar anteriormente— de que “la deducción no indica nada acerca de la veracidad o rigor de las premisas iniciales”. Pero, en todo caso, la utilidad del modelo no es desde luego pequeña: y Harvey lleva a cabo, en los trabajos que acabamos de citar, sendas presentaciones de ese modelo hempeliano de explicación nomológico—deductiva, que han sido conjuntamente recogidas en la reciente obra de John L. Paterson dedicada a *David Harvey's Geography*. Por último, denominando, como lo hace Hempel,  $L_i$  a las leyes implicadas,  $C_i$  a las condiciones iniciales o antecedentes, y  $E$  al fenómeno que se explica, la caracterización esquemática del mo-

delo es la que se indica en la Figura 1.

La variante probabilística —que Hempel ha denominado también inductiva, estadística y estadístico— inductiva— del modelo de explicación de cobertura legal fue inicialmente diferenciada por su autor en 1959. Se trata, como advierte el propio Hempel, de considerar ahora un tipo de explicación asimismo referido a ciertas regularidades o leyes, pero “de un modo que no se adecúa al esquema deductivo”. Las leyes que en este caso deben ser tenidas en cuenta no pueden considerarse universales —de generalizado y necesario cumplimiento—, sino estadísticas: la ley no indica por tanto la seguridad de que algo se produzca en determinadas condiciones, sino la probabilidad de que ocurra. La información acerca de que cierto niño “estuvo expuesto a las paperas y de una ley estadística sobre la transmisión de la enfermedad no implica —como recuerda Hempel—, desde un punto de vista lógico, la conclusión de que el niño se contagie de paperas. Por ello no se pretende —añade el mismo autor— que la conclusión sea necesaria, pero podríamos decir que es más o menos probable, dependiendo de la probabilidad especificada por las leyes estadísticas. O sea, que un razonamiento de este tipo explica un fenómeno, demostrando que su ocurrencia es altamente probable dados determinados hechos y leyes estadísticas especificadas en el *explanans*. Una explicación de este tipo —concluye Hempel— se llamará explicación por subsunción bajo leyes estadísticas o bien, en forma más breve, explicación inductiva”. Las características de esa explicación de carácter inductivo o probabilístico se indican esquemáticamente en la Figura 2.

Las dos variantes del modelo de cobertura legal propuestas por Hempel remiten a una concepción causalista de la explicación científica acorde con la tradición galileana. Pero el carácter lógico de los razonamientos que ponen respectivamente en juego es, como ya hemos apuntado, sensiblemente diferente. Ello permite distinguir claramente las explicaciones nomológico—deductivas de las probabilísticas “*diciendo —como lo hace Hempel— que las primeras llevan a cabo una subsunción deductiva bajo leyes de forma universal, mientras que las últimas llevan a cabo una subsunción inductiva bajo leyes de forma probabilística*”. El rigor de una y otra modalidad

FIGURA 1

El modelo de explicación nomológico-deductiva de Hempel

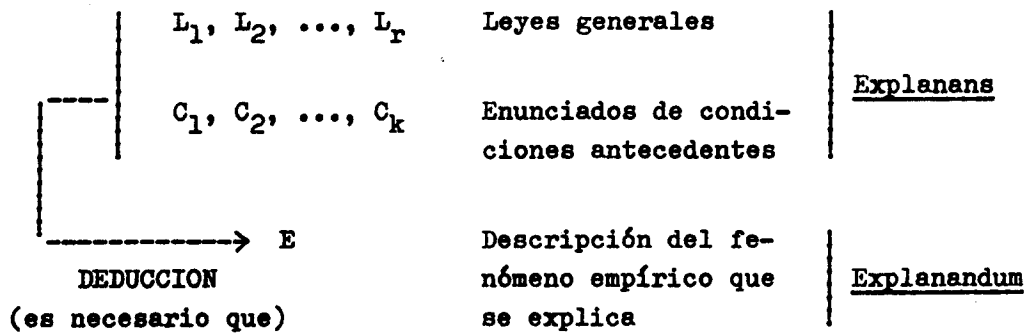
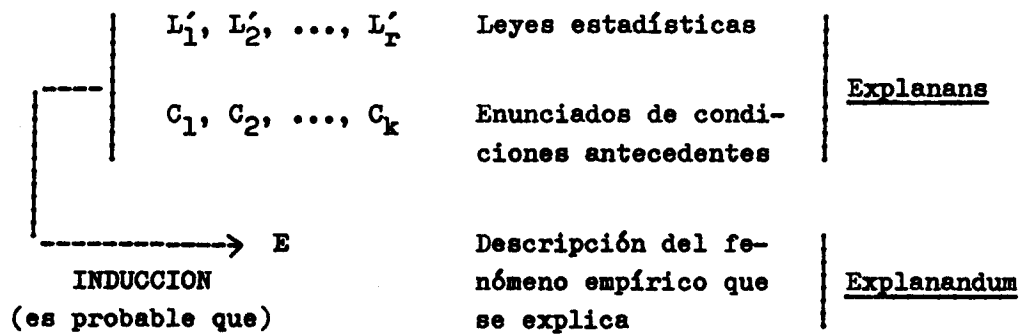


FIGURA 2

El modelo de explicación probabilística de Hempel



de explicación no es desde luego el mismo. Incluso es posible dudar —y así lo ha hecho, por ejemplo, Georg Henrik von Wright— de la capacidad estrictamente explicativa de la variante inductiva. Y la duda se apoya, claro está, en la caracterización misma del proceso inductivo que funciona en ese caso: ahora, en efecto, el explanans no excluye desde el punto de vista lógico la posibilidad de que el fenómeno explanandum no se produzca. Según Hempel, sin embargo, *“el papel importante y cada vez más amplio que las leyes y las teorías probabilísticas juegan en la ciencia y en sus aplicaciones hace que sea preferible considerar las explicaciones basadas en esos principios como si fueran también explicaciones, aunque de un tipo menos riguroso que las de la forma nomológico—deductiva”*.

En todo caso, el tratamiento de la explicación suscrito por Hempel resulta bastante ilustrativo de las pretensiones generalmente enunciadas en este orden de cosas por la perspectiva científica analítica. Apoyándose en el modelo hempeliano —lo que es relativamente frecuente— o sin acudir directamente a él, la búsqueda de explicaciones que remiten a la existencia de leyes que en determinadas circunstancias comprenden los fenómenos necesitados de explicación es una constante de la concepción analítica de la ciencia. Además, el modelo de Hempel afecta también a la predicción científica: explicación y predicción son —y Harvey se ha referido a ello— operaciones simétricas en este tipo de planteamiento. Una y otra —explicación y predicción— son fundamentales en el entendimiento analítico del conocimiento científico, y lo son igualmente en el entendimiento analítico del conocimiento geográfico que late en la perspectiva que se ha solido denominar cuantitativa. Y las propuestas hempelianas —que no han pasado desde luego desapercibidas en los ambientes geográficos tienen, entre otros, el indudable mérito de plantear con ejemplar elocuencia las claves analíticas de un aspecto tan decisivo como es el de la explicación —y la predicción— científica.

\* \* \*

Todo lo que hemos expuesto hasta ahora puede ayudar a entender algunos de los rasgos fundamentales de la concepción científica que interesa preferentemente a los enfoques geográficos cuantitativos. La exposición no ha sido, claro está, exhaustiva, pero pretende al menos lla-

mar la atención sobre ciertos aspectos interesantes del complejo entramado epistemológico y metodológico que subyace en esa perspectiva cuantitativa. La presencia más o menos explícita y las huellas más o menos nítidas de esos aspectos no son excesivamente difíciles de descubrir para cualquier lector de las realizaciones geográficas cuantitativas. No es ahora el momento —otra es, como dijimos, la intención de estos comentarios— de adentrarnos en la constatación pormenorizada de esa presencia y de esas huellas. Algo hemos dicho sobre ello en otras ocasiones. Pero simplemente a modo de ejemplo, nos referiremos aquí a algunos párrafos de un eminente geógrafo que no sintoniza mal —y lo hizo tempranamente— con las pretensiones científicas analíticas.

En la introducción de su importante y fundamental trabajo titulado *Die zentralen Orte in Süddeutschland*, publicado en 1933, expone Walter Cristaller algunas consideraciones bastante interesantes respecto de lo que debe ser en su opinión la investigación geográfica. Preocupado por definir formalmente una geografía de los asentamientos, advierte Christaller en primer lugar la necesidad de recurrir a ciertas leyes que determinen —que expliquen— las características de tamaño y de número y la distribución espacial de los núcleos de población. *“Para la existencia de la ciudad —escribe Christaller—, los factores económicos son (...) decisivos —y es evidente que también lo son para los asentamientos rurales, donde el hábitat es al mismo tiempo lugar de producción. Por esta razón, la geografía de los asentamientos forma parte de la geografía económica. Hay que recurrir a la teoría económica para explicar la naturaleza de las ciudades, y si existen leyes en la teoría económica, también tiene que haber leyes en la geografía de los asentamientos. Pero se trata de leyes económicas de un tipo particular que podrían ser consideradas leyes geográfico—económicas”*. Esas leyes son, según Christaller, *“de un tipo distinto que las leyes naturales, pero no por ello menos válidas”*. Puede en suma afirmarse *“el hecho —resume el mismo autor— de que existen leyes económicas que determinan la vida económica, y, en consecuencia, que también tiene que haber leyes específicamente económico—geográficas que determinen el tamaño, el número y la distribución de las ciudades. Por lo tanto —concluye Chris-*

taller—, *no nos parece inútil buscar tales leyes*”.

Adentrándose ya en la exposición de las claves metodológicas de su trabajo, señala ante todo Christaller que éste *“se aparta del procedimiento habitual en la investigación geográfica”*. Porque *“no comenzaremos —añade— con una descripción de la realidad, sino con una teoría general, puramente deductiva. Creemos que es necesario partir de tan lejos —precisa Christaller— ya que no existe absolutamente ninguna teoría coherente acerca de los fundamentos económicos de la naturaleza de las ciudades, teoría que es, sin embargo, indispensable para hallar determinadas leyes”*. La predilección christalleriana por el razonamiento teórico y deductivo se justifica en los elocuentes términos que siguen: *“La razón por la que antepone la parte teórica es de orden práctico: es necesario desarrollar los conceptos imprescindibles para la posterior descripción y análisis de la realidad, y proporcionar una introducción al razonamiento teórico”*. Algunos años después, opinaría Hempel que *“para que un modo determinado de analizar y clasificar los hechos pueda conducir a una explicación de los fenómenos en cuestión debe estar basado en hipótesis acerca de cómo están conectados esos fenómenos; sin esas hipótesis —concluye Hempel—, el análisis y la clasificación son ciegos”*.

Tras manifestar por otra parte su abierto rechazo de la vía inductiva para el hallazgo de la teoría —y mostrando también por lo demás su confiada convicción deductiva en ese orden de cosas—, indica Christaller que *“la teoría tiene una validez independiente de la realidad concreta, una validez basada en su lógica y coherencia internas”*. Y a esa llamada de atención sobre la dimensión estrictamente lógica de la teoría se añade, como era de esperar, el reconocimiento de la necesidad de su contrastación empírica. *“Confrontando después la teoría con la realidad —indica Christaller—, podemos saber, en primer lugar, hasta qué punto la realidad corresponde a la teoría y se explica mediante ésta; y, en segundo lugar, qué aspectos de la realidad no coinciden con la teoría y no pueden, por tanto, ser explicados por ella”*. Se trata en suma de proceder a lo que Christaller denomina, citando la terminología empleada por Alfred Weber, *“verificación de la teoría”*. El método adoptado por

Christaller coincide así con las pautas de actuación del razonamiento hipotético—deductivo: *“nuestro trabajo —precisa Christaller— se articula en cuatro partes: la primera parte la constituye el intento de elaborar una teoría; en la segunda se expone el método para comprender mejor la realidad; la tercera consiste en la descripción descriptiva y explicativa de la realidad; en la última parte se procede a la verificación de la teoría y se presentan los resultados generales obtenidos para la geografía de los asentamientos”*. Es, como se ve, un planteamiento capaz de reconfortar a cualquier atento seguidor de los aires científicos analíticos.

El entendimiento analítico del conocimiento científico es en general bastante exigente. Y algo tiene que ver es exigencia con la pretensión de conseguir una científicidad *“regida y basada —empleando palabras de Robert Musil— en la dura y valiente lógica de la matemática, aguda y desbocada como la hoja de un cuchillo”*. Y no menos exigente se muestra, al menos en sus mejores aportaciones, la perspectiva geográfica cuantitativa, directamente relacionada con ese entendimiento. Sería ingenuo sin embargo suponer —y, además de ingenuo, expresión de una cierta ignorancia sobre el desarrollo de los acontecimientos, incluso en los ambientes más dados a la complicidad analítica— que la concepción científica que estamos comentando muestra puntos débiles y hasta flancos difícilmente defendibles. Harold I. Brown, por ejemplo, ha hecho un claro balance, en un interesante trabajo sobre la situación de la filosofía de la ciencia, de los logros y de las dificultades del edificio analítico. Y no conviene olvidar que en el campo del conocimiento geográfico el enfoque analítico se generaliza sobre todo en momentos —los últimos años cincuenta y la década de los sesenta— en que ese enfoque manifiesta ya evidentes síntomas de crisis. De ahí que no sea raro encontrar desde el principio en la literatura geográfica cuantitativa más destacados aspectos que matizan o corrigen —la recepción de las propuestas kuhnianas resulta indicativa en este sentido— ciertas tendencias extremosas o inconvenientes del punto de vista analítico.

Dentro y fuera del ámbito geográfico, la perspectiva analítica puede desde luego ser razonablemente discutida. Y, en uno y otro caso, el

punto de vista analítico se ha visto sometido a variadas —y en ocasiones aceradas— consideraciones críticas. Ya en 1937 formuló por ejemplo Max Horkheimer una severa censura del positivismo lógico que esboza algunas de las líneas maestras de la argumentación antianalítica: la vía neopositivista —y la vía analítica— conduce a la absolutización de los hechos y a la reificación del orden existente, del mismo modo que su anhelo formalista y científicista puede llevar a posiciones tan perniciosamente metafísicas como aquellas a las que esa vía se opuso desde el principio. Alguien llegaría a afirmar más adelante —Fernando Savater en un artículo titulado nada menos que “Una alternativa para la alternativa como única alternativa”— que “los analíticos tienen el vértigo de lo nimio: todo lo que tocan lo hacen irrelevante”. Y algo parecido debió sentir David Harvey poco después de haber concluido su *Explanation in Geography*: “*existe una clara desproporción —escribía Harvey en 1972— entre el complejo marco teórico y metodológico que estamos utilizando y nuestra capacidad para decir algo realmente significativo sobre los acontecimientos tal y como se están desarrollando alrededor nuestro. (...) Existen problemas ecológicos, urbanos y de comercio internacional, y todavía somos incapaces de concretar y profundizar acerca de ninguno de ellos. Cuando decimos algo, resulta trivial y bastante ridículo. En pocas palabras —resume Harvey—, nuestro paradigma no funciona demasiado bien*”.

La polémica se ha planteado así de manera bastante frontal y —a pesar de todo lo argumentado hasta ahora en uno y otro sentido— dista de haber quedado satisfactoriamente resuelta en nuestros días. El punto de vista galileano sigue hoy sin ser inmune a las controversias desatadas —y en buena parte procedentes de los interesados en los conocimientos humanos y sociales— por otros puntos de vista de diferente signo. Pero, en cualquier caso, no parece que todo ello desaconseje tomarse la molestia de considerar las claves que efectivamente articulan el entendimiento analítico del conocimiento científico y, más concretamente, del conocimiento geográfico. Esa consideración quizá ayude a los críticos de la perspectiva geográfica cuantitativa a afinar su discurso y a desentenderse de los consabidos tópicos del uso. Y a los partidarios y practicantes de esa perspectiva, la consideración de sus

rasgos filosóficos y metodológicos definitorios les pueden sin duda proporcionar —además del debido conocimiento del alcance, de las consecuencias y hasta de las limitaciones del planteamiento y del lenguaje que les interesa— el mejor instrumento contra la ceguera instrumentalista y el mimetismo irreflexivo.

No está de más recordar aquí, para terminar, las palabras —no exentas de cierta ironía— que Harvey escribió, recordando su propia experiencia, en las primeras páginas de *Explanation in Geography*: “*hacia el comienzo de los años sesenta —escribe Harvey— se puso de moda entre los autores de vanguardia calcular coeficientes de correlación, realizar test “t” y similares. Para no quedarme atrás, seguí la moda naturalmente, pero me encontré, para mi consternación, con que lo único que conseguí fue llenar un cajón de artículos no publicados e impublicables. Aquí tengo que reconocer mi deuda a varios editores clarividentes (o quizá estaban prejuiciados) que al negarse a publicar tales artículos indudablemente salvaron mi reputación académica del aniquilamiento prematuro. También me encontré, hundiéndome cada vez más en la consternación, con que a menudo no podía interpretar los resultados de mis propios análisis. Inicialmente lo achacué a mi falta de conocimientos de estadística y de matemáticas (una situación lamentable que provenía de una formación muy literaria en el colegio y en la Universidad). Esta falta de formación adecuada sin duda, fue la fuente de muchos de los errores técnicos de mi trabajo (de éstos, el ejemplo publicado más célebre es una curva de regresión que estimé al revés —no me di cuenta de que la regresión de X sobre Y era diferente de la regresión de Y sobre X). Pero cuanto más repasaba las técnicas (un proceso que nunca parece acabar), más me convencía de que había algo más. Por lo tanto, decidí dedicar algún tiempo a investigar de forma sistemática la revolución cuantitativa y sus implicaciones*”. Esa actitud intelectual fue en suma la que permitió a Harvey escribir su *Explanation in Geography*, y es más que probable que haya sido esa misma actitud la que le ha permitido después criticar como lo ha hecho la perspectiva geográfica cuantitativa e indagar las posibilidades contenidas en otras perspectivas.

## BIBLIOGRAFIA

BROWN, H.I. (1977): *La nueva filosofía de la ciencia*. Traducción de G. Solana Díez y H. Marraud González, Madrid, Tecnos, 1983.

BUNGE, W. (1962): *Theoretical Geography*, Lund, The Royal University of Lund (Lund Studies in Geography. Ser. C. General and Mathematical Geography, 1), C.W.K. Gleerup.

BURTON, I. (1963): "La revolución cuantitativa y la geografía teórica". Traducción de P. Rubiato Bartolomé, en J. GOMEZ MENDOZA, J. MUÑOZ JIMENEZ, N. ORTEGA CANTERO, *El pensamiento geográfico. Estudio interpretativo y antología de textos (De Humboldt a las tendencias radicales)*, Madrid, Alianza, 1982, págs. 412-420.

CARNAP, R. (1939): *Fundamentos de lógica y matemáticas*. Traducción de M. de Mora Charles. Revisión y notas de J. Mascareño, Madrid, Taller de Ediciones Josefina Betancor, 1975.

CHRISTALLER, W. (1933): *Die zentralen Orte in Suddeutschland. Eine ökonomischgeographische Untersuchung über die Gesetzmässigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit städtischen Funktionen*, Jena, Gustav Fischer. (Hay traducción castellana de la Introducción de esta obra: "Los lugares centrales del sur de Alemania: Introducción". Traducción de M. Kielmannsegge, en J. GOMEZ MENDOZA, J. MUÑOZ JIMENEZ, N. ORTEGA CANTERO, *El pensamiento geográfico....., op. cit.*, págs. 395-401)

DAVIES, W.K.D., Ed. (1972): *The Conceptual Revolution in Geography*, Londres, University of London.

EINSTEIN, A. (1936): "Física y realidad", en A. EINSTEIN, *Mis ideas y opiniones*. Traducción de J.M. Alvarez Flórez y A. Goldar, Barcelona, Antoni Bosch, 3ª impr., 1981, págs. 261-291.

FEIGL, H., TOULMIN, S.E. (1969): *El legado del positivismo lógico*. Traducción de A.V. Cabo Martí y J. García Raffi, Valencia, Facultad de Filosofía de la Universidad de Valencia, Instituto de Lógica y Metodología (Cuadernos Teore-

ma, 29), 1981.

GARRIDO, M. (1982): "Darwin y el método científico", *Libros*, 8, págs. 17-19.

GARRIDO, M. (1983): "Teorías, paradigmas y modelos", *Libros*, 16, págs. 3-7.

HAGGETT, P. (1965): *Análisis locacional en la geografía humana*. Traducción de J.M. Obiols, Barcelona, Gustavo Gili, 1976.

HAGGETT, P., CLIFF, A.D., FREY, A. (1977): *Locational Analysis in Human Geography*. Volume I: *Locational Models*. Volume II: *Locational Methods*, Londres, Edward Arnold, 2 vols.

HARVEY, D. (1967): *Behavioural Postulates and the Construction of Theory in Human Geography*, Bristol, University of Bristol (Department of Geography. Seminar Paper. Ser. A, 6).

HARVEY, D. (1969): *Teorías, leyes y modelos en geografía*. Traducción de G. Luna Rodrigo, Madrid, Alianza, 1983.

HEMPEL, C.G. (1965): *La explicación científica. Estudios sobre la filosofía de la ciencia*. Traducción de M. Frassinetti de Gallo, N. Míguez, I. Ruiz Aused y C.S. Seibert de Yujnovsky, Buenos Aires, Paidós, 1979.

HEMPEL, C.G. (1966): *Filosofía de la Ciencia Natural*. Traducción de A. Deaño, Madrid, Alianza, 6ª ed., 1980.

JANIK, A., TOULMIN, S. (1973): *La Viena de Wittgenstein*. Traducción de I. Gómez de Liaño, Madrid, Taurus, 1974.

JAY, M. (1973): *La imaginación dialéctica. Historia de la Escuela de Frankfurt y el Instituto de Investigación Social (1923-1950)*. Traducción de J.C. Curutchet, Madrid, Taurus, 1974.

JOHNSTON, R.J., Ed. (1981): *The Dictionary of Human Geography*, Oxford, Basil Blackwell.

MOULINES, C.U. (1982): *Exploraciones meta-científicas. Estructura, desarrollo y contenido de la ciencia*. Prólogo de J. Mosterín, Madrid,

Alianza.

MUGUERZA, J. (1977): "La crisis de la filosofía analítica de la ciencia", *Cuadernos Económicos de I.C.E.*, 3-4, págs. 7-45.

MUGUERZA, J. (1977): *La razón sin esperanza (Siete trabajos y un problema de ética)*, Madrid, Taurus.

NAGEL, E. (1961): *La estructura de la ciencia. Problemas de la lógica de la investigación científica*. Traducción de N. Míguez, Barcelona y Buenos Aires, Paidós, 1981.

ORTEGA CANTERO, N. (1981): "Geografía y lenguaje matemático", *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 1, págs. 59-69.

PATERSON, J.L. (1984): *David Harvey's Geography*, Londres y Camberra, Croom Helm.

POPPER, K.R. (1959): *La lógica de la investigación científica*. Traducción de V. Sánchez de Zavala, Madrid, Tecnos, 1962.

POPPER, K.R. (1963): *Conjeturas y refutaciones. El desarrollo del conocimiento científico*. Traducción de N. Míguez, Barcelona y Buenos Aires, Paidós, 2ª ed. revisada, 1983.

REICHENBACH, H. (1951): *La filosofía científica*. Traducción de H. Flores Sánchez, México, Fondo de Cultura Económica, 2ª ed., 1967.

SCHAEFER, F.K. (1953): *Excepcionalismo en geografía*. Traducción y estudio introductorio de H. Capel Sáez, Barcelona, Universidad de Barcelona, 1971.

WRIGHT, G.H. von (1971): *Explicación y comprensión*. Traducción de L. Vega Reñon, Madrid, Alianza, 1980.



## ONTOLOGIA DE SISTEMAS Y ANALISIS TERRITORIAL

Los sistemas territoriales ( $St$ ) constituyen el objeto de análisis de la geografía y de la ordenación del territorio. La primera, en cuanto ciencia, se interesa por el conocimiento en sí de la estructura y del comportamiento de tales sistemas, mientras que la segunda, en cuanto tecnología (véase una definición de este concepto en BUNGE, 1980, p. 206), está interesada en su control. La actual teoría de la planificación asume, en efecto, que ha de habérselas con objetos materiales (incluidos seres humanos), dotados de propiedades que comparten algunos de ellos y que les diferencian de otros, y agrupados en sistemas que interactúan con modalidades e intensidades diversas provocando cambios constantes en sus respectivas estructuras. Los sistemas integrados por los objetos de planificación corresponden a tres niveles de organización diferentes: ecológico, social y técnico (físico).

En estas condiciones, el problema central de la planificación territorial puede plantearse del siguiente modo:

*“Dado un conjunto de objetivos humanos (que llevan implícito un sistema de valores) que de forma típica se resuelven en un sistema de ‘patterns’ de comportamiento (flujos y sistemas de actividad), el problema es de cómo equiparlos, teniendo en cuenta su cambio en el transcurso del tiempo, con un conjunto de canales y espacios adaptados, de modo que se satisfaga un determinado grado de ajuste” (CHADWICH, 1971 p. 350).*

En otros términos, si tenemos un sistema social autorregulado, que fija sus propios objeti-

vos y decide su comportamiento, y sendos sistemas ecológico y técnico susceptibles de control por el primero, todo lo que necesitamos para conseguir el ajuste deseable es conocer las leyes que rigen el comportamiento de los elementos del sociosistema y los mecanismos de control de que éste dispone.

### 1. EL CONCEPTO DE SISTEMA TERRITORIAL

Así pues, podemos considerar al sistema territorial como un supersistema que integra un sociosistema, que es autorregulado, y a un ecosistema y un tecnosistema ambos bajo control del primero. Pero éste no es un sociosistema cualquiera sino exactamente una *sociedad humana*, que se define (BUNGE, 1979, p. 189-90; y 1981, p. 194-5) como un sistema representando por la terna  $\sigma = \langle S, E, R \cup T \rangle$  cuando

- (i) La composición  $S$  de  $\sigma$  es un conjunto de seres humanos;
- (ii) el medioambiente.  $E$  de  $\sigma$  contiene alguna de las cosas necesarias para la supervivencia de alguno de los componentes de  $\sigma$ ;
- (iii)  $R$  es el conjunto de las relaciones sociales entre miembros de  $\sigma$ , e incluye:
  - (a) las relaciones de parentesco entre los miembros de  $\sigma$  y las derivadas de ellas,
  - (b) los flujos de información que acompañan a las relaciones sociales,
  - (c) las relaciones de distribución (bienes y servicios) y las de participación (en actividades sociales), y
  - (d) un subconjunto no vacío  $M \subset R$  tal que todo elemento de  $M$  es una relación sobre  $S^m$ , donde  $m \geq 2$ , que representa la acción de algunos miembros de  $S$  sobre otros;

(iv)  $T$  es el conjunto de las relaciones de transformación de  $\sigma$  e incluye un subconjunto no vacío  $W \subset T$  tal que todo elemento de  $W$  es una relación de un subconjunto de  $S^p \times E^q$  (donde  $p, q \geq 2$ ) a un subconjunto  $A$  de  $E$ , que representa la transformación, por algunos miembros de  $S$ , de ciertas cosas en  $E$  (p. e., ramas de árboles) en ciertas cosas en  $A$  (p. e., palancas);

(v) las relaciones sociales  $R$  y las de transformación  $T$  generan relaciones de equivalencia que inducen particiones de los miembros de  $\sigma$  en grupos sociales (diferenciación social); y

(vi)  $\sigma$  es autosuficiente en tanto subsiste, es decir, es capaz de satisfacer sus necesidades por el trabajo.

En cuanto al *ecosistema* podemos considerarlo como un conjunto de seres vivos y sus interacciones recíprocas y con el medio físico. Por razones obvias, tanto la geografía como la ordenación del territorio están interesadas en los ecosistemas que integran al hombre entre sus componentes. Así, desde el punto de vista de la segunda.

*“la relación del hombre con su asentamiento se puede considerar en términos de sistemas: el hombre adaptándose a las fuerzas naturales y por otra parte haciendo uso de ellas. Esta relación es un ecosistema, una comunidad y su habitat, un grupo de organismos y el suelo, agua, clima y demás características físicas de su medio ambiente”* (CHADWICK, 1971, p. 50).

Es evidente que esta acepción autoriza a considerar al ecosistema integrado en la noción más general de “sistema social humano”, conforme a la definición precedente, puesto que el medio natural es una parte del medioambiente total  $E$  de  $\sigma$  y las relaciones que el conjunto de seres humanos mantiene con sus componentes están contenidas en  $T$  y, cuando menos, condicionan las relaciones sociales  $R$  y aquéllas son controladas por éstas.

Por lo que respecta al *tecnosistema*, éste está igualmente contenido en el sistema social  $\sigma$ , puesto que en la definición del mismo el medio  $E$  de  $\sigma$  contiene los artefactos que los componentes de éste utilizan para proveer a su subsistencia, mientras que en  $T$  están contenidas las re-

laciones de transformación necesarias para fabricar esos artefactos, así como aquellas otras en que éstos son utilizados. Entre las relaciones transformantes que la sociedad humana mantiene con su medio tienen especial relevancia para el objeto del que aquí tratamos las conducentes a la adaptación del espacio (del medio) para la satisfacción de sus necesidades, precisamente porque la finalidad principal de la planificación territorial es optimizar esa adaptación. Por *espacios adaptados* entendemos los espacios físicos bi/tridimensionales en cuyo ámbito o por cuyo medio ejercen sus actividades específicas (biológicas, económicas, culturales, políticas) los grupos sociales. Es, por tanto, un concepto equivalente al más tradicional de “unidad de uso del suelo”. En cuanto es ámbito de actividad, el “espacio adaptado” nunca es enteramente natural, y su grado de artificiosidad puede variar entre el medio natural ocasionalmente explotado (una selva ecuatorial p. e.) y el puro artefacto (un edificio).

En realidad, ni la geografía humana ni la ordenación del territorio están interesadas en otro tipo de medios que no sea “espacios adaptados” en mayor o menor medida, puesto que la no adaptación implicaría que ningún grupo humano está interesado en tales medios. Siendo el objeto final de ambas disciplinas el conocimiento y el perfeccionamiento de los procesos de adaptación del espacio para la satisfacción de las necesidades humanas, hasta el punto de que el objeto de la geografía podría redefinirse como “el estudio de las sociedades humanas en su sólo condición de adaptadoras de espacio y usuarias del mismo”, su práctica requiere una consideración especial de aquellos procesos y de sus correspondientes productos, los “espacios adaptados”. Esta consideración debe trascender la mera concepción de tales espacios como partes del medio del sistema, asignándoles la condición de “componentes” del mismo.

En consecuencia, la concepción del sistema territorial trasciende a la del sistema social humano tal como ha quedado definida anteriormente. Aunque asume que la sociedad humana constituye el cuerpo básico del sistema territorial, en función de su capacidad de autorregulación y de control, aquella concepción confiere al tecnosistema responsable de la adaptación del es-

pacio un papel relevante en la composición del sistema. Por otra parte, en la medida en que el medio natural se presenta en este contexto como un espacio más o menos adaptado, el ecosistema integrante del sistema territorial puede considerarse subsumido en el correspondiente tecnosistema.

A partir de estas premisas, y siguiendo la terminología de Bunge, podemos establecer la siguiente *definición del sistema territorial*: la terna ordenada

$$St = \langle G \cup A, E, C \cup S \cup T \rangle$$

es un sistema territorial si y sólo si

(i) la composición  $G \cup A$  de St es la unión de un conjunto de grupos sociales y del conjunto de espacios adaptados que aquéllos utilizan para satisfacer sus necesidades.

Los miembros de G son subsistemas de una sociedad humana (familias, empresas, grupos institucionales), pero en cuanto elementos del sistema territorial pueden tener la consideración por las razones que más adelante se verán— de “cajas negras”, lo que implica la no pertinencia del conocimiento de su estructura interna para el estudio de aquél. La definición como componentes del St de los grupos sociales y no de los individuos se justifica porque son los primeros, y no los segundos, los realizadores de la adaptación del espacio.

(ii) El medio o entorno E de St lo constituyen los sistemas territoriales con cuyos componentes interactúan los de St.

Conviene subrayar aquí la diferencia de concepción entre el entorno E de un St y el de un sociosistema, tal como ha quedado definido más atrás. Como ya hemos referido, la primera se basa en la asunción de los espacios adaptados como componentes del St, en función de la cual para la geografía y la ordenación del territorio, en el espacio concreto en que se inscribe un sistema territorial, todos los elementos físicos y humanos presentes en el mismo son sus componentes. En consecuencia, el entorno de cualquier St queda fuera de los límites de aquel espacio, configurando otros sistemas territoriales con los que el primero se relaciona e interactúa a través

de sus respectivos componentes.

(iii) La estructura  $C \cup S \cup T$  de St es la unión del conjunto C de las relaciones de correspondencia entre los componentes G y los componentes A del sistema, del conjunto S de las relaciones sociales y de transformación entre los componentes de St, y del conjunto T de las relaciones sociales y de transformación entre los componentes de St y de su entorno.

La unión de G y A (composición de St) se resuelve en un conjunto de aplicaciones ( $f: G \rightarrow A$ ) de los grupos sociales sobre los espacios adaptados ([ familia, vivienda]; [empresa, fábrica]; [tráfico, vial]). Cada uno de estos conjuntos constituye un tecnosistema perteneciente al nivel más elemental de los tecnosistemas integrantes del St, diferenciándose netamente de éstos por la peculiaridad de su función y de su estructura interna. Atendiendo a ello, aunque las relaciones de correspondencia C constituyen en realidad un subconjunto de S, parece conveniente su diferenciación en la definición de la estructura del St.

Por otro lado, los componentes sociales del sistema mantienen relaciones sociales entre sí y relaciones de producción o transformación con y a través de los espacios adaptados, formando la parte S de la estructura del St. El mismo tipo de relaciones, mantenido entre los miembros de éste y su entorno, forma el conjunto T.

La definición precedente implica que las relaciones entre los grupos sociales y sus espacios adaptados constituyen el *ámbito* de los sistemas territoriales, lo que implica a su vez que éstos son tecnosistemas cualquiera que sea el nivel de resolución al que se consideren. El límite inferior del ámbito del St queda, por consiguiente, por debajo del nivel de resolución mínimo a considerar, que es el del tecnosistema resultante de la aplicación  $F: G \rightarrow A$  siendo G el grupo social más elemental (una familia) y A su espacio adaptado exclusivo (su vivienda); no pertenecen, por tanto, al ámbito de St los individuos en cuanto tales, a no ser que dispongan de espacios exclusivos (personas que viven solas, p.e.). El límite superior de dicho ámbito lo constituyen los espacios no adaptados.

## 2. LOS NIVELES DE RESOLUCION DEL SISTEMA TERRITORIAL

El nivel de resolución más bajo del St (Nivel 1) lo constituyen los tecnosistemas resultantes de las relaciones de correspondencia entre los grupos sociales G y los espacios adaptados A que integran el sistema. En cada subconjunto de grupos sociales (el subconjunto familias, p.e.) existen "relaciones de equivalencia" (p.e., tener el mismo nivel de rentas) que dividen al subconjunto en "clases de equivalencia" (p.e., clases sociales): se establece así una diferenciación social en grupos homogéneos, separados entre sí por una "distancia social" (económica, cultural, política). En correspondencia con este proceso de diferenciación social, los espacios adaptados por las familias para satisfacer sus necesidades en cuanto tales —es decir, las viviendas— presentan también relaciones de equivalencia (p.e., tener la misma superficie) que dividen a este subconjunto de espacios adaptados en clases de equivalencia (p.e., bloques de viviendas de determinadas características); continuando con la correspondencia aludida, aparece también una diferenciación espacial de los espacios adaptados en conjuntos homogéneos, separados entre sí por una "distancia espacial". A su vez, las relaciones de correspondencia entre distancia social y distancia espacial tienden a homogeneizar funcional y morfológicamente el espacio adaptado como habitat, configurando unidades de uso del suelo de cierta dimensión (áreas residenciales diferenciadas, en el ejemplo seguido). Tales entidades constituyen tecnosistemas territoriales de un nivel de resolución inmediatamente superior al enunciado en principio (Nivel 2), de tal manera que sus componentes son los correspondientes tecnosistemas de este nivel inferior.

Si aplicamos el mismo razonamiento a los otros subconjuntos de grupos sociales (empresas, grupos institucionales) y sus correspondientes espacios adaptados (establecimientos, espacios públicos), encontraremos igualmente relaciones de equivalencia (p.e., empresas que se orientan al mismo mercado), diferenciaciones funcionales y morfológicas, y relaciones de correspondencia (p.e., economías de escala-proximidad espacial), las cuales darán lugar a la formación de áreas homogéneas (p.e., zona de industria pesada, zona comercial, zona de servicios, zona de explota-

ción agropecuaria, etc) que constituirán tecnosistemas de segundo nivel.

En razón de su alto grado de homogeneidad interna, y a pesar de su también alto grado de diferenciación recíproca, los tecnosistemas correspondientes a los niveles de resolución 1 y 2 no son autónomos ni —mucho menos— autosuficientes. Antes al contrario, precisan mantener intensas relaciones entre ellos para asegurar su supervivencia. Pero estas relaciones no se establecen de un modo azaroso sino que en razón de la división y especialización del trabajo social, tanto mayor cuanto lo es el grado de desarrollo de una sociedad, tienden a agruparse según el tipo de actividad principal de los individuos pertenecientes a cada grupo social. Ello conduce a una consideración diferente de la estructura del sistema territorial, en la que la actividad (económica, cultural, política) del individuo adquiere relevancia. Pero esta circunstancia no autoriza a contemplar a éste como "componente" del St, puesto que en cuanto usuario de un espacio adaptado sigue siendo parte inseparable del grupo social correspondiente (familia, empresa, institución). En consecuencia, la vinculación de un individuo a un subsistema de actividad implica la vinculación a dicho subsistema del grupo social al que el individuo pertenece. De este modo, los tecnosistemas correspondientes a los niveles de resolución 1 y 2 quedan también vinculados, en calidad de componentes, a los tecnosistemas de este tercer nivel de resolución al que llamaremos de los "subsistemas de actividad" (o nivel 3).

En un sistema territorial pueden diferenciarse tantos subsistemas de este tipo como actividades distintas ejerzan los miembros de la sociedad que lo ocupa. El único requisito para considerar como subsistema a cualquier sector de la actividad perteneciente a una determinada sociedad es que dicho sector constituya en sí mismo un sistema (véase BUNGE, 1980, p. 196). En todo caso, los subsistemas de actividad básicos en una sociedad humana son el económico, el cultural y el político (véase BUNGE, 1979, 1981). Aquí contemplaremos estos tres, pero además, dada la componente tecnológica de los sistemas territoriales, parece oportuno añadir un cuarto subsistema de actividad, al que llamaremos "de adaptación de espacios", cuyo objeto es aislar para su análisis esa función específica de las sociedades humanas de la que depende directa-

mente la propia configuración de los sistemas territoriales. Definimos a continuación cada uno de estos subsistemas de actividad, o tecnosistemas territoriales de Nivel 3, siguiendo en lo esencial los criterios básicos de la ontología de sistemas de Bunge (1979, 1981).

Sea un sistema territorial representado por la terna

$$St = \langle G \cup A, E, C \cup S \cup T \rangle$$

Admitamos que el conjunto de los grupos sociales  $G$  está integrado por los subconjuntos siguientes:

- F de las familias de empleados en la producción material de bienes y servicios,
- E de las empresas dedicadas a la producción material y a la distribución de bienes y servicios,
- I de los grupos institucionales públicos dedicados al control de la producción, mantenimiento, uso y distribución de bienes y servicios.

Admitamos igualmente que el conjunto  $A$  de los espacios adaptados lo integran los siguientes subconjuntos:

- V de las viviendas o espacios residenciales de  $F$ ,
- L de las fábricas, locales de negocio y terrenos de  $E$ ,
- P de las sedes y otros espacios adaptados para  $I$ ,
- TC de los espacios adaptados para el transporte y la comunicación.

Sean, además,

- Q el conjunto de los consumidores de bienes y servicios,
- $A_r$  el conjunto de los espacios adaptados no vinculados a  $G_a$  ni a  $TC$ ,
- $E_{st}$  el entorno de  $St$ ,
- C el conjunto de las relaciones de correspondencia de los grupos sociales con sus espacios adaptados,
- S el conjunto de las relaciones sociales y de transformación entre los componentes de  $St$ ,

T el conjunto de las relaciones sociales y de transformación entre los componentes de  $St$  y los de su entorno.

Entonces, los siguientes esquemas conceptuales representarán a los subsistemas de actividad de  $St$ :

(1) *Subsistema económico*

$$Sb_e = \langle F_e \cup E_e \cup I_e \cup Q_e, V_e \cup L_e \cup P_e \cup TC, C_e \cup S_e \cup T_e, E_{st} \rangle$$

(2) *Subsistema cultural*

$$Sb_c = \langle F_c \cup E_c \cup I_c \cup Q_c, V_c \cup L_c \cup P_c \cup TC, E_{st}, C_c \cup S_c \cup T_c \rangle$$

(3) *Subsistema político*

$$Sb_p = \langle F_p \cup E_p \cup I_p \cup Q_p, V_p \cup L_p \cup P_p \cup TC, E_{st}, C_p \cup S_p \cup T_p \rangle$$

(4) *Subsistema de adaptación de espacios*

$$Sb_a = \langle F_a \cup E_a \cup I_a \cup Q_a, V_a \cup L_a \cup P_a \cup TC \cup A_r, E_{st}, C_a \cup S_a \cup T_a \rangle$$

Estas definiciones tienen algunas importantes implicaciones que, aun cuando son evidentes, convendrá subrayar: 1ª) los cuatro subsistemas comparten el mismo entorno ( $E_{st}$ ) y el subconjunto  $TC$  de los espacios de transporte y comunicación. 2ª) Cualquier componente de  $St$  puede serlo también de más de un subsistema. 3ª) Los componentes de  $Q$  son también grupos sociales, no individuos. 4ª) Los espacios adaptables a considerar en (4) pertenecen o bien a la unión de los espacios adaptados de  $St$  (conjunto  $A$ ), que serán espacios a remodelar, o bien a  $E_{st}$ . 5ª) En  $I_p$  están incluidos los grupos institucionales dedicados a la acción y el control social y político. 6ª) Según se desprende de lo anterior, los cuatro subsistemas están conectados entre sí por los elementos que comparten y se interaccionan consiguientemente.

El cuarto y último nivel de resolución al que puede contemplarse el  $St$  es el de su totalidad, resultante de la integración de los tres niveles de resolución anteriores. Los límites del  $St$  se definen precisamente mediante la integración territorial de los tecnosistemas de Nivel 2 en número y diversidad suficientes para alcanzar el grado de significatividad necesario para el análisis y la planificación.

Este grado de significatividad se mide por el cumplimiento de las condiciones implícitas en la definición del sistema territorial como un tecnosistema, y son las de autosuficiencia, autorregulabilidad y autocontrolabilidad. El cumplimiento de la primera de estas condiciones exige que el sistema territorial presente la suficiente diversidad funcional para que los intercambios entre sus componentes aseguren al sistema una mínima estabilidad ante cambios, incluso bruscos e importantes, en el entorno; en este sentido ha de entenderse la autosuficiencia y no en el de autobastecimiento. La segunda condición requiere un nivel mínimo de organización que garantice, al menos, el libre establecimiento de las relaciones de correspondencia entre los grupos sociales y sus espacios adaptados así como de las relaciones sociales de producción entre los componentes del sistema. Por último, la tercera condición implica la existencia en el St de instancias de decisión, o centros de poder, capaces de orientar y controlar el comportamiento global del sistema.

### 3. EL ANALISIS DE SISTEMAS TERRITORIALES

La definición del St presupone un orden lógico en su análisis, que debe comenzar con la descripción y caracterización de los componentes de aquél (análisis funcional) y la definición de su entorno, para pasar seguidamente al estudio de la estructura en su doble aspecto de estado (análisis estructural) y comportamiento (análisis de proceso). Se advierte enseguida, sin embargo, la dificultad de separar netamente las diversas fases del análisis, derivada de la inseparabilidad en los componentes del sistema de su naturaleza, su función y su conducta; ello obliga a contemplar en cada fase factores que se analizan con más profundidad en alguna de las restantes, y a reconsiderar frecuentemente aspectos ya tratados.

#### 3.1. El análisis funcional

Tiene por objeto la identificación y caracterización de los componentes del sistema en cuanto sujetos de las funciones ejercidas en su seno; la determinación del alcance y la contribución de éstas a la funcionalidad global del sistema, aspectos que se manifiestan en los diversos niveles de resolución que éste presenta; y, finalmente, el establecimiento de los límites que se-

paran los medios interno y externo del sistema.

Los componentes elementales del St son los grupos sociales G y los espacios adaptados correspondientes A, cuyas relaciones de correspondencia generan "unidades básicas de información" (UBI). La caracterización de las UBI tiene lugar a partir de la información sobre los componentes elementales, recogida y sistematizada en fase previa (sobre cuyos condicionamientos y problemas específicos no entraremos aquí), y consiste en la cuantificación de las relaciones de correspondencia entre el grupo social y el espacio adaptado integrantes de cada UBI. Dichas relaciones pueden expresarse mediante índices de "densidad" que expresen la intensidad de la ocupación de los espacios adaptados, según sus características (superficie habitada según niveles de calidad, superficie adaptada para industrias, superficie ajardinada, etc, etc), por los diversos grupos sociales también según sus características (población absoluta, población por niveles de renta o culturales, número de empresas según su actividad o su empleo, empleados por actividades, número de servicios de determinadas clases, etc, etc). De este modo, dispondremos para cada UBI de una serie  $C = f: G \rightarrow A$  de características socioterritoriales, a partir de las cuales se puede indagar la estructura interna de las UBI, en el supuesto de que no interese considerarlas como "cajas negras", y se pueden construir los componentes del Nivel de resolución 2.

Como ya hemos visto, éstos son "unidades funcionales de uso del suelo" (UFUS) y se definen como áreas homogéneas resultantes de la integración de UBI caracterizadas por tener "índices de densidad" comprendidos entre los mismos umbrales. La identificación de UFUS consiste, por consiguiente, en resolver el problema lógico de la formación de "clases de equivalencia" a partir del establecimiento, para cada conjunto de índices de densidad, de "relaciones de equivalencia" formuladas en los términos "tener un índice de densidad comprendido entre los valores  $x_i$  y  $x_j$ ". Simultáneamente hay que contemplar una relación de orden entre las UBI, materializada en su mayor o menor proximidad a un punto de referencia, puesto que se trata de definir unidades territoriales. Tampoco entraremos aquí en el análisis de las numerosas técnicas aplicables a esta tarea (análisis de varianza, correlación

multifactorial, árboles de relación, agrupamiento por etapas, técnicas gráficas), que pueden verse en la bibliografía especializada.

Las UFUS así definidas reflejan la diferenciación territorial de la incidencia de las pautas de comportamiento sociolocacional expresadas, a su vez, por las características socioterritoriales deducidas de las relaciones de correspondencia C. Por tanto, la caracterización de las UFUS mediante las técnicas del análisis funcional basadas en las teorías funcionalistas de la dependencia, la base económica o los lugares centrales (véase MURCIA, 1979, parte 2ª), permitirá medir la contribución de cada unidad de uso del suelo a la funcionalidad global del sistema territorial, diferenciando las características funcionales de cada una de ellas, y estableciendo el carácter y el grado de su especialización funcional, de modo que quede abierto el camino al análisis estructural en este nivel de resolución.

Como ya hemos indicado, la unidad del Nivel 4, a la que llamamos "sistema territorial" (St) o "unidad territorial significativa", se obtiene mediante la integración de las UFUS necesarias para alcanzar un espacio que reúna las condiciones de "significatividad" (autosuficiencia funcional, autorregulabilidad y autocontrolabilidad). Sin estas condiciones ningún territorio es planificable ni, por tanto, geográficamente significativo.

Con la delimitación del St queda automáticamente definido su entorno que es, por definición, todo lo exterior al sistema. Este entorno es, en principio, ilimitado ya que todos sus componentes, por alejados espacialmente que se hallen del St, tienen la potencialidad de mantener algún tipo de relación con los miembros de éste. Sin embargo, es evidente que por razones prácticas sólo interesa considerar como entorno del St a aquellos elementos que mantienen con éste relaciones que por su frecuencia, intensidad, trascendencia o cualquier otra circunstancia significativa tengan una incidencia considerable en la estructura y el comportamiento del sistema estudiado. El *análisis gravitacional* constituye el medio idóneo para indagar tales circunstancias, ya que su objeto es el conocimiento de las relaciones territoriales generadas por las diferencias de potencial resultantes de la tendencia a la con-

centración espacial de las actividades humanas (véase una referencia introductoria a los fundamentos de este análisis en MURCIA, 1979, parte 2ª).

Finalmente, la identificación de los componentes del Nivel de resolución 3, esto es, de los subsistemas de actividad, se obtiene adjudicando a cada uno de ellos los grupos sociales a los que pertenecen los individuos que ejercen las respectivas actividades, y los espacios adaptados relacionados con dichas actividades y/o con los grupos sociales implicados. Así, por ejemplo, el subsistema económico estará integrado por las familias de quienes participan en la producción, las empresas dedicadas a ésta, y las instituciones encargadas de su control, así como por los espacios adaptados correspondientes a cada uno de estos tres conjuntos de grupos sociales; consumidores de la producción, espacios adaptados por la comunicación, y entorno, son los otros elementos componentes del subsistema, y las relaciones entre todos ellos, que constituyen su estructura y que son implícitamente considerados por el momento, completan la identificación de este subsistema.

Quedan así identificados, descritos y caracterizados los componentes G y A del St, y los de sus cuatro niveles de resolución, con lo que queda cubierto el objeto netamente descriptivo de la frase del análisis funcional.

### 3.2. El análisis estructural

Esta es la fase propiamente explicativa del proceso de análisis, ya que su objeto es el estudio del comportamiento del St, determinado por los conjuntos de relaciones C, S y T y por el conjunto resultante de su unión. Como veremos seguidamente, para el análisis de cada uno de estos conjuntos disponemos de un nivel de resolución adecuado. No obstante, la circularidad es una característica omnipresente en aquellas relaciones, y ello impide su completa segregación. Así, los conjuntos C, S y T no son disjuntos (contienen relaciones comunes tales como correspondencias entre grupos sociales G y espacios adaptados A dentro de los conjuntos S y T o, viceversa, relaciones sociales implicadas en el conjunto C), y por lo tanto no pueden ser imputados separada y exclusivamente a ninguno de los niveles de resolución establecidos.

El Nivel 1 es el privilegiado para el estudio de las relaciones C que son, en términos lógicos, “aplicaciones” del conjunto G sobre el conjunto A. Ahora bien, el tipo de aplicación resultante depende de la dimensión territorial de los espacios adaptados que se tomen como referencia. Así, si éstos son mínimos (viviendas, fábricas, locales, parcelas) resultará una “aplicación biyectiva”, puesto que a cada elemento del conjunto A corresponderá uno, y sólo uno, de los elementos de G. Pero si tales espacios son extensos (bloques de viviendas, manzanas, pueblos, etc), de tal manera que sean ocupados por varios grupos sociales elementales, resultará entonces una “aplicación sobreyectiva”. Es muy raro, por otra parte, que en condiciones normales de información puedan llegar a establecerse “correspondencias biunívocas” entre ambos conjuntos.

En el primero de los supuestos mencionados, las UBI serán pares de grupos sociales y espacios adaptados mínimos ([ familia, vivienda ]; [empresa, fábrica]; [institución, local]). Las relaciones estrictas entre unos y otros tienen una muy limitada proyección sobre el resto de los grupos sociales y/o espacios adaptados del St; exactamente, esa proyección se reduce a la probabilidad de que las peculiaridades de la relación estricta mencionada induzcan al establecimiento de nuevas relaciones con otros componentes del St (p.e., un alto grado de hacinamiento puede intensificar las relaciones fuera del hogar). El resto de las relaciones propias de este nivel generarán pautas de comportamiento que carecen de efectos territoriales relevantes, y que quedan consiguientemente fuera del campo de interés de la geografía y de la planificación, e incluso de la sociología; más bien son del dominio exclusivo de la antropología y de la psicología ambiental (sobre los centros de interés actuales de estas disciplinas véanse, por ejemplo, GARCIA, 1976 y JIMENEZ BURILLO Y OTROS, 1981).

Consideremos ahora el caso en que las relaciones C sean sobreyectivas (de varios G a varios A). El nivel de complejidad de las UBI resultantes puede llegar al punto de hacer de éstas “unidades territoriales significativas”, en cuyo caso o bien se tratan como “cajas negras” en el contexto de un sistema de más alto nivel, o bien han de ser tratadas como tales sistemas y descompuestas consiguientemente en los correspondientes nive-

les de resolución. En el primer caso, las características socioterritoriales de estas UBI, puestas de relieve en la fase de análisis funcional, ponen de relieve pautas de comportamiento locacional, tales como la diversificación y especialización funcionales, concentración de la actividad, y otras, que servirán de base para la explicación de las relaciones determinantes de los componentes del nivel de resolución siguiente.

Estos últimos se determinan —como se recordará— mediante sendas particiones (una por cada atributo o índice de densidad) del conjunto de las UBI en “clases de equivalencia y orden” definidas conjuntamente por la relación de equivalencia “tener el mismo índice de densidad” y por la relación de orden “ser vecino de”; en símbolos

$$UFUS_i = UBI_i / \approx = \left[ [x] : [x] \subseteq UBI_i \right]$$

siendo  $\approx$  la relación “tener el mismo índice de densidad y ser vecino de” e  $i$  el atributo de referencia. La relevancia analítica de este constructo se basa en dos presunciones recíprocamente complementarias, cuya justificación introduce la explicación de las relaciones S entre los G, entre los A, y entre los G y los A. La primera de esas hipótesis sostiene que los grupos sociales se integran en unidades funcionalmente homogéneas, las cuales se diferencian a su vez de otras unidades también homogéneas. El desarrollo explicativo de esta hipótesis corre a cargo de las teorías de la diferenciación territorial (Durkheim, Hawley, Escuela de Chicago, Zipz, etc) y de modelos de usos del suelo (Von Thünen, Weber, Christaller, Lössch, por sólo citar a los clásicos más relevantes), a las cuales hay que recurrir para la explicación de cada supuesto concreto de relaciones S.

La segunda hipótesis mencionada sostiene que existe un “morfismo” de la estructura del conjunto G de los grupos sociales a la estructura del conjunto A de los espacios adaptados, resultante y —a su vez— condicionante del proceso de homogeneización y diferenciación socioterritorial implícito en la primera hipótesis. En términos lógicos, las relaciones entre los grupos sociales que determinan la diferenciación de usos del suelo pueden definirse como “relaciones n-arias”, o sea,



$r: G_n \rightarrow G$

Estas relaciones definen, a su vez, una "estructura" en el conjunto  $G: E = \langle G, R \rangle$  siendo  $R$  la familia de relaciones  $n$ -arias ( $r$ ) en  $G$ . Correlativamente, hemos de asumir en  $A$  una estructura que definimos  $E' = \langle A, R' \rangle$  Entonces, existe un morfismo de  $G$  en  $A$  si se cumplen las dos condiciones siguientes: 1)  $A = r(G)$  ( $r$  es una aplicación sobreyectiva); y 2) para toda relación en  $R$  hay una relación correspondiente en  $R'$ . Siendo  $r$  sobreyectiva estamos ante un caso de "epimorfismo", contando con la licencia lógica de que  $r$  no es normalmente una "función".

En términos convencionales, la formulación anterior se traduce en que si las relaciones sociales y de producción en el conjunto  $G$  determinan la formación y diferenciación de UFUS, sus correspondientes relaciones en el conjunto  $A$  configuran y diferencian morfológicamente esas UFUS. Entendemos que existe un cierto refinamiento en esta formulación (a pesar de la licencia lógica mencionada) con respecto al planteamiento tradicional del análisis morfológico en geografía y en ordenación del territorio, y que puede explotarse a partir incluso de las aportaciones de esa tradición (George, Rossi, Pinchmel etc). Convendría probar si ésta es una vía adecuada para el tratamiento del problema clásico de la geografía urbana, tal como lo formulara Carter (1972, p. 369).

En cuanto que las UFUS son unidades internamente homogéneas pero recíprocamente diferenciadas son también interdependientes y, por lo tanto, funcionalmente complementarias. Esta complementariedad es la causa inmediata de los flujos territoriales (de personas, bienes y servicios, e información), cuyo objeto es precisamente la compensación de los déficits funcionales de unas áreas con los superávits de otras. Ahora bien, este principio general de complementariedad no es suficiente para explicar la causación de los flujos cuando se consideran entidades territoriales concretas, pues es preciso además que se den otras dos condiciones (ULLMAN, 1956): ausencia de "oportunidades interferentes" y "transferibilidad". El estudio de estas condiciones, generadoras de los "potenciales de flujo" que se traducirán en flujos materiales entre las UFUS, constituye un área importante

del análisis estructural, que se desarrolla al amparo de las técnicas convencionales del análisis de redes y flujos.

Para abordar el estudio de la estructura en el Nivel 3 hemos de partir de la información contenida en la matriz de características socioterritoriales (obtenidas de las relaciones de correspondencia  $C$  entre  $G$  y  $A$ , y referidas a las unidades territoriales UBI y UFUS). Los vectores columna de esta matriz contienen las características resultantes de las pautas de comportamiento territorial de los grupos sociales, las cuales están a su vez en relación circular de causalidad con la interacción entre estos grupos; así pues, el estudio de las relaciones sociales debe iniciarse con el de la composición de tales vectores. Del mismo modo, los vectores fila expresan las variaciones locacionales de las características socioterritoriales, es decir, la incidencia de las mencionadas pautas de comportamiento en la diferenciación de los usos del suelo, incidencia a su vez condicionada por la integración de los propios espacios entre sí y con los grupos sociales.

Toda vez que los valores contenidos en la matriz implican una relación de correspondencia actividad-espacio, es obvio que puede aquélla partirse agrupando las características que corresponden al mismo tipo de actividad. La partición que aquí proponemos, que segrega las actividades económicas, culturales, políticas y de adaptación de espacios, es mínima y no excluye, por tanto, mayores desagregaciones. Los temas objeto de análisis en cada uno de los correspondientes "subsistemas de actividad" son diversos y variables para cada  $St$  concreto, y en todo caso de fácil determinación, así como las teorías, modelos y técnicas de análisis aplicables. No obstante, y a título de mera orientación, indicaremos algunos de los más frecuentes.

Así, el subsistema económico contempla en su vector columna (VC) procesos de decisión, comportamiento de los agentes económicos, relaciones de producción y consumo (teorías macroeconómicas); y en su vector fila (VF), movilidad de los factores productivos y de los bienes, economías de aglomeración, políticas de desarrollo regional (teorías micro y, en particular, la teoría de la localización). El subsistema cultural contiene en VC procesos de formación social,

mecanismos de culturización e interacción cultural (cooperación y conflicto), y en VF comportamientos territoriales específicos (rural, urbano, áreas de riesgos), integración y segregación socio-espaciales, migraciones. El subsistema político, en VC organización político-institucional, y en VF organización político-territorial y control público del territorio (agentes y estrategias). Finalmente, el subsistema de adaptación, en VC procesos de adaptación al medio físico-técnico, comportamientos en la explotación y usos del medio, y en VF explotación y uso diferencial del medio físico-técnico, y efectos de la planificación.

Finalmente, el objeto del análisis estructural en el Nivel 4 es la elaboración de un modelo sintético capaz de reducir la "variedad" del sistema, puesta de relieve en los restantes niveles de resolución, a un conjunto significativo de factores que permita comprender y, por tanto, prever y controlar el comportamiento del  $S_t$  como totalidad. No hay un modelo teórico global satisfactorio, todos (nominalista, positivista, marxista, funcionalista) son insuficientes por sí solos. Sin embargo, cada  $S_t$  concreto puede modelizarse con mayor o menor precisión —según los casos— mediante el uso discrecional de los instrumentos disponibles, y gracias sobre todo a la profundidad del análisis en las fases anteriores. En todo caso, parecen evidentes las ventajas de esta forma de proceder frente a la modelística "ad hoc" tan habitual en planificación.

### 3.3. El análisis de proceso

Una vez conocidos los mecanismos relacionales de la estructura del  $S_t$  que rigen su comportamiento, el análisis de proceso tiene por objeto determinar la naturaleza del crecimiento y del cambio en aquella estructura, así como las condiciones que los generan. Admitir que un  $S_t$  concreto "crece y cambia" implica la admisión del mantenimiento de su "identidad", lo cual supone que sin perjuicio de su crecimiento y cambio el  $S_t$  mantiene constante un conjunto de variables de identificación (funcionales y estructurales), cuyas vinculaciones "funcionales" (en sentido lógico-matemático;  $I = F(V_f, V_e)$ ) reciben el nombre de "leyes de transmisión". Estas leyes confieren al  $S_t$ , como a todo sistema abierto, propiedades homeostáticas que le permiten adaptar su estructura, cuando es necesario, a las

variaciones del entorno.

La "homeostasis de adaptación" sólo es necesaria cuando las variaciones del entorno, que condicionan la evolución temporal del sistema conforme a la expresión

$$S_{t+1} = (S_t, E_{t, t+1})$$

en la que  $S$  representa el estado del sistema y  $E$  las entradas que tienen lugar en el mismo, imponen un cambio en la estructura de aquél como condición indispensable para asegurar su estabilidad e identidad. Los cambios estructurales, que en términos sistémicos equivalen a movimientos del sistema dentro de su propio "espacio de estados", son regulados por mecanismos específicos de cada tipo de sistemas y que se identifican genéricamente como "leyes de transformación".

Cuando el sistema puede asimilar las entradas ( $E$ ) sin necesidad de cambiar su estructura tiene lugar una simple "homeostasis de regulación", que se traduce en un crecimiento (positivo, negativo o nulo) del sistema. Las modalidades de crecimiento de los  $S_t$  son las comunes a todos los sistemas abiertos, básicamente: crecimiento "natural" (exponencial, logístico) o "alométrico" (potencial). Todas las variaciones homeostáticas son susceptibles de interpretación finalista, aunque ha de advertirse sobre la posibilidad de involucrar en la misma —voluntaria o involuntariamente— connotaciones ideológicas. Como es sabido, en sistemas abiertos se contemplan preferentemente como orientaciones finalistas la entrópica y la teleológica.

Pues bien, con referencia a este marco teórico puede describirse e interpretarse el proceso de crecimiento y cambio de cualquier  $S_t$  concreto, y establecer por esta vía los mecanismos de "transmisión" y de "transformación" determinantes en cada caso. Metodológicamente se requiere un análisis diacrónico de la estructura del sistema para la descripción de los cambios y la detección de los momentos históricos en que se producen y de los mecanismos que los determinan. Este análisis permitirá completar el modelo estructural previo con un modelo de proceso, cuya elaboración estará sujeta a los mismos condicionamientos que la del anterior, en particular a la conveniencia del uso discrecional y simultá-

neo de las grandes teorías de proceso vigentes (funcionalista, marxista, neopositivistas –economicista, cibernética–). El modelo de proceso debe ser predictivo, es decir, debe contener los elementos precisos para que puedan generarse las alternativas a contemplar en el proyecto de planificación.

## CONCLUSION

La obligada multidisciplinaridad en el tratamiento de numerosos problemas de la ciencia y la tecnología contemporáneas genera nuevos problemas de interminación epistemológica, ontológica y metodológica en los campos respectivos. Tal es el caso de la geografía y de la ordenación del territorio, disciplinas que comparten como objeto el estudio de la distribución, la localización y el comportamiento espacial de los fenómenos sobre la superficie terrestre, y que se ven involucradas por ello, conjuntamente, en problemas del tipo mencionado.

Como consecuencia de esta imbricación, la reflexión sobre tales problemas en el ámbito de la geografía ilumina a la vez el campo vecino, en el que la teoría de la planificación territorial no ha profundizado hasta el momento suficiente. El presente texto es un producto de esa reflexión, por lo que ofrece indicios, en relación con el problema epistemológico de la ordenación del territorio, acerca de las implicaciones de la definición de esta disciplina como una tecnología en particular su vinculación a las ciencias positivas y su necesidad del método científico. En relación con el problema ontológico, los indicios se refieren a la forma de superar la falsa dicotomía planificación/planeamiento y, sobre todo, a la adopción del enfoque adecuado para la determinación de la base territorial de la planificación. En relación con el problema metodológico, se habrá observado que el proceso de análisis científico de los sistemas territoriales desborda ampliamente el estrecho marco que las metodologías convencionales en ordenación del territorio han reservado a temas tales como la llamada "información urbanística" o, más eufemísticamente, "descripción y modelación del sistema", y que rompe los esquemas tradicionales de las fases de "generación y evaluación de alternativas" y de "formulación y control del sistema".

En suma, si hay una alternativa real para los problemas de la fundamentación teórica de la geografía, esta alternativa es también válida para los problemas homónimos de la ordenación del territorio.

## BIBLIOGRAFIA

BUNGE, M. (1979): "Ontology II. A World of Systems" (Treatise on Basic Philosophy", vol. 4) Dordrecht, D. Reidel.

BUNGE, M. (1980): "Epistemología", Barcelona, Ed. Ariel.

BUNGE, M. (1981): "Materialismo y ciencia". Barcelona, Ed. Ariel.

CARTER, H. (1972): "El estudio de la Geografía Urbana". Madrid, I.E.A.L., 1974.

CHADWICH, G.F. (1971): "Una visión sistémica del planeamiento", Barcelona, Ed. Gustavo Gili, 1973.

GARCIA GARCIA, J.L. (1976): "Antropología del territorio", Madrid, Taller Ediciones J.B.

JIMENEZ BURILLO, F. (1981, coordinador): "Psicología y medio ambiente", Madrid, CEOTMA, Serie Monografías 8.

MURCIA NAVARRO, E. (1979): "Geografía Urbana, Una introducción sistémica", Oviedo. Departamento de Geografía.

MURCIA NAVARRO, E. (1978): "El paradigma sistémico en Geografía y Ordenación del Territorio", en *Ciudad y Territorio*, Madrid, nº 4, p. 35-50.

MURCIA NAVARRO, E. (1982): "Hacia una metodología sistémica en el análisis geográfico", en *Actas del I Congreso de Teoría y Metodología de las Ciencias*, Oviedo, Abril 1982, p. 381-396.

ULLMAN, E.L. (1956): "The role of Transportation and the Bases for Interaction", en Thomas, W.L.: *Man's Role in Changing the Face of the Earth*, The University of Chicago Press, 1956.

Joaquín Bosque Sendra  
Emilio Chuvieco Salinero  
José Miguel Santos Preciado  
Instituto de Geografía Aplicada Madrid  
Universidad Complutense de Madrid

## ALGUNOS PROBLEMAS METODOLOGICOS DE LAS TECNICAS CUANTITATIVAS EN GEOGRAFIA HUMANA

### I. INTRODUCCION

La ampliación del método científico, característico de las ciencias físicas, a nuevos campos de investigación ha tenido como consecuencia la búsqueda de lenguajes matemáticos adecuados al análisis de los fenómenos sociales. Este cambio radical, operado en el campo teórico y metodológico, ha transformado la actitud del científico social, que procede al análisis de los hechos empíricos desde la formulación de hipótesis y modelos que le ayuden a encontrar explicaciones más formalizadas de la realidad. A nivel metodológico, una de las consecuencias más importantes ha sido, sin duda, el incremento experimentado por el uso de técnicas estadísticas.

Sin embargo, su aplicación al campo de la Geografía presenta una problemática particular fruto de los rasgos específicos que caracterizan a las unidades espaciales o individuos geográficos. El objetivo del presente trabajo se centra en realizar un balance de los problemas que se derivan de la utilización de determinados métodos estadísticos con datos espaciales. Entre las diversas técnicas estadísticas, hemos seleccionado el análisis de correlación simple, por ser uno de los métodos de investigación más empleados en el campo geográfico (1). Nuestro interés es doble: mostrar, por una parte, las limitaciones del método en la doble perspectiva general y especifi-

camente geográfica y, por otro lado, señalar algunas vías de solución a los problemas que surgen de su aplicación a la investigación geográfica.

### II. PROBLEMAS GENERICOS DE LAS TECNICAS ESTADISTICAS

#### El estudio de la correlación

Uno de los problemas básicos, que se presentan en todas las ciencias, es la medida de la relación entre variables. En el análisis geográfico, la valoración de la relación entre fenómenos se ha realizado en muchas ocasiones por medio de la cartografía. Los valores que una determinada variable, representativa de un suceso geográfico, adoptaba en un conjunto de casos y observaciones, eran cartografiados y comparados con los valores correlativos de otra variable. La medida de la relación, realizada de forma visual (2), no permitía establecer conclusiones precisas, constituyendo una de las dificultades básicas para el avance de la ciencia geográfica.

¿Cómo medir, pues, la existencia de esta posible relación?. Centrándonos en el estudio de variables cuantitativas, una de las formas más intuitivas de valorar la relación es por medio de la proporcionalidad directa. Si los valores de una variable crecen y los de otra lo hacen también y, además, de forma proporcional, podremos afir-

mar que existe una elevada relación positiva entre ambas. En este planteamiento se basa el coeficiente de correlación de Pearson.

Según lo manifestado, la correlación entre una variable X y una variable Y es positiva cuando ambas covarían en el mismo sentido, es decir, cuando a un valor de X por encima de su valor medio  $\bar{X}$  corresponde un valor Y por encima de su media  $\bar{Y}$ , en la misma proporción. Por ello la covarianza  $S_{xy}$ , cuyo valor se expresa a continuación, sería uno de los índices más apropiados para medir la correlación de las variables X e Y.

$$S_{xy} = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{n}$$

en 'n' casos observados.

Los resultados obtenidos con el empleo de la covariación varían según las unidades de medida utilizadas. Para evitar estas dificultades, se puede dividir cada variación de X e Y por su desviación típica respectiva, obteniéndose un índice independiente de las unidades de medida utilizadas e invariable a cualquier transformación lineal que se realice con las variables.

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

El valor de r, o coeficiente de correlación de Pearson, puede oscilar entre + y -1, significando ambos valores extremos la correlación máxima positiva y negativa, siendo el valor nulo la ausencia de correlación.

La simple relación de dos variables, medida por el coeficiente de correlación r, no significa la existencia de una relación causal entre ambas. Aquí debemos introducir, para acercarnos a dicha explicación causal, el concepto de regresión (3), y la relación que tiene con la correlación. Históricamente, la regresión surgió antes que la correlación (AMON, S., 1980, p. 180), por lo que conviene definir esta última a partir de la primera, ya que ayuda a comprender su significado. La regresión lineal supone la existencia de una relación funcional entre dos variables X e Y de la forma:

$$Y = a + bX \quad (a \text{ y } b \text{ son constantes})$$

Bajo ciertas condiciones estadísticas de las variables se puede predecir, con un cierto margen de error, los valores que adoptará la variable Y a partir de los valores de la variable X. Dado un conjunto de puntos representativos de un número de observaciones, puede deducirse la ecuación de regresión que minimiza las sumas de los cuadrados de las diferencias entre los valores reales o puntuaciones  $Y_i$  y los correspondientes teóricamente según la ecuación de regresión  $Y'_i$ . La variación de cada valor  $Y_i$  respecto al valor medio de las observaciones Y puede descomponerse en dos sumandos (Fig. 1).

El primer sumando  $Y_i - Y'_i$  representa la diferencia entre los valores reales y los teóricos, lo que la regresión lineal no es capaz de explicar; mientras que el segundo sumando  $Y'_i - \bar{Y}$  es la parte de la variación que es explicada por la relación lineal.

Se demuestra matemáticamente, que el error medio cuadrático  $\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{n}$  puede descomponerse en dos partes:

$$\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{n} = \frac{\sum (Y_i - Y'_i)^2}{n} + \frac{\sum (Y'_i - \bar{Y})^2}{n}$$

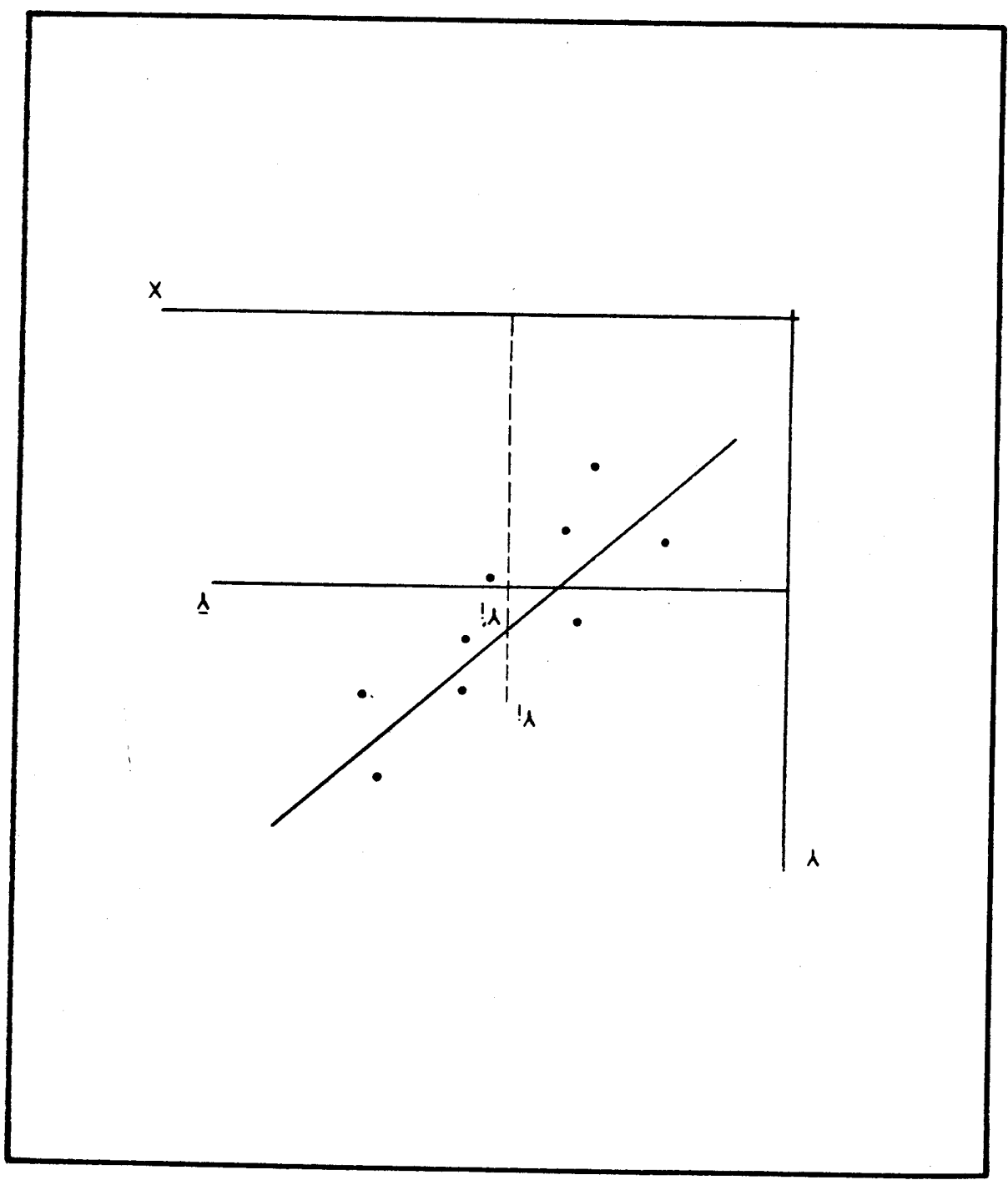
que nos indican la parte de la varianza explicada por la regresión ( $\frac{\sum (Y'_i - \bar{Y})^2}{n}$ ), frente a la que no lo es ( $\frac{\sum (Y_i - Y'_i)^2}{n}$ )

Pues bien, el coeficiente de correlación de Pearson r guarda la siguiente relación respecto a cada uno de los sumandos antes expresados:

$$r = \frac{\sum (Y'_i - \bar{Y})^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}$$

El cuadrado de este coeficiente significa el tanto por uno de la varianza explicada por la regresión, respecto a la varianza total de las pun-

FIG. 1



tuaciones  $Y_i$ .

Este resultado nos permite deducir algunas conclusiones importantes sobre los factores que influyen en el valor del coeficiente de correlación de Pearson. La variabilidad y heterogeneidad de los valores adoptados por X e Y influye decisivamente en el resultado obtenido para el coeficiente de correlación. Vamos a ilustrarlo con un ejemplo. Supongamos dos casos, de forma que el primero está integrado por un conjunto de puntos formando una nube más o menos circular (caso 1 de la figura 2), cuya correlación sea aproximadamente nula y un segundo (caso 2), donde añadimos dos puntos alejados que no varían sustancialmente la ecuación de la regresión. La variación del valor de la media, producida por la existencia de los dos valores extremos, aumenta sensiblemente la parte de la varianza ligada a la regresión, permaneciendo constante la varianza debida a los residuales. De esta forma, se eleva el valor del coeficiente correspondiente al coeficiente r, sin que los datos iniciales varíen de forma sustancial. Por este motivo, una idea intuitiva del valor del coeficiente de correlación de Pearson puede obtenerse trazando la elipse que circunscribe a todos los puntos. Cuanto mayor sea la excentricidad, más alta será la correlación (4).

La reducción del número de individuos, que forman parte del análisis, no siempre conduce a la obtención de un coeficiente de correlación superior. Las figuras nº 3 y 4, son ilustrativas al respecto. En el caso de la figura nº 3, la correlación de los subgrupos parciales será superior a la del conjunto total, mientras que sucederá lo contrario en el caso de la figura nº 4.

De aquí se deduce la necesidad de realizar un estudio previo de los datos de partida, antes de establecer comparaciones con los resultados obtenidos en trabajos similares. La variación del número de individuos seleccionados, así como de las variables que reflejan un determinado fenómeno que se desea analizar, pueden influir sensiblemente en el valor de la correlación obtenida.

#### **Condiciones que deben cumplir los datos de partida**

Hasta aquí, hemos analizado el significado del coeficiente de correlación y el carácter rela-

tivo de las conclusiones que pueden extraerse en la valoración de un caso concreto. Ahora bien, cabría preguntarse si es necesario establecer condiciones que garanticen la validez de un estudio o que faciliten la comparación de los resultados de diferentes análisis.

Parece evidente que sí, pero conviene previamente diferenciar el análisis estadístico descriptivo del análisis inferencial. En un estudio realizado con la población total de un colectivo, el valor del coeficiente de correlación o de la regresión entre variables puede ser obtenido sin mayores exigencias iniciales. La dificultad surge en la interpretación de los resultados. Hemos expuesto con anterioridad, que la variación en el número de individuos y en el tipo de variables seleccionadas puede influir decisivamente en el valor del coeficiente r. Parece, pues, obligatorio plantearse que características deben reunir los datos para poder comparar varios estudios entre sí. El efecto "talla" debe ser evitado o corregido, esto es, la presencia de valores muy heterogéneos de las variables, que produce —en general— un aumento de la correlación. La exigencia de la normalidad, en los valores adoptados por las variables X e Y, puede corregir estas posibles desviaciones. Este problema puede resolverse eliminando los valores anormales por transformación de las variables o en caso extremo suprimiendo los lugares "responsables" del efecto. La conversión de variables absolutas en relativas ayuda, en ocasiones, a resolver satisfactoriamente el problema (BEGUIN, M., 1979, p. 138), aunque puede generar nuevos problemas como veremos más adelante.

La utilización de un número más reducido de unidades de análisis, por agrupación de otras más pequeñas, puede hacer variar la correlación, por lo que debe especificarse el nivel de escala en que se realiza el trabajo. Asimismo, dentro de la misma escala el criterio de delimitación de las unidades puede producir diferencias en los resultados obtenidos. Por ser éste un tema de gran importancia en Geografía, lo trataremos en el capítulo siguiente.

El empleo de muestras y la deducción de conclusiones sobre el colectivo a través de la inferencia estadística, imponen a los datos de partida condiciones más severas que deben ser teni-

FIG. 2

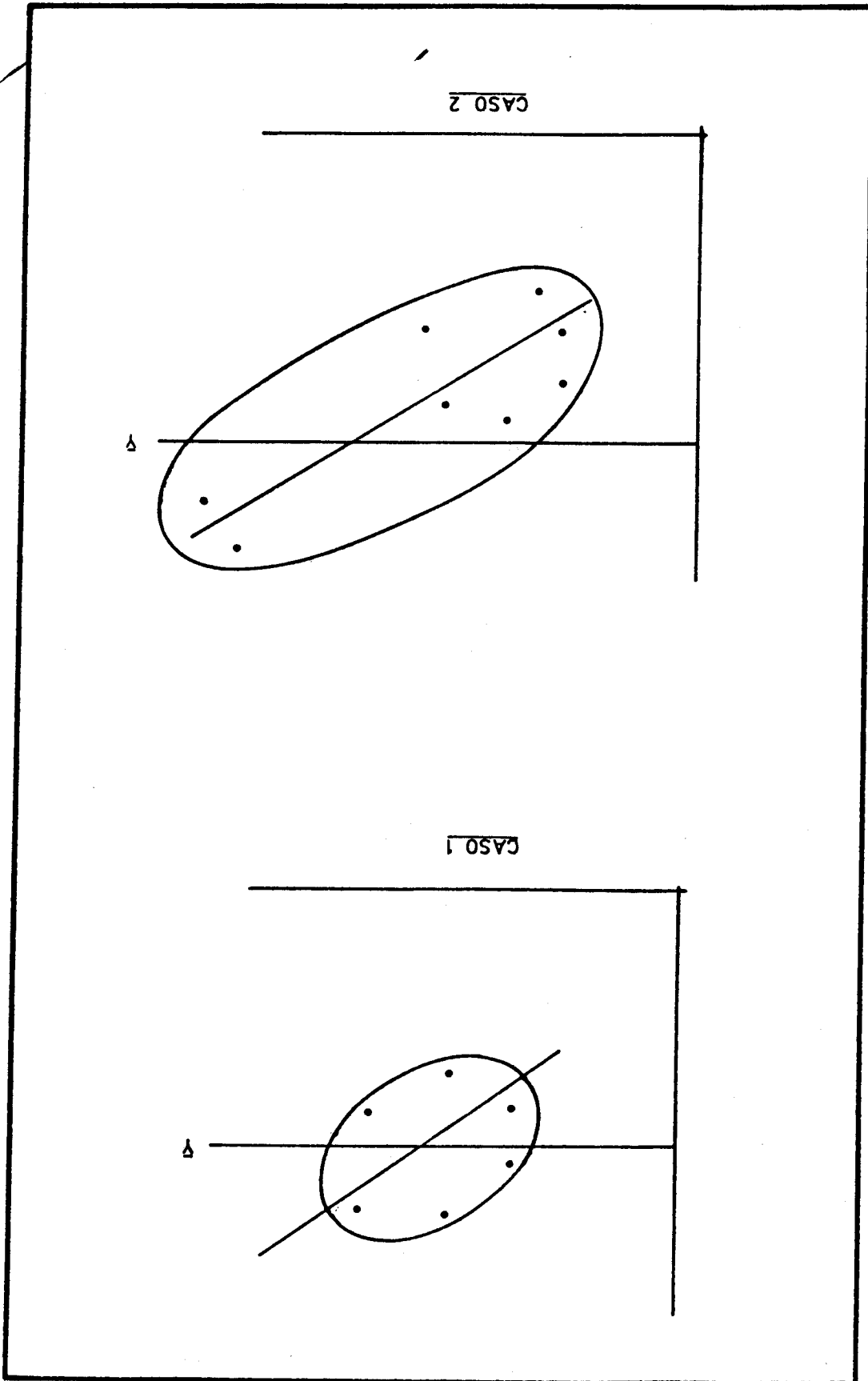




FIG. 7

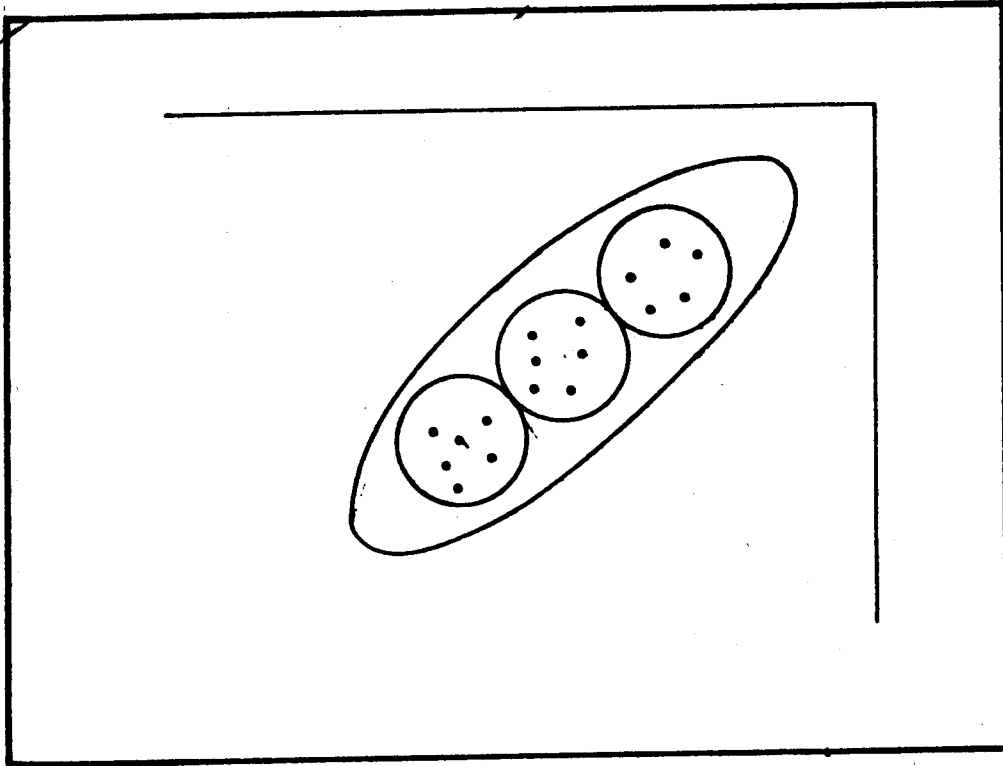
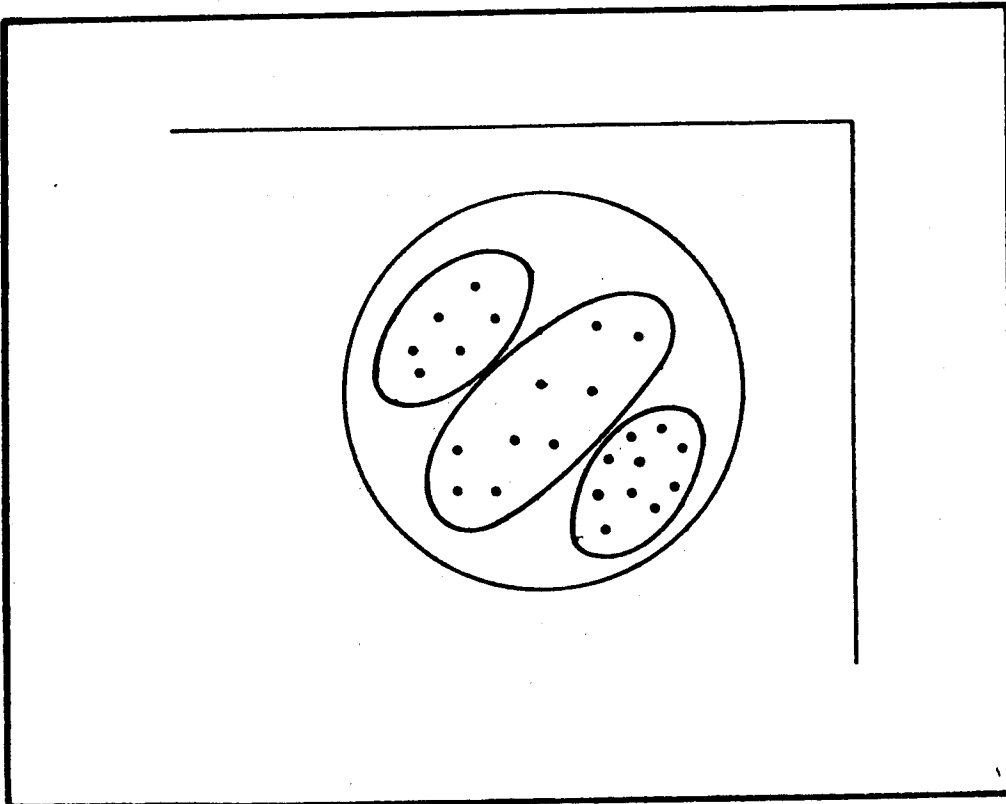


FIG. 3



das en cuenta. Estas condiciones son las exigidas en el análisis de regresión y se concretan en:

a) Normalidad. El análisis de regresión lineal simple obliga a que la distribución condicional de los residuales, para cada valor de la variable independiente, sea normal. Si estas distribuciones condicionadas son normales, es casi seguro que las de las variables dependientes e independientes también lo sean, aunque el recíproco no siempre es cierto (JOHNSTON, R.J., 1978, p. 41).

En el análisis de correlación simple, aunque sea utilizado en forma descriptiva, es conveniente asegurar la normalidad de las dos variables X e Y, con el objeto de eliminar el efecto de la heterogeneidad, que puede aumentar sensiblemente el valor de r.

En este sentido puede ser útil la realización de algún test de normalidad de los datos empleados. En primer lugar se puede utilizar una mera inspección visual del histograma de frecuencia de las dos variables, o mejor aún de la distribución de frecuencia de cada variable en relación a los distintos valores de la otra. Esta inspección visual nos puede indicar ya la necesidad de realizar un test más preciso del acercamiento de cada distribución de frecuencias a la distribución normal, orientándonos sobre las posibles transformaciones.

En cuanto a los test de normalidad estadísticos, el más adecuado parece que sea el de Kolmogorov-Smirnoff (ESTEBANEZ, J. y BRADSHAW, R., 1979, p. 360-361). También se puede utilizar el coeficiente de Kurtosis ( $b_2$ ) y de aplastamiento ( $b_1$ ) (Vid. HAGGET et al. 1977, p. 348).

b) Linealidad. Los análisis de regresión o correlación lineal presuponen una relación como su propio nombre indica, de tipo lineal, entre las variables. La existencia de otro tipo de relación invalida la aplicación de este método. Para superar esta dificultad, siempre que ello sea posible, las variables deben ser transformadas para convertir su relación en lineal. Los problemas pueden surgir cuando una variable posea relación de carácter lineal con alguna variable y con otras no; la transformación se hace, entonces, más di-

fícil.

c) Independencia. El cumplimiento de esta condición se hace imprescindible, cuando el análisis se realiza con muestras de carácter predictivo. Los datos geográficos suelen estar relacionados entre sí, por proximidad espacial o temporal, invalidando esta circunstancia el carácter básico de independencia, que los datos deben cumplir. Este fenómeno recibe el nombre de autocorrelación y produce, en general, un aumento del coeficiente r, debido a que los valores adyacentes en una variable producen residuales similares. Existen métodos que eliminan la autocorrelación de los datos iniciales, para poder realizar un análisis de tipo inferencial. El problema surge en que, de esta forma, eliminamos aquello que es consustancial a nuestra disciplina, esto es, la relación por la distancia.

En el análisis de tipo descriptivo este problema tiene menos importancia, poniéndose de manifiesto únicamente la mejor relación de las variables por efecto de la proximidad.

d) Otras condiciones. Existen otras condiciones que deben ser cumplidas en un análisis inferencial que hacen referencia a que, en cada distribución condicional, la media de los residuales debe ser nula y la varianza constante (homocedasticidad). Esta última condición, es difícil de cumplir en Geografía, donde los residuales suelen crecer al aumentar la variable independiente (JOHNSTON, R.J. 1978, p. 43).

Además, los errores de medida deben ser también normales y en el caso de la regresión múltiple, las variables independientes no deben estar correlacionadas entre sí, porque debido a su covarianza, la variación de una de ellas produce automáticamente la variación de la otra.

El coeficiente de determinación múltiple  $R^2$  se define como la relación entre la variación debida a la regresión y la variación total, siendo uno de los índices fundamentales en la medida de la regresión. Según Beguin (1979, p. 127), es interesante expresar la relación existente entre el valor del coeficiente R y los coeficientes de correlación simple de la variable dependiente Y y cada una de las variables independientes  $X_i$ . Para un caso particular de dos variables ( $X_1$  y

$X_2$ ) esta relación es:

$$R^2_{y \cdot x_1 x_2} = (r_{yx_1}^2 + r_{yx_2}^2 - 2r_{x_1 x_2} r_{yx_1} r_{yx_2}) / (1 - r_{x_1 x_2}^2)$$

Cuando las variables  $X_1$  y  $X_2$  son independientes y su correlación es nula la expresión se convierte en:

$$R^2_{y \cdot x_1 x_2} = r_{yx_1}^2 + r_{yx_2}^2$$

En este caso, el coeficiente  $R$  puede ser interpretado como la suma de los cuadrados de coeficientes de correlación simple existentes entre la variable dependiente y cada una de las independientes, pero en otro caso no.

De igual manera, el coeficiente ( $b_i$ ) de cada variable independiente ( $X_i$ ) en la ecuación de regresión depende del valor del coeficiente de correlación de las variables independientes. En el caso de dos variables:

$$b_i = \frac{S_y}{S_{x_1}} (r_{yx_1} - r_{yx_2} r_{x_1 x_2}) / (1 - r_{x_1 x_2}^2)$$

Únicamente cuando  $r_{x_1 x_2} = 0$ , el coeficiente  $b$ , es directamente proporcional a  $r_{yx_1}$ , como en la regresión simple.

### II. 3. El empleo de porcentajes

Un elemento muy común en la investigación geográfica es el análisis estadístico utilizando datos relativos (porcentajes, densidades, etc.). En un trabajo de Haynes (1978) (vid. EVANS, S. y JONES, K., 1981, p. 123), sobre 105 artículos consultados de revistas geográficas, el 76% utilizaba porcentajes, el 24% densidades y el 69% distancias, lo cual da idea de la frecuencia en el uso de este tipo de datos.

Un índice, ratio, o simplemente proporción se forma cuando un número es dividido por otro para formar uno sólo que se considera más signifi-

cativo. No hay que olvidar, por tanto, esta naturaleza bivariada de los datos relativos, pues se halla presente en todos ellos (densidades, porcentajes, índices, etc.) y explica, en definitiva, los problemas que su uso conlleva.

Esta operación se realiza, normalmente, por una de las siguientes causas:

a) Porque se considera más expresiva la nueva variable del fenómeno al que nos queremos referir. Así ocurriría con la mayor parte de los índices de geografía física: pendientes (altura/distancia), velocidad (espacio/tiempo), densidad (individuos/superficie), etc.

b) Porque se asume que un dato depende de otro, y se considera preciso fundirlos, así ocurre en el uso de índices demográficos; el número de muertes depende del volumen de población, son linealmente proporcionales, al menos en principio.

c) Porque se pretenden comparar casos de medidas heterogéneas, eliminando el efecto de "talla" y la variación que pueda introducir en la correlación, por ejemplo, usar densidades en lugar de poblaciones absolutas. Este caso es uno de los más empleados en Geografía y por sus características especiales vamos a estudiarlo con más detalle.

Este tipo de medidas, como sería el caso típico de los porcentajes, presentan unos elementos comunes:

a) Se trata de intervalos cerrados, con un límite de variación precisado entre dos valores, normalmente 0 y 1, debido a tratarse de proporciones en las que una parte es comparada al todo, siendo imposibles combinaciones mayores que la unidad.

b) En muchas ocasiones son asimismo dependientes de los valores que adoptan el resto de las variables en cada caso, esto es, el denominador de la proporción se encuentra íntegramente recogido en los numeradores, pues éstos no hacen sino desglosar el propio denominador que es el valor de referencia.

c) Por último, se trata de datos en sí mis-

mos abstractos, que no recogen alusión al valor de referencia con el que se comparan, por lo que no se debe olvidar el denominador para interpretarlos correctamente. Esto ocurre en muchos análisis geográficos en los que se comparan proporciones de superficies muy contrastadas, sin ponderarlas adecuadamente. Así se incluirían en el mismo epígrafe individuos geográficos de gran extensión (municipios, regiones, o simplemente áreas), junto a otros muy reducidos, alterando de esta forma la propia distribución real de esa variable.

El empleo de los datos porcentuales se extiende a problemas de usos del suelo, población activa, índices demográficos, sectores industriales...etc, y no siempre se realiza con las debidas cautelas, por lo que creemos de interés destacar algunas de sus características para el problema concreto de la medida de la asociación entre variables, objeto central de la presente ponencia.

Para ilustrar mejor nuestras reflexiones hemos tomado los datos de un ejemplo concreto. Se pretende medir la asociación entre distintos usos del suelo para los 178 municipios de la provincia de Madrid. Dada la heterogeneidad superficial entre estos municipios hemos recogido —junto a los valores absolutos en hectáreas— el porcentaje de superficie ocupada por cada uso, para medir la relación entre estos usos en el entorno—referencia de la provincia de Madrid.

Se procedió a correlacionar diversas variables (tipos de uso) más significativas, corroborando las observaciones que Evans y Jones (1981) realizan sobre el empleo de estos datos porcentuales en relación a los datos absolutos. Las diferencias en la correlación más notorias serían:

1. Cuando se trata de correlacionar porcentajes del mismo denominador, el coeficiente de Pearson tiende a mostrar una sobrevaloración negativa. Esta es producida por el efecto de cierre (closure effect) que se da al estar limitado el abanico de variación, como podemos observar en la figura nº 5, para el caso de dos variables.

Este efecto es mayor cuando se correlacionan variables de mayor porcentaje, por hacerse más patente el límite de la variación. Así ocurre

en nuestro caso; en todas las variables correlacionadas existe un sesgo negativo para los datos porcentuales. Ahora bien en aquellas más dimensionadas, se registran diferencias negativas más claras. La correlación entre las variables Forestal y Cereal, por ejemplo, con un 33.6% de superficie media total, registran una variación de -0.661 entre la correlación de datos absolutos y relativos, modificación muy importante teniendo en cuenta el número de casos (178 municipios).

Por su parte la variación más pequeña se produce entre las variables Hortalizas—Cereales (16% de la superficie total de media), y entre Olivares y Cereales (17.3%), siendo respectivamente de -0.163 y -0.164.

Asímismo se puede afirmar que el efecto de “cierre” es mayor para las categorías más variables, con desviaciones típicas grandes.

2. Se modifica también la correlación cuando la variación de los porcentajes es muy diversa. Uno se considera casi constante y el otro sobrecarga la correlación por su mayor variación.

3. Se distorsionan las medidas de dispersión (media y desviación típica) que son a su vez, el fundamento del coeficiente de Pearson. La media pasa de ser:  $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$  a convertirse en

$\bar{x} = \frac{\sum (x_i / E)}{n}$ , siendo  $n$  el número de casos y  $E$  el valor de referencia.

4. Supone asímismo una alteración de la normalidad de la distribución, al variar el propio rango de variación de las distintas variables.

5. También se modifica el coeficiente de regresión lineal, que tiende a tener un sesgo negativo como consecuencia de su propia relación con el coeficiente de Pearson (Vid. KING, L.J. 1969, p. 117—135). Así podemos sustituir en la ecuación de regresión lineal:

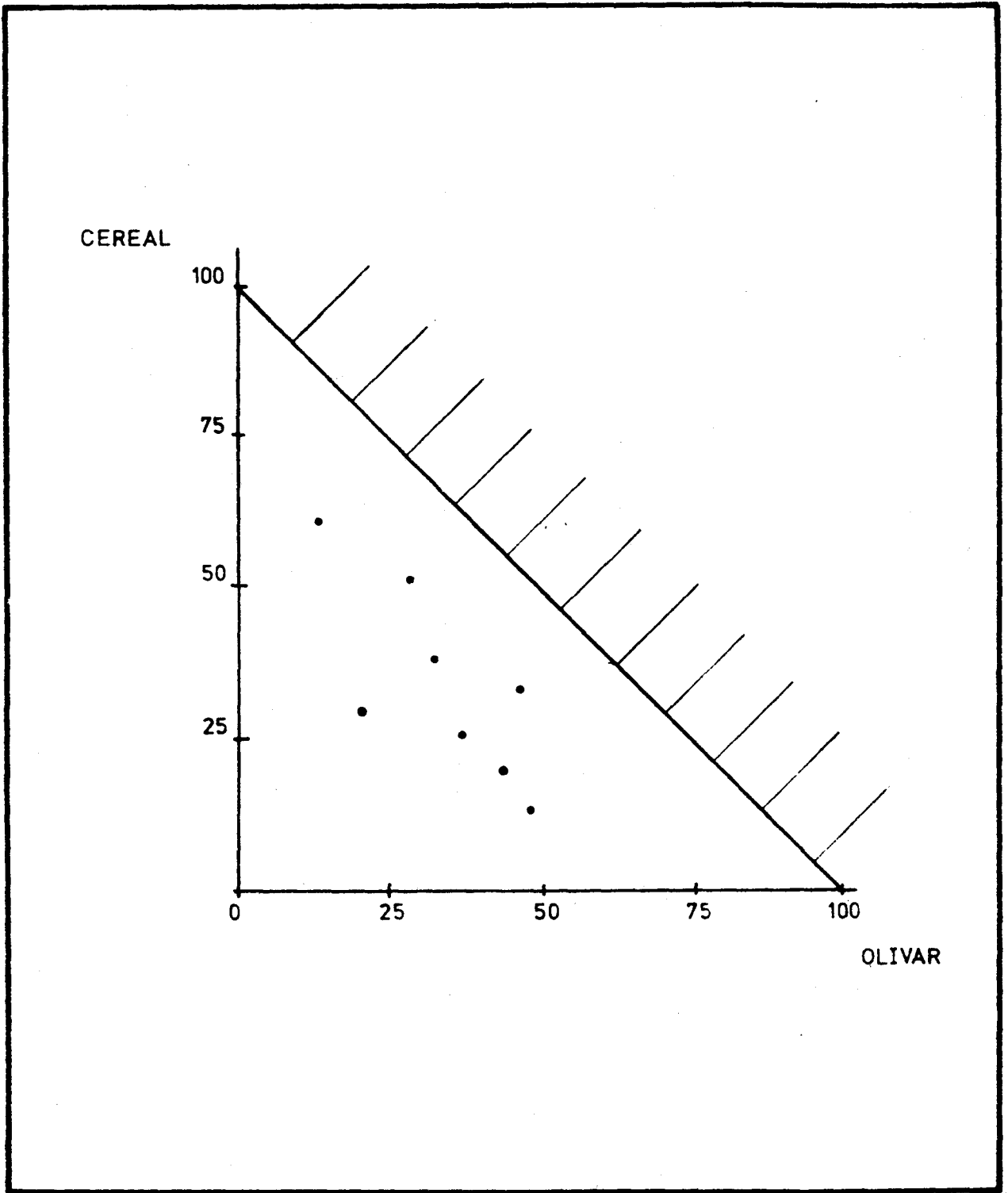


FIG. 5 - LIMITE DE LAS COMBINACIONES IMPOSIBLES

$$y = a + bx$$

$$y = a + \left( r_{xy} \cdot \frac{s_x}{s_y} \right) x$$

siendo:

a, constante

b, coeficiente regresión

$S_x$  Desviación típica de x

$S_y$  Idem de y

Este aspecto, que no hemos recogido en la ponencia es obviamente de gran importancia en problemas de estadística inferencial por lo que Evan y Jones aconsejan que "... los modelos de regresión con una variable dependiente que es una proporción cerrada no deben ser calculados por el método de mínimos cuadrados. Es recomendable transformar previamente las proporciones y estimar el modelo por mínimos cuadrados ponderados" (1.981, p. 132).

6. Por último, otros elementos alterados por el uso de porcentajes y proporciones serían la correlación parcial, la correlación y regresión múltiple, y —en general— todas aquellas técnicas que utilicen como base el coeficiente de correlación: análisis factorial, correlación canónica, cluster..... etc. Hemos preferido omitir referencias más detalladas para no recargar el texto.

En definitiva, y a tenor de lo hasta aquí expuesto, las conclusiones de mayor interés sobre el uso de valores relativos serían:

— Utilizar, en principio, los valores absolutos como más fiables que los relativos en estudios de asociación. Los sesgos de la escala pueden corregirse por transformación de los datos de partida: logarítmica, angular, logística, exponencial, radicación... (Vid. entre otros, ESTEBANEZ, J. y BRADSHAW, R., 1979, p. 211-18).

— En caso de utilizar datos relativos evitar bruscas oscilaciones en el denominador de los datos. Puede ser útil mantener una unidad de agregación común a todos ellos, como es el caso de una red superficial cuadrada en estudios de densidad.

— Las variaciones son mayores para los da-

tos relativos cerrados (con un rango de variación limitado), por lo que es preferible utilizar ratios abiertos, si se mantienen las hipótesis de trabajo deseadas.

— En cualquier caso es preciso utilizar los datos porcentuales con prudencia, teniendo presente que en sí mismos suponen una abstracción de la realidad, e introducen cambios en la propia valoración que realicemos de sus complejas relaciones. Como hemos visto hasta aquí, su utilización entraña diversos problemas, aún no bien estudiados, pero suficientemente importantes como para tomar las debidas cautelas en su uso.

### III. PROBLEMAS ESPECIFICOS DE LOS DATOS GEOGRAFICOS

Una cuestión que se ha subrayado ampliamente en los últimos años es la problemática específica que los datos geográficos, y por lo tanto espaciales, presentan para su análisis con los modelos estadísticos usuales. En resumen, estas dificultades se pueden centrar en dos aspectos: el denominado "Problema de la Unidad Espacial Modificable" (PUEM), y la existencia de la autocorrelación espacial y temporal que suelen tener las variables geográficas. Veamos cada una más despacio.

#### El Problema de la Unidad Espacial Modificable (PUEM)

La existencia y la gravedad de esta cuestión —que, como veremos, puede llegar a significar una invalidación de muchos de los hechos más firmemente asentados en la GTyC—, se viene señalando desde la segunda mitad de los años 70, en una larga serie de artículos y experimentos, por el geógrafo inglés S. Openshaw, de la Universidad de Newcastle upon Tyne. Así se pueden señalar las siguientes publicaciones: OPENSHAW, S. (1977 a y b, 1978 a y b, 1979 y 1981) y OPENSHAW, S. y TAYLOR, P.J., (1979 y 1981).

Las primeras noticias de la importancia de la cuestión proceden de estudios realizados en una de las ramas de la geografía electoral, la que se ocupa de la representación parlamentaria y de los sistemas electorales (TAYLOR P. y JOHNSTON, R.J., 1979, p. 335-436), el tema del "gerrymandering", la manipulación partidista

del sistema de distritos electorales y de sus fronteras, con motivo de beneficiar electoralmente a uno de los partidos, es un magnífico ejemplo práctico del significado de este problema. En esta línea el libro de Gudgin y Taylor (1979), se puede considerar una de las primeras síntesis sobre el tema.

Entrando ya directamente en el tema, hay que señalar que la existencia del PUEM plantea un tema de orden conceptual y filosófico para la Geografía, nuestra disciplina no puede seguir progresando, y es posible que ni mantener su actual situación, sin resolver el tema de la definición, precisa, rigurosa y operativa del "individuo" geográfico. La mayoría de las restantes ciencias sociales tienen resuelta esta problemática básica, sin embargo en Geografía no se discute siquiera sobre esta cuestión.

La Geografía, ya sea de carácter teórico-cuantitativo, como de carácter regional, ha supuesto hasta el momento que las unidades espaciales, donde se reúnen y se estudian los datos, están fijas a priori. Pero esta suposición es totalmente arbitraria e infundada. Los sistemas de zonificación no son naturales, no están determinados por ninguna autoridad incontestable, de manera que los datos pueden ser representados en muy diversos sistemas zonales, todos ellos igualmente válidos. Por tanto, el mantenimiento de la aplicación del tradicional método científico, que la GTyC entiende como necesario para la Geografía, exige la definición previa de cual es el "individuo" geográfico, eso o cambiar ciertos aspectos de la aplicación del método científico a la Geografía, tal y como propone Openshaw.

Para comprender mejor el significado del PUEM veamos como es el procedimiento normal de obtención de datos en Geografía humana. Generalmente el geógrafo hace uso de datos no recolectados directamente por él, por ejemplo de datos censales. Estos se refieren a objetos definidos naturalmente, indivisibles y fijos: personas, viviendas, edificios, etc. Pero el geógrafo los utiliza tras dos procesos de agregación:

a) En primer lugar, el paso de datos individuales a datos referentes a las unidades espaciales básicas, las secciones censales en este caso. Ello produce, como primer efecto, el paso de

una escala de medida nominal (existencia de una propiedad, ser obrero, por ejemplo, en una persona) a una escala de medida de intervalos ( $n^{\circ}$  de obreros que viven en una sección censal). Esto genera el problema de la llamada falacia ecológica, señalada inicialmente por Robinson (1950) y estudiada ampliamente por Alker (1969).

b) Después, los datos zonales de las unidades básicas son agregados espacialmente para obtener los nuevos datos zonales que están disponibles para el uso de los geógrafos, datos municipales, provinciales, etc. Este paso también, como veremos, tiene unos efectos sobre los datos así agregados. Es importante no olvidar que las zonas definidas no tienen ningún respaldo de carácter científico, y responden a circunstancias de origen administrativo. Además es muy habitual entre los geógrafos el paso, sin ningún tipo de discusión, de un nivel de escala espacial a otro.

La cuestión es que el espacio es continuo por definición, no existen unidades zonales naturales semejantes a las que existen en la dimensión temporal: el día, año, etc., y los geógrafos no han desarrollado reglas fijas y convencionales para llevar a cabo la agregación de los datos, definiendo unas "unidades" espaciales únicas, por lo tanto la comparación de resultados se hace difícil sino imposible.

#### a) *Los componentes del Problema (PUEM)*

Para una más adecuada comprensión del tema lo vamos a dividir en dos aspectos que, no obstante, están íntimamente relacionados.

Primero, el denominado factor de *escala*, el nivel de análisis y de resolución espacial que se haya escogido. Evidentemente, el número de unidades espaciales dependerá de la escala que elijamos para nuestro trabajo. Por ejemplo, si vamos a realizar un estudio de la relación existente entre votos a un partido y porcentaje de obreros, y utilizamos datos ecológicos, dicho estudio podría efectuarse usando como unidades de observación las cincuenta provincias españolas, los municipios de una provincia, las comunidades autónomas, los más de ocho mil municipios españoles, etc. En cada caso habríamos escogido un nivel de escala espacial, pero no tenemos nin-

gún criterio científico para pensar que alguno de ellos sea el más adecuado, y los resultados encontrados no serán, de hecho, totalmente equivalentes.

El segundo aspecto, es el factor de *zonificación*. Se refiere a la composición interna de las áreas agregadas. Por ejemplo, el número de posibilidades resultantes de agregar los ocho mil municipios españoles en cincuenta unidades más extensas es enormemente elevado, la división provincial es meramente una de ellas y no tienen ninguna relevancia científica especial. Por lo tanto este segundo componente proporciona una mayor libertad de elección al geógrafo, mayor aún que la que le daba el factor de escala. Pero con la libertad de elección viene también el problema científico.

Generalmente se ha dado mayor importancia al problema de la escala que al de la zonificación, y se ha pensado, por ejemplo, que el coeficiente de correlación entre dos variables aumentaría al hacerlo el tamaño de las unidades de observación (y por tanto disminuiría su número), pero esto no es siempre así, como veremos después.

b) *Los efectos del PUEM sobre las técnicas de análisis cuantitativo.*

La comprensión de la influencia del PUEM sobre los estudios geográficos de carácter cuantitativo ha sido subrayada en diversos trabajos por Stan Openshaw, que ha realizado una amplia serie de experimentos para calibrar la variación de los resultados de distintas técnicas estadísticas y matemáticas, las más significativas y usadas en la GTyC, en función de la escala de resolución y de la zonificación de los datos.

– *Coefficiente de correlación lineal:* Openshaw y Taylor (1979) analizaron la oscilación de los coeficientes de correlación lineal entre dos variables (% de votos al Partido Republicano y % de personas de más de 60 años de edad). Las unidades espaciales de base eran 99 condados del Estado de Iowa (USA). Comprobaron como el coeficiente de correlación podía variar entre  $-0.999$  y  $+0.999$  cuando los 99 condados se agregaban para formar 6 unidades espaciales (cada una conservando la contiguidad de sus componentes); o entre  $-0.057$  y  $+0.703$ , cuando se

formaban 72 unidades espaciales nuevas, agregadas y continuas, Es decir, podemos producir, cambiando la escala del análisis y el sistema de zonificación de las unidades de base, casi cualquier coeficiente de correlación entre las mismas variables.

– *Coefficientes de regresión:* Usando las mismas variables y el mismo conjunto de unidades de base, Openshaw (1978 a) estudió la variación del coeficiente de regresión entre las dos variables. Para 6 zonas el coeficiente de regresión medio (obtenido tras una muestra de 10.000 agregaciones de los 99 condados en 6 áreas de mayor extensión) vale 1.55, con una desviación típica de 1.071; para 72 zonas de agregación el valor medio es 1.24 y la desviación típica 0.186. Como punto de referencia para los 99 condados iniciales el valor del coeficiente de regresión es de 1.24.

– *Modelos de interacción espacial:* En Openshaw (1977a) se estudia el efecto del PUEM sobre los modelos de interacción espacial, derivados por la analogía con la ley de gravitación universal, y muy utilizados en Geografía y planeamiento urbano tras su fundamentación rigurosa mediante las técnicas de maximización de la entropía en los trabajos de Wilson (1980).

$$T_{ij}(b, B_j) = O_i D_j B_j (\hat{b}) \exp(-\hat{b} c_{ij})$$

en donde

$T_{ij}$  es la interacción predicha por el modelo entre la zona  $i$  de origen y la zona  $j$ , de destino.

$O_i$  es el número de viajes que empiezan en la zona  $i$  y se dirigen al conjunto de los destinos.

$D_j$  es el número de viajes que terminan en  $j$ .

$C_{ij}(\hat{b})$  es el tiempo requerido para ir de  $i$  a  $j$ . término de normalización igual a

$$\left( \sum_k^m O_k \exp(-\hat{b} \cdot c_{kj}) \right)^{-1}$$

$\hat{b}$  es una variable independiente desconocida cuyo valor se estima durante la calibración del modelo.

(Modelo con restricciones de orígenes)

El PUEM influirá en el valor de  $b$  y en la bondad del ajuste de los datos teóricos, produci-



dos por el modelo, a los datos empíricos observados. En un experimento de este modelo partiendo de 73 unidades espaciales de base, se obtienen 261 muestras aleatorias de 22 zonas de agregación, encontrándose que el parámetro  $b$  oscila entre  $-0.044$  y  $+0.306$ , su valor medio es  $0.075$ , igualmente el ajuste (medido por la desviación típica de los residuales) varía entre  $161$  y  $829$ , valor medio de  $408$ . Y algo semejante ocurre para una agregación en  $42$  zonas.

Como se puede comprobar en este apretado resumen de los complejos y variados experimentos realizados por S. Openshaw, dos de las técnicas más utilizadas en GTyC, la correlación y regresión lineal, ejemplo del modelo estadístico más empleado, y las técnicas de maximización de la entropía, tan difundidas últimamente, son muy sensibles a la problemática planteada por el PUEM (5), y los resultados más generalmente encontrados con estas técnicas, pueden ser discutibles y replanteables a partir de ahora.

#### c) *Alternativas al PUEM*

Una vez planteado el significado de este problema, la cuestión estriba en buscar las soluciones más aceptables para obviarlo. Hasta el momento no parece totalmente resuelto. Las distintas alternativas discutidas pueden agruparse en dos grupos:

– *Alternativas metodológicas*: El problema es evitado de manera completa usando una de las dos posibilidades siguientes:

• La definición previa de los individuos geográficos que son objeto de estudio. Sólo se requiere, pero nada menos, que los geógrafos identifiquen áreas espaciales significativas desde un punto de vista científico para realizar los estudios posteriores. Desde luego, esto no quiere decir aceptación de que cualquier zonificación espacial de carácter administrativo tenga sentido geográfico. En esta línea van ciertos trabajos (COOMBES, M.G. y otros 1978 y 1979) para la identificación de unidades censales elementales que tengan un sentido geográfico: los sistemas urbanos diarios existentes en las ciudades. Si se consiguen delimitar estas zonas significativas algunos temas geográficos ya tendrían definidos sus “individuos” igual que muchas otras ciencias sociales.

• La utilización exclusiva o como punto de referencia de análisis geográficos basados en datos individuales, es decir medidos sobre objetos naturales y no arbitrarios. Este sería el caso de estudios realizados, por ejemplo, a partir de datos censales personales y no agregados a ningún nivel espacial. Tales tipos de estudios tropiezan con varios problemas, en primer lugar de carácter administrativo, pues en muchos países, como en España los datos censales personales son confidenciales, por lo que no se pueden estudiar (6). No obstante, en otros países, como es el caso de Italia, tal limitación administrativa no existe y se han podido realizar estudios en este sentido (OPENSHAW, S., 1982) (7). Los problemas ahora serían de tipo técnico pues el tratamiento de cifras gigantescas de información (1 millón de familias en el estudio italiano mencionado) hasta ahora mismo era computacionalmente imposible. No obstante, en el trabajo aludido se explica el desarrollo de un programa de clasificación capaz de realizar esta tarea con cifras como la mencionada. Esto permitirá comparar clasificaciones realizadas con datos individuales con las obtenidas con datos agregados y comparar las descripciones obtenidas de la estructura social espacial y no espacial.

#### – *Alternativas Técnicas.*

En este caso no se elude el problema con procedimientos de orden metodológico, sino que se intenta resolver en directo. Para ello se plantean dos grandes opciones:

1º. Los que consideran que el sistema de zonificación debe ser *independiente* de las propiedades que se estudien sobre él. Estas soluciones adoptan la aplicación normal del método científico, que asume que las propiedades estudiadas y las teorías comprobadas deben ser independientes de los objetos que se miden. Dentro de esta aproximación están, por un lado los trabajos de Curry (1966) y Casetti (1966) sobre el uso de *filtros espaciales*. Estos modelos matemáticos se consideran capaces de separar los *verdaderos* valores del fenómeno estudiado de los *ruidos* producidos por el sistema de zonificación. Pero no parece estar claro si los *presuntos verdaderos* valores determinados serían los que se podrían obtener de analizar los datos individuales originales, o son un artefacto producto de la interacción de los datos, el sistema de zonificación

y los modelos de filtro.

Una segunda alternativa que partirían de la misma concepción de la independencia del sistema de zonificación, serían los métodos basados en la teoría de la información, desarrollados por Batty (1978). Aquí se acepta que los efectos de escala y de zonificación cambian la cantidad de información contenida en datos zonales. Así, se proponen una serie de medidas de entropía espacial, que sirven para determinar que número de zonas son más adecuadas y útiles para describir un fenómeno particular.

El problema de la zonificación no se plantea en esta alternativa por su mayor complejidad, aunque se dan ciertas orientaciones del sentido que debería tener la reordenación de la zonificación a cada nivel de la escala de agregación de los datos. El principal problema es la definición de la función de la información apropiada que sea la mejor medida de la cantidad de información, perdida o ganada al cambiar el número de zonas del sistema de zonificación. (8).

2º. El otro planteamiento general es el que considera que el sistema de zonificación y el problema estudiado son dependientes. Aquí también existen diversas soluciones: Primero, la que se denomina *criterios de diseño arbitrario*, que considera para cada modelo el sistema de zonificación más adecuado, por ejemplo para los modelos de interacción espacial se diseñaría un sistema de zonificación que minimice la interacción intrazonal. No obstante esto no llega a solucionar nada, pues con ese criterio se pueden producir resultados muy diversos (OPENSHAW, S., 1978 b, para una discusión de la cuestión). Otra solución es la consideración del PUEM como un análogo del muestreo estadístico: el factor de zonificación equivale al problema del error de muestreo, y el factor de escala al del tamaño de la muestra. Pero, como Openshaw (1978b) ha mostrado la analogía no es muy satisfactoria, ya que la correspondencia entre distribuciones de estadísticos obtenidos de sistema de zonificación y de muestreo no es excesivamente clara. (9).

Finalmente, Openshaw (1977b y 1978b) plantea una alternativa distinta; se acepta que los resultados alcanzados de estudiar datos zonales

dependen del sistema de zonificación empleado y que, por lo tanto, la elección de las zonas debe reflejar los resultados que se desean. Es lo contrario de la aplicación normal del método científico. Se procedería de la siguiente forma: 1º se formula una especulación sobre los posibles resultados para el método de análisis empleado, por ejemplo fijar el coeficiente de correlación en un valor; 2º usando un procedimiento definido por el autor, se determina el sistema de zonificación óptimo para encontrar el valor prefijado del coeficiente de correlación que se ha fijado; 3º si el resultado prefijado no se puede obtener se debe rechazar la hipótesis asociada con él; si se obtiene, pueden discutirse los sistemas de zonificación que lo pueden producir; 4º siempre es posible añadir nuevas restricciones geográficas (es decir nuevos tipos de zonificación) o estadísticas para observar su efecto sobre el valor prefijado. En resumen, se trata de comprobar hipótesis espaciales y no ya a-espaciales como era habitual. Un problema de esta alternativa es su total dependencia del empleo del ordenador.

#### – Otras alternativas

Desde otro punto de vista se puede señalar una nueva alternativa menos completa y radical, pero posiblemente también útil. Se trata de utilizar datos espaciales agregados pero únicamente en unidades elementales y proceder a su análisis. Por ejemplo usando datos censales trabajar a partir de las mínimas secciones censales y utilizando todas las unidades de un área nacional, determinar las relaciones entre las variables (por ejemplo, coeficiente de correlación), relaciones básicas que servirán de punto de referencia para estudios a otro nivel. En esta línea están los trabajos del propio Openshaw (1982) y los de Evans (1981).

### III. 2. La autocorrelación espacial de las variables geográficas.

El problema de la autocorrelación espacial se plantea con todo rigor en Geografía cuando varios geógrafos ingleses, de la Universidad de Bristol, principalmente Andrew Cliff y el estadístico J.K. Ord, observaron que “la presencia de alguna cualidad en una región o país hace que su aparición en las regiones vecinas sea más probable” (CLIFF, A.D. y ORD, J.K., 1973, p. 1). El significado estadístico de esta situación era

que las unidades de observación, donde se medían las variables a estudiar, no eran independientes, y esta propiedad es un requisito de la mayoría de los test estadísticos usuales. Por ello los primeros análisis de la cuestión se referían a su influencia en la inferencia estadística.

a) *Autocorrelación espacial e inferencia estadística*

En dos libros claves sobre el tema Cliff y Ord (1973 y 1981) han reunido sus propios trabajos y los de otros investigadores, para concluir lo siguiente:

— El empleo de test estadísticos (t de Student para comparación de dos medias; test del coeficiente de correlación lineal de Pearson; error típico del coeficiente de regresión lineal) con variables que presentan grados importantes de autocorrelación espacial negativa puede conducir a que los riesgos de un error de tipo I (error que se comete cuando se acepta la hipótesis de investigación siendo falsa, ESTEBANEZ, J. y BRADSHAW, R., 1979, p. 352) sean menores que los valores encontrados en las tablas de uso habitual.

— Si la autocorrelación de las dos variables es ligeramente positiva se tiene el caso opuesto al anterior, es decir los riesgos de un error de tipo I son mayores que los valores tabulados.

— Si la autocorrelación es muy alta y positiva tiene un riesgo de un error de tipo I mucho mayor del nivel encontrado en las tablas.

— Si una de las variables presenta autocorrelación positiva y la otra negativa, los efectos no se cancelan mutuamente, la verdadera probabilidad de un error de tipo I excede el nivel tabulado.

Como se puede observar la autocorrelación espacial complica fuertemente la realización de test estadísticos, lo que ha llevado a intentar desarrollar nuevos test adaptados a esta característica de los datos. Algunas soluciones se pueden hallar en Cliff y Ord (1981, p. 184–193), pero en cualquier caso no parecen definitivas ni totalmente aceptables.

b) *Medidas de la autocorrelación espacial*

Si la autocorrelación espacial es un factor que incrementa la complejidad de los análisis estadísticos, también es un hecho que proporciona a la Geografía un verdadero, específico y riguroso campo de trabajo, por ello se han desarrollado numerosos estadísticos que se muestran capaces de medir el nivel de autocorrelación espacial de una variable. Así, Cliff y Ord (1981, pags. 1–13) recoge un resumen de los más importantes (10). Igualmente se han desarrollado test de significación, frente a hipótesis nula de no asociación (CLIFF, A.D. y ORD, J.K., 1981, p. 34–65).

c) *Autocorrelación espacial y análisis ecológico.*

Si la importancia general de este problema no parece cosa de desdeñar, algunos autores, en especial Johnston (1981), han pretendido determinar la concreta significación de esta cuestión en los distintos tipos de análisis realizados en Geografía Humana. Para ello ha tenido en cuenta la tipología realizada por Dogan y Rokkan (1969) que se basaban a) en el carácter de los datos utilizados (ya sea los medidos sobre los individuos, ya sea los obtenidos mediante la agregación espacial de los anteriores) y b) en la finalidad del análisis. La tipología consistía, así, en los siguientes grupos de análisis:

A— *Análisis individual*: Que pretende establecer relaciones entre variables medidas todas ellas sobre individuos. Es el típico método de la sociología basada en encuestas.

B— *Ecología Factorial*: Se establecen correlaciones entre características medidas todas ellas en unidades agregadas, y el objetivo es establecer tipologías zonales.

C— *Análisis ecológico*: El objetivo es establecer inferencias sobre comportamientos individuales partiendo de datos agregados espacialmente.

D— *Análisis ecológico-contextual*: Se estudia la interacción entre características individuales y el contexto territorial en que se desenvuelven los individuos.

Para Johnston es importante decidir la gravedad de la autocorrelación espacial para el aná-

lisis de tipo B, C y D, pues el A no es usual en Geografía Humana por no disponerse de datos (cabría aquí señalar la relación de esta cuestión con una de las alternativas metodológicas al PUEM, el empleo de datos individuales). Además de la autocorrelación espacial, los análisis de tipo C y D están afectados por la cuestión de la falacia ecológica (una discusión del tema en Bosque Sendra (1982), y López Guerra (1977)), que complica aún más el problema, aunque ahora no lo consideremos.

Johnston (1981, p. 10), opina que la incidencia de la autocorrelación espacial en muchos de estos análisis es inexistente, ya que de modo implícito aceptan que la localización en el espacio geográfico de las unidades de observación es indiferente e irrelevante.

#### IV. CONCLUSIONES

La aplicación de las técnicas estadísticas tradicionales, con el objeto de medir la asociación entre variables, presentan en Geografía características particulares. Entre ellas, el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson vienen utilizándose con gran frecuencia en trabajos de correlación simple y multivariados. Un estudio en detalle de este método de medida nos lleva a la conclusión de la variedad de resultados que pueden obtenerse en un mismo análisis, dependiendo tanto de las características de las variables utilizadas como de la delimitación de las unidades de observación. Las variables de partida deben reunir una serie de requisitos (normalidad, linealidad, independencia, etc.) si deseamos utilizarlas en análisis de carácter prospectivo, aunque el nivel de exigencia disminuye en estudios estadísticos de descripción. Aún en este último caso, el efecto de "talla" o heterogeneidad y el empleo de proporciones o datos relativos pueden deformar los resultados obtenidos, debido a una variación artificial de la correlación entre variables.

Las características de las unidades de observación condiciona en gran medida los análisis de tipo geográfico. La agrupación de unidades elementales en otras superiores (efecto escala) o la diferente combinación de estos en un mismo nivel (efecto zonal) produce una variación del coeficiente de correlación, que puede llegar a oscilar,

en ocasiones, entre valores próximos a + 1 y -1, modificando completamente el sentido del estudio realizado. Además, la autocorrelación espacial y temporal, que se produce entre los datos por efecto de su especificidad geográfica, dificulta su empleo en análisis prospectivos, donde la estadística inferencial exige la independencia de los datos empleados.

Las principales alternativas elaboradas para solucionar esta problemática se clasifican en dos grupos: el primero agrupa las alternativas de tipo metodológico, que se plantea la definición precisa de individuos geográficos significativos e invariables, que podrían ser utilizados de manera homogénea en todos los trabajos de investigación. El segundo reúne alternativas de tipo teórico, entre las que cabe destacar el intento de independizar las propiedades o caracteres del fenómeno estudiado respecto del sistema de zonificación que se utiliza; la elección de las unidades más adecuadas al análisis a realizar, o por último la elaboración de un estudio a nivel nacional entre variables definidas por el censo, a diversas escalas de análisis, que permita comparar los resultados obtenidos en un área de extensión más limitada.

#### REFERENCIAS

- (1) El coeficiente de correlación lineal de Pearson es un estadístico bastante conocido de los geógrafos españoles; en un 30% de los trabajos de geografía cuantitativa española se ha utilizado con mayor o menor profusión (Vid. BOSQUE, J. y otros, 1983). Además se han publicado algunos trabajos que discuten sus características y su modo de empleo en geografía, no sólo en los de técnicas cuantitativas, sino en artículos específicos (Vid. COMPAN VAZQUEZ, D., 1978).
- (2) En este sentido es preciso mencionar los trabajos pioneros de la Geografía Cuantitativa de los años 50-60, especialmente, por ejemplo, el estudio de H.H. Mc Carty y N.E. Salisbury: "Visual comparison of Isoleth Maps as a Means of Determining Correlations Between Spatially Distributed Phenomena", State Univ. of Iowa, Dpt. of Geography, Monograph nº 3 (1961).
- (3) Sobre la regresión, además de los consabidos manuales de técnicas estadísticas en Geografía,

Compan Vázquez (1978) ha realizado un artículo de análisis metodológico de su empleo en Geografía.

(4) Podría darse algún caso particular, en que al añadir elementos alejados del valor medio, la correlación disminuyese de valor. La relación existente entre la excentricidad de la elipse circunscrita y el coeficiente de correlación nos permite imaginar con facilidad esa situación, en el caso de elementos altamente correlacionados.

(5) No obstante se han señalado por algunos autores que tales resultados pueden ser algo discutibles y menos graves. Así Johnston (1981), señala que los valores extremos de las distribuciones de estadísticos puede ser que se obtengan únicamente con:

Una geografía de la zonificación especialmente anómala, donde la geometría de las zonas sea especialmente extraña y compleja, lo que podría minusvalorar este resultado, ya que tales configuraciones no suelen ser conocidas en los casos reales.

—Con una distribución de zonas especialmente diversas en tamaños de las poblaciones, donde por tanto existen poblaciones muy pequeñas junto a otras grandes, muy por encima de la divergencia que en este sentido se encuentra en los hechos reales.

(6) Ley del Secreto Estadístico.

(7) En este caso se trató de llevar a cabo una clasificación de las observaciones, que consistían en unidades familiares (que son observaciones fijas, inmutables y naturales). En cada observación se disponía de datos medidos todos ellos en una escala nominal, lo que determina que la clasificación no puede basarse en el coeficiente de correlación; y es preciso crear un nuevo algoritmo de clasificación, lo cual conecta el problema con los últimos desarrollos en métodos estadísticos para datos categóricos (WRIGLEY, N., 1979 y 1981).

(8) Si se observa un mapa representativo de una variable, se puede aceptar que si se cambia el número de zonas en que esté dividido el conjunto del mapa, y lo hace la configuración espacial de cada número de zonas, la información proporcionada por el mapa variará. Intuitivamente se puede aceptar que aumentando el número de zo-

nas, y cuanto más regular sea la configuración de la zonificación, mayor será la información disponible (BATTY, 1978).

(9) Un sistema de zonificación es aquel que conserva la contigüidad de las nuevas zonas agregadas. Los sistemas de muestreo, en este caso, son aquellos en los que las nuevas zonas agregadas no conservan la contigüidad y son de mayor tamaño.

(10) Algunas de las características más notables de estos test serían los siguientes:

—Se han desarrollado variantes adecuadas para los distintos niveles de medición de los datos: escala nominal (estadísticos de Morán: BB, BW y WW); escala de intervalos (estadístico I de Morán, estadístico C de Geary).

—En general la estadística de autocorrelación de la escala de intervalos tiene una forma parecida al coeficiente de correlación, es decir en el numerador llevan el valor de la covarianza, en este caso la autocovarianza de la variable estudiada consigo misma en el espacio geográfico. En el denominador el valor de la varianza de la variable.

—Un problema clave de este coeficiente de autocorrelación es la matriz de pesos ( $W_{ij}$ ) que liga a cada unidad espacial a las restantes. Esta matriz, que puede ser considerada como una medida de la acción con la distancia, puede ser modificada en función de los criterios del usuario. Algunas de las más usadas son una matriz de contigüidad, y la de distancias.

## BIBLIOGRAFIA

ALKER (1969), "A tipology of Ecological Fallacies" (p. 69–86) en DOGAN y ROKAN (Ed.), *Quantitative Ecological Analysis in the Social Sciences*, The M.I.T. Press, Cambridge.

BATTY, M. (1978), "Speculations on an information theoretic approach to spatial representation" (p. 115–150) MASSER, I. y BROWN, P. (Eds.) *Spatial representation and spatial interaction*, Martinus Nijhoff, Leiden.

BEGUIN, H. (1979), *Methodes d'analyse géogra-*

- phique quantitative*, Librairies techniques, Paris.
- BOSQUE SENDRA, J. (1982), "Modelos ecológicos del comportamiento electoral en España (1977-79)", *Estudios geográficos*, vol. 166, p. 33-59.
- BOSQUE SENDRA J. y otros (1983), "La geografía cuantitativa en la Universidad y en la investigación española", *Geocrítica* Marzo nº 44.
- CASETTI, (1966), "The analysis of spatial association by trigonometric polynomials", *The Canadian Geographer*, 10, p. 199-204.
- CLIFF, A.D. y J.K. ORD (1973), *Spatial autocorrelation*, Pion Ltd, Londres.
- CLIFF, A.D. y J.K. ORD (1981), *Spatial processes. Models and application* Pion t., Londres.
- COMPAN VAZQUEZ, D. (1978), "Sobre el uso de la correlación lineal simple en Geografía, aplicación al estudio de la distribución espacial de la renta en España", *Cuadernos Geográficos Universidad de Granada*, vol. 8, p. 25-43.
- COOMBES, M.G. y otros (1978), "Towards a more rational consideration of census areal units: daily urban systems in Britain", *Environmental and Planning*, 10, p. 1179-85.
- COOMBES, M.G. y otros (1979), "Daily urban systems in Britain: from theory to practice", *Environmental and Planning A*, 11, p. 565-74.
- CURRY, L. (1966), "A note on spatial association", *The Professional Geographer*, 18, p. 97-99.
- DOGAN y ROKKAN (1969), "Introduction" (p. 1-16) en DOGAN y ROKKAN (Ed.) *Quantitative Ecological Analysis in the Social Sciences*, The M.I.T. Press, Cambridge.
- ESTEBANEZ, J. y R. BRADSHAW (1979), *Técnicas de cuantificación en Geografía*, Ed. Tébar-Flores, Madrid.
- EVANS, I.S. (1981), "Relationships between Great Britain census variables at the 1 km. aggregate level" (p. 145-188) WRIGLEY, N. (Ed.), *Statistical Applications in the Spatial Sciences*, Pion, London.
- EVANS, I.S. y K. JONES (1981), "Ratios and closed number systems" (p. 123-134) WRIGLEY, N. y BENNET, R. J. (Eds.) *Quantitative Geography: a British view*, Routledge and Kegan, Londres.
- GUDGIN, G. Y P.J. TAYLOR (1979), *Seats, Votes and the spatial organization of Elections*, Pion, Londres.
- HAGGET, P. y otros (1977), *Locational Models*, Arnold, Londres.
- HAYNES, R.M. (1978), "A note on dimensions and relationships in human geography", *Geographical Analysis*, 10, p. 288-91.
- JOHNSTON, R. J. (1978), *Multivariate Stastical Analysis in Geography*, Longman Group Ltd., Nueva York.
- JOHNSTON, R.J. (1981), "On ecological analysis and spatial autocorrelation", *Travaux de l' Institut de Geographie de Reims* num. 47, p. 3-15.
- KING, L.J. (1969), *Statistical Analysis in Geography*, Prentice Hall, Nueva York.
- LOPEZ GUERRA, L. (1977), "Niveles de análisis, falacia ecológica y falacia contextual", *R.E.O.P.*, vol. 48, p. 69-89.
- MCCARTY, H.M. y N.E. SALISBURY (1961), "Visual Comparisons of Isopleth Maps as a Means of determining correlations between spatially distributed phenomena", State Univ. of Iowa, Dpt. of Geography, Monograph, num. 3.
- OPENSHAW, S. (1977a), "Optimal zoning systems for spatial interaction models", *Environment and Planning*, A, 9, p. 169-184.
- OPENSHAW, S. (1977b), "Algorithm 3: a procedure to generate pseudo-random aggregations of N zones into M zones, where M is less than N", *Environment and Planning*, A, 9, p. 1423-1428.
- OPENSHAW, S. (1978a), "An empirical study

of some zone—design criteria”, *Environment and Planning, A*, 10, p. 781–794.

OPENSHAW, S. (1978b), “An optimal zoning approach to the study of spatially aggregated data” (p. 95–114) MASSER, I. y BROWN, P. (Eds.) *Spatial representation and spatial interaction*, Martinus Nijhoff, Leiden.

OPENSHAW, S. (1979), “Alternative methods of estimating spatial interaction models and their performance in short—term forecasting” (p. 201–226) BARTELS y KETELLAPER (eds.), *Exploratory and explanatory statistical analysis of spatial data*, M. Nijhoff, Boston.

OPENSHAW, S. (1981), “Le problème de l’aggregation spatiale en Geographe”, *L’Espace Geographique*, num. 1, p. 15–24.

OPENSHAW, S. (1982), “The classification of large census data sets”, comunicación presentada al *III Coloquio de Geografía Teórica y Cuantitativa*, Ausburg.

OPENSHAW, S. y P.J. TAYLOR (1979), “A mi-

llion or so correlations coefficients: three experiments on the modifiable areal unit problem” (p. 127–144) WRIGLEY (Ed.), *Statistical applications in the Spatial Sciences*, Pion, Londres.

OPENSHAW, S. y P.J. TAYLOR (1981), “The modifiable areal unit problem” (p. 60–70) WRIGLEY, N. y BENNETT, R.J., en (Eds.), *Quantitative geography: a British view*, Routledge and Kegan Paul, Londres.

ROBINSON, W.S. (1950), “Ecological correlations and the behavior of individuals”, *American Sociological Review*, 15, p. 351–357.

WILSON, A.G. (1980), *Geografía y planeamiento urbano y regional*, Oikos Tau, Barcelona.

WRIGLEY, N. (1979), “Developments in the Statistical Analysis of categorical data”, *Progress in Human Geography*, 3, p. 315–55.

WRIGLEY, N. (1981, “Categorical data analysis” (p. 111–122) WRIGLEY y BENNETT (eds.), *Quantitative Geography: a British view*, Routledge and Kegan, Londres.

## NOTAS SOBRE LA APLICACION DE ALGUNAS TECNICAS ESTADISTICAS Y PROBABILISTICAS EN LA CIMATOLOGIA "CUANTITATIVA"

La denominada Climatología "cuantitativa" (DAUPHINE, DURAND-DASTÈS y SAINTIGNON, 1980), basada en el moderno análisis cuantitativo, ha revalorizado la Climatología separativa o analítica, reducida durante largo tiempo—desde Hann hasta recientemente— al cálculo de medias y de algún otro parámetro sencillo, con la introducción de las nuevas técnicas de la Estadística inferencial, que completan las de la Estadística descriptiva —las únicas utilizadas y aun de forma parcial en aquella larga etapa. Pero además el moderno análisis cuantitativo puede resultar muy fecundo en la Climatología sintética o sinóptica, facilitando la construcción de clasificaciones lógicas de tipos sinópticos y correlacionando éstos y los valores de los elementos del clima. Podría decirse que, en cierta medida, el empleo de la metodología cuantitativa coordina las investigaciones separativa y sinóptica, propias de las respectivas climatologías.

En esta comunicación esbozamos algunas ideas sobre los fundamentos de la Climatología "cuantitativa" y señalamos algunas de las técnicas aptas, especialmente, para el tratamiento de la precipitación que utiliza.

### 1. TECNICAS CUANTITATIVAS EN CLIMATOLOGIA "CUANTITATIVA"

Las modernas técnicas estadísticas y probabilísticas se nos revelan no sólo como un útil descriptivo, sino también como explicativo. Estas técnicas no pueden reemplazar la teoría, pero permiten verificar las hipótesis construidas a partir de ella. Las pruebas de significación es-

tadísticas precisamente se usan para la comprobación de hipótesis. En la Climatología "cuantitativa" las hipótesis se verifican estadísticamente. Al fin y al cabo son formuladas en los mismos términos, en términos de frecuencia o de probabilidad. Y ello, remontándonos más, es así porque las relaciones de causalidad en Climatología, como también se ha visto en otras ramas de la Geografía y en otras ciencias, no son necesarias sino contingentes. Hoy, en la mayoría de las ciencias no se pueden formular leyes deterministas y exactas, sino proposiciones con un cierto grado controlado de confianza, o leyes probabilísticas (RASO, CLAVERO y MARTIN VIDE, en prensa). El empleo de los métodos estadísticos y probabilísticos es, pues, exigible por la misma naturaleza de los procesos y relaciones, medibles y contingentes, que entran en juego. Pero, además, por una de las características del método "científico", cual es su capacidad de formular predicciones, lo que no puede hacerse más que en términos de probabilidad. El método estadístico en Climatología es, según Landsberg (1974), una alternativa a los métodos deterministas, que poseen limitaciones por causa de las propias características de la atmósfera, de la precisión de las observaciones y de los problemas de cálculo. No extraña, entonces, el autocalicativo, con raíces en Péguy (1958) que explícitamente se atribuyen hoy una gran mayoría de los climatólogos franceses, cual es de probabilistas, frente a las posiciones deterministas y posibilistas (DAUPHINÉ, DURAND-DASTÈS y SAINTIGNON, 1980).

A pesar de que el geógrafo no es un estadís-



tico y de que su objetivo último no es el desarrollo de los métodos de la Estadística (NORCLIFFE, 1977), con Castro (1982) debe plantearse el uso de la misma a dos niveles: instrumental y metodológico. La Climatología "cuantitativa" aplica -nivel instrumental- diversos métodos estadísticos, y, más concretamente, estocásticos o de Estadística inferencial, como distribuciones de probabilidad, cadenas de Markov, etc., para conocer los valores de los elementos y variables del clima, tras un estudio y optimización de los mismos- nivel metodológico.

No podemos olvidar, por otra parte, que últimamente varios autores, entre los que sobresale Lockwood (1979), defienden que la moderna Climatología ha de estudiar las causas actuales del clima y las de algunas variaciones climáticas, abandonando el cálculo de medias, totales y extremos de los elementos del clima. Mediante la teoría de sistemas y complejos modelos matemáticos analizan el mundo real en que se desarrollan los procesos climáticos. Se centran estos análisis en los caminos seguidos por los flujos de energía y de agua. Hay que reconocer que este ambicioso proyecto queda muy por encima de los objetivos de la Climatología "cuantitativa". Además, mientras ésta es estadística, aquélla intenta construir modelos matemáticos; mientras en ésta el útil básico usado es el análisis cuantitativo de datos, en aquélla es el cálculo diferencial e integral. Creemos, no obstante, que la Climatología "cuantitativa" puede colaborar en el nuevo proyecto suministrando datos y orientando algunos de los esquemas de los flujos.

Centrándonos de nuevo en la Climatología "cuantitativa", el geógrafo debe alejar, salvo casos extremos, el escrúpulo de haberse "excedido" en el empleo de los métodos y técnicas cuantitativos, la mayoría bien conocidos, si repasamos la reciente bibliografía sobre el tema, especialmente la anglosajona, o la propuesta que últimamente Hufty (1981) ha formulado para el geógrafo especializado en Climatología, que puede y debe utilizar técnicas estadísticas y probabilísticas, como ajustes a distribuciones de probabilidad, regresiones múltiples, etc. Con Vilá Valenti (1973) recordaríamos que la aplicación, correcta, de la metodología cuantitativa en Geografía no hace de ésta una disciplina distinta.

## 2. APLICACION DE ALGUNAS TECNICAS CUANTITATIVAS.

El catálogo de técnicas estadísticas, y específicamente probabilísticas, que se emplean en Climatología "cuantitativa" podría ser tan extenso que la simple reseña de ellas requeriría un considerable espacio. Aquí sólo vamos a señalar algunas, destacando, brevemente, algún aspecto de su utilidad en los análisis pluviométricos.

- Correlación lineal: Este sencillo procedimiento permite obtener unos promedios mensuales de precipitación para un periodo largo en un punto con escasos registros, tras la comprobación de la bondad de la correlación con un punto de observación cercano con series de datos largas y la construcción de la correspondiente recta de regresión.

- Normal: Es un parámetro de tendencia central introducido por la O.M.M. (1969), cuyo valor es obtenido gráficamente tras construir, en un sistema de ejes cartesianos, en el que el de abscisas refiera a años y el de ordenadas a cantidades anuales, la poligonal resultante de las medias sucesivas de los totales anuales acumulados desde un primer año. El valor de la normal corresponde al de la media a partir de la cual pueda considerarse estabilizada la gráfica. Este sencillo procedimiento permite cifrar un número de años como el necesario para obtener un valor "medio" anual representativo y puede revelar alguna posible tendencia de la precipitación hacia el aumento o la disminución.

- Distribución normal: Las distribuciones muestrales de los totales anuales de precipitación son ajustables por medio de distribuciones normales o de Laplace-Gauss. La bondad de tal ajuste puede evaluarse mediante el test de Kolmogorov-Smirnov. Esta distribución puede también ajustarse a los totales mensuales si la media no es baja. Tras la verificación de los ajustes, pueden obtenerse los valores probables o cuantiles mediante esta ley.

- Distribución gamma incompleta: Esta distribución de probabilidad se utiliza para el ajuste de las distribuciones muestrales de los totales mensuales de precipitación, prefiriéndose a

la ley normal, especialmente cuando la media es baja (en nuestros climas suele ajustar muy bien las distribuciones correspondientes a los meses de la época cálida del año).

— Método de Bhattcharya: Este método, numérico y gráfico, descrito por Essenwanger (1976), permite descomponer una distribución de frecuencias de los totales mensuales o anuales de precipitación ajustable mediante una ley normal aunque no unimodal en un número, igual al de modas, de componentes gaussianas, y obtener el porcentaje de años que se distribuyen según cada una de ellas.

— Curvas exponenciales del tipo  $y = Ax e^{bx}$ : Estas curvas rigen, estadísticamente, el comportamiento de los porcentajes del número acumulado de días con precipitación, respecto al total de días con precipitación (x), con relación a los porcentajes de la cantidad acumulada correspondiente, respecto a la total (y).

— Cadena de Markov de dos estados: El modelo estocástico de la cadena de Markov de dos estados permite calcular los valores de las probabilidades de día con precipitación y de día sin precipitación, de día con/sin precipitación tras m días después de uno con/sin precipitación, de las secuencias de días con/sin precipitación seguidos, las duraciones medias de estas secuencias, etc. La bondad del modelo es muy notable en todos los casos estudiados.

— Distribución de máximos de Gumbel: Esta distribución se ajusta muy bien a la distribución muestral de las cantidades diarias máximas en un año, así como a las recogidas en otros intervalos, inferiores al día. Mediante ella pueden obtenerse las cantidades diarias, horarias, etc., máximas esperadas para distintos periodos de retorno o, reciprocamente, el número de años que ha de transcurrir para que se recoja una cantidad igual o superior a una determinada.

— Medias móviles: Este sencillo procedimiento puede servir, entre otras aplicaciones, para suavizar las poligonales de las frecuencias o de las cantidades de precipitación a lo largo del año recogidas en cada fecha, durante un cierto número de años, y poder así descubrir los pequeños periodos lluviosos o secos significativos y las po-

sibles singularidades.

## BIBLIOGRAFIA

CASTRO, Constancio de (1982): "Elementos de Metodología Descriptiva para el Análisis Espacial", *Lurralde*, 5, p. 409—471, San Sebastián, I.N.G.E.B.A.

DAUPHINÉ, A.; DURAND—DASTÈS, F. y SAINTIGNON, M.F. (1980): "Informatique et statistique en Climatologie géographique", *Inf. Sci. Hum.*, 48, p. 75—86.

ESSENWANGER, Oskar M. (1976): *Applied Statistics in Atmospheric Science. Part A. Frequencies and Curve Fitting*, Amsterdam, Elsevier.

HUFTY, André (1981): "Propos sur la climatologie" *Annales de Géographie*, XC, 500, p. 428—444, Paris.

LANDSBERG, H.E. (1974): "Aplicaciones especiales de la Meteorología y Climatología", *Boletín de la O.M.M.*, XXIII, 1, p. 29—32, Genève.

LOCKWOOD, John G. (1979): *Causes of Climate*, London, Arnold.

NORCLIFFE, G.B. (1977): *Inferential Statistics for Geographers. An Introduction*, London, Hutchinson.

O.M.M. (W.M.O.) (1969): *A note on climatological normals*, Genève (Technical Note, 84).

PEGUY, Ch. P. (1958): *Eléments de statistique appliquée*, París, C.D.U.

RASO, J.M.; CLAVERO, P. y MARTIN VIDE, J. (en prensa): "La climatología actual, entre la Geografía y las ciencias de la atmósfera". Comunicación presentada al II Coloquio Ibérico de Geografía, Lisboa—1980.

VILA VALENTI, J. (1973): "¿Una nueva Geografía?" (II). *Revista de Geografía*, VII, 1 y 2, p. 5—57. Dep. Geografía, Univ. Barcelona.



## METODOS DE ANALISIS MULTIVARIANTE EN GEOMORFOLOGIA

### 1. INTRODUCCION

El objetivo de esta comunicación es dar a conocer, a grandes rasgos, algunas técnicas de análisis multivariante, utilizadas en el campo de la Geomorfología en los países de habla anglosajona. Este tipo de técnicas empiezan a ser aplicadas en trabajos aislados a finales de los años 50. Antes se habían introducido técnicas simples de estadística en el tratamiento de los datos gracias a los avances técnicos que se realizaron a partir de los años 30, como la mejora de los mapas topográficos y a la aparición de fotografías aéreas, que permitieron disponer de mayor cantidad de datos y de mejores mediciones de los mismos.

Las técnicas de análisis multivariante permiten ver si los diferentes factores que determinan un hecho natural están relacionados entre sí, son utilizadas también para ordenar estos factores según su importancia y ver si alguno de ellos refuerza el efecto de otro. Este estudio simultáneo de varios factores inter-relacionados ha sido posible gracias a la utilización de ordenadores que permiten procesar y elaborar gran cantidad de datos. Anteriormente, ante la dificultad de trabajar con los múltiples factores que intervienen en los problemas geomorfológicos, tan sólo se intentaba buscar relaciones entre dos variables, considerándolas como causa y efecto por ser las que realizaban un mayor control del hecho estudiado. Las bases del análisis multivariante consisten, pues, en relacionar todas las variables independientes (factores) con la variable dependiente (hecho natural), evaluándolas simultáneamente en diferentes situaciones, combinaciones y magnitudes. La relación entre la variable dependien-

te y las independientes debe hacerse o bien interpolando o prediciendo valores de la variable dependiente (lo que se conoce como curva de ajuste), o bien explicando la variación de la variable dependiente por las independientes. Entre éstos métodos se encuentran el análisis de regresión múltiple y el de correlación múltiple.

El término de análisis espacial es utilizado para denominar la unión de técnicas analíticas y de modelos en los que existen una clara relación entre los datos cuantitativos y el espacio en el que se han tomado. Dentro de estas técnicas de análisis, que pueden ser a su vez multivariantes, cabe destacar algunas de gran importancia que se caracterizan por su reciente aplicación en los problemas geomorfológicos como son: el análisis factorial, el análisis "cluster" y el análisis discriminante. Otras técnicas de análisis espacial fueron ya utilizadas a partir de los años 60, como el análisis de superficies de tendencia (análisis polinomial, espectral, armónico, series de Fourier) y la cartografía automática (utilizada para interpolación de contornos y elevaciones) (CHORLEY, 1972). Ultimamente se ha iniciado la investigación sobre la construcción de modelos de simulación espacial en geomorfología. Esta técnica, poco desarrollada todavía, tan sólo ha sido aplicada en la simulación de redes fluviales y en la sedimentación marina.

### 2. ANALISIS DE REGRESION MULTIPLE

La mayoría de las distribuciones espaciales en los hechos geomorfológicos son tan complicadas en su estructura y en sus relaciones que no pueden ser explicadas de una manera satisfacto-

ria utilizando una sola variable independiente; es necesario entonces buscar otras variables que estén relacionadas y descubrir mediante el análisis de regresión múltiple, si la variación de una variable dependiente (por ejemplo: El área de una cuenca de drenaje) se explica mejor con dos o más variables independientes juntas, que con cualquiera de ellas tomadas por separado. Muchas veces es posible explicar una importante proporción del total de la varianza de una variable dependiente por un limitado número de otras variables. Esta parte que explica la variación puede tomar cualquier forma (lineal, exponencial, polinomial) aunque el modelo lineal es el que más frecuentemente se utiliza en los trabajos por ser el menos complicado.

Como es sabido, el modelo lineal expresa la relación entre la variable dependiente y varias variables independientes mediante una ecuación de regresión múltiple de la forma:

$$Y = a + bx_1 + cx_2 + \dots + nx_n$$

Donde Y representa la variable dependiente;  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  son las variables independientes, y a, b, c, ..., n, son constantes numéricas que han de calcularse mediante el método de mínimos cuadrados.

Cuando el análisis de regresión múltiple incluye dos variables independientes, se puede representar en un bloque diagrama en tres dimensiones (la 3ª para la variable dependiente); si el análisis incluye más de dos variables independientes, la relación ya no puede representarse en un gráfico pues sobrepasa el espacio tridimensional; el número de dimensiones depende por tanto del número de variables (n).

Ya en 1959, Krumbein utilizó métodos de análisis de regresión múltiple para el estudio de la influencia de 4 factores en la estabilidad de las playas y observó que juntos explicaban más del 76% de las variaciones de la estabilidad observadas.

En un estudio de dolinas, Jennings, (1962), utiliza también el método de regresión. Una vez analizados los datos, (longitud, anchura, profundidad, y dirección del eje mayor), observa que la varianza de la profundidad de las dolinas está re-

lacionada con la longitud del eje mayor y con la anchura, y que la variación del ángulo formado por la vertiente de la dolina y el fondo es escasa pues éste permanece más o menos estable. Esta escasa variación del valor del ángulo lateral indica, según Jennings, que los procesos de superficie son los que tienen el papel más importante en la evolución geomorfológica de las dolinas y no los procesos de derrumbamiento, como normalmente se acepta.

Doornkamp y King (1971), aplican esta ecuación en un estudio sobre cuencas de tercer orden en el Sur de Uganda, hallando que el 91% de la variación en el área de la cuenca es explicada por el número y la longitud de los cursos de 3º orden, y en un 81% por el número y la longitud de los cursos de 1º orden.

Davis (1973), expone algunos programas que pueden utilizarse para la resolución de las ecuaciones de análisis de regresión múltiple. El programa MULTR, halla el análisis de regresión (R), el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), da una lista de la variable dependiente  $Y_i$ , la regresión estimada  $\hat{Y}_i$  y la desviación ( $Y_i - \hat{Y}_i$ ). Davis aplica este programa a un estudio hecho por Krumbein y Shreve (1970) que analiza la influencia de 6 variables sobre la magnitud de cuencas de tercer orden en Kentucky. Davis aplica detalladamente los pasos que realiza para analizar automáticamente esos datos y posteriormente modifica el programa para que trabaje con menos error.

### 3. ANALISIS FACTORIAL

El objetivo del análisis factorial es reducir la dimensión del espacio de medida perdiendo la mínima explicación (varianza) posible. Se busca así, un número menor de variables (factores) que serán combinación lineal de las variables originales, de tal manera que el primer factor sea el que explique la mayor varianza, el segundo explique menos que el 1º pero más que el 3º, y así sucesivamente. Vemos, pues, que a través del análisis de datos se pueden reducir numerosas variables a unos pocos factores que proporcionan un resumen de los datos originales. Los factores resumen variables intercorrelacionadas entre sí, por lo que cuanto mayor sean las intercorrelaciones entre las variables, menor será el número resul-

tante de factores.

Si se realiza el análisis factorial por medio de un ordenador se puede utilizar  $n$  variables las cuales se distribuirán en un espacio  $n$ -dimensional, en una forma hiper-elipsoidal, con  $n$  dimensiones y  $n$  ejes. El eje más largo seguirá la tendencia general de la mayoría de los puntos "localizados" en ese espacio y este eje será el que más se acerque a la tendencia de los datos. Algunas de las variables quedarán cerca de este eje mayor, el cual es conocido como factor I y tendrán un alto peso en este factor. Las variables que se encuentran a mayor distancia del factor I, en el espacio  $n$ -dimensional, tendrán un peso bajo en ese factor y estarán más próximas a otros ejes de la hiper-elipse. Los ejes (factores) de este cuerpo geométrico son llamados I, II, III, ..... en orden decreciente a su longitud. Así, las variables que se encuentran cerca del segundo eje más largo se dice que tienen un alto peso en el factor II. El peso o carga de los factores es la correlación existente entre una variable y un factor determinado.

Para aplicar este método, se construye una matriz de correlación con los datos originales estandarizados, la cual se reemplaza por una matriz de los pesos o cargas de los factores, que se realiza calculando la distancia entre la dispersión de los valores de las variables y el eje-factor.

Los ejes de la hiper-elipse se disponen en ángulo recto, así, una vez encontrado el eje mayor I, el segundo será medido en ángulo recto (u ortogonal) al primero, y así sucesivamente. Pero hay una serie de métodos que permiten superar esta posición obligada de los ejes-factores; uno de ellos los permite "rotar" para que encuentren una posición en la cual un número reducido de variables tenga un gran peso en cada factor, mientras que el resto de las variables tengan valores cercanos a cero. Esto facilita la interpretación de los resultados.

Doornkamp y King (1971) han aplicado el análisis factorial en una región del Sur de Uganda a 18 variables morfométricas medidas en cuencas de 3º orden. El resultado de dicha aplicación es que la información se resume en los 6 primeros factores los cuales explican un 94% de la variación de los datos originales. El factor

I está relacionado positivamente con el área de la cuenca y la longitud de los cursos, mientras que está negativamente relacionado con la densidad de drenaje, la frecuencia de los cursos y la proporción de relieve. Así, se puede decir que el factor I está compuesto esencialmente por las variables relacionadas con el tamaño de la cuenca y puede ser llamado Factor de Tamaño. Este factor, aumenta proporcionalmente con el área de la cuenca y con la longitud de los cursos, pero decrece cuando aumentan las medidas de intensidad de disección de la cuenca. El factor II está esencialmente relacionado con las variables de número de cursos de los diferentes órdenes. Los factores I y II explican el 70% de la variación de los datos totales. Los otros factores contribuyen a una explicación progresivamente menor: de esta forma el análisis factorial indica la relativa importancia de las variables en la explicación de todos los datos: las variables más importantes en este estudio son las que se refieren al tamaño de la cuenca.

Otra aplicación de esta técnica la realiza Mather (1976) en un ejemplo basado en el trabajo de Gustafson (1973), el cual utiliza también diversas variables morfológicas en cuencas de drenaje de Europa Central. Mather toma 8 de estas variables en algunas de las cuencas, con ellas aplica el análisis factorial y halla las matrices y las diversas operaciones del análisis mediante un ordenador, utilizando una serie de subrutinas en FORTRAN que se hallan descritas en dicho libro.

#### 4. ANALISIS CLUSTER

El análisis cluster es un método de clasificar los casos estudiados en grupos más o menos homogéneos. Debido a que los métodos tradicionales de clasificación son muy subjetivos, se han buscado nuevas técnicas que sean capaces de incorporar los datos en el ordenador. Estas técnicas de clasificación llamadas métodos de taxonomía numérica, permiten dar una mejor interpretación de los datos mediante el análisis de las causas intrínsecas de la agrupación de los mismos.

El análisis cluster mide el grado de similitud entre cada par de casos mediante un coeficiente. Este coeficiente puede ser: el coeficiente de

correlación ( $r_{ij}$ ) o el coeficiente de Distancia Euclidiana ( $d_{ij}$ ) (1). Una vez hallada la matriz de distancias o de coeficientes entre los diferentes casos, se van agrupando éstos de manera que los que tengan una mayor similitud, es decir los que tienen distancias más cortas o un alto coeficiente de correlación, se colocan juntos. Luego, unos grupos de casos se asocian con los grupos más homogéneos a ellos y así sucesivamente hasta que todos los casos han sido dispuestos en un árbol de clases o dendrograma, el cual lleva una escala de medida de las distancias que permite ver la información que se pierde a medida que se agranda la distancia. Hecho este árbol que une a todos los grupos en una clase común, puede realizarse una división de grupos mediante un "corte" en el punto del árbol donde aparezca un cambio brusco de la semejanza entre los grupos.

Existen varios métodos de análisis de clasificación entre los cuales los más utilizados son: Los métodos jerárquicos y los de reagrupamiento.

El método de reagrupamiento parte de la hipótesis de que se conoce el número de grupos a formar, por lo que el objetivo consiste en distribuir los datos entre los diversos grupos, de tal forma que se aminore la medida de similitud interna entre los datos que pertenecen al mismo grupo y se agrande la divergencia entre los diversos grupos.

Los métodos jerárquicos unen grupos para formar uno nuevo (métodos aglomerativos) o bien separan grupos formando nuevos subconjuntos (métodos divisivos). En estos métodos se tiene en cuenta todas las variables de cada caso para agrupar o separar clusters según la mayor similitud o diversidad de los mismos. Así, en estas subclases formadas se puede estudiar las cualidades comunes de los casos o grupos que se unen en un determinado nivel. Una vez agrupados dos casos o grupos, éstos pueden considerarse como un solo caso, entonces se puede recalculan las nuevas medidas de similitud mediante una nueva matriz de distancias. El método más simple de

(1)  $d_{ij} = \dots$  donde  $ij$  son los casos y  $k$  son las distancias medidas.

recalculan las nuevas medidas es mediante la media aritmética. Este procedimiento se llama método jerárquico de pares agrupados por distancia media (Average linkage).

Aunque aplicar la técnica cluster en un conjunto de datos pequeño es relativamente sencillo, puede resultar trabajoso si aumenta el tamaño de la muestra por lo que se puede utilizar programas de computador para su realización. Davis (1973) proporciona un programa llamado CLUSTER el cual calcula: el grado de similitud, bien mediante el coeficiente de correlación o bien por el de distancia euclidiana, recalcula los valores hallados una vez agrupados dos casos o grupos y, mediante una serie de subrutinas, ejecuta el cluster y dibuja el árbol de clases. Mather (1976) proporciona también, otro programa (HIERARCHICAL CLUSTER ANALYSIS) para aplicar la técnica de cluster jerárquico.

Mather (1976) aplica diferentes métodos de cluster a muestras de sedimentos obtenidos en una zona del Noroeste de Inglaterra. Estos sedimentos representan diferentes condiciones ambientales durante el Pleistoceno Superior. Previamente, divide cada muestra en 32 clases y hace una matriz entre muestras y clases a la que aplica un análisis de componentes principales para eliminar redundancias en los datos. Esto le permite reducir el número de variables (clases) a 13 perdiendo sólo el 30% de la información original. Mather analiza los diferentes dendrogramas obtenidos por diversos métodos de cluster llegando a la conclusión de que cada método tiene sus propias particularidades y que cada uno puede producir diferentes conclusiones a partir de datos semejantes, pues todo depende de cómo se estructuran los datos.

Mather (1972) realizó otro estudio de análisis de clasificación jerárquica, preocupándose principalmente por clasificar áreas homogéneas y contiguas en el espacio, es decir, por la delimitación de regiones. Para ello modifica la matriz de similitud (para la que utiliza el coeficiente de distancia euclidiana) introduciendo un signo negativo delante de los elementos que presentan similitud entre áreas no-contiguas en el espacio. Se consideran áreas contiguas a las que tienen un borde en común y no sólo una esquina. Mather toma un área de 4X15 km. de Nueva Zelanda y

la divide en 60 zonas homogéneas en donde estima 10 variables continuas (la altura máxima y mínima, el relieve relativo, el n° máximo de cursos y de isolíneas cruzados por una línea recta, el n° de isolíneas cerradas, n° de cursos de primer orden, etc.). Aplica a estas variables un análisis cluster jerárquico el cual es una modificación del método de Sokal y Michener (1958). El árbol de clases que resulta, cortándolo entre el valor de la distancia 1,0 y 1,5 muestra dos grandes regiones diferentes: una está situada al Este del área estudiada (A) y coincide con una zona montañosa por lo que la mayoría de las variables tienen valores por encima de la media. El segundo grupo (B) está situado al Oeste de la región y se caracteriza por ser una zona de poco relieve, con valores de las variables por debajo de la media. Aparte de estos dos grandes grupos aparecen dos pequeñas zonas, una caracterizada por sus condiciones pantanosas (C) y otra por su gran pendiente (D). Dos de las 60 zonas analizadas permanecen sin clasificar en el nivel de corte elegido, debido a que sus caracteres difieren del resto. (Ver figura n° 1).

Otro ejemplo de aplicación del análisis cluster es el de Doornkamp y King (1971) realizado sobre datos obtenidos en Uganda. Con estos datos realizan un árbol de clases de las 130 cuencas de tercer orden analizadas, basándose en el peso o carga de los factores de cada cuenca. El punto de corte tomado es el valor de 1,2 del coeficiente de similitud y el árbol queda así dividido en cinco grupos diferentes mientras que dos de las cuencas no se han unido todavía. Doornkamp y King analizan los 5 grupos resultantes y aprecian en ellos una cierta relación con las regiones morfológicas.

## 5. ANALISIS DISCRIMINANTE

El principal objetivo del análisis discriminante es encontrar una combinación lineal de las variables que se han medido, que proporcione la máxima diferencia entre dos o más grupos definidos previamente en una clasificación. Esta combinación lineal es una función discriminante que maximiza la distancia de los valores de las medias de las variables entre los grupos y minimiza la dispersión de los datos (varianza) dentro de cada grupo. El análisis discriminante se emplea tanto para comprobar el grado de significa-

ción estadística de la clasificación realizada por el cluster, como para determinar las causas más importantes de las diferencias entre los grupos formados, y también para incluir algún caso sin clasificar en el grupo más apropiado con el mínimo error posible.

### — Análisis Discriminante entre dos grupos—

En el estudio de las diferencias entre dos grupos A y B, el caso más simple es el que tiene en cuenta sólo 2 variables ( $X_1, X_2$ ) en cada grupo; la máxima separación entre ámbos puede entonces representarse mediante la proyección de los 2 puntos centrales (centroides) a una recta L, que representa la función discriminante. Esta recta o eje debe estar orientada de manera que dichas proyecciones queden lo más separadas posible a la vez que se minimice la dispersión de los datos de cada uno de los grupos. (Ver figura n° 2). Las posiciones de los puntos sobre esta línea pueden ser utilizadas para decidir a qué grupo se pueden asimilar los casos dudosos. Por ejemplo, un caso sin clasificar, P, proyectado sobre la recta L, permite observar que éste se encuentra más próximo al grupo B que al A, por lo que será incluido en el grupo B. En este ejemplo puede observarse que las proyecciones de los grupos A y B se solapan sobre los ejes  $X_1$  y  $X_2$ , cuando en realidad son grupos distintos.

Un método para calcular la función discriminante lineal ( $Y = {}_1X_1 + {}_2X_2 + \dots + {}_nX_n$ ), es el de regresión. Una vez hallados los coeficientes de la función discriminante, ésta toma la forma de una ecuación de regresión múltiple donde se pueden reemplazar los valores X de la ecuación por su medias ( $\bar{X}$ ) primero para el grupo A y luego para el B— obteniendo, así, la proyección del valor medio de cada grupo (A, B) en la recta de regresión. En ésta recta se halla entonces el punto medio ( $R_0$ ) entre el centroide del grupo A y el del B mediante:  $R_0 = \frac{A + B}{2}$ . Este pun-

to medio entre los centroides, se utiliza como punto de separación entre los grupos, pudiéndose así clasificar nuevos casos según estén más cerca de la media de un grupo u otro. Puede suceder que puntos de A aparezcan localizados dentro del grupo B, y a la inversa; éstos puntos quedarían, pues, mal clasificados por la función discriminante.



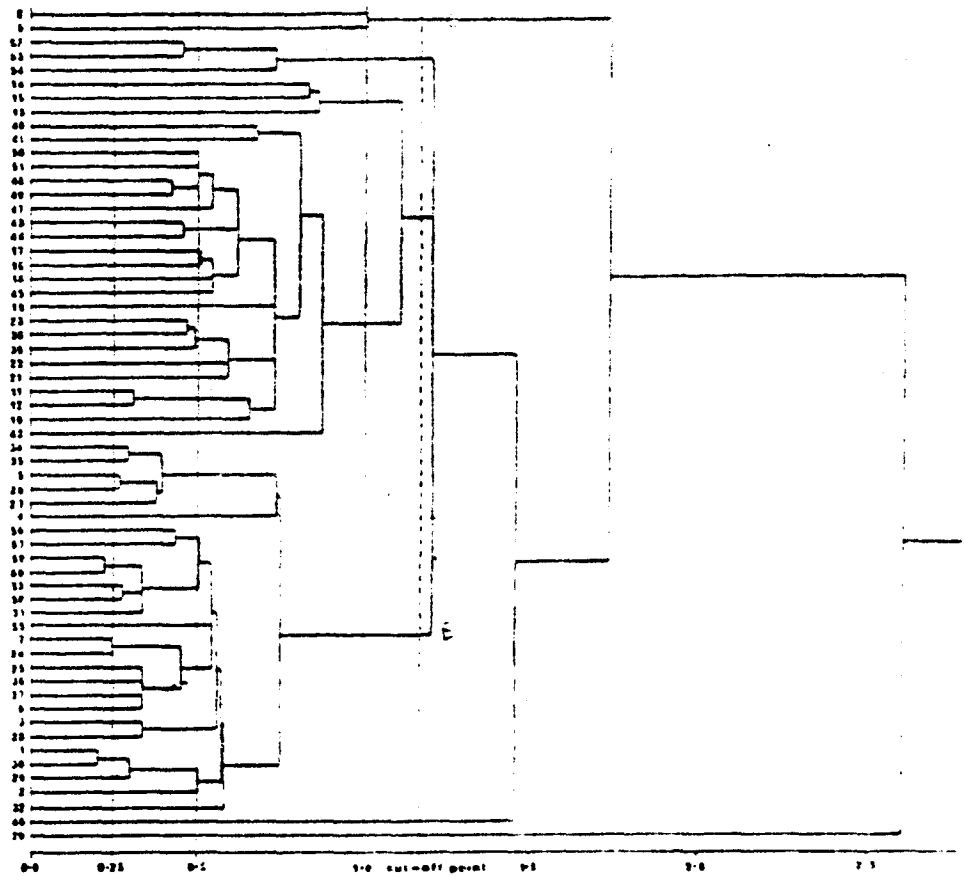


Figura n<sup>o</sup> 1.

Arbol de clases que representa la clasificación de 60 áreas atendiendo a la contigüidad espacial y las características geomorfológicas. Estudio realizado por Mather (1972) en Nueva Zelanda. "Areal classification in geomorphology". Incluido en: Chorley (1972), *Spatial Analysis in Geomorphology*.

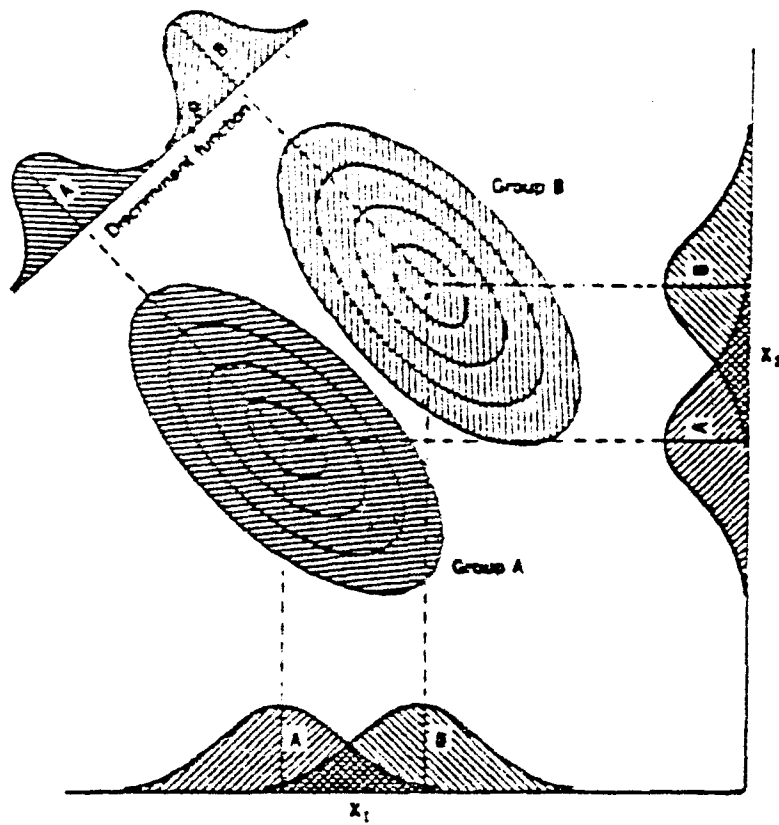


Figura n<sup>o</sup> 2.

Representación del análisis discriminante entre dos grupos para el caso de 2 variables ( $X_1, X_2$ ). Los grupos A y B se solapan en ambas variables, pero pueden ser diferenciados mediante la proyección de sus elementos en la recta de función discriminante. Davis (1973), *Statistics and Data Analysis in Geology*.

Para comprobar si los puntos han sido bien clasificados por la función discriminante, se parte de la hipótesis nula de que las 2 medias de los grupos son iguales o, lo que es lo mismo, que la distancia entre ellas en la recta discriminante es cero. Se aplica entonces el Test de  $T^2$  que permite obtener un número que se compara con la tabla de valores  $F$  a un determinado nivel de significación; si el valor obtenido es mayor que el de la tabla, la hipótesis nula puede ser rechazada. Aunque esto no significaría necesariamente que todos los puntos estén bien clasificados, por lo que se ha de calcular el porcentaje de error cometido.

El programa DISCRM que proporciona Davis (1973) permite calcular la función discriminante lineal entre dos grupos; determinar si la diferencia entre los grupos es significativa, e investigar la relativa importancia de las variables utilizadas. Mather (1976) propone también otro programa para realizar el análisis discriminante entre dos grupos.

Thomas (1969) realiza una aplicación del análisis discriminante entre dos grupos en su estudio sobre sedimentos glaciares y periglaciares en una ladera Norte de la Isla de Man. El grupo 1 lo constituyen los depósitos de soliflucción y el 2 los lechos de gravas. El objetivo de su estudio es determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos, teniendo en cuenta 4 variables (media, asimetría, curvatura y curtosis). Una vez computarizados los datos, verifica si existen diferencias significativas entre los datos mediante la hipótesis nula ya explicada; posteriormente halla la ecuación de regresión y, de ella, los valores de cada uno de los elementos de los grupos. El punto medio entre los 2 grupos permite clasificar nuevas muestras de sedimentos de este área concreta de la Isla de Man en el grupo 1 ó 2 según sus valores en las 4 variables. Los valores del grupo 1 oscilan entre  $-4,4$  y  $8,2$  y los del grupo 2, entre  $-2,0$  y  $-13,1$ . Thomas, observando los datos, ve que existe un cierto solapamiento de los grupos, aunque sólo dos de los datos del grupo 2 tiene valores incluidos en el rango de los de los depósitos de soliflucción y sólo 6 del grupo 1, están dentro del rango del grupo 2. Finalmente calcula la contribución de cada una de las 4 variables a la separación realizada por la función discriminante. La

variable de asimetría es la que más explica este poder discriminante de la función ( $43\%$ ); la curtosis explica el  $30,7\%$  la media el  $15,2\%$  y la curvatura el  $13,9\%$ .

— *Análisis Discriminante Múltiple.*— Aunque el análisis discriminante entre dos grupos ha sido muy utilizado, es más frecuente que existan más de 2 grupos dentro de un conjunto de datos. El análisis discriminante múltiple proporciona una comparación simultánea de varios grupos en los que se han medido una serie de variables. Este análisis se basa en las mismas suposiciones que el anterior, y se parte también de la misma hipótesis nula, en la que las medias de los elementos o casos de los  $n$  grupos son iguales. Esta hipótesis se verifica mediante el test de Lambda; si este test permite rechazarla, puede decirse que existen diferencias significativas entre los diversos grupos.

En el caso de 2 grupos, sólo es necesario un eje o recta discriminante para separar los grupos, mientras que en un caso general de  $n$  grupos se necesita  $n-1$  ejes discriminantes para explicar el  $100\%$  de la diferencia entre los grupos, pero normalmente los ejes que añaden poca explicación a la diferencia no se tienen en cuenta. Estos ejes o funciones se van asentando ortogonalmente en un espacio  $n$ -dimensional de manera que se maximicen las diferencias entre los grupos en cada eje. El primer eje discriminante explica la máxima diferencia; el 2º eje es ortogonal al 1º, y proporciona una explicación menor que el 1º pero mayor que el 3º, y así sucesivamente.

Cuando se ha establecido, por medio de un test estadístico, el nº de ejes a utilizar, los casos sin clasificar se pueden localizar en la clase más adecuada, bien dibujando los puntos, que representan casos, en un gráfico, e introduciendo cada punto no identificado en la clase cuyo centroide esté más cercano, o bien, calculando una función de distancia, similar a la usada en el análisis Cluster, de manera que el punto no identificado se incluye en el grupo cuyo centro está situado a una distancia menor. Mather (1976) proporciona un programa para realizar el análisis discriminante múltiple por ordenador.

Doornkamp y King (1971) aplican el análisis discriminante múltiple a su estudio de Ugan-

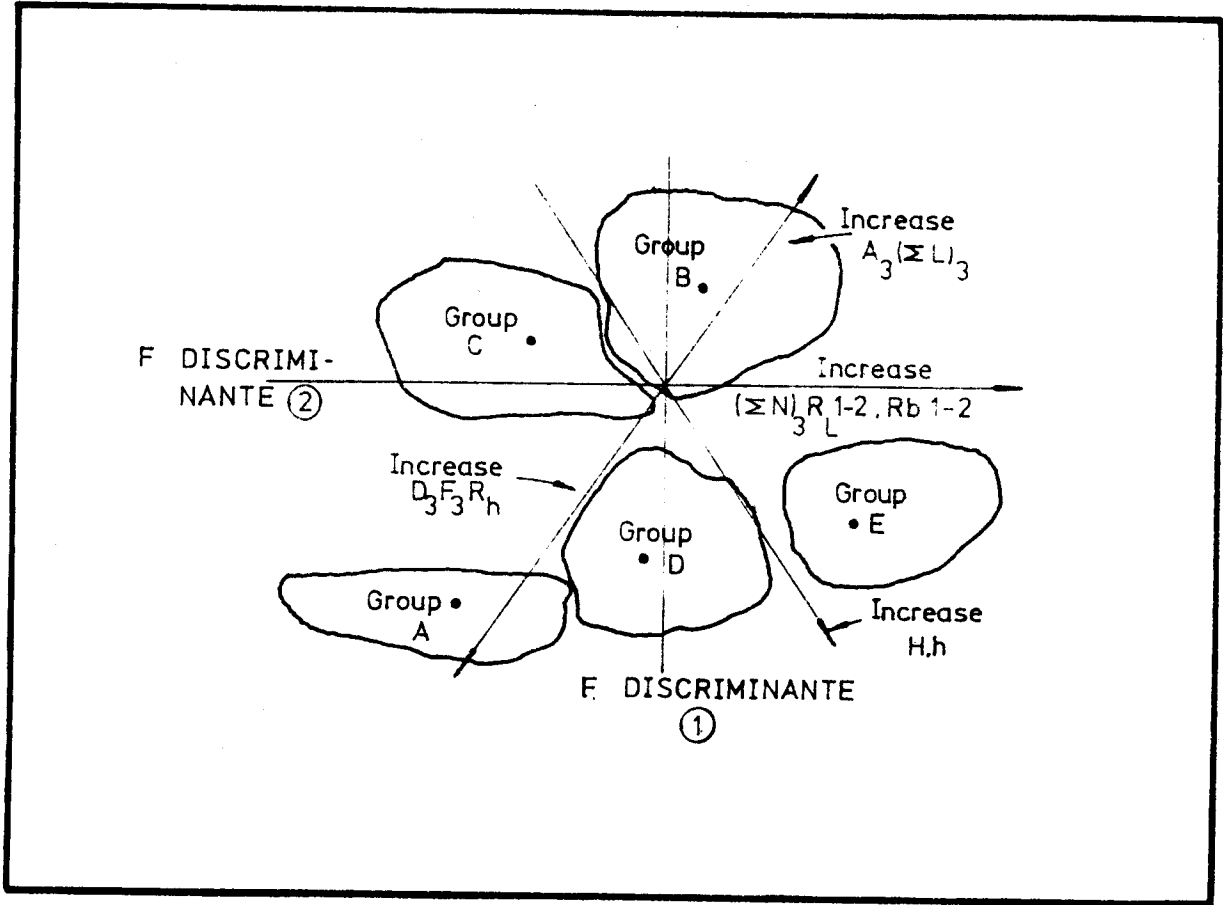


Figura nº 3.

da. Para ello, parten de los 5 grupos hallados anteriormente en el cluster y calculan mediante tests estadísticos que la diferencia significativa que existe entre los grupos es del 99 ‰, y que el 98 ‰ de esta diferencia la explican las dos primeras funciones discriminantes. Tomando como ejes las 2 funciones, representan cada una de las cuencas de drenaje mediante los valores que toman en estas funciones, pudiendo así delimitar fácilmente cada uno de los grupos definidos por el análisis cluster e incluir las cuencas no clasificadas en los grupos más cercanos a ellas.

A continuación, Doornkamp y King construyen una tabla que relaciona las funciones discriminantes con los factores del análisis factorial, para poder analizar la contribución relativa de cada factor en cada función discriminante. Observan así, que la función discriminante 1 se relaciona positivamente con los factores I y VI (tamaño y cociente de la longitud de los cursos de 2º y 3º orden) y negativamente con el factor IV (relieve relativo). La función discriminante 2 está asociada positivamente con los factores II y IV (nº de cursos y relieve relativo).

A partir del estudio de estas relaciones, los autores, construyen un modelo que explica la relación general entre las funciones discriminantes 1 y 2 y los 6 factores de la tabla. En este modelo, el eje vertical expresa la función discriminante 1 y el horizontal la 2. Los factores son representados dentro de estos ejes por vectores que indican su dirección de crecimiento. Este modelo lo superponen a la gráfica donde han representado los diferentes grupos con sus centroides y lo relacionan con las medias de los valores de las variables para cada grupo del cluster. (Ver figura nº 3). De ésta forma las características de cada uno de los 5 grupos pueden describirse mediante un modelo general, el cual permite observar que, de las 18 variables medidas, cuatro son fundamentales para realizar la separación de los grupos de cuencas; estas cuatro variables son: el área de la cuenca A<sub>3</sub>, el nº total de cursos de la cuenca (L)<sub>3</sub>, la densidad de drenaje D<sub>3</sub>, y el máximo relieve de la cuenca H.

## BIBLIOGRAFIA

CHORLEY, R.J. (1965). "The application of quantitative methods to geomorphology" In: J. Chorley and P. Hagget (eds.) *Frontiers in Geographical Teaching* London, Methuen, pp. 147-163.

— (1972), *Spatial analysis in Geomorphology*. London, Butler & Tanner Ltd.

DAVIS, J.C. (1973) *Statistics and Data Analysis in Geology*. New York, Wiley & Sons.

DOORNKAMP, J. and KING, C. (1971), *Numerical Analysis in Geomorphology*. London, Arnold.

ESTEBANEZ, J. y BRADSHAW, R.P. (1979), *Técnicas de Cuantificación en Geografía*. Madrid, Tebar Flores.

GRIFFITHS, J.C. (1966). "Application of discriminant functions as a classification tool in the geosciences". In: D.F. Merriam (ed.) (1966), *Colloquium on classification procedures. Computer Contribution*, 7, State Geological Survey, Lawrence, Kansas, pp. 48-52.

GUSTAFSON, G.C. (1973), "Quantitative investigation of the morphology of drainage basins using orthophotography". *Münchener Geographische Abhandlungen*, Band 11, Geographische Institut, München.

JENNIGS, J.M. and BIK (1962). "Karst morphology in Australian New Guinea". *Nature* num. 194, pp. 1036-8.

KING, L.J. (1969), *Statistical analysis in Geography*. Prentice-hall, Englewood cliffs.

KLOVAN, J.E. (1966). "The use of factor analysis in determining depositional environments from grain-size distributions". *Journ. Sedim. Petrol.* num. 36, pp. 115-125.

✓ KRUMBEIN, W.C. (1959). "The sorting out of geological variables illustrated by regression analysis of factors controlling beach firmness". *Journal of Sedimentary Petrology*. num. 29, pp. 575-87.

KRUMBEIN, W.C. and SHREVE, R.L. (1970). "Some statistical properties of dendritic channel networks: Tech. Rept. 13, office of Naval Research. ONR Tash No. 389-150, 117 p. (available from the Documents Clearinghouse, Arlington. Va., as AD 705625).

MATHER, P.M. (1976), *Computational Methods of Multivariate Analysis in Physical Geography*. London, Wiley & Sons.

MAXWELL, A.E. (1974), *Multivariate Analysis in Behavioural Research*. Monographs on Applied Probability and Statistics. London, Capman

& Hall.

SOKAL, R.R. and MICHENER, C.D. (1958). "A statistical method for evaluating systematic relationships". *University of Kansas Science Bulletin*. num. 7, pags. 1409-38.

THOMAS. G.S.P. (1969). "Rutine sediment analysis- a package of thre programs". In: *The use of computers in geomorphological research*, Symposium held at Nottingham, 1968. Brit. Geomorph. Res. Group. Occas. Paper 6, Geoabstracts, Uni. of East Anglia, Norwich.

## LA PERSISTENCIA DE LA LLUVIA SEGUN EL COEFICIENTE DE BESSON

En prácticamente todos los fenómenos meteorológicos se refleja un efecto de persistencia. Las observaciones meteorológicas de un día determinado no suelen ser independientes de lo ocurrido en días anteriores y, especialmente, de lo ocurrido en la víspera.

Una medida utilizada como indicativa de la mayor o menor persistencia de la lluvia en un observatorio es el coeficiente de Besson, meteorólogo francés que lo formuló en un artículo de la revista de la Academia de las Ciencias de París en 1.924. De aquel artículo y en aquel mismo año apareció en *Monthly Weather Review* una traducción. El meteorólogo español J. Domingo Quílez recogió la fórmula de Besson y en el año 1.928 publicó en los *Anales de la Sociedad Española de Meteorología* un estudio sobre su aplicación en el caso de las lluvias de Zaragoza. Pero en el difundido manual sobre métodos estadísticos en meteorología escrito por Brooks y Carruthers, en 1.953 se cometió un error en la formulación del genuino coeficiente de persistencia de Besson, error que va a ocasionar que los posteriores autores españoles que estudian la persistencia de la lluvia, P. Mateo, M.S. García y J. Garmendia, y A. Linés utilicen también una fórmula que no es la misma con la que el propio Besson calculó la persistencia para París y con la que Domingo y Quílez calculó la persistencia para Zaragoza.

Si llamamos  $p$  a la probabilidad general de lluvia, es decir, a la razón del número de días lluviosos habidos en la serie estudiada entre el número total de días de la serie y  $p'$  a la probabili-

dad condicionada de que llueva en un día habiendo llovido también el precedente, la fórmula ideada por Besson es la siguiente:

$$RB = \frac{p' - p}{1 - p}$$

siendo RB el coeficiente de persistencia.

Ya que lo normal en el caso de la lluvia es que  $p$  sea siempre mayor que  $p'$  (1), el coeficiente de persistencia de Besson adopta valores que van desde 0 hasta 1. Cuando la persistencia es grande  $p'$  tiende a 1 y por lo tanto RB también tiende a 1. Cuando no existe persistencia, cuando apenas importa el tiempo meteorológico del día precedente,  $p'$  se asemeja a la probabilidad no condicionada  $p$  y el coeficiente RB tiende a 0.

Pero en el trabajo de Brooks y Carruthers se formula el coeficiente de Besson de la siguiente forma:

$$RB = \frac{1 - p}{1 - p'} - 1, \text{ lo cual es igual a}$$

$$RB = \frac{p' - p}{1 - p'}$$

Se observa que el denominador no es el mismo que el del genuino coeficiente de Besson y consiguientemente también es diferente el intervalo de variación del coeficiente, que ahora se extiende desde 0 hasta infinito. Brooks y Carrut-

**CUADRO I  
PROBABILIDAD GENERAL DE LLUVIA, P**

	E	F	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Año
VIGO	56	51	49	40	42	28	16	22	35	38	50	50	40
CORUÑA	58	55	52	47	44	33	21	31	42	43	58	58	45
GIJON	52	51	46	51	48	36	26	36	43	43	53	54	45
SANTANDER	50	51	47	52	48	42	37	45	47	43	54	56	48
BILBAO	50	56	58	61	54	39	32	41	43	43	54	55	49
SAN SEBASTIAN	52	52	50	56	57	51	46	50	51	44	54	55	51
FUENTERRABIA	51	49	50	55	51	41	38	45	46	41	58	54	48
BIARRITZ	51	51	51	58	52	42	40	47	48	46	56	55	49

**CUADRO II  
PROBABILIDAD CONDICIONADA DE LLUVIA, P', EN UN DIA PRECEDIDO DE UN DIA DE PRECIPITACION**

	E	F	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Año
VIGO	79	81	78	70	73	59	35	46	59	69	77	75	71
CORUÑA	79	77	75	73	69	61	44	61	62	71	79	77	70
GIJON	72	71	65	68	68	58	46	49	61	65	72	73	65
SANTANDER	72	67	66	68	63	61	55	60	65	65	73	76	66
BILBAO	71	74	72	75	70	56	48	58	65	68	72	76	68
SAN SEBASTIAN	73	70	69	72	69	64	62	62	67	67	73	75	69
FUENTERRABIA	71	72	72	74	67	62	52	65	65	68	73	74	68
BIARRITZ	72	69	69	76	69	57	55	58	67	65	72	78	68



hers reseñan en su libro los coeficientes de persistencia de la lluvia en Kew (Londres) y Montsouris (París), pero el de Londres está calculado según su propia fórmula y el de París, estudiado por Besson está calculado según la fórmula original (2).

Así como Domingo y Quílez compara la persistencia de la lluvia en Zaragoza con la persistencia en París, basándose en el verdadero coeficiente de Besson, Mateo compara el valor hallado por él para Gijón con los de Londres y París, incurriendo, creemos, en una doble equivocación. El error más obvio es que utiliza para Gijón la fórmula de Brooks y Carruthers con lo que no es comparable el coeficiente hallado con el de París, calculado por Besson, según su propia fórmula. Así ocurre que calcula un coeficiente anual para Gijón de 0.63, muy superior al de París de 0.38, siendo en realidad la diferencia mucho menor. En cuanto a la comparación de los coeficientes de Gijón y de Londres, aunque hayan sido hallados con la misma fórmula, hay que tener en cuenta que los británicos han venido utilizando hasta 1.960 como definición de día de lluvia (rain-day) (3) la de aquel día en que se haya recogido al menos 0.01 pulgadas, es decir, 0.25 mm, mientras que Mateo basa su estudio en los días en que se han recogido al menos 0.1 mm. De esta forma la persistencia de Gijón, coeficiente 0,63, quedaba también exagerada respecto a la de Londres, coeficiente 0,30. Mateo, al calcular así unos coeficientes de persistencia para Gijón mucho mayores que los de Londres y París, concluyó que se hacía patente la importancia de las llamadas precipitaciones de detención o de estancamiento al norte de la Cordillera Cantábrica.

Sin embargo, posteriormente, García Mendaña y Garmendia Iraundegui hacían cálculos similares para el observatorio de Matacán en Salamanca y les resultaba, utilizando la misma fórmula de Brooks y Carruthers, que el coeficiente era aún mayor que el de Gijón, 0.81 contra 0.63. Explicaban el resultado atribuyendo la alta persistencia de las lluvias en la Meseta a la propia persistencia de las situaciones de tipo de tiempo lluvioso, mientras que consideraban con acierto que el efecto föhn produce antipersistencia en la costa de Cantabria, ya que tiende a romper las secuencias de lluvia. Tales cortes, estudiados en

el capítulo anterior, ocurren cuando delante de los frentes cálidos el flujo toma una componente del S o del SW.

\* \* \*

En el cuadro 1 se indica la probabilidad general de lluvia,  $p$ , calculada para los observatorios que se señalan. Tal probabilidad,  $p$ , es la razón entre los días de lluvia (precipitación de al menos 0.1 mm) (4) y el número total de días de la serie. (3)

En el cuadro 2 se indica la probabilidad condicionada de lluvia,  $p'$ , en cualquier día que haya sido precedido por un día de precipitación. El numerador de la razón, es decir, el número de casos favorables resulta de la sustracción del número total de días de lluvia observados menos el número total de secuencias lluviosas habidas, ya que tan sólo el primer día de cada secuencia lluviosa no cumple el haber sido precedido por un día lluvioso. El denominador de la razón, es decir, el número de casos posibles es igual al número total de días lluviosos observados.

Aplicando la fórmula:

$$RB = \frac{p' - p}{1 - p}$$

Obtenemos el cuadro 3 en donde se indican los coeficientes de persistencia de Besson para cada observatorio.

Tal cuadro nos suscita las siguientes consideraciones:

a) En Vigo y La Coruña el efecto de persistencia es notablemente mayor que en el resto, debido sin duda al mayor predominio de la influencia de las familias de borrascas y frentes del oeste, situaciones de tiempo que son en sí persistentes.

b) En todos los observatorios los menores coeficientes corresponden al verano. Ello se debe no sólo a la mayor frecuencia de secuencias cortas, y por lo tanto a la corta diferencia entre  $p'$  y  $p$ , sino también al menor número de días de lluvia con lo que la probabilidad general  $p$  es pequeña y el denominador  $1-p$  de  $RB$  se aproxima a 1, disminuyendo la razón.

**CUADRO III**  
**COEFICIENTES DE PERSISTENCIA DE BESSON, RB**

	E	F	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Año
VIGO	0.52	0.61	0.57	0.50	0.53	0.43	0.23	0.31	0.37	0.50	0.54	0.50	0.52
CORUÑA	0.50	0.49	0.48	0.49	0.45	0.42	0.29	0.43	0.34	0.49	0.50	0.45	0.45
GIJON	0.42	0.41	0.35	0.35	0.38	0.34	0.27	0.20	0.32	0.39	0.40	0.41	0.36
SANTANDER	0.44	0.53	0.36	0.33	0.29	0.33	0.29	0.27	0.34	0.39	0.41	0.45	0.35
BILBAO	0.42	0.41	0.33	0.36	0.35	0.28	0.24	0.29	0.39	0.44	0.39	0.47	0.37
SAN SEBASTIAN	0.44	0.38	0.38	0.36	0.28	0.27	0.30	0.24	0.33	0.41	0.41	0.44	0.37
FUENTERRABIA	0.41	0.45	0.44	0.42	0.33	0.36	0.23	0.36	0.35	0.46	0.36	0.43	0.38
BIARRITZ	0.43	0.37	0.37	0.43	0.35	0.26	0.25	0.21	0.37	0.40	0.36	0.51	0.37

c) Existe en Galicia un contraste fuerte entre Junio y Julio. La persistencia disminuye acusadamente. El motivo es la franca instalación sobre Galicia del anticiclón de Azores en el mes de Julio, con disminución neta de los posibles frentes del Oeste o de gotas frías que aún pueden manifestarse en Junio.

d) En la costa oriental, a partir del paso de Abril a Mayo, el descenso de la persistencia es notorio. Así en San Sebastián aunque p sea mayor en Mayo que en Abril, RB es bastante menor. Los posibles flujos fríos del NW, N y NE que circulan hacia el Mediterráneo en Abril a través de Europa Occidental se vuelven menos duros y persistentes en Mayo, y el vértice oriental del Golfo se ve menos afectado.

e) Existe en todos los observatorios un claro aumento de los índices de persistencia al pasar de Septiembre a Octubre, es decir, cuando nuestra costa entra más de lleno en el campo de acción del frente polar.

Es sin embargo significativo que en la costa vasca el efecto de persistencia se mantiene o incluso disminuye al pasar de Octubre a Noviembre. La existencia en Octubre de una frecuencia alta de secuencias lluviosas de larga duración explica los altos coeficientes de este mes, que alcanza en Fuenterrabía, por ejemplo, el máximo del año.

## REFERENCIAS

(1) Aunque para series muy cortas esto puede no cumplirse.

Así por ejemplo si en una sucesión de 10 días llueve un día sí y otro no, en este caso  $p' = 0$  y  $p = 0.5$ .

(2) En la página 310 escriben: "If  $p$  is the general probability of an event (...) and  $p'$  is the probability that the event will occur after an occurrence on the occasion next preceding then the persistence as defined by Besson is:

$$RB = \frac{1 - p}{1 - p'} - 1$$

This expression is zero when there is no persis-

tence, i.e. if  $p' = p$ , and would become infinite if occurrence of the event were always followed by another occurrence, i.e. if  $p' = 1$ . For rain days at Paris, 1.873-1.922, Besson found that RB varied from 0.30 in January to 0.49 in May".

Lo cual es cierto: Besson calculó un coeficiente de 0.30 en Enero y de 0.49 en Mayo pero utilizando otra fórmula, la suya original es decir,

$$RB = \frac{p' - p}{1 - p}$$

Que esto fue así se puede probar fácilmente ya que Besson incluye la tabla de las probabilidades generales y condicionadas en las que basó sus cálculos:

"Sur la probabilité de la pluie"..... Table III

	Enero	Mayo	Año
P	0.582	0.499	0.525
$p'$	0.708	0.742	0.704
RB	0.30	0.49	0.38

Utilizando la fórmula de Brooks and Carruthers salen unos coeficientes muy superiores: Enero: 0.43; Mayo: 0.94; Año: 0.60.

(3) "British Rainfall Volumes", British Rainfall Organization.

(4) García Mandaña y Garmendía Iraundegui tienen también en cuenta a los de precipitación inapreciable.

## BIBLIOGRAFIA

BESSON, L. (1924): "Sur la probabilité de la pluie", Comptes rendus de L'Academie des Sciences de Paris.

BESSON, L. (1924): "On the probability of rain", Monthly Weather, nº 52.

BROOKS, C. y CARRUTHERS, N. (1953): Handbook of statistical methods in meteorology, London.

DOMINGO Y QUILEZ, J. (1928) "Coeficientes

de persistencia", *Anales de la Sociedad Española de Meteorología*, Vol. II, nº 4.

GARCIA MENDAÑA, M.S. y GARMENDIA IRAUNDEGUI, J. (1969): "Persistencia de los días con y sin precipitación en Salamanca" *Revista de Geogísica*, nº 28.

LINES ESCARDO, A. (1970): *The Climate of the Iberian Peninsula* World Survey of Climatology, vol. 5.

MATEO, P. (1965): "Persistencia de los días con y sin precipitación en Gijón" *Memorias del Servicio Meteorológico Nacional*.

## LA EVOLUCION DE CULTIVOS EN EL CAMPO DE CARTAGENA COMO VARIABLE DEPENDIENTE DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE RIEGO Y DE LOS PRECIOS AGRICOLAS. CORRELACION Y PREVISIONES

### 1. INTRODUCCION

El proceder a la cuantificación en este estudio tiene por finalidad medir, mediante coeficientes de correlación, las circunstancias reales que llevan al agricultor a adoptar una u otra clase de cultivo. El análisis de regresión múltiple permitirá predecir, en función de los precios agrícolas y la superficie ocupada, qué producción podrá obtenerse, en los próximos años, en cultivos tradicionales del área como es el melón y en otros sustitutivos de las importaciones, como el algodón y los forrajeros. En tanto que los índices de precios, particularmente el de Fisher serán indicadores de la revaloración o desvaloración, a veces coyuntural, de los distintos productos. En último término, se comprobará que la reestructuración de cultivos de las 23.000 Has. del Campo de Cartagena afectadas por los nuevos regadíos puede contribuir a contrarrestar una buena parte del déficit originado por las importaciones de productos agropecuarios.

### 2. CORRELACION ENTRE CULTIVOS Y CALIDAD DE LAS AGUAS DE RIEGO.

Por razones metodológicas y puesto que Torre Pacheco es centro de la red infraestructural del Trasvase en el Campo de Cartagena, a la vez que traduce sus connotaciones agrícolas y la relevante evolución de su paisaje, he tomado su información como representativa de este campo. En relación con la calidad del agua para riego, basta señalar, como ejemplo de tal evolución, que en el corto período de 6 años (1976-81)

empieza a notarse una disminución de las tierras dedicadas a cultivos altamente tolerantes al agua salina de pozo. Ahora bien, conviene que conozcamos el grado de asociación existente entre dicha disminución y la medida en que el agua subterránea está siendo sustituida por los nuevos regadíos. En este sentido, el "coeficiente de correlaciones, de Spearman, por rangos" (1) nos muestra que existe una correlación negativa entre la extensión de los cultivos de riego en general y la evolución del uso de agua de pozo, siendo  $r_s A = -0,13$ , y positiva entre la primera variable y el creciente empleo de agua trasvasada de mejor calidad ( $r_s B = 0,60$ ). Para ello, he tabulado los cultivos que se efectúan en condiciones de regadío, agrupándolos según sus niveles de tolerancia máxima a la salinidad (2). El grupo 1 engloba los cultivos medianamente tolerables que pueden soportar conductividades eléctricas de 10 a 12 milimohos/cm en el estrato de saturación del suelo; el grupo 2 se refiere a cultivos muy tolerantes, capaces de resistir hasta 14 y 16 milimohos/cm mientras que el grupo 3, inexistente pocos años atrás, se compone esencialmente de limoneros y legumbres, mucho más exigentes en la calidad química del agua que consumen. A continuación, anotamos para cada cultivo el crecimiento o descenso porcentual de su superficie ocupada (X), la evolución porcentual de las tierras dedicadas a él y que se riegan con agua subterránea salina (Y) y por último, el crecimiento, en tantos por cien, que experimenta, para cada cultivo, la superficie beneficiada por el agua del Trasvase (Z). A las correlaciones XY y XZ denominaremos respectivamente A y B.

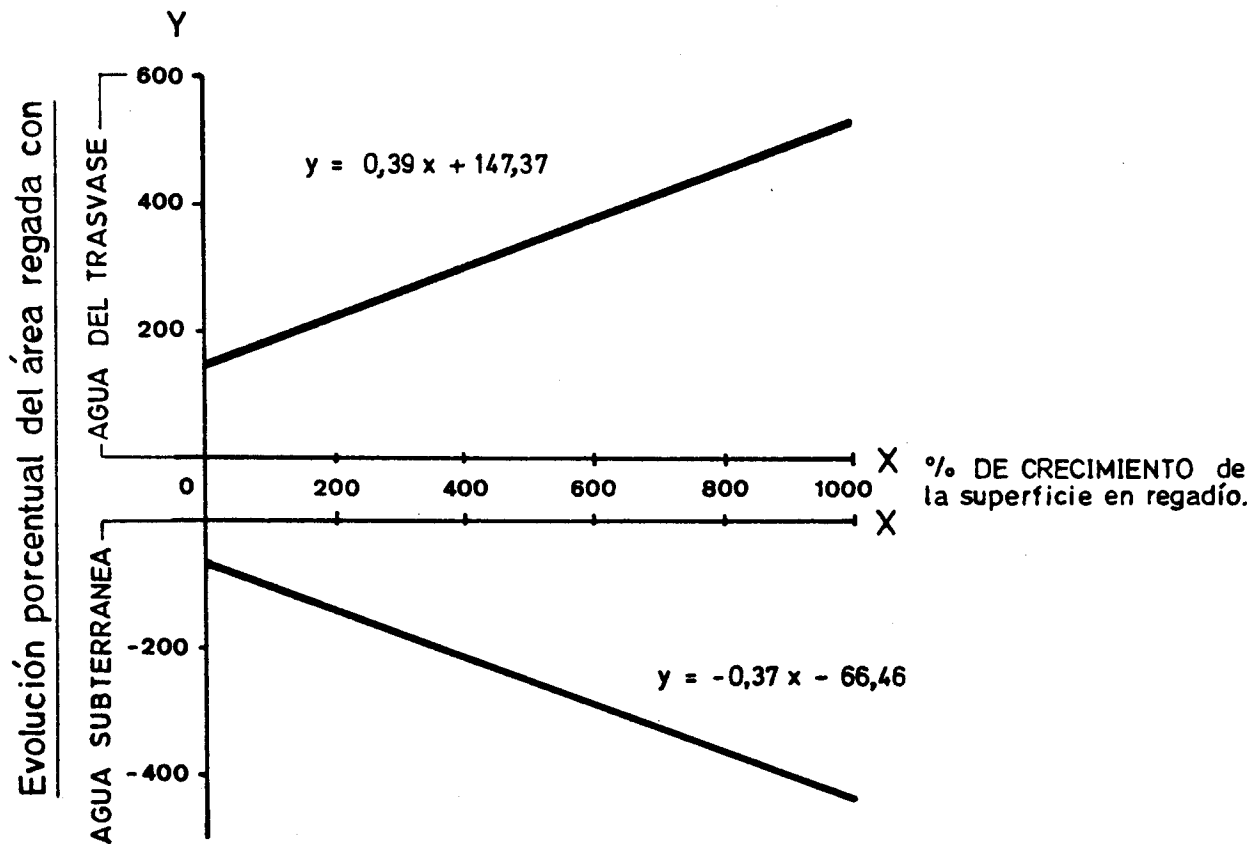


Fig. 1: Rectas de regresión que ajustan el crecimiento de la superficie de regadío con la nube de puntos que representan los porcentajes de evolución del área regada con agua del Trasvase y subterránea.

Sobre la base de los niveles máximos de tolerancia antes señalados, estableceremos 6 nuevas relaciones que son función de aquéllas y se expresan en: A1, A2, B1, B2, B3, según pertenezcan a uno y otro de los grupos anunciados. Los coeficientes  $r_s$  obtenidos son:

$$\begin{array}{ll} r_s A1 = -0,49 ; & r_s B1 = 0,66 \\ r_s A2 = 0,88 ; & r_s B2 = -0,20 \\ r_s A3 = -1,00 ; & r_s B3 = 1,00 ; \end{array}$$

de lo que se desprende:

Que, en términos generales, existe una correlación negativa entre la ampliación de las tierras regadas y el grado de utilización de las aguas subterráneas. Disociación totalmente direccional cuando se trata de relacionar con dicha variable la amplia aceptación que están teniendo los cítricos en gran parte del área (coeficiente = -1). Debe señalarse, sin embargo, que no todos los cultivos experimentan una evolución inversa a la del empleo de agua subterránea. Me refiero a los altamente tolerables (coeficiente = 0,88), algunos de los cuales (el melón o la alcachofa) ven disminuida su calidad al ser regados con agua del Trasvase. Sólo así se explica la escasa aceptación que tuvieron en los mercados ingleses las remesas de melón exportadas en 1981, durante el que se empleó principalmente agua trasvasada.

- Que la correlación XZ (a la que denominamos B) resulta positiva en cuanto se refiere a cultivos no tolerables o de resistencia media a las sales (coeficientes 1 y 0,66 respectivamente). Lo contrario sucede con los muy tolerables. Estos sufren un decrecimiento sensiblemente acorde con la disponibilidad de aguas de mejor calidad que, al ser mucho más pobres en cloruros y sulfatos, se orientan hacia otros cultivos de mayores exigencias.

- Que la enorme expansión del limonero no sólo se expresa en términos absolutos sino también por el grado de exclusividad que tengan los nuevos regadíos en el contexto espacial del Campo de Cartagena. (Ver Fig. 1)

- La pendiente de la recta de regresión que ajusta a la nube de puntos que representan a los niveles de utilización del agua subterránea y a los de evolución de la superficie regada con ella es de -0,37 (Tg que equivale a un ángulo de  $20^\circ 21'$ ),

y la ordenada en el origen es igual a -66,46, lo que se expresa mediante la recta de regresión  $\hat{y} = -0,37 x + 66,46$  (3). Con respecto al empleo del agua trasvasada, la ecuación que define la recta de ajuste es:  $\hat{y} = 0,39 x + 147,37$ .

### 3. CORRELACION DE LA PRODUCCION Y DE LAS SUPERFICIES DE CADA CULTIVO CON RESPECTO A LOS PRECIOS AGRICOLAS

Como corresponde a una economía de tipo comercial es, en definitiva, el precio el que, dependiente de la demanda del mercado, guía la producción y el consumo. Guía, pero no determina, y de ahí que las vicisitudes de la coyuntura agrícola nos demuestren que no existe una perfecta adaptación entre la oferta y la demanda. De hecho, como bien afirmaba Valarche, J. (1961), la oferta agrícola cambia según impongan las circunstancias climáticas una cosecha más o menos fuerte. Además, está lo que Perea Rubiales, E (1980) llama "*condicionamientos de inalterables ciclos biológicos*" que limitan a la actividad agraria en la "*velocidad de giro de su capital circulante*".

Es evidente, por tanto, el elevado número de variables que intervienen en la producción agrícola. Y es por ello que he creído conveniente centrar la atención en dos, particularmente importantes en el Campo de Cartagena: -la calidad de aguas de riego ya expuesta y las reacciones del agricultor a aumentar la producción o superficie dedicada a un cultivo, en función de los precios percibidos. Referente a este último aspecto, aunque conocemos la relación global entre los índices de precios percibidos y pagados (82,2 en 1981, sobre la base 100 en 1976), la reticencia de los propietarios hacia este tipo de información ha hecho imposible calcular el peso específico de los factores empleados en la producción de cada cultivo. En cualquier caso, podrá deducirse, al menos parcialmente, del signo de las correlaciones que se expresan a continuación, (Ver Cuadro 1).

✓ Uno de los cultivos del Campo de Cartagena de mayor fluctuación en su demanda, relacionada en gran medida con su estado y calidad y con el momento de llegada a los centros de mercado, es el melón. Esta fluctuación provoca

## CUADRO I

## COEFICIENTES DE CORRELACION DE PEARSON ENTRE EL PRECIO DE ALGUNOS CULTIVOS CARACTERISTICOS DEL CAMPO DE CARTAGENA Y LAS VARIABLES PRODUCCION Y SUPERFICIE OCUPADA

	Cebada	Alfalfa	Almendro	Melón	Algodón	Pimiento para pimentón
r <sub>1</sub>	0,554	-0,505	-0,694	-0,881	0,561	0,084
r <sub>2</sub>	-0,083	-0,716	0,756	-0,904	-0,391	0,285

r<sub>1</sub> = correlación entre precios y producción.r<sub>2</sub> = correlación entre precios y superficie ocupada.

Nivel de significación del 99 por ciento.

## CUADRO II

## VALORACION ESTADISTICO-ECONOMICA DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE TORRE PACHECO, DURANTE EL PERIODO 1976-1981

Año	TRIGO			CEBADA			MAIZ FORRAJERO			ALFALFA		
	Prod.	Prec.	Valor	Prod.	Prec.	Valor	Prod.	Prec.	Valor	Prod.	Prec.	Valor
1976	0,31	10,38	3,218	14,01	8,47	118,665	0,95	10,65	10,117	1,15	6,26	7,199
1977	0,90	11,95	10,755	15,80	9,45	149,310	1,29	11,25	14,512	1,29	5,77	7,443
1978	1,22	14,00	17,080	18,27	10,29	187,998	1,29	12,59	16,241	1,51	5,92	8,939
1979	1,02	15,41	15,718	11,03	11,53	127,176				1,35	8,68	11,718
1980	2,13	16,75	35,677	22,43	12,64	283,515				1,14	9,45	10,773
1981	0,97	18,36	17,809	20,26	14,67	197,214				1,16	11,27	13,073

Año	ALMENDRA			MELON			ALGODON			PIMIENTO-PIMENTON		
	Prod.	Prec.	Valor	Prod.	Prec.	Valor	Prod.	Prec.	Valor	Prod.	Prec.	Valor
1976	1,17	31,47	36,820	25,60	6,81	174,336	0,87	46,34	40,316	0,83	46,70	38,761
1977	0,80	51,48	41,184	15,66	19,14	299,732	0,67	54,00	36,180	1,37	52,31	71,665
1978	1,16	60,00	69,600	14,58	19,32	281,686	0,47	59,91	28,158	1,70	57,20	97,240
1979	0,68	84,72	57,610	14,00	15,35	214,900	0,63	70,00	44,100	1,67	51,04	85,237
1980	0,82	85,92	70,454	16,00	19,50	312,000	1,05	76,00	79,800	1,39	55,30	76,867
1981	0,97	62,26	60,392	18,49	16,76	309,892	1,76	83,00	146,080	0,82	63,50	52,070

FUENTE: Ministerio de Agricultura. Anuario Estadístico (INE) y Estadística Agraria Provincial de Murcia.

NOTAS: Prod. = Producción en miles de toneladas métricas.  
 Prec. = Precios percibidos por los agricultores en ptas/Kg (pesetas corrientes).  
 Valor = en millones de ptas (pesetas corrientes).



variaciones de precios que repercuten directamente en su campaña agrícola. El coeficiente de correlación del precio con la producción del melón es de  $-0,881$  y con su superficie ocupada  $-0,904$ . La pendiente de la recta de regresión es  $-0,785$  y  $-0,52$  respectivamente, mientras que la ordenada en el origen es  $4,71$  en el primer caso y  $5,98$  en el segundo. Las ecuaciones que expresan las rectas de ajuste correspondientes son:  $\hat{y} = 0,785x + 4,71$ ;  $\hat{y} = -0,52x + 5,98$

El precio de la alfalfa presenta también una clara correlación negativa, más con respecto a su superficie cultivada que con su producción, de lo que se intuye que a un aumento del mismo corresponde una disminución en los rendimientos por Ha. No sucede igual con la reacción del agricultor ante la regular subida de precio en los cultivos industriales. En el caso del pimiento para pimentón la correlación es muy poco significativa. No así, la del alza del precio percibido por el algodón que supone incrementar considerablemente los rendimientos de la tierra.

#### 4. BASE ESTADÍSTICA SOBRE PRODUCCION PRECIO Y VALOR DE LOS CULTIVOS.

En el cuadro II se apuntan los datos que junto a los de las superficies cultivadas, han sido necesarios para establecer las correlaciones. Al presentar la evolución en términos absolutos, tienen, por sí solos, un interés especial para el lector.

#### 5. PREVISIONES

##### Conjeturas a los índices de precios.

Sobre la estadística del cuadro II han sido elaborados los índices de precios de Laspeyres, Paasche y Fisher (4), que tienen por formulaciones matemáticas las siguientes:

##### INDICE DE LASPEYRES:

$$L_t(P) = \frac{\sum_{i=1}^I P_{it} \cdot q_{i0}}{\sum_{i=1}^I P_{i0} \cdot q_{i0}} \times 100$$

##### INDICE DE PAASCHE:

$$p_t(P) = \frac{\sum_{i=1}^I P_{it} \cdot q_{it}}{\sum_{i=1}^I P_{i0} \cdot q_{it}} \times 100$$

##### INDICE DE FISHER:

$$F_t(P) = \sqrt{L_t \cdot p_t}$$

siendo  $p$  el precio;  $q$  la producción;  $i$  el cultivo;  $t$  el año en análisis y  $0$  el año base. Estos índices son indicativos de la medida en que crece el valor de una producción dada. (Ver Cuadro III).

Cuadro del que se desprende que:

- Tanto los cereales como los cultivos industriales, en particular el algodón, experimentan en 1981 un aumento de valor que duplica el crecimiento normal de los índices anuales anteriores.
- El valor obtenido por la producción de almendra sufre una fuerte caída en 1981, más en función de la baja del precio percibido por ella que por la reducción del número de almendros en producción.
- Las fluctuaciones del precio del melón influyen mucho en la variabilidad del valor recaudado por campaña.
- Los forrajeros presentan una tendencia de incremento bastante acusada, con un índice de 180,03 en 1981.

De continuar el ritmo de evolución de los últimos años, puede apuntarse como previsible para el próximo lustro el siguiente orden de cultivos, según la importancia del crecimiento de sus índices de precios:

1. el melón
2. los cultivos forrajeros y el algodón
3. el almendro
4. los cereales
5. el pimiento para pimentón

Y ello sin contar con cultivos actualmente

**CUADRO III**

**INDICES DE PRECIOS DE FISHER (BASE 1976: 100)  
(MUNICIPIO DE TORRE PACHECO).**

	Cereales	Forrajeros	Almendra	Melon	Cultivos	Industriales
Año					(1)	(2)
1977	111,73	100,34	163,58	281,06	116,53	112,01
1978	122,17	108,48	190,66	283,70	129,28	122,48
1977	136,91	138,66	269,21	225,40	151,06	109,29
1980	150,02	150,96	273,02	286,34	164,00	117,86
1981	173,35	180,03	197,84	246,11	179,11	135,97

FUENTE: Elaboración propia.

(1) algodón.

(2) pimienta para pimentón.

**CUADRO IV**

**ESTADISTICA SOBRE SUPERFICIE, PRECIOS Y PRODUCCION DEL MELON  
EN TORRE PACHECO**

	Superf. cultivada (Km <sup>2</sup> ) (x <sub>1</sub> )	Precio (ptas/Kg) (x <sub>2</sub> )	Prodc. (miles Tons) (y)
1976	20,0	6,81	25,60
1977	13,5	19,14	15,66
1978	13,5	19,32	14,58
1979	12,5	15,35	14,00
1980	12,9	19,50	16,00
1981	13,9	16,76	18,49

FUENTE: Elaboración propia, Anuarios de Estadística Agraria (Ministerio de Agricultura) y datos de superficies cultivadas de la Cámara Agraria Local de Torre Pacheco.

**CUADRO V**

**CALCULO DE LOS VALORES DE LA ECUACION DE REGRESION MULTIPLE  
APLICADA AL EJEMPLO ANTERIOR**

x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	y	x <sub>1</sub> y	x <sub>2</sub> y	x <sub>1</sub> <sup>2</sup>	x <sub>1</sub> x <sub>2</sub>	x <sub>2</sub> <sup>2</sup>
20,0	6,81	25,60	512,0	174,3	400,0	136,2	46,4
13,5	19,14	15,66	211,4	299,7	182,2	258,4	366,3
13,5	19,32	14,58	196,8	281,7	182,2	260,8	373,3
12,5	15,35	14,00	175,0	214,9	156,2	191,9	235,6
12,9	19,50	16,00	206,4	312,0	166,4	251,5	380,2
13,9	16,76	18,49	257,0	309,9	193,2	233,0	280,9
$\Sigma x_1 = 86,30$		$\Sigma y = 104,33$	$\Sigma x_1 y = 1558,6$	$\Sigma x_2 y = 1592,5$	$\Sigma x_1^2 = 1280,2$	$\Sigma x_1 x_2 = 1682,7$	
$\Sigma x_2 = 96,88$		$\Sigma x_1 x_2 = 1331,80$					

en auge en el Campo de Cartagena, como son las hortalizas y los cítricos, que no he incluido en este análisis porque adolecen de la falta de regulaciones, sobre todo el grupo último, que es el más perecedero y necesita una atención especial por parte de la Administración.

#### Análisis de regresión múltiple. Predicciones.

La fórmula de la ecuación de regresión múltiple es de la misma naturaleza que la de regresión simple. Sólo difiere en que se añaden varias constantes a cada variable independiente (x).

En el caso de este estudio nos interesa aplicarla para intentar predecir la producción que puede darse de cada cultivo, en condiciones muy concretas y a corto plazo. Esta producción (y), variable dependiente, está en función de la superficie cultivada y del precio de cada producto agrícola ( $x_1$  y  $x_2$ ). Además existen otros muchos factores de influencia menor por ser más constantes: el clima, los suelos son prácticamente los mismos durante el período en análisis. Como serie cronológica de información he escogido la de 1976-81, en que se producen los cambios de cultivos más importantes hasta el momento. Obsérvese el caso del melón en el cuadro 4 y elaboraciones siguientes.

La fórmula de regresión es:  $\hat{y} = b_1x_1 + b_2x_2 + a$ , en la que para despejar las constantes ( $b_1$ ,  $b_2$  y  $a$ ) pueden emplearse las ecuaciones normales:

$$\begin{aligned}\sum y &= na + b_1(\sum x_1) + b_2(\sum x_2) \\ \sum x_1y &= a(\sum x_1) + b_1(\sum x_1^2) + (\sum x_1x_2) \\ \sum x_2y &= a(\sum x_2) + b_1(\sum x_1x_2) + b_2(\sum x_2^2)\end{aligned}$$

Sus valores se calculan en el cuadro V.

Una vez desarrolladas tales ecuaciones, la ecuación de regresión múltiple de nuestro ejemplo es:  $\hat{y} = 0,135 + 1,036x_1 + 0,238x_2$

El valor  $a$  (0,135) representa la producción teórica que puede obtenerse al margen de las variables independientes  $x_1$  y  $x_2$ . Por cada  $Km^2$  que se cultive, teóricamente podrán recogerse unas 1.036 Tons de melón, y cada pta que perciba el agricultor en el precio por Kg supondrá un aumento adicional de 238 Tons.

Siguiendo el mismo procedimiento para la alfalfa y el algodón, se infieren las ecuaciones:

$$\begin{aligned}\hat{y} &= 0,281 + 0,115x_1 + 0,030x_2 \\ \hat{y} &= 0,112 + 0,082x_1 + 0,011x_2\end{aligned}$$

respectivamente. Por lo que puede señalarse que:

– Si el precio de la alfalfa continúa elevándose al mismo ritmo de los últimos 6 años y su superficie llega a reducirse a 400 Has, a nivel municipal, la producción previsible para 1986 se estimaría en torno a 1.230 Tons, y, por consiguiente, difícilmente se cumplirían las previsiones hechas para este cultivo a raíz de la introducción de nuevos regadíos en el Campo de Cartagena. Sólo si la superficie dedicada a este forraje supera la extensión de 1979 (790 Has), y sus rendimientos rebasan los 20 Qm/Ha/año, se producirán más de 1.500 Tons anuales en Torre Pacheco, y empezará a reconocerse, por tanto, la viabilidad de los cultivos forrajeros en las nuevas ordenaciones.

– De seguir creciendo el precio percibido por Kg de algodón bruto al ritmo actual y de producirse paralelamente un incremento de su superficie, si no idéntico, al menos sí parecido al que ha supuesto contar con mayores disponibilidades hídricas, cabe esperar que en 1986 se alcancen las 2.000 Tons en el municipio, lo que obedece en cierto modo a las iniciativas de los técnicos en política agraria de fomentar este tipo de cultivo para reducir el déficit creado por su importación.

El propio IRYDA prevé que, al finalizar la primera fase del Trasvase, aumente la superficie de cultivos industriales y forrajeros en unas 5.700 Has, lo que supondrá doblar la ya existente en el Campo de Cartagena. En cualquier caso, aunque el reto es grande y las previsiones difíciles de cubrir en su totalidad, las estadísticas y las elaboraciones matemáticas del presente análisis demuestran que las nuevas orientaciones de cultivos están en marcha, y que el agricultor de esta comarca está empezando a adoptar productos sustitutivos de algunas de las importaciones que actualmene sangran la economía española.

## REFERENCIAS

- (1) Coeficiente cuyo cálculo se establece según la fórmula:  $r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n^3 - n}$  siendo  $d$  la diferencia entre los rangos de cada par de valores y  $n$  el número de pares de valores.
- (2) Para la determinación de los umbrales máximos de tolerancia a las sales, utilizamos los datos del Boletín N° 60 del Departamento de Agricultura de E.U.A., así como los obtenidos por el Dr. León Bernstein, publicados en el Boletín del mismo Departamento con el título "Sant Tolerance of Plants".
- (3) Pendiente hallada por el método de mínimos cuadrados: pendiente (b) =  $\frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$ , con lo que la ordenada en el origen (a) se determinará según  $a = \bar{y} - b \cdot \bar{x}$ , y la recta de ajuste:  $\hat{y} = b \cdot x + a$ .
- (4) Índices desarrollados en el apartado 12 de la obra de ESCUDER VALLES, R. (1982): *Introducción a la Estadística Económica*. Madrid, Tebar Flores, p. 312-313.

## BIBLIOGRAFIA

- ARTES CALERO, F. (1979): "Consecuencias económicas y sociales del Trasvase Tajo-Segura". Texto de la Conferencia pronunciada en el Ateneo de Totana el día 9 de marzo de 1979.
- BARBUT, M.; FOURGEAUD, C. (1971): *Elements d'analyse mathématique des chroniques*. París, Hachette, 209 p.
- DIAZ ALVAREZ, J.R. (1977): "La investigación estadística como auxiliar en el diseño de experimentos geográficos". V. Coloquio Nacional de Geografía. Granada.
- EBDON, D. (1982): *Estadística para geógrafos*. Barcelona, Oikós-Tau, p. 153-174.
- ESCUDER VALLES, E. (1982): *Introducción a la Estadística Económica*. Madrid, Tebar Flores, p. 293-312.
- ESTEBANEZ ALVAREZ, J.; BRADSHAW, R. P. (1979): *Técnicas de cuantificación en geografía*. Madrid, Tebar Flores. p. 277-337.
- FISHER, I. (1976): *The Making of Index Numbers. A study of their varieties test and reliability*. A.M. Kelloy. (1ª edic. 1922).
- GRUPO CHADULE (1980): *Iniciación a los métodos estadísticos en Geografía*. Barcelona, Aries, p. 119-164.
- PEREA RUBIALES, E. (1980): "Problemática de la financiación agraria". *Papeles de Economía Española*, N° 1.
- RACINE, J.B.; REYMOND, H. (1973): *L'analyse quantitative en géographie*, París, P.U.F. p. 247-290.
- VALARCHE, J. (1961): *Economía agraria*. Madrid, Tecnos, p. 93-105.

## UNA INTERPRETACION DE LA ENTROPIA EN UN SISTEMA DE LUGARES CENTRALES: EL CASO DE VIZCAYA

### 1. INTRODUCCION

En la actualidad los modelos de entropía son poco utilizados dentro del campo de la geografía urbana. Estos modelos han tenido una gran aplicación en otras ciencias a partir del desarrollo de la teoría matemática de la información de Shannon y Weaver. Hay que destacar especialmente su temprana incorporación a la Ecología de campo (MARGALEF, R., 1958).

Las nociones derivadas de la teoría matemática de la información presentan actualmente muy poco desarrollo dentro de los modelos matemáticos de la geografía, a pesar de que su interés ha sido señalado por varios autores: BERRY, B.J.L. y HORTON, F.E. (1970); GOULD, P. (1975), REIF, B. (1978) etc. Sin embargo, los intentos de utilizar lo que puede ser un fértil campo teórico son muy puntuales. Sin el ánimo de ser exhaustivos, y dentro de las investigaciones de ámbito anglosajón cabe situar en los primeros intentos a CURRY, L. (1964) quien utilizó modelos de entropía para la descripción de distribuciones de tamaños de ciudades, y a OLSSON, G. (1967) con respecto a la interacción espacial entre lugares centrales. En este último aspecto, los trabajos de WILSON, A.G. (1970) extendieron la utilización de este tipo de modelos.

Desde el punto de vista conceptual, las enormes posibilidades de la teoría matemática de la información han sido puestas de manifiesto por WEBBER, M.J. (1977), quien ha realizado una sistematización considerable de las diferen-

tes aplicaciones de estos modelos: WEBBER, M. J. (1979). El uso de este cuerpo de teoría aproxima de una forma bastante clara la teoría geográfica con la teoría ecológica, tal como la vienen desarrollando recientemente algunos autores: CURRY, L. (1981).

En este trabajo presentamos una aplicación concreta del concepto de entropía a la estructura de las funciones urbanas de lugares centrales tal como ha sido desarrollado en un trabajo reciente (JUARISTI, J., 1982), si bien en este caso insistimos especialmente en los aspectos conceptuales y metodológicos que son susceptibles de ser extendidos a otras interpretaciones de la estructura urbana.

### 2. ENTROPIA Y FUNCIONES URBANAS

Las medidas de entropía como cantidad de información han sido aplicadas en diferentes ciencias: lingüística, biología, etc. Los ecólogos de campo las han utilizado como medidas de la diversidad de los ecosistemas de animales y plantas (van DOBBEN, W.H. y LOWE-McCONNELL, R.H., 1980). En dichos ecosistemas estas medidas hacen referencia a dos cuestiones:

- número de especies con que cuenta el ecosistema.
- composición de las especies según el número de individuos.

Tomando como índices de diversidad las medidas de entropía resultan más diversificados aquellos ecosistemas en los que existe un mayor

número de especies, y aquellos ecosistemas en los que el número de individuos en cada especie es semejante.

No cabe duda de que las ciudades y los sistemas urbanos son ecosistemas complejos, y, desde el punto de vista conceptual, la noción de diversidad es una forma útil de definir aquello que es urbano: definiciones de lo urbano que hacen referencia a conceptos como división del trabajo, heterogeneidad, complejidad, papeles segmentales, etc., tienen como trasfondo la noción de diversidad.

Sin embargo, las medidas de diversidad no pueden utilizarse en un sentido unívoco. En las ciudades hay una diversidad social, una diversidad profesional, una diversidad funcional, cultural, de orígenes étnicos, etc., que en cada caso deben ser interpretadas dentro de su contexto. Tampoco puede utilizarse únicamente la diversidad como un índice del tamaño urbano, y debe correlacionarse, de modo semejante a como se realiza en la ecología de campo con otras variables e indicadores. En el caso de la ciudad, y dependiendo del carácter de la interpretación, con factores económicos, sociales, políticos, históricos, etc. etc.

En el caso que nos ocupa, la diversidad fue correlacionada con dos variables importantes del sistema urbano: la centralidad y la población asociada a un lugar central.

El requerimiento técnico de la utilización de estas medidas estriba principalmente en la necesidad de clasificaciones muy amplias, con un gran número de tipos — de “*especies*”—, de clases diferentes consideradas para que los índices ofrezcan contrastes claros.

En este caso se ha utilizado la misma clasificación que la correspondiente a los cálculos de centralidad, que comprendía 121 tipos de bienes y servicios distintos distribuidos en 110 lugares centrales.

La introducción de medidas de entropía trataba de salvar la insuficiencia de la descripción de la jerarquía urbana mediante índices de centralidad, tomados como medida de la concentración de funciones (índice de Davies), consis-

tente básicamente en un sumatorio de las probabilidades regionales de los bienes y servicios presentes en un lugar central. Estas medidas no reflejan ni el número de funciones: una misma “cantidad” de centralidad puede deberse a una única función, o a varias funciones distintas; ni tampoco hacen referencia al efecto producido por la asociación de funciones diferentes. Este segundo aspecto conviene resaltarlo ya que, desde el punto de vista metodológico, la centralidad presupone la estructura urbana de un núcleo como una mera suma de partes, mientras que, utilizando medidas de la información, se presupone que la ciudad es más que la suma de las partes que la componen.

En este sentido, y por contraposición a las teorías clásicas de Christaller y Lösch puede decirse que las diferencias entre lugares centrales dentro de un sistema no son simplemente diferencias de “*umbral*” marcadas por la presencia o ausencia de determinados bienes y servicios, o por lo que en la “*teoría de las actividades terciarias*” se denominan “*mercancías jerárquicas marginales*”.

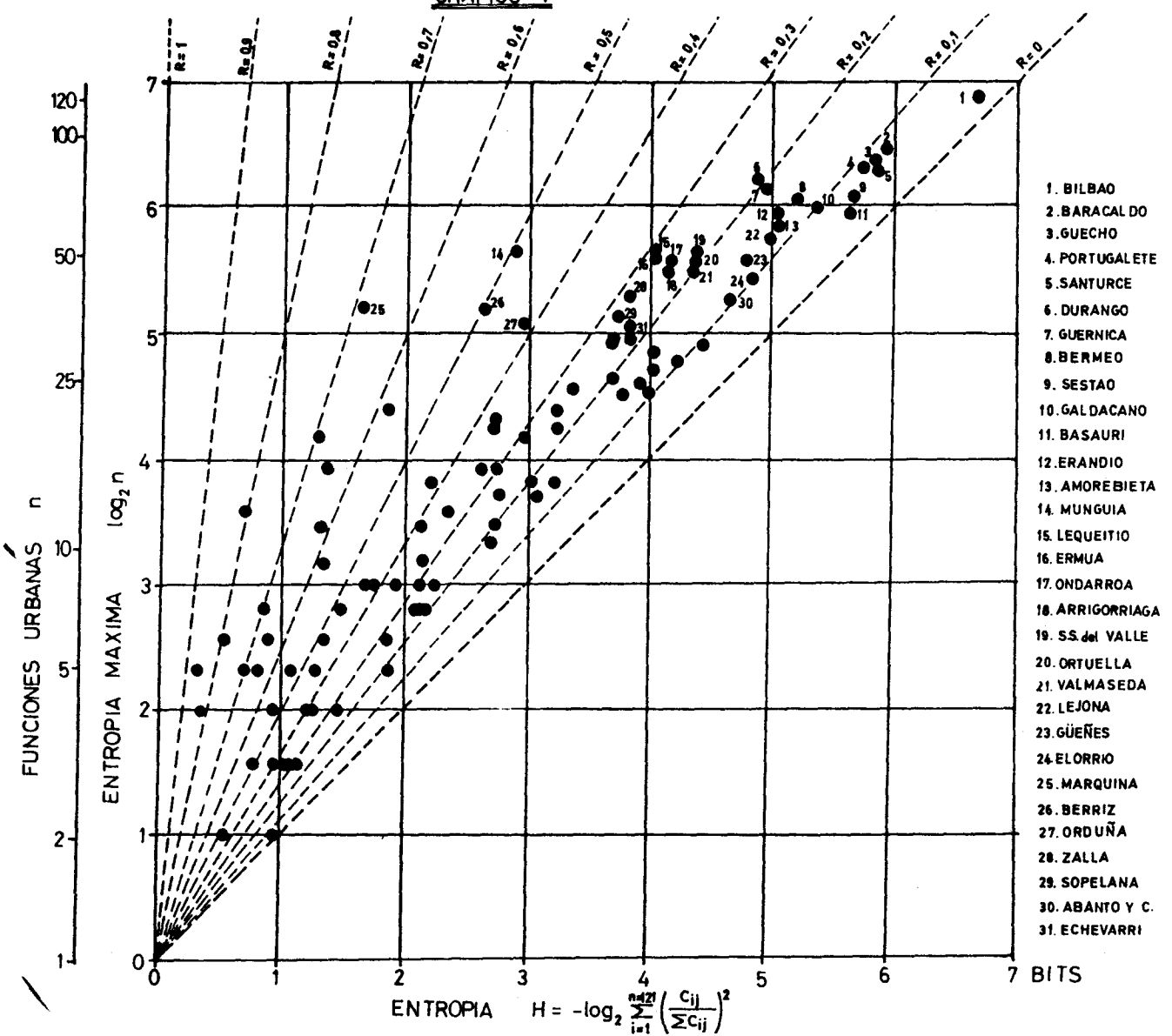
La utilidad de la cantidad de información ayuda a comprender la ciudad como un agregado de funciones, y el papel que representan las funciones que se encuentran por debajo de los umbrales característicos de un nivel urbano determinado, y que son inseparables de las funciones más características o de mayor centralidad.

### 3. EL CASO DE VIZCAYA

La medida de entropía que se presenta aquí está justificada por la necesidad de describir un sistema urbano complejo como el de Vizcaya, con un área metropolitana extendida sobre gran parte del territorio y superpuesta a un sistema histórico de lugares centrales constituido por villas de fundación medieval, espaciadas de forma regular por el territorio, y dotadas de una función comercial destacada. El efecto producido por el área metropolitana de Bilbao sobre estas villas, así como sobre la periferia metropolitana, exigía una descripción no sólo desde el punto de vista de la centralidad, sino también de la diversidad de funciones.

En un principio se utilizaron como índices

GRAFICO 1



- 1. BILBAO
- 2. BARACALDO
- 3. GUECHO
- 4. PORTUGALETE
- 5. SANTURCE
- 6. DURANGO
- 7. GUERNICA
- 8. BERMEO
- 9. SESTAO
- 10. GALDACANO
- 11. BASAURI
- 12. ERANDIO
- 13. AMOREBIETA
- 14. MUNGUIA
- 15. LEQUEITIO
- 16. ERMUA
- 17. ONDARROA
- 18. ARRIGORRIAGA
- 19. SS. del VALLE
- 20. ORTUILLA
- 21. VALMASEDA
- 22. LEJONA
- 23. GÚEÑES
- 24. ELORRIO
- 25. MARQUINA
- 26. BERRIZ
- 27. ORDUÑA
- 28. ZALLA
- 29. SOPELANA
- 30. ABANTO Y C.
- 31. ECHEVARRI

de diversidad las medidas de información de Shannon, que tiene la forma:

$$H = - \sum p_i \log_2 p_i$$

y el índice de Pielou, de cálculo más sencillo (PIELOU, E.C. 1975),

$$H = - \log_2 \sum p_i^2$$

que aplicados a las probabilidades regionales de los bienes y servicios toman la forma:

$$H_j = - \sum_{i=1}^{n=121} \left( \frac{C_{ij}}{\sum_{i=1}^{n=121} C_{ij}} \right) \log_2 \left( \frac{C_{ij}}{\sum_{i=1}^{n=121} C_{ij}} \right)$$

para el de Shannon, y

$$H_j = - \log_2 \sum_{i=1}^{n=121} \left( \frac{C_{ij}}{\sum_{i=1}^{n=121} C_{ij}} \right)^2 \quad \text{para el de Pielou.}$$

Siendo  $H_j$  la diversidad de funciones en el lugar  $j$ ,  $C_{ij}$ , la centralidad de la función  $i$  en el lugar  $j$ ;  $\sum C_{ij}$ , la centralidad del lugar  $j$ , y  $n$ , el número de funciones.

La entropía máxima posible, al utilizar 121 funciones distintas sería  $H_{\max} = \log_2 n = \log_2 121 = 6,92$  bits.

Una vez obtenidos los índices de diversidad, se correlacionaron sus valores con los valores de entropía máxima correspondiente al número de funciones urbanas presentes en cada lugar, situación que aparece representada en el gráfico 1. En el eje vertical de mismo está representada la entropía maximizada, y en el eje horizontal la entropía según el índice de Pielou.

Las rectas confluyentes en el origen señalan intervalos de Redundancia, tomando como tal la relación existente entre la entropía real y la entropía maximizada, de acuerdo con la fórmula:

$$R = 1 - \frac{H}{\log_2 n}$$

El resultado de estos cálculos muestra unos contrastes que merece la pena señalar:

- los valores absolutos de entropía ofrecían un buen contraste jerárquico de los distintos nú-

cleos considerados.

- los valores de redundancia muestran, sin embargo, un considerable aumento en núcleos que desempeñan un papel territorial destacado, especialmente villas con un entorno de municipios rurales: Guernica, Bermeo, Marquina, Munguía, etc, mientras que en núcleos próximos a Bilbao, y de características "periféricas" constatadas por otros indicadores, la redundancia es menor, y, en el sentido de la teoría matemática de la información, la entropía tiende a maximizarse, esto es, las funciones urbanas tienen probabilidades regionales semejantes.

Sin embargo, hay que añadir una consideración: en el índice de centralidad utilizado todas las funciones son equiprobables a nivel regional (el sistema urbano delimitado), y por lo tanto existe una tendencia a la maximización de la entropía en los núcleos de mayor tamaño ya que éstos aportan "más" a la estructura regional.

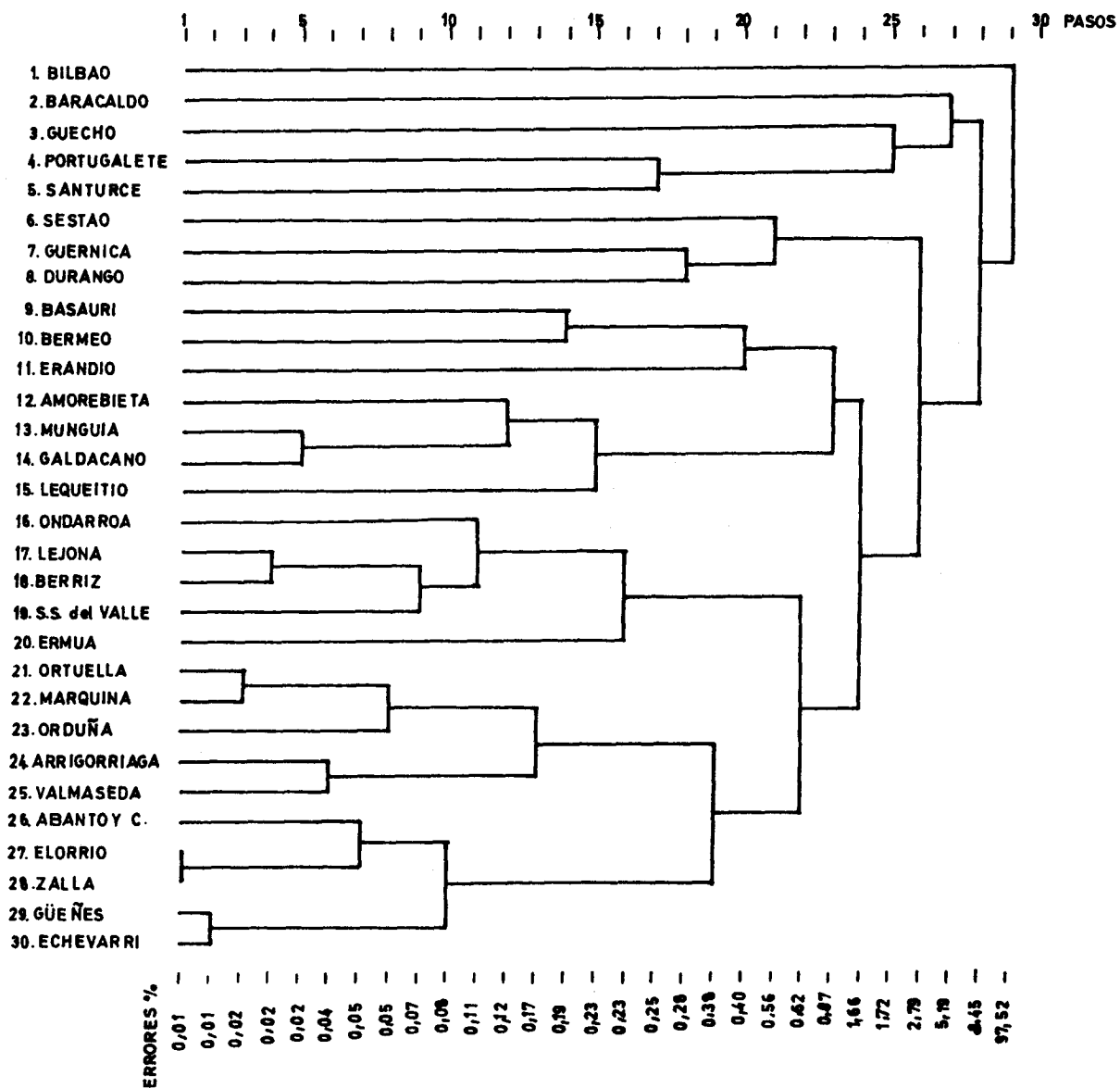
Los núcleos cuya estructura funcional -a pesar de tener tamaños importantes- se aparta de esta tendencia entrópica, mantienen una mayor heteroprobabilidad en su estructura de funciones urbanas.

Si resulta sencillo interpretar la situación de entropía maximizada, ya que la situación de equiprobabilidad es única, no ocurre así con la heteroprobabilidad de funciones urbanas, que puede producirse bien porque en determinados núcleos la especialización en algunas funciones hace que éstas tengan probabilidades superiores a lo que les correspondería por su tamaño -y de ahí su carácter central-, o bien porque la probabilidad de algunas funciones sea inferior a la esperada por su tamaño. En este segundo caso, esas funciones no tendrían quizá un carácter regional, pero sí una significación importante dentro del núcleo en el que se localizan, ya que, dado su carácter excepcional poseen más "autoinformación", correspondientes con una probabilidad pequeña.

Este efecto puede medirse utilizando como índice de diversidad lo que en el índice de Shannon se denomina "autoinformación" (vid, por ejemplo GIL ALVAREZ, P., 1981), esto es, a la cantidad representada por el logaritmo binario



GRAFICO 2. VIZCAYA: JERARQUIA URBANA SEGUN CENTRALIDAD 1977



de la probabilidad cambiado de signo, de tal forma que el índice sería un sumatorio de la autoinformación de las probabilidades regionales de las funciones urbanas, expresado así:

$$H_j = - \sum_{i=1}^{n=121} \log_2 \left( \frac{C_{ij}}{\sum C_{ij}} \right)$$

Los valores del índice serán más altos conforme exista un mayor número de funciones presente en un asentamiento, y también conforme la probabilidad de las mismas se encuentre "más desigualmente" repartida en dicho asentamiento.

La utilización del concepto de heteroprobabilidad presupone un peligro, ya que caben infinitas situaciones heteroprobables, y el índice utilizado podría alcanzar valores altísimos en el caso de que existiesen asociaciones de funciones con alta probabilidad regional frente a otras de probabilidad infinitesimal. El ejemplo podría ser que en una gran ciudad existiera únicamente un establecimiento correspondiente a una función de baja centralidad: una tienda de comestibles. Sin embargo, dada la interrelación existente entre las funciones, manifestada en la relación estadística, estas situaciones límite son poco probables.

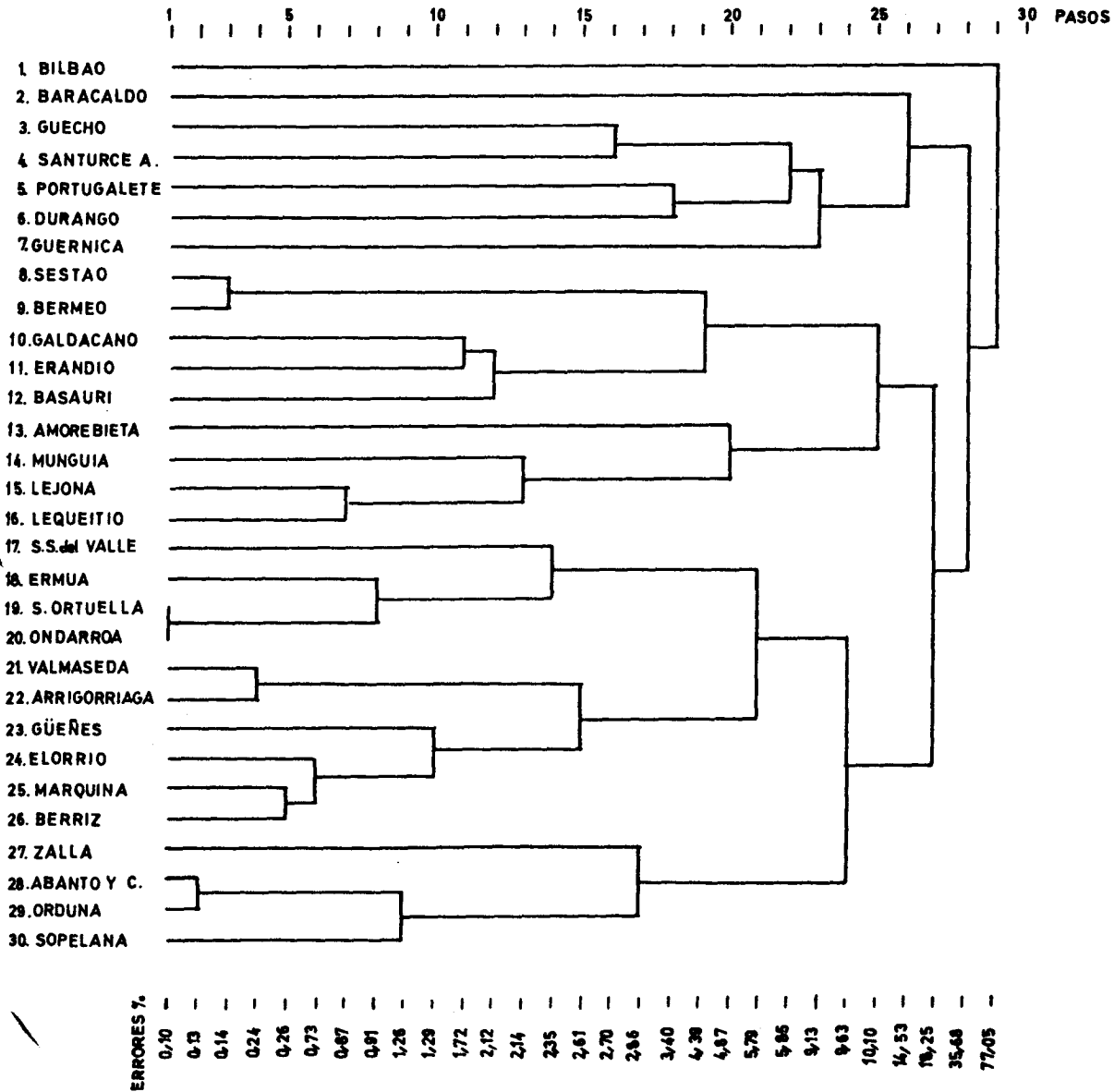
Los resultados de aplicación de este índice han sido satisfactorios, contrastando de modo claro con los índices de centralidad utilizados.

En el gráfico 2 se muestra la jerarquía urbana trazada según el índice de centralidad, y en el gráfico 3 la jerarquía urbana obtenida según el índice de diversidad señalado aquí arriba. Las correlaciones entre la diversidad y la centralidad daban relaciones bajas en lugares de características periféricas (Sestao, Basauri, Erandio, Baracaldo, etc) respecto al área metropolitana de Bilbao.

## BIBLIOGRAFIA

- BEAVON, K.S.O. (1981): *Geografía de las actividades terciarias*, Barcelona, Oikos-Tau.
- BERRY, B.J.L. y HORTON, F.E. (1970): *Geographic Perspectives on Urban Systems*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall.
- CURRY, L. (1964): "The random spatial ecology: an exploration in settlement theory", en *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 54, p. 138-146.
- CURRY, L. (1981): "Division of labor from geographical competition" en *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 71, p. 165.
- GIL ALVAREZ, P. (1981): *Teoría Matemática de la información*, Madrid, Ediciones ICE.
- GOULD, P.R. (1975): "El plan de estudios abierto en la enseñanza de la geografía", en *Nuevas Tendencias en Geografía* de CHORLEY, R. p. 377-426, Madrid, Instituto de Estudios de Administración Local.
- JUARISTI, J. (1982): *La Estructura Urbana de Vizcaya*. Tesis doctoral Universidad de Navarra, En curso de publicación.
- MARGALEF, R. (1958): "Information Theory in Ecology", en *General Systems*, vol 3, p. 36-71.
- OLSSON, G. (1967): "Central Place Systems, Spatial interaction and Stochastic Processes" en *Papers and Proceedings of Regional Science Association*, vol. 18, p. 13-45.
- PIELOU, E.C. (1975): *Ecological diversity*, Nueva York, Wiley and Sons
- REIF, B. (1978): *Modelos en planificación de ciudades y regiones*. Madrid, Instituto de Estudios de Administración Local.
- VAN DOBBEN, W.H. y LOWE-MC-CONNELL eds. (1980): *Conceptos unificadores en Ecología*. Barcelona, Blume.
- WEBER, M.J. (1977): "Pedagogy again: what is entropy?" en *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 67, p. 254-266.
- WEBBER, M.J. (1979): *Information Theory and Urban Spatial Structure* Londres, Croom Helm.
- WILSON, A.G. (1970): *Entropy in Urban and Regional Modelling*, Londres, Pion.

**GRAFICO 3. VIZCAYA . JERARQUIA URBANA SEGUN DIVERSIDAD 1977.**



WILSON, A.G. (1970): "Inter-regional commodity flows: Entropy maximizing approaches" en *Geographical Analysis*, vol. 2 p. 255-282.

## APLICACION DE LA TECNICA FACTORIAL A LOS PROBLEMAS DE REGIONALIZACION DE LOS ESPACIOS AGRARIOS: LA PROVINCIA DE SEGOVIA

### 1. INTRODUCCION

La finalidad del presente estudio no es otra que la de contribuir desde la perspectiva práctica aplicada al desarrollo de las técnicas cuantitativas, y concretamente del análisis factorial, en Geografía. Parto de la idea de que una buena base de estudios empíricos sobre estos temas es la mejor forma de contribuir al desarrollo y profundización teórica de esta tendencia en nuestra disciplina.

### 2. DESCRIPCION DE LA PROBLEMÁTICA METODOLÓGICA

En el presente trabajo presentamos los resultados un análisis factorial referido a los atributos agrarios de los municipios de la provincia de Segovia, área que consideramos como ejemplo geográfico paradigmático de la Meseta Norte.

En nuestro análisis intentaremos "regionalizar" dicho espacio provincial a partir de los resultados factoriales.

Aparte de esta finalidad, este método nos servirá para ponderar el peso real de cada una de las variables referidas a la estructura agraria en el conjunto del sistema considerado, así como para analizar la capacidad explicativa de la varianza, de cada de ellas, a partir de lo cual elegí las más significativas, y agrupar las variables en unos pocos factores significativos, ordenados y jerarquizados, asimismo, en función de su capacidad explicativa. Asimismo logramos una clasificación de los elementos (municipios en función de sus

semejanzas estructurales, lo que nos permitió analizar la dimensión espacial de cada uno de los factores o componentes y, en definitiva nos facilitó el razonamiento espacial y el análisis comparativo entre los diferentes elementos o unidades espaciales

Para agilizar en la medida de lo posible el estudio presentaré tan sólo los resultados de las partes esenciales del método factorial, intentando hacerlas coincidir con las que señala Bunge (1973) como etapas del proceso general del método científico:

- 1.- Planteamiento de los problemas y formulación de hipótesis.
- 2.- Diseño y realización del experimento (la prueba factorial)
- 3.- Interpretación de los resultados y generalización de las conclusiones.

El objetivo general de este análisis factorial será más de tipo confirmatorio que exploratorio, pues pretende más corroborar enunciados y teorías descubiertas sobre el área de estudio, que investigar un campo desconocido, entresacando las relaciones y leyes ocultas que puedan ligar al cúmulo de variables de partida, si bien estos objetivos irán juntos, ligados, a lo largo del trabajo ya que se ha de considerar que estos dos tipos de objetivos son más fáciles de separar a nivel de exposición que en la realidad del estudio. Este hecho, desde mi punto de vista, ha sido un obstáculo metodológico importante: el conocer en

CUADRO I

	°/° Parcelas pequeñas	°/° Parcelas medianas	°/° Parcelas grandes	°/° Tierras labradas	°/° Tierras no labradas	°/° Explota- ciones sin tierra	°/° Explota- ciones menos de 5 Has.	°/° Explota- ciones entre 5 y 20 Has.	°/° Explota- ciones entre 20 y 100 Has.	°/° Explota- ciones de más de 100 Has/menos 20 Has.	°/° De tierras en propie- dad	°/° De tierras en arrenda- miento	°/° De tierras en aparce- ría	°/° Tierras otros regimenes tenencia	Altura del municipio
°/° Parcelas pequeñas	1.000														
°/° Parcelas medianas	-0.940	1.000													
°/° Parcelas grandes	-0.839	0.747	1.000												
°/° Tierras labradas	-0.549	0.574	0.413	1.000											
°/° Tierras no labradas	0.565	-0.589	-0.430	-0.973	1.000										
°/° Explotaciones sin tierra	-0.391	0.403	0.371	0.296	-0.314	1.000									
°/° Explotaciones de menos de 5 Has.	-0.041	0.053	0.032	-0.086	0.042	-0.042	1.000								
°/° Explotaciones entre 5 y 20 Has.	0.109	0.094	-0.134	0.111	0.109	0.175	0.145	1.000							
°/° Explotaciones entre 20 y 100 Has.	-0.069	0.095	-0.009	0.091	0.071	0.206	-0.068	0.705	1.000						
°/° Explotaciones de más de 100 Has.	-0.088	0.067	0.171	-0.055	0.046	0.160	-0.050	0.041	-0.046	1.000					
Explotaciones de más de 20 Has/menos de 20 Has.	-0.186	0.194	0.150	0.265	-0.219	0.135	0.332	-0.114	0.316	0.003	1.000				
°/° Tierras en propiedad	0.175	-0.194	-0.093	-0.413	0.446	-0.148	0.072	-0.058	-0.028	0.015	-0.063	1.000			
°/° Tierras en arrendamiento	-0.218	0.235	0.159	0.460	-0.450	0.164	-0.168	-0.058	0.055	0.077	0.302	-0.373	1.000		
°/° Tierras en aparcería	0.018	-0.015	-0.002	0.053	-0.057	-0.058	0.039	-0.023	-0.040	0.401	-0.078	-0.018	0.092	1.000	
°/° Tierras en otros regimenes tenencia	0.106	-0.106	-0.073	-0.095	0.098	-0.032	-0.017	0.110	0.168	0.010	0.065	-0.071	-0.024	-0.051	1.000
Altura del Municipio	0.394	-0.428	-0.255	-0.596	0.614	-0.091	0.216	0.152	-0.007	0.193	-0.068	0.127	-0.157	-0.167	0.068

profundidad el área de estudio a partir de la plasmación espacial de cada atributo considerado, en el capítulo de análisis territorial del estudio general, del que está extraído este trabajo, es la causa que explica, o puede explicar esta limitación metodológica, ya que desde el primer momento se buscaba, inconscientemente en ocasiones, más la confirmación de una hipótesis previa que la exploración y búsqueda de hipótesis alternativas.

### 3. PLANTEAMIENTO DE LOS PROBLEMAS Y FORMULACION DE HIPOTESIS

El problema fundamental de partida era el de diferenciar geográficamente el área de estudio a partir del elemento espacial de análisis menor con el que contábamos: el municipio, para, en base a él, y a los atributos que considerábamos relacionados con la estructura agraria (estructura parcelaria, tamaño de las explotaciones, régimen de tenencia de la tierra.....) definir y delimitar áreas supramunicipales homogéneas en el mayor grado posible, no desde la perspectiva de tal o cual variable o atributo, sino de tal o cual factor, entendiéndolo éste como *dimensión de variabilidad común* (Yela, 1959). Bajo el supuesto teórico de que existen unos pocos factores comunes en el área de estudio ("dimensiones del sistema"), independientes entre sí y correlacionados que son capaces de representar la variabilidad total del sistema factorial.

El análisis de las variables elementales nos definía áreas fuertemente contrastadas, desde la cuádruple perspectiva de la parcelación, del tamaño de las explotaciones, de la superficie labrada y del régimen de tenencia. Factores históricos (desamortización y proceso de emigración) y económicos (tipo de economía agraria dominante: agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal) aparecían, a priori, como los más determinantes. Se trataba de comprobar estas hipótesis previas, que habrían de incluirse dentro de la hipótesis general de partida: la fuerte diferenciación en las estructuras agrarias de los espacios rurales cuando éstas son analizadas a partir de las unidades menores de análisis posibles: en nuestro caso el municipio.

### 4. DESCRIPCION DEL METODO

La elección de variables definitivas que intervienen en este análisis factorial la hicimos a partir del test de significación factorial, quedando reducidas a las 16 que a continuación se explicitan:

- a) Referentes a la estructura parcelaria:
  - proporción de parcelas de menos de 1 ha./ total de parcelas de municipio.
  - idem. de las parcelas entre 1 y 5 has.
  - idem de las de más de 5 has.
- b) Referentes a la proporción de tierras labradas y no labradas.
- c) Referentes al tamaño de las explotaciones, considerando:
  - proporción de explotaciones sin tierra
  - Idem. de explotaciones de menos de 5 has.
  - Idem. entre 5 y 20 has.
  - Idem. entre 20 y 100 has.
  - Idem. de más de 100 has.
  - proporción de explotaciones de menos de 20 has. respecto a las de más de este valor.
- d) Referentes a la forma de tenencia de la tierra:
  - Proporción de tierras en propiedad.
  - Idem. en arrendamiento.
  - Idem. en aparcería.
  - Idem. en otros regímenes de tenencia.
- e) Altura media de los municipios, variable ésta que he considerado en el caso de la provincia de Segovia, por resultar un factor limitativo de los cultivos y, en gran parte, unido a las características del suelo y el clima, condicionante del tipo de economía agraria dominante de cada área.

De estos atributos, y referidos a las 226 unidades de observación (municipios) considerados se obtienen las medias, desviaciones típicas y los coeficientes de variación. El programa que utilizamos nos facilitaba, asimismo, el cálculo de los valores mínimos y máximos como la desviación típica y la matriz de correlación (atributos X atributos), que adjunto (Vid. cuadro I).

**CUADRO II**

	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4	FACTOR 5
o/o Parcelas pequeñas	-0.940	0.0	0.0	0.0	0.0
o/o Parcelas medianas	0.916	0.0	0.0	0.0	0.0
o/o Parcelas grandes	0.871	0.0	0.0	0.0	0.0
o/o Tierras no labradas	-0.559	0.0653	0.0	0.357	0.0
o/o Tierras labradas	0.544	-0.637	0.0	-0.367	0.0
o/o Explotaciones sin tierra	0.528	0.0	0.280	0.270	0.0
o/o De tierras en propiedad	0.0	0.806	0.0	0.0	0.0
o/o De tierras en arrendamiento	0.0	-0.706	0.0	0.0	0.278
o/o De explotaciones entre 20 y 100 Has.	0.0	0.0	0.907	0.0	0.0
o/o De explotaciones entre 5 y 20 Has.	0.0	0.0	0.890	0.0	-0.265
o/o Explotaciones de más de 100 Has.	0.0	0.0	0.0	0.755	0.0
Altura del municipio	-0.433	0.0	0.0	0.659	0.0
Explotaciones de más de 20 Has/menos de las 20 Has.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.812
o/o Explotaciones de menos de 5 Has.	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.748
o/o Tierras en otros regimenes tenencia	0.0	0.0	0.309	0.0	0.0
o/o De tierras en aparcería	0.0	0.0	0.0	-0.357	0.0



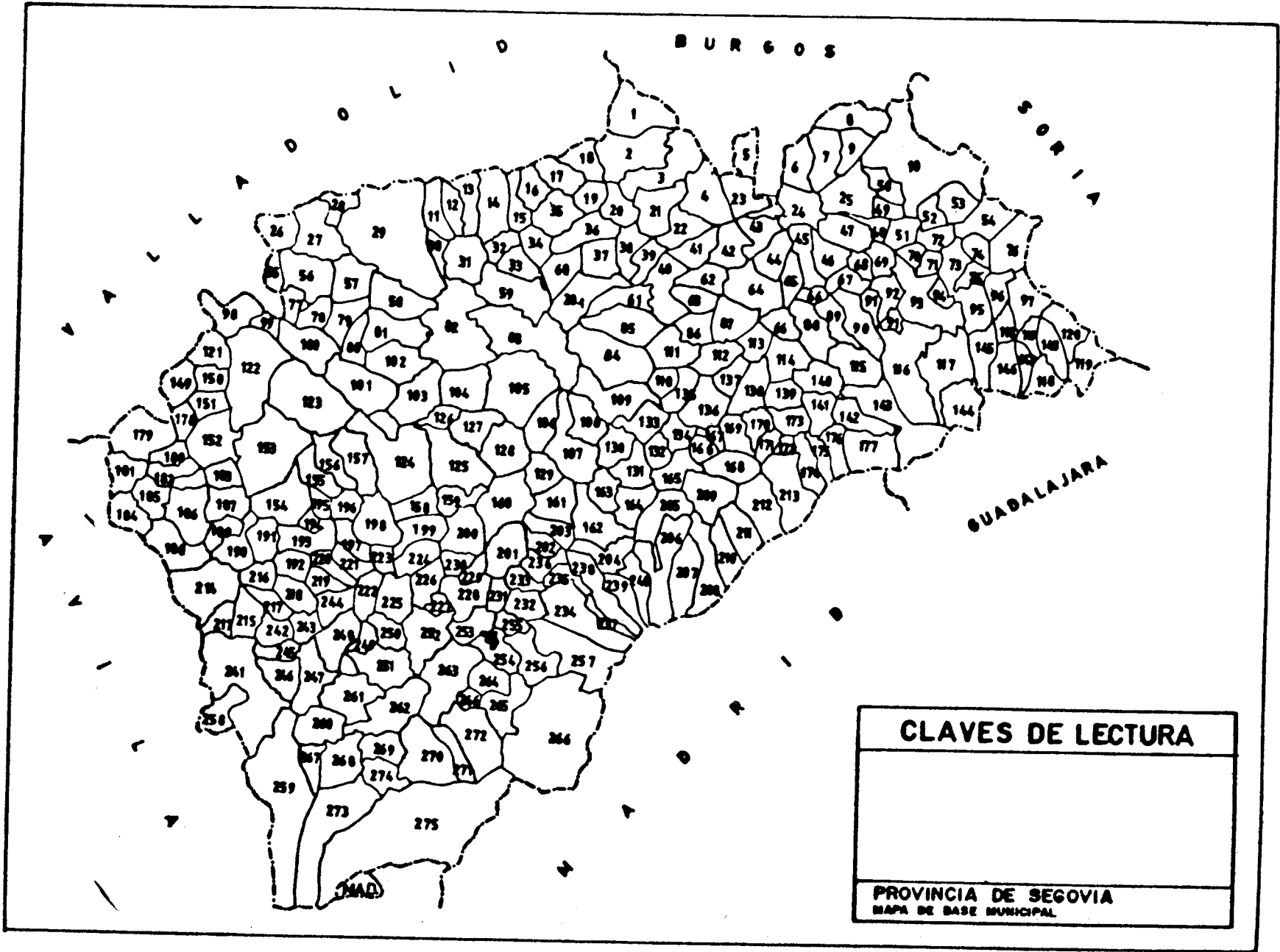


Fig. 1

Fig. 1

## Municipios de la provincia de Segovia

- Abades (251)  
 Adrada de Pirón (202)  
 Adrados (33)  
 Aguilafuente (105)  
 Alconada de Maderuelo (52)  
 Aldealcórvo (137)  
 Aldeanueva de Pedraza (208)  
 Aldeanueva de Santa María (53)  
 Aldeanueva de la Serrezuela (23)  
 Aldeanueva del Codonal (189)  
 Aldeanueva del Monte (91) — anexo a Riaza —  
 Aldea Real (127)  
 Aldeasofía (17)  
 Aldehorno (5)  
 Aldehuela del Codonal (187)  
 Aldeonte (66)  
 Anaya (222)  
 Arshuetes (165)  
 Arcones (212)  
 Arevalillo de Cega (132)  
 Armuña (198)  
 Armuña (anexiones) (223 y 224)  
 Ayllón (76)  
 Ayllón (anexiones) (97 y 74)  
 Barbolla (88)  
 Basardilla (235)  
 Becerril (anex. a Madriguera y posteriormente  
 a Riaza) (145)  
 Bercial (246)  
 Bercimuel (69)  
 Bernárdos (157)  
 Bernúy de Porreros (231)  
 Boceguillas (89)  
 Brieve (236)  
 Caballar (163)  
 Cabañas de Polendos (201)  
 Cabezueta (109)  
 Calabazas de Fuentidueña (19)  
 Campo de San Pedro (51)  
 Campo de San Pedro (anexiones) (49 y 50)  
 Cantalejo (84)  
 Cantalejo (anexiones) (110 y 135)  
 Cantimpalos (200)  
 Carbonero el Mayor (124)  
 Carrascal del Río (40)  
 Casla (174)  
 Castillejo de Mesleón (115)  
 Castro de Fuentidueña (22)  
 Castrojimeno (41)  
 Castroserna de Abajo (170)  
 Castroserna de Arriba (171)  
 Castroserracln (42)  
 Cedillo de la Torre (46)  
 Cerezo de Abajo (142)  
 Cerezo de Arriba (143)  
 Cilleruelo de San Mamés (48)  
 Cobos de Fuentidueña (39)  
 Coca (122)  
 Coca (anexiones) (150 y 151)  
 Codorniz y Montuenga (180 y 186)  
 Collado Hermoso (239)  
 Condado de Castilnovo (138)  
 Corral de Ayllón (73)  
 Cubillo, El (164)  
 Cuéllar (29)  
 Cuéllar (anexiones) (11, 12, 30, 57, 59 y 80)  
 Cuesta, La (202)  
 Cuevas de Provanco (anexi. Sacramenia) (1)  
 Chafle (56)  
 Domingo García (165)  
 Donhierro (181)  
 Duruelo (141)  
 Encinas (45)  
 Encinillas (229)  
 Escalona del Prado (128)  
 Escarabajosa de Cabezas (159)  
 Escobar de Polendos (160)  
 Espinar, El (275)  
 Espirido-La Higuera (232 y 233)  
 Fresneda de Cuéllar (77)  
 Fresno de Cantespino (93 y 94)  
 Fresno de la Fuente (47)  
 Frumales (31)  
 Fuente de Santa Cruz (149)  
 Fuente el Olmo de Fuentidueña (37)  
 Fuente el Olmo de Iscar (99)  
 Fuentepelayo (104)  
 Fuentepiñel (36)  
 Fuenterrebollo (85)  
 Fuentesauco de Fuentidueña (34 y 35)  
 Gallegos (210)  
 Garcillán (225)  
 Gomezerracln (81)  
 Grado del Pico (115)  
 Grajera (67)  
 Honrubia de la Cuesta (6)  
 Hontalbilla (59)  
 Hontanares de Erasma (227)  
 Huertos, Los (226)  
 Ituero y Lama (267)  
 Juarros de Riomoros (249)  
 Juarros de Voltoya (190)  
 Labajos (258)  
 Laguna de Contreras (18)  
 Languilla (54)  
 Lastras de Cuéllar (83)  
 Lastras del Pozo (261)  
 Lastrilla, La (255)  
 Loss, La (272)  
 Maderuelo (10)  
 Madriguera (147)  
 Marazueta (244)  
 Martín Miguel (250)  
 Martín Muñoz de la Dehesa (184)  
 Martín Muñoz de las Posadas (214)  
 Marugán (247)  
 Matabuena (211)  
 Mata de Cuéllar (26)  
 Matilla, La (167)  
 Melque de Cercos (191)  
 Membribe de la Hoz (16)  
 Migueláñez (156)  
 Montejo de Arévalo (179)  
 Montejo de la Vega (8)  
 Monterrubio (260)  
 Moral de Hornuez (25)  
 Moraleja de Cuéllar (13)  
 Moraleja de Coca (anex. a Nava de la Asun-  
 ción) (183)  
 Mozoncillo (125)  
 Nuñopedro (241)  
 Nuñoveros (130)  
 Muyo, El (anex. a Riaza) (118)  
 Nava de la Asunción (183 y 153)  
 Navafria (207)  
 Navalilla (61)  
 Navalmanzano (103)  
 Navares de Ayuso (65)  
 Navares de Enmedio (44)  
 Navares de las Cuevas (43)  
 Navas de Oro (123)  
 Navas de San Antonio (273)  
 Negrodo, El (anex. a Riaza) (119)  
 Nieve (154)  
 Olombrada (14)  
 Orejana (168)  
 Ortigosa de Peaña (195)  
 Ortigosa del Monte (271)  
 Otero de Herreros (270)  
 Otones de Benjumea (126)  
 Pajarejos (68)  
 Palazuelos de Erasma (266)  
 Pedraza (209)  
 Pelayos del Arroyo (204)  
 Pinarejos (101)  
 Pinarnegrillo (126)  
 Prádena (213)  
 Puebla de Pedraza (133)  
 Rapariegos (185)  
 Rebollo (134)  
 Remondo (55)  
 Riaguas de San Bartolomé (72)  
 Riahuelas (70)  
 Riaza (116)  
 Ribota (95)  
 Riofrio de Riaza (144)  
 Roda de Erasma (230)  
 Sacramenia (2)  
 Saldaña de Ayllón (75)  
 Samboal (100)  
 San Cristóbal de Cuéllar (28)  
 San Cristóbal de la Vega (182)  
 Sanchonufo (58)  
 Sangarcía (243)  
 Sangarcía (anexiones) (242, 245 y 248)  
 San Ildelonso (266)  
 San Martín y Mudrión (101)  
 San Miguel de Bernúy (38)  
 San Pedro de Gallos (136)  
 Santa María la Real de Nieve (194)  
 Santa María la Real (anexiones) (192, 193, 194,  
 196, 197, 215, 216, 217, 218 y 221)  
 Santa Marta del Cerro (173)  
 Santibáñez de Ayllón (120)  
 Santiuste de Pedraza (205)  
 Santiuste de San Juan Bautista (152)  
 Santo Domingo de Pirón (237)  
 Santo Tomás del Puerto (177)  
 Sauquillo de Cabezas (166)  
 Sebúcor (111)  
 Segovia-capital (254)  
 Segovia-anexiones (253, 262, 263, 264 y 265)  
 Sepúlveda (112)  
 Sepúlveda (anexiones) (63, 86, 87, 113, 114 y  
 139)  
 Sequera del Fresno (92)  
 Siguero y Siguero (anex. a Santo Tomás  
 (175 y 176)  
 Sotillo (140)  
 Sotosalbos (238)  
 Tabanera la Luenga (158)  
 Tolocirio (180)  
 Torreadrada (4)  
 Torrecaballeros (234)  
 Torrecilla del Pinar (60)  
 Torreiglesias (161)  
 Torreiglesias (anexiones) (129 y 203)  
 Torre Val de San Pedro (206 y 240)  
 Treascasas (267)  
 Turégano (107)  
 Turégano (anexiones) (162)  
 Turrubuelo (90)  
 Uruña (64)  
 Valdeprados (269)  
 Valdevacas de Montejo (9)  
 Valdevacas y El Guijar (131)  
 Valseca (228)  
 Valttiendas (3)  
 Valverde del Mezano (252)  
 Valvieja (96)  
 Valle de Tabladillo (62)  
 Vallalado (27)  
 Valleruela de Sepúlveda (168)  
 Valleruela de Pedraza (166)  
 Vegonzones (108)  
 Vegas de Matute (274)  
 Ventosilla y Tejadilla (172)  
 Villecastin (259)  
 Villacorta (anex. a Riaza) (177)  
 Villaverde de Iscar (98)  
 Villaverde de Montejo (7)  
 Villeguillo (121)  
 Yangusa de Erasma (199)  
 Zarzuela del Monte (268)  
 Zarzuela del Pinar (82)

Las conclusiones que podemos extraer de esta primera matriz, teniendo en cuenta que relacione con signo positivo o negativo las diferentes variables, son:

a) Correlacionadas positivamente, con valor superior o próximo a 0,400:

- la proporción de parcelas pequeñas con los altos porcentajes de has. no labradas. En efecto, la dimensión espacial de estas dos variables se corresponde fundamentalmente al área de montaña, de economía básicamente ganadera, que se caracteriza por una estructura parcelaria muy subdividida y una idiosincrasia campesina extraordinariamente individualista, con la que siempre ha chocado la acción oficial de concentración parcelaria.

la alta proporción de parcelas pequeñas y la altura media del municipio, lo que nos remite a las consideraciones hechas en el punto anterior.

b) Negativamente se correlacionan con la meso- y macro-parcelación, esto es, con los altos porcentajes de parcelas medianas y pequeñas, lo que es obvio, y con los municipios caracterizados por una gran proporción de tierras labradas.

Iguals consideraciones habría que hacer para el resto de las variables relacionadas con el tamaño de las parcelas, por lo que pasamos a considerar las correlaciones con las referentes a la proporción de tierras labradas y no labradas.

Las proporciones altas de tierras labradas parecen negativamente correlacionadas con la altura, con la propiedad de la tierra, y obviamente, con la proporción de tierras no labradas. La primera y tercera correlación son lógicas y fácilmente explicables, y están en la línea de lo expuesto anteriormente; sin embargo, no lo está aparentemente con la segunda: la propiedad de la tierra. En efecto, proporción de tierras labradas y proporción de tierras en arrendamiento aparecen correlacionadas positivamente, hecho que es debido a un factor histórico y que tiene su origen en la Desamortización del siglo XIX, de la que las mejores tierras de la campiña segoviana fueron las más afectadas. Posteriormente estas tierras, que pasan a ser propiedad de la burguesía segoviana o madrileña, son arrendadas a

los antepasados de los agricultores que las trabajan hoy, siendo en esta zona de la provincia donde el régimen de tenencia es señalado por el campesinado como el mayor problema de las explotaciones y de los municipios.

En cuanto a las variables correlacionadas con el tamaño de las explotaciones, en parte habría que hacer las mismas consideraciones que respecto a la estructura parcelaria, sin embargo la única matización que es señalable es que los valores que arroja son muchos más bajos, siendo uno de los más significativos el que correlaciona positivamente la proporción de explotaciones de más de 100 has. con la altura, hecho que es debido a la gran importancia que tienen los bienes comunales, fundamentalmente forestales y de pastos, en la comarca serrana, cuyo patrimonio histórico se vio menos afectado por el fenómeno de la Desamortización: el municipio de El Espinar es el ejemplo más claro de esta afirmación.

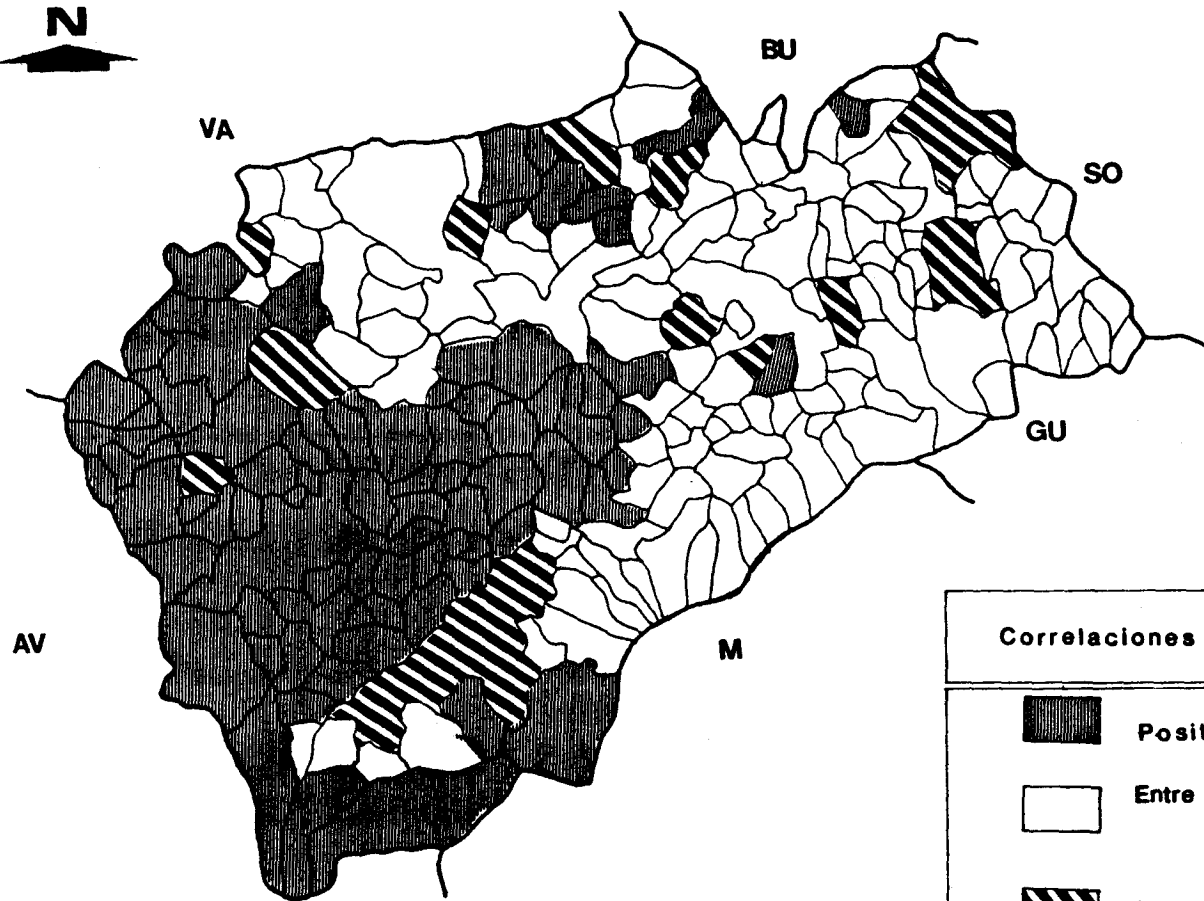
La matriz factorial nos permitió elegir aquellos componentes que explicaban la mayor proporción de la varianza. Tomamos como límite convencional aquellas que superaban el valor 1,000. En el presente análisis factorial hemos considerado cinco: el primero con una varianza explicada de 4,611, suponía el 28,8 % del total de ésta; el segundo, 1,929, acumulativamente representa el 40,8 %; el tercero, 1,651 y el 51,2 %, acumulativo y el cuarto, 1,124 y el 67,6 % del total.

A partir de estos cinco factores construimos la matriz factorial reducida, que presenta valores del cuadro II.

Así, los cinco componentes principales identificados explican en este análisis el 67,0 % del total de la varianza. El resultado para tan reducido, relativamente, número de factores, puede considerarse técnicamente aceptable.

Descritos los factores, a partir de los valores que presentan, y rotados los ejes de los factores y descritas las componentes, que hemos definido como:

I.— Niveles de parcelación de las explotaciones o estructura parcelaria.






Correlaciones municipales con el factor 1	
	Positivas :sup. 0,200
	Entre 0,200 y -0,200
	Negativas:inf. a -0,200
PROVINCIA DE SEGOVIA	

Figura 2

- II. Proporción de tierras en régimen de propiedad y no labradas.
- y III. Proporción de explotaciones medianas y grandes,
- llegamos a las siguientes conclusiones:

1) Un escaso número de componentes nos permite explicar más de la mitad de la varianza. El resto se hace difícilmente explicable, ya que si continuásemos analizando los siguientes factores, volverían a repetirse las variables, disminuyendo su capacidad explicativa y complicando el análisis.

2) La mayor interrogante está en definir los componentes II y III. Sus variables explicativas son distintas si se considera la matriz factorial o la varimax, quedando de manifiesto que sea una o la otra, las variables a tener en cuenta son las mismas, cambiándose su orden de importancia.

3) Desde el punto de vista de la estructuración espacial intraprovincial tienen un carácter más decisivo las variables que hacen referencia a la estructura de las explotaciones (parcelación y tamaño) que las que definen el régimen de tenencia de la tierra, factor que aparece en nuestro análisis con una importancia más secundaria, si bien social y políticamente —y desde el punto de vista de la percepción de la problemática agraria por parte del campesino— ocupa el lugar más importante.

4) Es necesario destacar, asimismo, el marcado relieve que adquiere la cuestión de los niveles de parcelación de las explotaciones: la intervención de los poderes públicos a través de sus organismos de ordenación rural ha contribuido, sin duda, a hacerla mayor, habida cuenta que esta intervención, centrada sobre la concentración parcelaria casi únicamente, se ha hecho en las áreas agrícolas más ricas, siendo prácticamente inexistente en las áreas de Sierra, más marginales económicamente, y que era donde más problemas en este sentido tenían, históricamente y por el carácter económico de sus explotaciones, fundamentalmente ganaderas. Evidentemente este factor institucional no ha hecho sino aumentar las diferencias entre los distintos espacios intraprovinciales y, por tanto, la varianza entre las distintas unidades de observación (municipios) que hemos considerado.

Analizada la influencia de las variables en la explicación del sistema, que ratifica las afirmaciones hechas "supra" y construida la matriz de información reducida, que nos sirve para determinar el peso de los factores en cada una de las unidades de análisis consideradas en la provincia, llegamos a la siguiente clasificación estructural de los municipios segovianos, que se presentan y resumen en los mapas adjuntos (Fig. 2,3 y 4).

## 5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

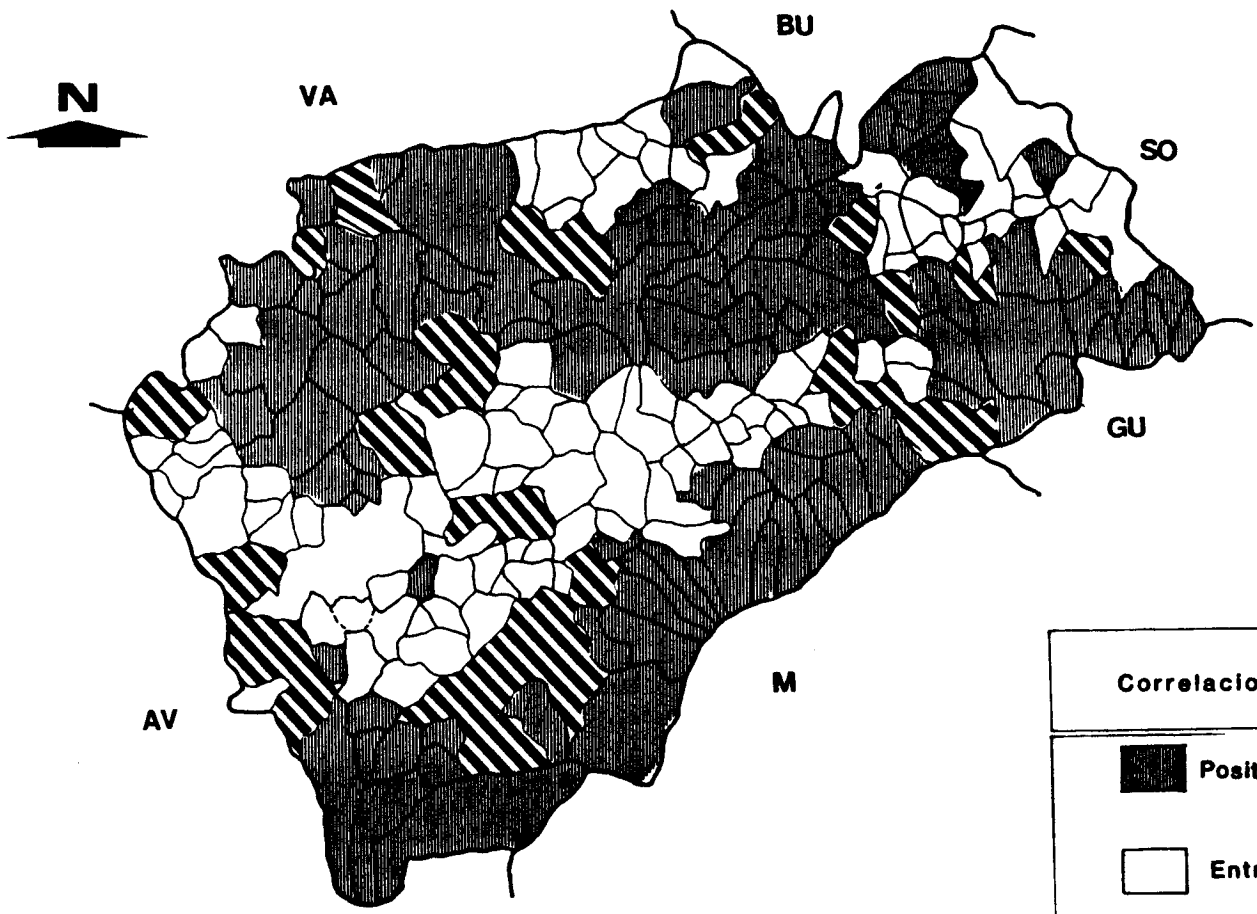
Los resultados del presente análisis factorial, que se presentan cartográficamente, nos permite llegar a las siguientes conclusiones:

1.— La mayor parte de las unidades de observación (municipios) del área analizada (la provincia de Segovia) aparecen fuertemente ligados a uno u otro factor, positiva o negativamente considerados, lo que prueba la relativa validez del método para "regionalizar" el área de estudio; sin embargo un importante número de ellos, (73 de 226, esto es más del 30%) aparecen escasamente definidos factorialmente, lo que nos obliga a considerar con reservas los resultados.

2. Los tres primeros factores considerados definen áreas relativamente homogéneas, en gran medida contiguas espacialmente, que podemos sistematizar en:

a) Área de montaña y forestal (definida por el factor I, muy positivo), conformada espacialmente por los municipios de economía de montaña, estructurados geográficamente a partir del Sistema Central (sierra de Guadarrama y Somosierra), a los que es preciso sumar los de la Serrezuela (sector N.E. de la provincia) que podemos definir como de montaña media y la mayor parte de los de la Tierra de Pinares. Sus características esenciales son la fuerte parcelación de sus explotaciones y la escasa proporción de superficie labrada, así como su altura media relativa (excepción de la Tierra de Pinares) elevada.

b) Área de la campiña o espacios de economía agrícola dominante, configurada por la mayor parte de los municipios de la mitad occidental de la provincia (Tierras de Santa María) definida por los bajos niveles de parcelación de las explotaciones y la alta proporción de tierras la-






Correlaciones municipales con el factor 2	
	Positivas :sup. 0,200
	Entre 0,200 y -0,200
	Negativas:inf. a-0,200
PROVINCIA DE SEGOVIA	

Figura 3

bradas. La define negativamente el factor I. Geográficamente, aparece contrapuesta con la mitad este de la provincia (Macizo de Sepúlveda y Tierras de Ayllón), que delimita el factor I, positivamente correlacionado con la microparcelación.

c) Areas agrícolas con problemas estructurales debidos a la desproporción del tamaño de las explotaciones agrarias medianas y grandes y las pequeñas, a favor de estas segundas: zona norte de la provincia y centrosur, definidas por el factor III, muy negativo.

## 6. CONCLUSIONES

1.- El factor mejor definido espacialmente es el primero, observándose una gradación negativa y progresiva en los dos restantes, así como un enrarecimiento de su capacidad explicativa.

2. Los espacios agrarios, cuando se analizan a partir de las unidades estadísticas mínimas, aparecen fuertemente contrastados, mostrándose el análisis factorial como un método válido, técnicamente, para sistematizar estos contrastes.

3. La técnica factorial nos ha permitido una clasificación de todos los municipios en función de sus semejanzas estructurales y una zonificación dentro del marco provincial en espacios homogéneos fuertemente ligados entre sí, facilitándonos el razonamiento espacial y el análisis comparativo entre ellos, objetivos que perseguíamos al iniciar el estudio, bajo el supuesto de que el análisis y descripción espacial de cada una de las variables por separado nos ofrecía resultados técnica y científicamente menos válidos (REQUES, 1983).

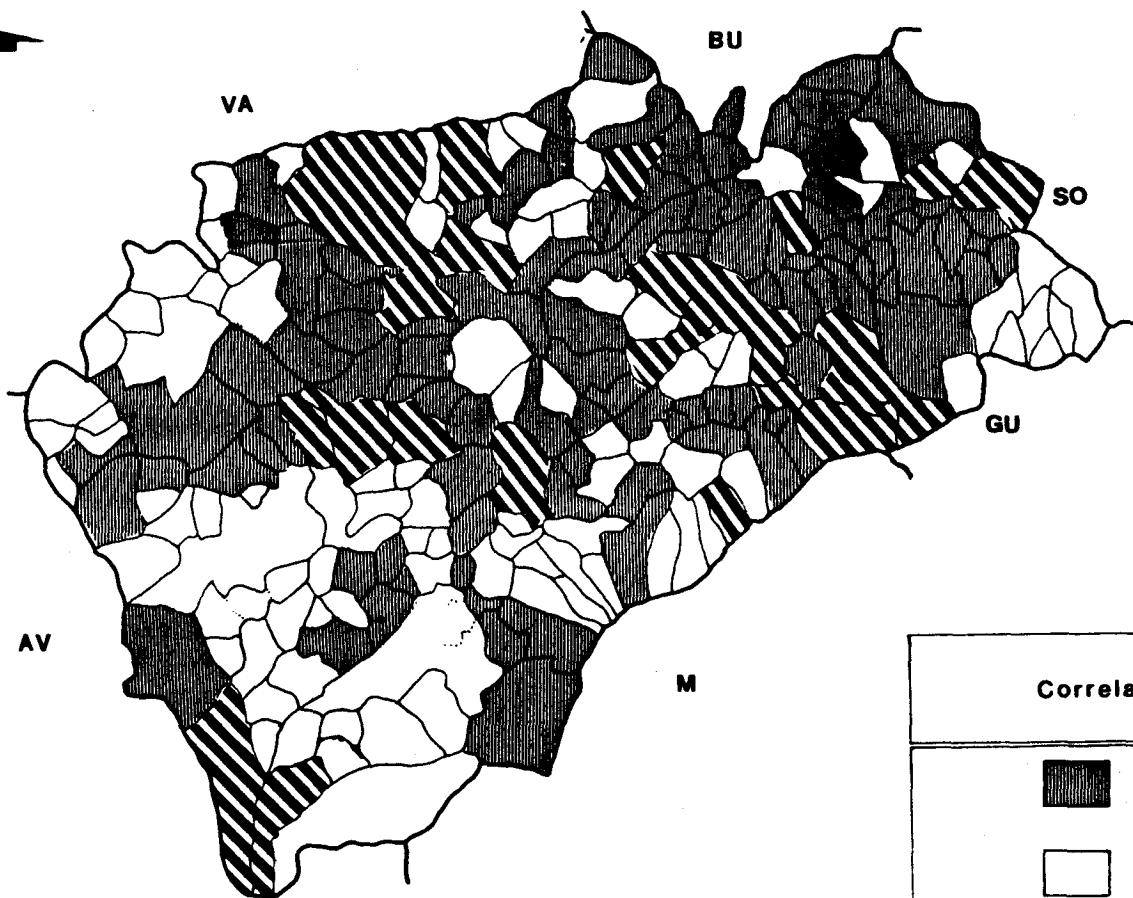
## BIBLIOGRAFIA




Nota.- En la presente bibliografía se incluyen únicamente aquellas obras ligadas expresamente a esta comunicación, con el fin de agilizar su contenido, lo cual no implica que no se hayan tenido en cuenta otros trabajos tanto de tipo general (J.B. RACINE,.....) como de análisis más concretos (BOSQUE SENDRA, J., AZNAR,.....).

BUNGE, W. (1973) *Theoretical Geography*. University of Lund (Sweden), Vid. cap. 1. p. 2-39.

YELA, A. (1957). *Introducción al análisis factorial*, Barcelona, Ed. Lumen.

REQUES VELASCO, P. (1983). *Atlas Socio-Económico de la provincia de Segovia*. (2 vol.). Ed. Exma. Diputación Provincial de Segovia, obra en la que se analizan las variables consideradas en la presente comunicación, así como otras de carácter poblacional y económico, a partir de la descripción de la configuración espacial que determina cada una de ellas.



Correlaciones municipales con el factor 3	
	Positivas sup. 0,200
	Entre 0,200 -0,200
	Negativas: inf. a -0,200

PROVINCIA DE SEGOVIA

Figura 4



## CLASIFICACION ESTRUCTURAL DE LOS MUNICIPIOS SEGOVIANOS, A PARTIR DE LAS VARIABLES AGRARIAS

En base a los resultados de la fase anterior es posible realizar una subdivisión del espacio provincial en áreas de máxima homogeneidad respecto a los tres factores que hemos descrito.

La técnica de análisis que se utiliza, es la de la clasificación secuencial, estratificada y ponderada, que según expresamos en el otro análisis trata de ordenar a todos los municipios según sus "pesos", o "scores", que en cada uno alcanzan los factores considerados, empezando por el factor de máxima importancia, en nuestro caso los grados de parcelación de las explotaciones agrarias.

Los resultados son:

### Factor I (muy positivo)—Mayor que +1,000:

Bercimuel	Escobar
Alguilafuente	Terreiglesias
Sauquillo de Cabezas	Montejo de Arévalo
Coca	Tolocirio
Escaloná	Donhierro
Condado de Castilnovo	San Cristóbal de la V.
Santiuste de S.J.B.	Rapariegos
Santiuste de S.J.B. (anexiones)	Codorniz
Nava de la Asunción	Juarros
Nieva	Melque de Cercos
Domingo García	Santa María (anexiones)
Miguelañez	Ortigosa de Pestaño
Tabanera la Lengua	Yenguas de Erasma
Escarabajosa de Cabezas	Cantimpalos
Martín Muñoz Posadas	Sangarcía
Sangarcía (anexiones)	Marazuela
Bercial	Marugán
Abades	Segovia (anexiones)
Monterrubio	Lastras del Pozo

### Factor I (muy negativo) — Menor que -1,000:

Aldeonte	Gragera
Ayllón	Ayllón (anexiones)
Barbolla	Sepúlveda
Sepúlveda (anexiones)	Castillejo
Sotillo	Duruelo
Caballar	Valleruela de Pedraza
La Matilla	Ventosilla y Tejadilla
Pelayos	Santiuste de Pedraza
Matabuena	

### Factor II (muy positivo) — Mayor de +1,000

Villaverde de Montejo	Cuéllar
Lastras de Cuéllar	Arcones
Prádena	Fuenterrebollo
Villaverde de Iscar	Samboal

Sebúlcór  
Madriguera  
Riofrío de Riaza  
El Muyo  
Torreval de San Pedro  
Pedraza  
Sotosalbos  
Muñopedro  
San Ildefonso

Riaza  
Cerezo de Arriba  
Becerril  
Grado del Pico  
Navafría  
Basardilla  
Collado Hermoso  
Villacastín  
Navas de San Antonio

**Factor II (muy negativo) — Menor de -1,000**

Cuevas de Provanco  
Moraleja de Cuéllar  
Fuentidueña  
Campo de San Pedro  
Alconada  
Puebla de Pedraza  
Aldeacorvo  
Santa Marta del Cerro  
Adrada de Pirón  
Los Huertos  
Roda de Eresma  
Valverde de Majano

Sacramenita  
Calabazas  
Pradales  
Campo de San Pedro (anexiones)  
Aldeareal  
Rebollo  
Fuente de Santa Cruz  
Cabañas de Polendos  
Garcillán  
Valseca  
Martín Miguel  
La Lastrilla

**Factor III (muy positivo) — Mayor que + 0,200**

Olombrada  
Languilla  
Cantalejo  
Bernardos  
Santo Tomé de Puerto

Fuenterrebollo  
Hontalbilla  
Carbonero  
Torreiglesias (anexiones)  
Santo Tomé (anexiones)

**Factor III (muy negativo) — Menor que -0,200**

Mata de Cuéllar  
Frumales  
Adrados  
Cobos de Fuentidueña  
Cilleruelo de San Mamés  
Aldealuenga  
Remondo  
Sanchonúño  
Torrecilla  
Riaguas  
Fresnada  
Cantalejo (anexiones)  
Aldeanueva del Monte  
Sequera del Fresno  
Fuente el Olmo  
Otero de Herreros  
La Losa

Veganzones  
Villeguillo  
Valdevacas  
San Pedro de Gáñlos  
Sotillo  
Aldeanueva del Codonal  
Aldehuela del Codonal  
Santa María la Real  
Armuña (anexiones)  
Aldealengua de Pedraza  
Anaya  
Hontanares  
Espirido  
Juarros de Río Moros  
Valdeprados  
Ortigosa del Monte

**Sin clasificación (los 89 restantes).**

Antonio Moreno Jimenez  
Vicente Rodriguez Rodriguez  
Beatriz Jimenez Blasco  
Isabela Martínez de Sola  
Universidad Autonoma de Madrid  
Universidad Nacional de Educación a Distancia . Madrid.  
Universidad Complutense de Madrid  
EPIMSA

## INFORMATICA Y GEOGRAFIA

### 1 INTRODUCCION

Es un hecho cierto que la Informática se ha implantado, actualmente, en múltiples campos y, entre ellos, el de la investigación científica. Han sido precisamente algunas de las aplicaciones en investigación las que más han contribuido al desarrollo de los instrumentos informáticos, como por ejemplo, las ciencias naturales, las ciencias sociales, las humanidades, etc. en sus diversas generaciones (DORMIDO y MELLADO, 1981).

La influencia del ordenador en las ciencias sociales, como resultado de ese proceso de interacción entre el desarrollo científico y técnico, ha dado lugar a que éstas se encuentren sometidas hoy a un proceso de adaptación. En él se encuentran quienes plantean reticencias a los nuevos instrumentos de investigación y quienes admiten estas nuevas técnicas como hechos fundamentales en el desarrollo de las disciplinas científicas. En el caso de la Geografía también se aprecia una situación parecida.

En este momento parece lógico preguntarse acerca de cual es la influencia de la Informática en las ciencias sociales en general.

Evidentemente las posibilidades del científico social se abren con el uso del ordenador, ya

que éste tiene capacidad para producir conocimientos y al mismo tiempo transmitirlos a distintos usuarios y organizarlos para su almacenamiento. Sin embargo, el uso incorrecto de estas potencialidades genera más problemas que ventajas. El ordenador deja de ser un instrumento para convertirse en un fin en sí mismo. Y es que la *máquina no proporciona otra cosa que lo que se le ha suministrado* (1). No tiene, pues, el ordenador efectos mágicos sobre la información que está procesando en cada momento.

Ahora bien, el acceso al ordenador por parte del investigador científico tiene varios niveles que, según Patton y Hololen (1981) se especifican de las siguientes maneras:

- especificación de un problema de investigación por parte de un usuario para que un analista lo transforme y pueda ser procesado,
- descripción de un problema científico en el lenguaje de cada investigador para llevar a cabo luego la misma operación que en el caso anterior,
- empleo de paquetes de programas standard,
- diseño de programas propios, aunque

sean sencillos,

- interacción del investigador con la máquina para un uso más versátil de ésta.

Para un investigador social, no necesariamente preparado para estas tareas, es posible el empleo del ordenador en los tres primeros aunque la flexibilidad de su uso es sencilla.

Ello favorece, sin lugar a dudas, el aumento de las posibilidades de estudio, de acceso a depósitos de documentación y de empleo de instrumentos de análisis estadístico, sobre todo en el caso de la Geografía, cuyos datos tienen una naturaleza específica (2).

Sin embargo, el empleo del ordenador está sujeto a determinados problemas que tienen dos vertientes. La primera tiene que ver con la concepción que el científico tiene del ordenador como instrumento. Así, algunos autores han hablado de ciertos "peligros", como la impersonalidad de las relaciones hombre-máquina, el control de las actividades, el desarrollo de nuevas "élites", peligros para la integridad personal del investigador, etc., que pueden influir en el uso adecuado del ordenador. La segunda vertiente nace de la propia investigación. Haggett ha señalado la insuficiente evaluación crítica del proyecto de investigación y las limitaciones que tiene el empleo de programas standard como los principales problemas que tiene el investigador a la hora del empleo de la máquina.

Las soluciones a estos problemas deben venir, por lo tanto, a través de la persona del investigador con una mayor educación informática y una insistencia en la formación de los científicos.

Hechas estas consideraciones previas, parece adecuado realizar un exámen de cuál es el significado e impacto de esta nueva tecnología en nuestra disciplina. A tal fin, en una primera parte se expondrán los principales ámbitos donde se materializa su aplicación, sobre la base de un extenso estudio bibliográfico. La segunda parte se dedica a una consideración más detenida de la presencia y problemas de la inserción de la Informática en la Geografía universitaria española, a partir de los datos obtenidos en una encuesta lle-

vada a cabo al efecto.

## P A R T E I

### 2. LA INFORMÁTICA EN EL ANÁLISIS NUMÉRICO DE DATOS GEOGRAFICOS

Bajo el epígrafe de este apartado, enormemente genérico, pues con el término de análisis de datos se hace referencia a todo tipo de tratamientos, manipulación y tabulación de series de datos cuantitativos y cualitativos, vamos a tratar, sin embargo, sólo los aspectos del tema que, a nuestro juicio, reúnen un mayor interés.

En primer lugar, hablaremos, muy brevemente, de la evolución técnica e ideológica que ha motivado la creciente utilización de la informática en la investigación en Geografía. A continuación, expondremos los tipos de análisis numérico, obtenidos mediante ordenador, más comúnmente empleados en los trabajos geográficos. Y, finalmente, queremos reseñar la importancia que los sistemas de programas han tenido en el proceso de aplicación de la informática en la producción científica, destacando sus problemas de adaptación a las necesidades específicas del geógrafo.

**La evolución del pensamiento geográfico en relación con la introducción de medios informáticos como herramienta de investigación en su labor científica.**

Según la definición, más arriba expuesta del concepto de análisis de datos, es evidente que éste ha constituido siempre una parte fundamental del quehacer geográfico, a lo largo de su historia como disciplina científica. No obstante, adquiere un significado muy distinto en la llamada Geografía Cuantitativa, que supone el paso de un análisis descriptivo de los datos a unos tipos de tratamientos numéricos en orden a la deducción de leyes generales.

La complejidad de cálculo de algunos análisis numéricos llevados a cabo en trabajos cuantitativos, tales como simulaciones matemáticas, construcción de modelos, programación lineal y no lineal, técnicas multivariadas, etc., unido a la manipulación de volúmenes de información cada vez mayores, han traído consigo la creciente utilización de medios informáticos para su consecución.

ción.

Es, por consiguiente, preciso reconocer la estrecha relación existente entre la introducción de la informática en la investigación geográfica y el desarrollo del enfoque cuantitativo, puesto que la ampliación de objetivos, que éste supone, no hubiera sido posible sin la disponibilidad de procedimientos automáticos para efectuar los tratamientos usualmente realizados en los trabajos de esta línea científica.

Coinciden en el tiempo, sobre la década de los cincuenta, el inicio de la Geografía Cuantitativa con el de la difusión de medios cibernéticos para fines científicos. Y, es en los años sesenta, cuando ambos procesos se consolidan plenamente.

Autores como Dawson y Unwin (1976) hablan de las dos revoluciones: la "revolución cuantitativa" y la "revolución del computador". Afirman que, aunque la "revolución cuantitativa" en Geografía tiene su origen antes de que los ordenadores fueran ampliamente utilizados en este campo científico, no cabe duda que su uso ha acelerado la aceptación y difusión de dicho enfoque geográfico.

Sin duda, la ecología factorial ha sido uno de los campos de investigación geográfica que, por los volúmenes de datos que suele tratar y por el tipo de técnicas que emplea, ha tenido casi una relación de dependencia con los medios informáticos. Por otra parte, contribuyó en gran manera a la difusión de los análisis factoriales y de agrupamiento a otros temas de estudio en Geografía e inició una serie de estudios sobre comprobación estadística de modelos espaciales, básicamente a través del análisis de la varianza, que después han sido también utilizados en trabajos de planificación regional, etc.. Podemos afirmar, sin temor a equivocarnos, que el desarrollo de la ecología factorial ha sido parejo al de la creación de Bibliotecas de Programas estadísticos y de bases de datos informatizados.

En los últimos tiempos, se ha puesto de relieve una línea de investigación sobre los problemas de la definición de la unidad espacial tomada en los análisis, llevándose a cabo diversos estudios sobre escalas de observación y autocorrela-

ción espacial, para los que se han elaborado algunos programas específicos.

Los análisis de regresión múltiple y de superficies de tendencias también están siendo empleadas en mayor número de estudios geográficos, a raíz de su facilidad de obtención mediante el ordenador.

En resumen, la aplicación de técnicas estadísticas cada vez más complejas, encuadradas fundamentalmente dentro de la Geografía Cuantitativa, ha sido factible realmente por las posibilidades de cálculo y almacenamiento de datos que proporcionan los medios informáticos.

Abandonando ya el campo de la estadística, pasamos al de la construcción de modelos y simulaciones matemáticas, mucho menos introducido en Geografía, pero en el que la Informática ha jugado un papel aún mayor. En efecto, la modelística surge en el mundo científico ligada a los ordenadores. Los modelos son una representación simplificada de la realidad, que intentan explicar o, al menos, describir, así como predecir su evolución futura. La construcción de modelos tuvo su auge en los años sesenta, gracias a la disponibilidad de medios, que automáticamente, pudieran manipular y resumir ingentes cantidades de información. Fueron aplicados, sobre todo, en temas de planificación urbana y ordenación del territorio.

Pero el ordenador ha traspasado las fronteras de la Geografía Cuantitativa, revelándose como un instrumento de gran utilidad en todo tipo de investigaciones geográficas, dado que es una herramienta poderosa para realizar trabajos reiterativos e incrementar la exactitud y rapidez de los cálculos. De hecho, uno de los rasgos de gran parte de los análisis geográficos es que se repiten con frecuencia muchas operaciones muy simples.

#### Principales tipos de análisis numérico obtenidos mediante ordenador

Aunque la variedad de tipos de análisis de datos geográficos asistidos por ordenador es enorme, nosotros sólo vamos a destacar aquí aquellos que han constituido líneas de investigación en nuestra disciplina, y que, a su vez, han tenido un desarrollo más relacionado con la informática.

Las técnicas estadísticas son las más empleadas en las investigaciones geográficas, con una gran diferencia sobre otras formas de tratamientos matemáticos en general.

Dentro del amplio espectro de técnicas estadísticas, han sido los análisis multivariados, con una difusión extraordinaria desde los años sesenta, los que verdaderamente han convertido a la Informática en una herramienta habitual en la investigación geográfica. Las técnicas multivariadas, requieren aún en el caso de que no manejen muchos datos, un gran número de operaciones por lo que resulta casi imposible realizarlos manualmente con garantías de fiabilidad. Con posterioridad, para aplicaciones estadísticas más sencillas, se generalizó el uso del ordenador, una vez comprobada su comodidad y rapidez en cálculos más complejos.

Existen también otras formas de análisis de datos, mucho menos divulgadas entre los geógrafos, cuya utilización, relativamente reciente, se apoya en la informática. Entre ellas destacan por su interés la programación lineal y otras formas de optimización de funciones.

En cuanto a las técnicas cuantitativas más comunmente empleadas en la investigación geográfica española, se ha realizado un estudio (SANTOS, RODRIGUEZ y BOSQUE, 1982) en el que se hace una recopilación de los trabajos publicados que emplean algún tipo de análisis numérico, clasificándolos según su grado de complejidad. La primera conclusión de dicho estudio es la reducida representación de trabajos que incluyan alguna técnica cuantitativa entre el total de publicaciones geográficas. La segunda conclusión es que dentro de este escaso número de trabajos, las técnicas aplicadas suelen ser muy sencillas; así, la mayor parte de ellos, solo realizan clasificaciones con criterios estadísticos simples, y estudian la asociación de variables a través de índices coeficientes de correlación. En cambio, los análisis de regresión múltiple, multivariados, de agrupamiento complejo y otros tratamientos numéricos no estadísticos, apenas son efectuados en las investigaciones geográficas españolas aunque, se aprecia en los últimos años un incremento bastante notable en la difusión de estas formas de análisis de datos (3).

La mínima utilización de técnicas cuantitativas de cierta envergadura, trae consigo, obviamente, una aplicación, también muy escasa, de medios informáticos en la Geografía española, pero se observa, igualmente, cada vez una mayor penetración de tales medios sobre todo, en cierto tipo de trabajos, como son las tesis doctorales, que, en general manejan grandes cantidades de datos, por lo que suelen recurrir a procedimientos automáticos para los cálculos y la organización de la información ofrecida.

Por otro lado, la celebración en varias universidades de seminarios y cursos sobre programación y uso de sistemas de programas para la investigación y enseñanza en Geografía, está contribuyendo a divulgar el uso de medios informáticos en el análisis de datos geográficos.

#### Sistemas de programas

Los sistemas de programas (4) han posibilitado realmente la utilización de medios informáticos en la investigación geográfica, pues ofrecen una gran variedad de tipos de tratamientos numéricos, y su manejo suele ser muy sencillo, al menos el de los sistemas más generales.

Pero los sistemas de programas no sólo han divulgado la aplicación científica de la Informática, sino que también han sido un vehículo de difusión de determinadas técnicas. Este sería el caso, por ejemplo, del análisis factorial.

Prácticamente todos los sistemas de programas para análisis de datos han surgido en el seno de campos científicos ajenos a la Geografía, sólo existe una colección de ellos, más que un sistema, el GPE (Geography Program Exchange), que reúne diferentes programas elaborados en departamentos de Geografía, y que, por lo tanto, tratan aspectos más específicos de la problemática espacial en el análisis de datos.

También hemos de constatar la existencia de tres Departamentos de Geografía que han realizado pequeños conjuntos de programas sobre problemas concretos de nuestra ciencia: Iowa (WITTICK, 1968), Northwestern University (MARBLE, 1967) y Michigan (TOBLER, 1970).

Sin embargo, los sistemas más utilizados

por geógrafos son los de análisis estadístico procedentes de otras disciplinas. La más conocida de todas es, indudablemente la serie BMD y BMDP (Biomedical Computer Programs), que, como su nombre indica, nació con una orientación para las ciencias biomédicas, aunque su uso se ha generalizado a otros muchos campos científicos; en ciencias sociales su aceptación ha sido muy grande, siendo mucho más aplicada que la SPSS (Statistical Package for Social Sciences), a pesar de que ésta ha sido concebida especialmente para las ciencias sociales.

La serie BMDP resulta muy versátil y ofrece una gran variedad de posibilidades en el análisis estadístico, como son la descripción y depuración de datos, tablas de contingencia, regresión lineal y no lineal, análisis de Probit, series temporales, análisis de la varianza, análisis multivariados, transformaciones multipasos y estadística no paramétrica.

Una información más completa sobre las Bibliotecas de Programas disponibles en España puede encontrarse en la crónica de Vidal, Moreno y Bosque (1981).

### 3. LA INFORMÁTICA Y LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA Y CARTOGRAFICA EN GEOGRAFIA

#### Introducción

En primer lugar, debemos señalar la existencia en este mismo Curso de una ponencia dedicada por entero a cartografía automática, por consiguiente aquí nos limitaremos a ofrecer una visión general sobre las posibilidades de la Informática en las tareas de representación gráfica en nuestra disciplina.

Hemos de tener en cuenta que la obtención de una salida gráfica implica un proceso que se estructura en tres fases: 1) el estudio del tipo de salida idóneo para los objetivos que se persiguen; 2) la selección de los métodos más adecuados; y 3) la realización de los trabajos mecánicos necesarios. Es en esta tercera fase donde el ordenador puede jugar un papel muy importante. No se pretende "eliminar" con él al cartógrafo tradicional, sino ofrecerle una herramienta de trabajo que le releve de las labores reiterativas y pesadas, dejándole más tiempo para la creatividad.

La introducción de la Informática en la cartografía es un hecho relativamente reciente, pero que ha sufrido una evolución muy rápida, debido al acelerado desarrollo tecnológico de aquélla en los últimos tiempos. Incluso ha empezado ya a acuñarse un nuevo término en francés, "Infographique" para designar el ensamblaje entre ambas ciencias. Los primeros intentos se llevaron a cabo en la década de los cincuenta con la utilización de la impresora de líneas. A principios de los sesenta tuvo lugar el desarrollo de los digitizadores manuales y comenzó el uso de trazadores; se asiste también a una rápida evolución de los algoritmos cartográficos. A partir de 1965 empezaron a funcionar los primeros sistemas de cartografía asistida por ordenador y se inicia la digitización automática, que lleva consigo la realización de programas específicos a tal efecto. En esta época se desarrolla en Harvard el programa SYMAP, que ha tenido una gran difusión y que aún hoy en día se utiliza con mucha frecuencia. En la siguiente década se extiende el uso de pantallas interactivas, y la digitización automática mediante "scanners", cuyo desarrollo es actualmente objetivo primordial de la investigación en este terreno.

#### Importancia de la representación gráfica como instrumento de análisis en Geografía

En la investigación geográfica se requieren, normalmente, dos grandes tipos de representación gráfica: la cartografía y los gráficos.

Dentro de los segundos, conviene distinguir los de tipo estadístico (curvas de distribución, histogramas de frecuencias, diagramas de dispersión, etc.) cuyas necesidades están, en parte, cubiertas por sistemas de programas standard, y otro tipo de gráficos, mucho más empleados en Geografía que los anteriores (piénsese por ejemplo en pirámides de población, diagramas climáticos, triangulares, etc.); para éstos no existen realmente sistemas de programas, aunque sí, de forma dispersa, pequeños paquetes no standarizados y de difícil acceso. En España se han realizado, por geógrafos, dos investigaciones que incluyen programas específicos para la obtención de los gráficos más empleados en los trabajos geográficos (MARTINEZ DE SOLA, 1981 y CEBRIAN DE MIGUEL, 1983).

Dentro del campo de la cartografía asistida

por ordenador, al geógrafo le interesa fundamentalmente la obtención de mapas temáticos, pues constituyen un producto habitual de sus investigaciones y, en menor grado, la confección de los mapas topográficos, que únicamente suelen ser un instrumento de base para aquéllas.

Por su gran difusión en Geografía, destacamos algunos de los principales centros orientados al desarrollo de la automatización de la cartografía así, el "Harvard Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis" que ha realizado sistemas de programas de resolución cartográfica tales como el SYMAP, SYMVU, ASPEX, GRID, CALFORM, POLYVRT, ODYSSEY, etc.; el Departamento de Geografía de la Universidad de Nottingham, donde M. MacCullagh desarrolló en 1977 el sistema MAPCAT y la Universidad de Estrasburgo donde se amplió y difundió el programa GIPSY (Geographic Incremental Plotting System), elaborado inicialmente en la Universidad de Rhode Island (Kihgston) en 1970 por M.S. Monmonier.

Por último, creemos que es importante señalar que la participación de los geógrafos en el desarrollo de la cartografía asistida por ordenador ha sido mucho mayor que en otros campos de aplicación de la Informática, donde han preferido valerse de los sistemas realizados en otras disciplinas científicas. Los geógrafos, no sólo han estado presentes en la elaboración de algunos sistemas de programas cartográficos, sino que han llevado a cabo un elevado número de trabajos sobre aplicaciones de procedimientos automáticos en problemas geográficos concretos.

#### Tratamiento automático de imágenes

Con la automatización de la representación gráfica y cartográfica lo que se pretende es obtener de una imagen real una imagen que podríamos llamar "digital", es decir, convertirla en una serie de valores numéricos que el ordenador puede almacenar con facilidad, y a partir de ellos reproducir dicha imagen, cuando se necesite. Las ventajas de este proceso se expondrán en el siguiente apartado. A continuación, vamos a señalar, esquemáticamente, las tres fases esenciales que se llevan a cabo en todo sistema de cartografía asistida por ordenador.

1) Obtención o captación de una imagen. Se rea-

liza a través de un proceso, denominado indistintamente con los términos de digitización y digitalización, y cuyo objetivo reside en obtener las coordenadas de los elementos que configuran la imagen. Sin entrar en detalle diremos que existen dos modos de digitización: el vectorial y el matricial ("Raster").

2) Almacenamiento y tratamiento de datos. Muchas veces para la realización de determinadas trabajos no se pueden utilizar los datos en bruto tal y como se obtienen de las encuestas, estadísticas y de la observación directa, ni las coordenadas de la forma en que han sido digitizadas, y es necesario procesarlos previamente, por medio de programas que realicen los tratamientos adecuados con ellos. Hay dos tipos de tratamientos: numéricos y cartográficos. Los primeros tienen por objeto transformar los datos que van a ser cartografiados, extrayendo la información contenida en ellos que el usuario requiera. Los segundos asocian a estos datos un modo de representación, elegido de antemano, y los modifican a fin de optimizar la salida gráfica. Esto es importante ya que mejora la legibilidad de la imagen y disminuye, en consecuencia, el esfuerzo del lector. Permiten, además, acelerar el trazado, y realizar salidas gráficas a diferente escala. Otros tratamientos sirven para optimizar no sólo la forma sino también la posición de los objetos, a fin de facilitar la interpretación y mejor la calidad estética.

3) Reproducción de la imagen. Se realiza a través de los periféricos gráficos del ordenador, gracias a los cuales la descripción digital de una imagen se convierte de nuevo en una representación gráfica. Existen fundamentalmente tres tipos de periféricos gráficos: impresoras, trazadores y pantallas de rayos catódicos.

#### Ventajas de la automatización de los procesos de diseño gráfico y cartográfico.

Aunque sea de forma sucinta conviene enumerar los principales motivos que hacen del ordenador una herramienta de trabajo cada vez más útil en la obtención de los gráficos y mapas requeridos en los estudios de Geografía.

1) Rapidez. No solo en la representación de la imagen, sino también en el tratamiento de datos numéricos.



2) Precisión. Los programas de ordenador pueden dar resultados con más dígitos significativos que los que se obtienen de forma manual o convencional. Es importante a la hora de la representación para evitar desviaciones, y va unido al desarrollo de los periféricos gráficos que proporcionan una imagen cada vez más nítida y de mayor calidad.

3) Reducción de costes. Gracias a su difusión, el uso del ordenador es cada día más asequible, mientras que la mano de obra se encarece con el tiempo.

4) Facilidad de duplicación. Con la imagen digital almacenada se pueden obtener tantas reproducciones como se deseen.

5) Posibilidad de corrección y puesta al día. Mediante sistemas interactivos, es factible obtener una imagen provisional e introducir sobre ella las modificaciones pertinentes hasta la consecución de una salida definitiva. Esto manualmente es impracticable.

6) Realización de mapas con criterios selectivos. El usuario generalmente no necesita toda la información de las hojas convencionales, ni todas las variables almacenadas en las bases de datos. Con la ayuda del ordenador puede obtener mapas selectivos, bien por áreas, o bien por atributos. De esta manera, la cartografía se hace más flexible, práctica y susceptible de un mayor número de usuarios.

7) Posibilidad de cambiar automáticamente el sistema de proyección.

8) Posibilidad de teletransmisión. Ello es especialmente útil en mapas o gráficos que necesiten reflejar constantemente los cambios que se van produciendo, por ejemplo cartas aeronáuticas, mapas meteorológicos, diagramas climáticos, etc. En este sentido es preciso señalar la importancia creciente que esta adquiriendo la Telemática, fusión entre la Informática y la Telecomunicación. La mayor parte de los países avanzados están poniendo en funcionamiento redes públicas de transmisión de datos de alcance nacional e internacional.

Esta serie de ventajas abocan ineludible-

mente a los geógrafos al empleo cada vez más intenso de la cartografía digital (sin que ello deba significar la desaparición radical de los mapas manuales, en ocasiones insustituibles). Los frutos más palpables, hasta el momento, se perciben cuando se trata de realizar muchos mapas sobre una misma base espacial, de fácil diseño y contenido simple (por ejemplo atlas temáticos). Por otro lado, la integración de sistemas de representación gráfica dentro de bancos de datos, donde se incluye información temática junto con la correspondiente referencia espacial, es la vía lógica hacia el futuro, y como tal, ya está siendo puesta en práctica. A la obtención rápida de información numérica se añade así la realización correlativa de mapas y gráficos con idéntica celeridad.

#### 4. ALMACENAMIENTO Y GESTION DE LA INFORMACION GEOGRAFICA: BANCOS Y BASES DE DATOS

Anteriormente nos hemos referido a la manipulación y tratamiento de los datos numéricos con ordenador como una de las aplicaciones más importantes de la Informática en Geografía. En buena parte de las investigaciones la información ha sido recogida para cada caso concreto. Existe otra posibilidad de tratamiento de la información en Geografía cuando ésta se halla almacenada en un banco de datos que previamente se ha recogido para éste u otros fines.

Nos encontramos, pues, ante una aplicación más flexible que la simple recogida de datos. Tiene esta posibilidad técnica, en cambio, los inconvenientes propios del diseño de un sistema por el cual los datos tienen unos caracteres definidos para su almacenamiento así como para su protección y mejor uso. De lo que no hay ninguna duda es de que es una necesidad cada vez más sentida la de disponer de forma rápida de una información geográfica amplia y detallada.

##### Definición y elementos de un banco de datos

En una parte de la bibliografía existente sobre esta materia es corriente que "bancos de datos" y "bases de datos" sean empleados como sinónimos reales para referirse a un mismo hecho. Y ello no es un capricho, sino que responde más bien a la realidad de una falta de concreción en los criterios que definen uno y otro hecho

(5). Brevemente analizaremos ahora cuáles son los elementos que integran un banco de datos.

En primer lugar los datos. Estos pueden ser de varios tipos (individuales, agregados) y generalmente referenciados espacialmente lo que implica la posibilidad de ser usados en Geografía. La recogida ha de ser completamente fiable y los datos deben estar estructurados de forma que puedan ser sometidos a tratamientos estadísticos y cartográficos diversos.

En segundo lugar la metabase que es la información sobre la información que proporciona el sistema tanto a gestores como a usuarios. De acuerdo con De Miguel (1979) hay dos tipos de información, el directorio de datos con las especificaciones necesarias para pasar de la representación externa a la interna, y el catálogo de variables.

El tercer elemento es el conjunto de programas, procedimientos y lenguajes capaces de realizar tratamientos adecuados ("logical", en inglés). Lo componen, a su vez, tres elementos: el sistema de gestión de la base de datos, el interfaz de las comunicaciones para consultas a distancia y los programas para tratamientos específicos.

Los dos últimos elementos serían el administrador, con funciones para asegurar la calidad y la custodia de los datos, y los propios usuarios.

Las ventajas de este tipo de organización de datos están derivadas de la versatilidad y rapidez de uso por un lado, y de las mejores condiciones económicas de uso cuando se trata de necesidades de grandes volúmenes de información. Bajo nuestro punto de vista, una de las principales ventajas de un banco de datos es su sistema de referenciación geográfica de los datos que sirve tanto de filtro para una fiel recogida de los mismos, como de garantía de un mejor uso. Veamos cuáles son los sistemas de codificación geográfica más comunes.

#### Los sistemas de codificación

Todavía hoy en España el geógrafo no tiene plena conciencia de que buena parte de los problemas con que se encuentra en sus investigaciones proceden de los datos, mucho más cuando éstos están referenciados espacialmente (6).

En este caso nos detendremos en la peculiaridad

de los datos que se introducen en los bancos de datos (la terminología inglesa es "geodato"), por ser el tipo de información cuyo posible uso es más frecuente y común en Geografía. El "geodato" (dato referenciado espacialmente) es "un dato en el que un componente describe el fenómeno (componente temático) y otro componente lo localiza en el territorio (componente geométrico). Esta localización puede ser implícita (nombre del municipio, número de la sección censal, calle y número de casa, etc.) o explícita (coordenadas referidas al sistema de codificación" (7).

Evidentemente, la referenciación geográfica tiene varios niveles, desde las unidades espaciales más pequeñas a las de mayor dimensión.

Una unidad espacial básica (UEB) es "un objeto estático empleado para ubicar otros objetos estáticos o móviles", según la definición de Holm (1.975 p. 117), y el procedimiento por el que se delimitan las UEB se denomina sistema de geocodificación ("proceso de desarrollar una guía cruzada de referencia geográfica", SAN-CHEZ DEL RIO, 1.977).

Los sistemas de geocodificación son de dos clases:

a) Tipos de datos geográficos: puntos, redes y áreas.

Son tipos sencillos de referenciación y se definen más por su uso que por su forma y coordenadas ya que pueden agruparse entre sí dependiendo de las necesidades de investigación.

b) estructuras de datos geográficos: son formas de representar el componente geométrico de las entidades geográficas. Hay dos tipos fundamentales: un tipo discreto, consistente en la aplicación de una malla a la superficie que se va a representar; y otro continuo que se define mediante un contorno.

Los dos ejemplos más significativos de estas estructuras son el sistema DIME (Dual Independent Map Encoding) y la malla regular cuadrada. El sistema DIME tiene como unidad "el tramo de calle limitado por dos intersecciones reales (cruces de calles, por ejemplo) o ficticias (cam-

bios de dirección en la propia calle) (VEGARA, 1977, p. 8), al que se asocian un identificador de puntos terminales y un identificador de polígonos separados por el segmento. Por su parte, el sistema de malla cuadrada se basa en la concordancia entre la información existente en un área y una malla que se superpone a dicha área.

Según Vegara (1.977, p. 11) las principales aplicaciones de estos sistemas de geocodificación son:

- relocalización de la información territorial, es decir, la agregación y síntesis de los datos
- la elaboración de la cartografía automática
- el análisis estadístico de los datos espaciales

El principal problema de estos sistemas está en que suelen emplearse, de acuerdo con sus características, para almacenar información de áreas reducidas con vistas al planeamiento.

Por este motivo, una buena parte del uso de los bancos de datos en Geografía tiene que ver con las necesidades de planeamiento urbano, mientras otra parte tiende hacia la creación de bancos regionales donde el planeamiento territorial tiene otros condicionamientos. A nivel mundial, existen otros bancos que recogen informaciones sectoriales a nivel general, cuya función planificadora desborda el espacio de una nación o estado.

#### Los bancos de datos en el mundo y en España

Los bancos de datos varían en su contenido y estructura en función del destino a que se dediquen. De acuerdo con ello existen diversos tipos.

En primer lugar, algunas compañías y Estados disponen de información a nivel supranacional, como son bancos de datos de tráfico aéreo, de comercio petrolífero, de comercio en general, etc. (FUINCA, 1.981).

A otro nivel, la mayoría de los estados occidentales disponen de bancos para la gestión y tratamiento de la información administrativa, relacionada con el planeamiento, los censos de población o la actividad económica nacional. Así, destacan los bancos de Alemania Federal, a tra-

vés de la Oficina de Planeamiento Regional; de Suecia, a través de su Oficina Central de Estadística; de Estados Unidos, con el Bureau of Census; o de Francia, con el INSEE, que ha puesto en marcha los Observatorios Económicos Regionales (OCDE, 1.974).

En otros países existe un tercer tipo de bancos de datos creados y gestionados por comunidades urbanas. Son aquellos en los que se recogen informaciones necesarias para el planeamiento urbano, como es el caso del APUR de París (8).

Por lo que a España respecta, la situación de los bancos de datos está menos desarrollada que en estos países. En 1.981 "existían 41 proyectos de los que solo 9 ofrecen posibilidades de acceso "online" (interactivo) a casi toda la base de datos. De estos nueve, sólo se puede citar uno al que se pueda decir que tiene toda la base accesible online" (FUINCA, 1.981, p. 44). Solamente 8 de estos proyectos tienen un contenido específicamente geográfico.

En España también hay tres tipos de bancos de datos, de acuerdo con el organismo que los crea y gestiona.

En primer lugar, bancos de organismos de la administración central, como los denominados AGUAS y APM del Instituto Geológico y Minero; el banco CRONOS del Banco de España, con datos económicos; el Banco de Datos del Mapa Topográfico y Parcelario y el SIGNA del Instituto Geográfico Nacional (INSTITUTO G. NACIONAL, 1.977; BARREDO, 1.979; y HERREIRO, BOSQUE y CEBRIAN, 1.980) o el Ministerio de Industria.

A otro nivel, hay organismos territoriales que también han creado bancos con información geográfica y económica, como es el caso de Vizcaya y Alava; o el de Extremadura, donde se ha creado un banco de datos agrarios; o de Cataluña que, a través del Centro de Información y Documentación de Cataluña, ha diseñado la base de datos estadísticos de los municipios de la región.

Por último, a nivel urbano Barcelona dispone de un sistema de información para la revisión del Plan Comarcal de la ciudad, con infor-

mación disponible para el planeamiento urbano (SOLANS, 1.970).

En general, en España existe la preocupación para aceptar los bancos de datos por su valor y flexibilidad, aunque todavía no se ha llegado al nivel de desarrollo aceptable.

#### Evaluación final

Del estudio de los bancos de datos como instrumentos que almacenan datos se pueden extraer algunas conclusiones como son su relación con las administraciones como organismos que promocionan su creación; la necesidad de un sistema de referenciación espacial y su función esencial para el planeamiento.

Los distintos organismos de la administración suelen ser los creadores más habituales de bancos de datos. Esta, que es una realidad mundial, está condicionada por el propio carácter de la información que se requiere. En efecto, la administración pública en el mundo moderno es el gran productor de información socioeconómica a cualquier escala de la organización territorial del Estado.

Ahora bien, los usuarios de los bancos son tanto la propia administración como los investigadores en general. Las necesidades de información que tienen estos últimos han condicionado la existencia de una cierta colaboración entre ambas partes a la hora de utilizar un banco de datos. Rhind (1.981, p. 20) ha esquematizado dicha colaboración en los siguientes términos: *“La colaboración entre el gobernante y el académico es, al menos a primera vista, de mutuo beneficio: los académicos acceden a los datos a una escala mayor que la de sus propios recursos académicos, mientras los gobernantes consiguen teorías y metodologías”*.

Ha quedado bien claro que todo banco de datos debe contar con un sistema de referenciación geográfica con garantías de fiabilidad de la información contenida, por un lado, y de rapidez, facilidad y homogeneidad en el tratamiento de los datos, por otro. La base geográfica ha de ser *“lo suficientemente flexible como para integrar bases de datos diversos y con potencialidad de ser utilizadas para una amplia gama de usuarios con problemáticas y expectativas distintas*

*en lo que a necesidades de información concierne”* (SANCHEZ DEL RIO 1.980, p. 92) de manera que el análisis estadístico y la cartografía resultantes no sean sino un simple tratamiento mecánico de la información.

En tercer lugar, el banco de datos cumple una función esencial de cara al planeamiento. El propio concepto de planeamiento tiene, entre sus objetivos, *“el operar sobre un cierto número de circunstancias de componente espacial con el fin de conseguir cambios futuros cuya influencia se cree provechosa”* (SANCHEZ DEL RIO p. 59).

Llegados a este punto, es necesario preguntarse cuál es el papel del geógrafo en relación con los sistemas de almacenamiento de datos. A modo de propuesta habría que hacer una breve referencia a varias cuestiones interesantes (9):

- a) el interés que puede tener el geógrafo en participar en el diseño de las unidades de referenciación geográfica de los datos
- b) la necesidad de participar en la selección de los datos necesarios y las variables más adecuadas para el almacenamiento de información geográfica
- c) la participación en la coordinación de las distintas mallas de referenciación geográfica cuando se realicen bancos de tipo regional
- d) la necesidad de implicar, de forma progresiva, al geógrafo para utilizar los bancos de datos de acuerdo con sus necesidades de investigación.

En resumen, hemos pasado revista al tema del almacenamiento de datos con referencia espacial, que tiene una importancia enorme para el estudio de la realidad espacial de una nación, proceso en el que se ven inmersos una serie de científicos entre los que se deben encontrar los geógrafos.

## 5. LA INFORMÁTICA EN LAS APLICACIONES GEOGRÁFICAS DE LA TELEDETECCIÓN

### Introducción

Por existir dentro de este curso—coloquio otra ponencia específica sobre teledetección, no vamos a realizar una consideración amplia de este apartado. Aquí trataremos simplemente de poner de manifiesto el papel crucial que desempeñan los medios informáticos en la explotación, con una perspectiva geográfica, de la información obtenida por medio de sensores remotos.

Es conocido que se entiende por teledetección “*la percepción de la naturaleza y propiedades de los objetos a distancia, utilizando como única fuente de información la energía electromagnética emitida por los cuerpos*” (LOPEZ DE LEMOS, 1.975, p. 1.). Una definición tal engloba, como se ve, procedimientos de observación que no tienen nada de nuevos (vista, fotografía aérea, etc.). La novedad y lo que ha favorecido el desarrollo reciente de lo que *sensu strictu* se conoce por teledetección (la observación a muy gran distancia) proviene de dos causas (ALLAN, 1.978, p. 40):

a) por un lado, el empleo de unos ingenios tecnológicos (satélites artificiales, en especial), que posibilitan ese alejamiento de los objetos de estudio.

b) el aprovechamiento más amplio de la energía electromagnética emitida por los cuerpos. Tradicionalmente apenas si se usaba para la observación geográfica poco más del tramo visible del espectro electromagnético. Ahora bien, cada cuerpo emite energía propia o reflejada (reflectancia), en cantidad variable para las distintas frecuencias (longitudes de onda), de acuerdo con sus propiedades físicas y químicas; buena parte de ellas se sitúan fuera del tramo visible (rayos gamma, X, ultravioleta, infrarrojo, microondas, ondas de radio, etc.) y eran desaprovechadas.

Estaba clara la necesidad de contar con unos instrumentos especiales para la percepción de esas radiaciones, inasequible a los sentidos humanos. Una amplia gama de sensores se han construido con tal fin (cámaras fotográficas normales y multibanda, cámara de televisión —RBV—,

equipos de barrido multiespectral —MSS—, radiómetros, radar, etc.) operando cada uno en una longitud de onda (10). De este modo, el campo de observación humana se amplió de forma notable. Ello provocó lógicamente el aumento considerable de la información disponible, pero el problema de asimilación no estribaba sólo en la cantidad. Como destaca Tricart p. 30), “*los registros electromagnéticos nos revelan un mundo desconocido a nuestros sentidos*”. Se trata, pues, de un problema de cualidad también.

La información remota superó la capacidad de las metodologías interpretativas y analíticas existentes, por lo que se hizo preciso poner a punto procedimientos de estudio de esa información que permitiesen extraer su significado.

La nueva metodología implicaba seguir una doble vía de actuación: a) por un lado poner a punto sistemas de tratamiento específicos para este tipo de información. En este sentido, dos tipos de manipulación se han desarrollado: sistemas ópticos, que no serán examinados aquí, y sistemas basados en la informática; ambos se emplean conjuntamente: b) por otro lado, disponer de una información sobre la realidad que expresan los datos de la teledetección. De tres fuentes puede disponer el intérprete para tal fin: su propia cultura y conocimientos sobre el objeto de estudio, documentos preexistentes (mapas, fotografías, obras escritas, etc.) y medidas y observaciones realizadas sobre el terreno (REGRAIN, 1.981, p. 270—275).

### El tratamiento informático de los datos de teledetección: operaciones y sistemas

La información registrada por los sensores remotos (intensidad de reflectancia en la longitud de onda en que opera el sensor) puede ser traducida a forma numérica. Cada sensor remoto posee un grado de resolución determinado, rasgo que expresa la unidad espacial mínima susceptible de aparecer diferenciada en la *imagen recibida*. Tal unidad, denominada en inglés *pixel* (“picture element”) y por los franceses *tachel* (“tache élémentaire”), resulta de importancia clave, puesto que de su tamaño dependerá el mayor o menor grado de detalle alcanzable con esta fuente de información (11).

El problema a resolver consiste en averiguar qué manifestaciones de la realidad se traducen en cada escena tomada por el sensor. De ahí el propósito de identificar formas de reconocer clases homogéneas de píxeles y ponerlas en correspondencia con la realidad.

Esta tarea no es fácil; la respuesta espectral de un objeto o de los elementos englobados en un píxel varía en función de una serie de factores que se pueden reunir en 3 grupos según el grado de permanencia: constantes (por ejemplo, usos tales como el mar, la ciudad, el bosque, etc), estacionales (cobertura vegetal, fenología, estado climático) y fugitivos (fenómenos meteorológicos o fenológicos breves) (12). En definitiva, la cuestión clave es la de clasificar los elementos discernibles (píxeles) de cada imagen. Si se piensa, por ejemplo, que en una escena (aunque también pueden examinarse fragmentos de ella) de cada banda del MSS caben 7.29 mill. de píxeles, puede evaluarse la magnitud del problema y la necesidad imperiosa de recurrir a métodos automáticos de tratamiento.

Sin embargo, antes de llegar a esa fase es preciso realizar una serie de correcciones geométricas y radiométricas a base de transformaciones matemáticas que implican un elevado número de operaciones.

Una segunda etapa estriba en el conjunto de operaciones que tienen por objeto resaltar ciertos aspectos para que la "lectura" sea más fácil. Es preciso así realizar un elevado número de tratamientos. obtención de histogramas de índices y cocientes, análisis multivariados, aplicación de modelos que realizan convoluciones, por ejemplo para simplificar contornos o para resaltar continuidades o discontinuidades.

Finalmente se trata de asignar a los elementos de la imagen bien identificados otros nuevos o menos definidos, mediante algoritmos de tipo probabilístico (análisis discriminante, criterios de máxima verosimilitud o de probabilidad bayesiana, etc.). El conjunto de las operaciones de clasificación con frecuencia se realizan "supervisadas", es decir, el analista parte de una serie de elementos espaciales conocidos que le permiten guiar u orientar la formación de grupos.

De lo hasta aquí expuesto se desprende que el análisis de este tipo de información exige ineludiblemente contar con el ordenador para realizar con rapidez todo ese conjunto de operaciones. En la práctica lo que se hace es convertir la imagen obtenida por el sensor remoto en información numérica grabada en una cinta magnética compatible con el ordenador y procesarla utilizando para ello los programas o sistemas integrados de tratamiento.

Con tal fin existen ya elaborados diversos sistemas de programas. Pueden citarse entre los primeros el denominado ERIPS, desarrollado por la NASA en colaboración con IBM; la versión comercial del mismo, con modificaciones, fue el sistema ER-MAN II de IBM. Todavía esta empresa, con la colaboración de varios de sus centros, ha puesto a punto un sistema nuevo, el HIPS (Hacienda Image Processing System), que está disponible en el centro de cálculo UAM-IBM de Madrid. Otro paquete de programas con esta finalidad bastante difundido es el LARSYS, producido por la Purdue University (Indiana). En Francia, por su parte, diversos equipos y centros han elaborado sistemas más o menos integrados de tratamiento digital de imágenes; cabe citar entre ellos el TRIAS del Institut Géographique National, el CITER de la Ecole Normal Supérieure, el LAE 980 de la Université Louis Pasteur (Strasbourg), además de los desarrollados por equipos de investigación como el FRALIT, dirigido por F. Verger, o el Laboratoire de Cartographie Thématique, dirigido por S. Rimbart (1.982).

#### Implicaciones para los geógrafos y principales aplicaciones

El impacto de esta tecnología en la Geografía ha sido desigual. Regrain (1.980) alude al hecho que contribuyó a orientar a geógrafos, cada vez más numerosos, hacia el tratamiento numérico de datos de naturaleza espacial; algunos equipos multidisciplinares han surgido con objeto de su estudio. Allan (1978, p. 44-45) señala que nuestra participación en el desarrollo de metodologías de estudio de este ámbito ha sido escasa. Estes *et alia* (1.980) en su documentado trabajo, tras reconocer que en USA "la Geografía ofrece más cursos sobre teledetección que cualquier otra disciplina del país", reconocen también

otras ausencias significativas: pocos profesores "senior" realizan investigaciones en ese ámbito, pocos geógrafos económicos han examinado o percibido el potencial ofrecido por la teledetección, pocos geógrafos regionales le conceden interés en sus investigaciones y, finalmente, el impacto no se ha materializado tampoco en un aumento notable en artículos en las revistas geográficas (pp. 43-44).

Los geógrafos españoles, por su parte, prácticamente han ignorado la teledetección en sus estudios hasta la actualidad. Las escasas utilidades hechas hasta el momento (no llegan a media docena)(13) se reducen a la fotointerpretación de imágenes sin apenas tratamiento previo alguno.

Algún autor (14) ha sugerido, como explicación de este hecho, por un lado, un cierto desdén por parte de los geógrafos hacia esta técnica por considerarla eminentemente descriptiva, y por otro la escasa valoración que los especialistas de otras disciplinas hacen de los geógrafos considerándolos poco especializados en las ciencias básicas necesarias (edafología, biología vegetal, por ejemplo). Y no es extraño que se emita esta crítica: los investigadores más orientados a la disciplina que a las técnicas tienen problemas para dominar este nuevo instrumental disponible, y ello desemboca en un uso de las imágenes menor del que permiten las posibilidades actuales. Parece, pues, evidente, la necesidad de contar entre los geógrafos con especialistas que dominen este campo y que posibiliten la inserción de esa fuente de información y de las técnicas que conlleva en nuestra disciplina.

Entre los trabajos geográficos (15) que emplean esta fuente sobresalen numéricamente los orientados a obtener una cartografía de los usos del suelo. Una importante cifra de estudios tratan aspectos de Geografía Física: sobre clima (clima urbano, formas de nubes y topografía), geomorfología (zócalos cristalinos, desertificación etc.), hidrología continental y marina (diversas características de las aguas, tals como turbidez, temperatura, movimientos, etc.), biogeografía (tipos de vegetación y de paisajes vegetales, degradación de éstos, talas e incendios, etc.) y otros, en fin, sobre suelos (humedad, condi-

ciones de drenaje, mapas edafológicos, complejos litopedológicos, etc.). Entre los temas de tipo humano sobresalen el estudio de usos agrarios y algunos pocos intentos de aplicación al medio urbano.

## 6. INFORMATICA Y GEOGRAFIA DESDE LA OPTICA DE LA ENSEÑANZA

La inserción de la Informática dentro del quehacer de los geógrafos requiere a nuestro juicio una perspectiva doble: por un lado hay que considerar la cuestión del aprendizaje y conocimiento por parte de los geógrafos, de esta nueva herramienta de trabajo; por otro debe contemplarse la intervención de este instrumento técnico en el estudio de la Geografía, es decir, la adquisición de conocimientos geográficos con el concurso o ayuda de la Informática. Ambos aspectos merecen un tratamiento separado.

### El aprendizaje de la Informática por geógrafos

Las primeras cuestiones que a cualquier geógrafo le suscitaría este tema serían: ¿es necesario o imprescindible para nosotros el conocimiento de esta tecnología?; y en caso de respuesta positiva ¿en qué grado, con qué profundidad?

La primera de las preguntas no admite quizá otra respuesta que la afirmativa y hay razones para ello: su versatilidad como herramienta, el creciente impacto de los ordenadores sobre nuestro modo de vida y de trabajo, e incluso la opinión, cada vez más extendida, de que "*un conocimiento de los ordenadores es imprescindible si se quiere que el adiestramiento científico esté al día*" (P. SUPPES, 1974, p. 477). Aunque este último pueda parecer una autojustificación interna, en realidad traduce un hecho evidente.

La aceptación radical de este principio quizá podría ser contestada por algunos aduciendo diversos argumentos: ello supondría incorporar a los ya sobrecargados estudios de Geografía una materia adicional; por otro lado, la posible deficiencia en ese campo podría subsanarse recurriendo a expertos no geógrafos, mediante colaboración temporal o permanente; esta idea que en principio podría ser viable, plantea sin embargo problemas en la práctica. Igualmente algunos

podrían pensar en el peligro de desviar la atención de lo sustantivo (la Geografía) a la Informática, que es solo un medio.

Una aceptación matizada implicaría decidir el grado de profundidad adecuado y los niveles (licenciatura, doctorado, etc.) en los que se incorporaría el aprendizaje de esta técnica. En todo caso creemos que, asumiendo esta actitud, que coincide con la nuestra, debe tomarse conciencia de las implicaciones que tiene, entre las que podrían citarse las siguientes: a) Introducción de alguna asignatura sobre proceso de datos e iniciación a la Informática aplicada. b) Existencia de personal docente cualificado y de medios (ordenadores) suficientes c) Elaboración de textos específicamente diseñados para la enseñanza de esta materia a los alumnos de Geografía. d) Producción de programas y sistemas de programas especialmente adaptados a las necesidades y problemas que tienen los geógrafos. La especificidad de los datos, problemas o planteamientos geográficos exigen al geógrafo-investigador con frecuencia el dominio de la programación avanzada.

Es obvio, sin embargo, que la necesidad de recurrir al ordenador variará según diversos factores tales como la profesión, el campo de especialización del geógrafo o el ámbito donde la desarrolle. En todo caso hay que reconvenir en la necesidad de que todo geógrafo, sepa la suficiente Informática como para poder desarrollar su trabajo con la eficiencia que el empleo de este instrumento permite.

## La enseñanza de la Geografía con el concurso de los medios informáticos

### a. Introducción

La incidencia de la Informática en el ámbito de la enseñanza cabe calificarla de importante, y si se mira hacia el futuro, su incorporación parece insoslayable. El ordenador, y el conjunto de máquinas que a él van asociadas, constituyen desde este punto de vista un nuevo recurso pedagógico, a tomar en cuenta por el profesor en la didáctica de su materia concreta.

El impacto de la Informática sobre la enseñanza en general se fundamenta en la potencialidad y posibilidades que ofrece, y que ya ante-

riormente han sido citadas.

Por otro lado, el interés demostrado por los profesionales de la enseñanza hacia esta tecnología corrobora su relevancia, y creciente papel. Múltiples reuniones y congresos nacionales e internacionales se han realizado sobre el tema y en algunos países (por ej. Francia e Inglaterra) se ha promovido desde el Ministerio de Educación la difusión de programas especialmente creados para la enseñanza de diversas materias (Matemáticas, Gramática, Geografía etc.), la dotación de microordenadores a los centros y la formación de docentes. Diversas instituciones y grupos (EEUU e Inglaterra) han fomentado o creado directamente material para la enseñanza asistida con el ordenador. En España así mismo la Informática se está introduciendo en la enseñanza media (BUP, FP) y Universidad.

En Geografía, Shepherd, Cooper y Walker (1980, p. 16-25) exponen los orígenes y difusión de esta línea en los países de habla inglesa, así como los factores que influyeron, destacar en especial el *boom* de los años sesenta en América del Norte y el de Inglaterra, Nueva Zelanda, y Australia en los sesenta. Las líneas de pensamiento geográfico vigentes (análisis cuantitativo y espacial, modelos), el entusiasmo por la técnica, el influjo de la enseñanza asistida con el ordenador en otras disciplinas, etc. constituyen a su juicio los principales elementos explicativos de su introducción.

Vamos a continuación a pasar una somera revista a las principales aplicaciones para las que puede aprovecharse el ordenador en la enseñanza de la Geografía. Antes sin embargo quisiéramos hacer una breve consideración acerca de la jerga plural a que ha dado lugar el empleo de los ordenadores en la educación. Fácilmente pueden encontrarse, sobre todo en inglés, una multiplicidad de denominaciones para referirse a algunos subconjuntos de aplicaciones concretas. (Computer Assisted Learning, Computer Assisted Instruction, Computer Managed Learning, etc) y que a veces son redundantes. Aquí adoptaremos la postura más amplia considerando todas las funciones que pueden apoyarse en el ordenador, ya directamente relacionadas con la docencia, ya colaterales.



## b. Principales tipos de aplicaciones del ordenador en la enseñanza

Dividiremos estas aplicaciones en tres grupos: aplicaciones centradas en el alumno, centradas en el profesor y de soporte o apoyo general (16).

a) Actividades centradas en el alumno. Los diversos autores coinciden en incluir aquí las siguientes:

– realización de ejercicios de práctica que conduzcan al alumno al dominio de una técnica determinada. Se ha difundido bastante en materias como las Matemáticas o la Gramática. En Geografía se ha empleado en tareas como manejo de coordenadas, o reconocimiento de países.

– tutorial: supone la existencia de una relación conversacional entre el ordenador y el alumno; aquel presenta un conjunto de información, conceptos, etc. sobre los que luego pregunta al alumno. En Geografía se desarrollaron algunos programas (reconocimiento de climas, asociación espacial, escalas de mapas), pero en la actualidad es poco empleada. Su principal inconveniente radica en el enorme esfuerzo e inversión exigidas para la preparación de material de este tipo.

– exploración y análisis de datos: tiene como finalidad general desarrollar la capacidad de pensar y coadyuvar a la comprensión de determinados temas. Podrían señalarse diversos ejemplos: examen de distribuciones o diferenciaciones espaciales mediante la cartografía automática, análisis espacial (generalización de superficies, medidas descriptivas espaciales), y no espacial (estadística, análisis multivariado, representaciones gráficas), recuperación de información a partir de una base de datos.

– simulaciones, es decir, uso de modelos de la realidad. Resultan especialmente aptos para tratar con hechos desde la perspectiva sistémica, para situaciones inaccesibles, procesos peligrosos, muy lentos o muy rápidos, etc. Permiten al alumno controlar las variables clave del sistema y medir los efectos de sus variaciones; en definitiva les introduce en la lógica de la experimentación. Diversos programas pueden ser utilizados en labores docentes (por ej. modelos de von Thünen, Weber, Reilly, gravitatorios, de difusión, etc.).

– juegos, es decir, ejercicios en los que los alumnos simulan el comportamiento de diversos agentes (personas, grupos o instituciones) que participan en un proceso de decisión que tiene una repercusión espacial. Resulta útil para la comprensión y para hacer patentes aspectos (valores, actitudes, reglas, etc) difíciles de aprehender por otros métodos.

El ordenador puede o bien ser un participante, o bien servir de apoyo realizando cálculos u operaciones diversas de cara a informar con rapidez del resultado de las decisiones.

– resolución de problemas geográficos: en el enfoque pedagógico de enseñar mediante la resolución de problemas reales (C.F. KOHN, 1982) a veces no se cuenta con el programa de ordenador adecuado. Ello plantearía la exigencia de que fuesen los propios alumnos quienes desarrollasen el programa. Sobre el particular hay opiniones encontradas. En todo caso, el dominio de la programación resulta de gran utilidad al alumno, ya que encuentra que una gran parte de la resolución de problemas geográficos cae dentro de sus capacidades.

La puesta en práctica de este conjunto de aplicaciones esbozadas no carece de dificultades; los tiene, y a veces importantes, pero su consideración aquí se hace imposible. En todo caso y al margen de ellas subrayaremos como colofón una consecuencia a nuestro juicio importante: el aprovechamiento de las capacidades del ordenador posibilita realizar al alumno un aprendizaje más activo, emprender trabajos prácticos realistas y relevantes, así como concentrar su atención en tareas más formativas (resolución de problemas, discusión y reflexión, y participación).

b) Actividades centradas en el profesor

El docente por su parte puede recibir por parte del ordenador una valiosa ayuda, en la realización de su estricta labor explicativa ante el alumnado. Se citan en particular dos. En primer lugar el empleo del ordenador como instrumento para facilitar la exposición o demostración de conceptos o procesos geográficos en clase. Cumpliría así un papel de "pizarra electrónica". Su puesta en práctica requeriría disponer de pantallas suficientes y de programas *ad hoc*. En particular se subraya su idoneidad en la presentación

de gráficos animados sobre procesos geográficos o el examen de mapas y gráficos realizados al instante.

En segundo lugar para el estudio en clase de programas o algoritmos que traducen conceptos o procedimientos geográficos, (programas tipo "caja de cristal", diagramas de algoritmos, etc), tales como la interpolación espacial, el suavizado de distribuciones espaciales, etc.

c) Actividades generales de apoyo a la enseñanza

Amén del papel que juega en las aplicaciones enumeradas, el ordenador puede aportar una ayuda inestimable en la realización de otras tareas conexas con la docencia.

Puede así ser aprovechado, para la producción de material didáctico tal que mapas, gráficos, listas de datos, etc. por los diversos tipos de salidas existentes y entre las que se pueden incluir films incluso.

El examen de los alumnos es otra de las posibilidades abiertas y usadas del ordenador. La evaluación mediante tests objetivos o tareas específicas como diseño, programación y proceso de algoritmos ha sido puesta en práctica.

La gestión de los recursos pedagógicos (bibliotecas, cartotecas, colecciones de diapositivas, fotografías), tras organizarlos en un banco de datos, podría ahorrar mucho trabajo y mejorar su control y uso.

c) La puesta en práctica de la enseñanza de la Geografía asistida con el ordenador

Toda esta atractiva oferta de posibilidades que la Informática abre, plantea cuando se tratan de llevar a la práctica problemas y consideraciones de diversa índole. Tratando de ser escuetos podemos englobarlas bajo dos categorías o tipos: el organizativo y el técnico.

El primero de ellos hace referencia a cuestiones relativas a la estrategia didáctica adoptada y a la programación de fases, tareas, etc. Por lo que respecta al primer punto se ha puesto de manifiesto que el papel a desempeñar por el ordenador y el profesor con relación a los alumnos puede ser variable en virtud del planteamiento didáctico. Shepherd *et alia* (1980, p.116-117),

así como otras experiencias analizadas (v. gr. HATT, 1976 y 1977), sugieren que el esquema más recomendable es aquél en el que tanto profesor como alumnos interactúan con el ordenador, éste es un "compañero" más.

Pero además, en la enseñanza con este instrumento es preciso, más aún si cabe, realizar una cuidadosa planificación de la unidad didáctica en la que se incluye su empleo si se quieren evitar algunos de los peligros más inmediatos. Entre estos destacan el uso puramente mecánico del ordenador (obtener salidas sin que sean objeto de análisis y discusión) o la adicción al teclado por parte de algunos alumnos (DAVILA y HERNANDEZ, 1982).

d) La actitud de los alumnos ante la inserción de la Informática en la enseñanza

Nuestra experiencia, así como las opiniones vertidas en diversos trabajos, ponen de manifiesto el interés inicial que despierta en el alumnado esta innovación. Hatt (1976, p. 29-30) subraya el hecho de que los propios alumnos piden tomar parte en las experiencias docentes con el ordenador, atribuyéndolo a diversos factores: novedad, placer de la manipulación y desmitificación de la máquina, satisfacción por ver aplicaciones concretas de nociones abstractas aprendidas, variedad de tareas requeridas, etc. En suma, constató un interés sostenido de la clase, lo que no es poco.

Shepherd *et alia* (1980, p. 115) señalan así mismo la mejor comprensión alcanzada de ciertas partes del programa y la confianza adquirida por algunos en sus propias habilidades.

### Conclusiones

La introducción de los ordenadores en la enseñanza está siendo cada vez más un hecho general, pero ¿es realmente necesario su empleo?. Lúcidamente Shepherd *et alia* (1980, p. 192 y ss) afirman que ningún método de enseñanza es imprescindible, e incluso que a veces su empleo es innecesario; no obstante este instrumento enriquece los recursos pedagógicos disponibles consiguiéndose ciertas ventajas innegables: motivación en temas difíciles, liberación del tedio de los cálculos largos, iluminación de conceptos, etc.

El ordenador es un instrumento de apoyo poderoso, pero que no puede sustituir al profesor. Lo que sí puede ocurrir es una transformación del papel de éste. Hoy existen muchas máquinas capaces de competir ventajosamente con el hombre en las funciones de almacenamiento y transmisión de conocimientos (algunos, como el ordenador, capaces de servirlos "a la carta"). Pero al profesor le corresponde un papel primordial: la reflexión sobre los conocimientos, la definición de las estrategias y objetivos de la enseñanza, apreciar los "perfiles individuales", guiar, dominar la máquina y enseñar a los alumnos a extraer de ella todas sus ventajas (BASILE, p. 70-71).

Desde esta actitud cabe rechazar el temor por la deshumanización. Como apunta Basile (1972. p. 77) *La máquina no es ni portadora ni destructora de humanismo: éste está (o no está) entre aquéllos que la utilizan*. Por el contrario, la preparación de tareas y la discusión de datos y resultados puede realzar el papel del profesor como orientador y enriquecer la relación con los alumnos.

Pese a todo, del trabajo de Bohland y Libbee (1977) sobre EEUU y de la encuesta realizada por nosotros en España queda claro que el ordenador se emplea bastante poco en la enseñanza de la Geografía. En el futuro, factores externos a la disciplina (abaratamiento del coste de las máquinas y los microordenadores, avances en microelectrónica y en la elaboración de programas) y el aumento de la formación de docentes en esta tecnología, probablemente coadyuvarán a un uso más amplio de él.

## P A R T E II

### 7. LA INFORMÁTICA EN LA GEOGRAFÍA UNIVERSITARIA ESPAÑOLA

#### Introducción

Como anunciamos al comienzo, en esta segunda parte pretendemos un acercamiento mayor al tema que nos ocupa en el marco de la Geografía universitaria española. Ciertos aspectos, particularmente los relativos al uso de los ordenadores en trabajos y publicaciones, ya han sido en parte tratados anteriormente. Aquí nos vamos a centrar en el análisis de una información

obtenida por una vía distinta a la puramente bibliográfica. Conscientes de que el conocimiento de la intensidad, modalidades y problemas de la introducción de la Informática en la Geografía exigen una indagación más profunda y directa se decidió llevar a cabo una encuesta con este propósito general.

Exigencias de espacio nos han obligado a contemplar en esta ponencia un estudio somero de los resultados obtenidos. Esperamos presentar en una publicación posterior un análisis más extenso de ello.

#### Planteamiento y metodología

Tres grandes conjuntos de cuestiones nos parecieron de particular interés a la hora de orientar nuestra búsqueda: en primer lugar, el grado de penetración y uso de esta técnica en nuestra disciplina; se persigue con ello obtener una imagen de la situación actual. Los otros dos conjuntos de cuestiones se plantearon con la finalidad de aportar variables o factores explicativos a esa situación observada. De este modo un segundo grupo de preguntas versaron sobre la capacidad de los departamentos universitarios de Geografía en la doble vertiente de medios técnicos y cualificación personal de sus miembros. Finalmente el tercer grupo de preguntas se centró en las actitudes y opiniones de los encuestados sobre diversas facetas de la relación entre la Informática y la Geografía.

Consideraciones de distinta índole aconsejaron tomar como unidad básica de la que obtener información el Departamento y como elementos o individuos muestrales dos categorías de profesores: por un lado, el conjunto de los catedráticos y agregados numerarios existentes en el momento de realizar la encuesta; por otro, "el usuario o experto más cualificado" dentro del departamento. Sin descender a demasiados detalles diremos que la justificación de mayor peso en la elección de esos dos conjuntos de profesores como poblaciones o universos de estudio estriba en dos evidencias: por una parte, el innegable influjo que los miembros más elevados de la jerarquía académica tienen (o han tenido) en la orientación concreta y en el desarrollo de determinadas líneas de la Geografía universitaria; por otra parte, el recurso al "experto más cualificado" perseguía lograr de él una información

precisa acerca del uso y los medios con que se contaba en el departamento (información fáctica).

Se diseñaron, en consecuencia, dos cuestionarios distintos: uno dirigido a los expertos en el que se incluían los tres conjuntos de cuestiones antes mencionados y otro a los catedráticos y agregados en el que sólo se pedía información sobre actitudes y opiniones.

El procedimiento de encuesta elegido fue el cuestionario postal; el envío y recepción de los mismos se llevó a cabo durante los meses de abril y mayo de 1.983. Se contó con una lista completa de catedráticos y agregados, enviándoseles a todos ellos dos cuestionarios: uno a rellenar por si mismos y otro que deberían pasar al "experto" de su departamento (tras identificarlo).

La tasa de respuesta obtenida en ambos casos puede considerarse muy satisfactoria: tras las depuraciones pertinentes se alcanzó un 71'1% (32 individuos) en el grupo de catedráticos y agregados, mientras en el grupo de "expertos o usuarios cualificados" se retuvieron finalmente 27 cuestionarios válidos. No debe sacarse precipitadamente la conclusión de que el grado de participación fue mayor en el primero de los colectivos mencionados. Debe tenerse en cuenta que dentro de muchos departamentos de Geografía se engloban varias cátedras o agregadurías, en tanto que sólo se contemplaba un "experto" para dicha unidad administrativa.

### El uso de la Informática en la Geografía española.

Como hemos visto en páginas anteriores, la Informática tiene amplios ámbitos de aplicación en Geografía, tanto sea a nivel de investigación como de docencia. Esta realidad, definitivamente generalizada entre los geógrafos de los países en los que la Geografía ha alcanzado un buen nivel de desarrollo, está empezando a gozar de las preferencias de los geógrafos españoles, no sin algunas contradicciones propias del nivel alcanzado por la Geografía en nuestro país. Veamos las notas más destacadas de esta implantación.

En lo que a la investigación se refiere, de entre los 25 expertos de los que tenemos información a través de la encuesta, la gran mayoría

(el 92%) admiten haberse usado ordenadores para la investigación por miembros de su departamento. En la docencia, en cambio, su uso no está tan generalizado pues sólo 10 de ellos el 40% informan que se utilizan estos medios como instrumentos para la enseñanza. Existe, pues, una clara diferencia entre los usos del ordenador en la investigación y en la docencia.

El grado de utilización de la Informática concuerda con la anterior situación en los siguientes términos: de los 23 expertos que afirman que se emplean ordenadores en investigación en su departamento, casi la mitad (47'8%) lo hacen de forma moderada, es decir, con un uso "moderadamente" frecuente, mientras el resto se divide entre los que los emplean de forma excepcional y de forma habitual (26% en cada caso). En cambio, en la docencia la mitad emplean el ordenador de forma excepcional, mientras sólo un departamento lo utiliza habitualmente. Es el Departamento de Geografía de la Universidad Autónoma de Barcelona, que cuenta con una asignatura específica sobre esta materia en su plan de estudios.

Se deduce, entonces, que en España el uso de ordenadores en investigación está más extendido que en docencia.

En cualquiera caso, 9 departamentos (37'3%) han admitido que emplean el ordenador en ambas tareas, mientras solamente dos no lo emplean en ningún caso. El resto (54'2%) lo utilizan exclusivamente en la investigación.

¿Cuáles son las aplicaciones informáticas prioritarias en las investigaciones de los geógrafos españoles?. Ya lo habíamos apuntado anteriormente. En primer lugar, la estadística y el análisis multivariado es empleada en 23 departamentos, representando más de la mitad del total de las aplicaciones. En un segundo plano aparecen 10 departamentos que realizan cartografía automática a través de sus medios informáticos, lo que representa un nivel de preocupación aceptable por esta materia. En tercer lugar, destacan 6 departamentos que realizan aplicaciones modelísticas, que es un tipo de investigación más compleja que las demás examinadas y que requiere generalmente una mayor preparación del investigador así como unas disponibilidades técnicas

más grandes.

El uso de los ordenadores en docencia se centra casi exclusivamente en los cursos de licenciatura (4º y 5º curso) (8 departamentos sobre diez) mientras sólo dos los utilizan en estudios de diplomatura (3 primeros años). Resulta al menos curioso que únicamente 5 departamentos empleen ordenadores en la enseñanza de doctorado, cuando parece que éste debería ser el nivel más apropiado para la especialización superior de los geógrafos.

Sin embargo, si se analizan las asignaturas que se sirven del ordenador para la docencia volvemos a descubrir que en 8 departamentos se emplea el ordenador para enseñar asignaturas de tipo metodológico ("Métodos y Técnicas"), que representan el 44 % del total de aplicaciones docentes. Otros 6 departamentos lo utilizan para la enseñanza de la Geografía Humana (un tercio aproximadamente). El resto de aplicaciones se realizan en Geografía de España (3 departamentos). En resumen, descubrimos que son asignaturas de tipo instrumental las que mayoritariamente conllevan el uso del ordenador en enseñanza, como era de esperar. Por el contrario, en las asignaturas de contenido estrictamente geográfico su uso es menor e incluso nulo como es el caso de la Geografía Física y la Geografía Descriptiva.

No parece que haya en España una actividad planificada en el empleo del ordenador para la investigación y la docencia. Son aplicaciones que nacen de las propias necesidades del investigador y del profesor, a medida que va descubriendo las posibilidades del ordenador. Y esto no hay más remedio que ponerlo en relación con la propia formación académica que ha recibido el geógrafo. La situación, no obstante, tiende a ser modificada precisamente a través de la formación posterior de determinados investigadores y de las propias disponibilidades técnicas.

#### Capacidad técnica y humana de los departamentos de Geografía

La difusión del uso del ordenador en Geografía está en relación directa con los medios técnicos y humanos de los departamentos, que analizamos seguidamente.

La existencia de centros de cálculo en las

universidades españolas es hoy una realidad bastante extendida como resultado, entre otros condicionamientos como son los comerciales, de gestión, sociales, etc., de las propias necesidades de investigación de sus departamentos universitarios. No es extraño, pues, que 21 de las respuestas obtenidas en esta encuesta (el 81'7 %) afirmen que su universidad dispone de centro de cálculo propio, mientras el resto disponen de acceso a centros de cálculo de otras instituciones oficiales y privadas.

En lo que se refiere a los medios propios de los que dispone cada departamento, la situación es bastante menos general. De los 25 usuarios que han contestado a la encuesta doce afirman que su departamento no tiene ningún medio propio, lo que contrasta claramente con el número de departamentos que informaban utilizar ordenadores en la investigación geográfica.

¿Es esto una contradicción o responde a un hecho real?. Para responder a esta cuestión habría que llegar a examinar situaciones particulares. Es posible destacar, como explicación, el hecho de que algunos usuarios se valen, a nivel individual, de los medios informáticos de otras universidades o instituciones, como en realidad sucede.

Los 13 departamentos restantes disponen de 20 medios informáticos entre los que destacan por su importancia relativa el miniordenador (en 6 departamentos), que es una posibilidad adicional, cada vez más extendida en los departamentos de Geografía, para disponer de un instrumento de análisis de información geográfica, relativamente sencillo de usar y asequible desde el punto de vista económico. Otros medios como el terminal (5 departamentos), trazador o plotter (3 casos) y digitizador (2 casos) son más reducidos en su difusión, pero denotan unas disponibilidades de medios mayores.

Por lo que se refiere a los medios humanos (grado de cualificación en Informática de los miembros de los departamentos de Geografía), es necesario hacer una advertencia previa. Los niveles de preparación informática que hemos definido en la encuesta han permitido la inclusión de determinado tipo de geógrafos con "conocimientos elementales que necesita recurrir a un exper-

to para que le resuelva su problema de proceso de datos". Esta figura, que estaba concebida para clarificar un nivel mínimo de preparación informática entre los geógrafos españoles, a la hora de los resultados ha sido más bien una categoría que puede resultar inútil y confusa si atendemos a las respuestas de determinados departamentos que se incluyen en bloque en dicha categoría mínima, lo que parece bastante sospechoso.

El resto de niveles de preparación informática resultan bastante parejos en cuanto a sus valores, aunque destaca relativamente el nivel de preparación mínima de programas propios (véase tabla nº 1 del Apéndice I). El hecho de que haya más de 30 geógrafos en España (niveles 3 y 4) con capacidad para elaborar sus propios programas de ordenador, siquiera sea a un nivel mínimo, es ya una señal de que existe cada vez más interés no sólo en aplicar programas ajenos sino también en realizarlos de acuerdo con las características propias de la investigación.

En lo que se refiere a la situación profesional de los usuarios, más de la mitad (54 %) son geógrafos que no han alcanzado una situación profesional mínimamente estable dentro de la universidad (encargados de curso, ayudantes y becarios). Este porcentaje aumentaría si incluyéramos en este grupo a una parte importante de los adjuntos que emplean medio informáticos y que son profesores no numerarios.

La conjunción de ambas variables (situación profesional y nivel de preparación informática) revela el hecho siguiente: son los profesores adjuntos quienes destacan por sus mayores niveles de preparación informática, mientras los encargados de curso y becarios tienen también niveles relativamente altos. Los catedráticos, cuyo número en esta encuesta es bastante importante, en cambio suelen tener niveles de preparación de tipo medio. En resumen, este hecho viene a ser la confirmación, relativa al menos, de una hipótesis previa que teníamos al elaborar la encuesta, como es la de que los niveles de preparación informática más elevados deberían corresponder a los geógrafos "jóvenes", que todavía no han alcanzado situaciones profesionales estables.

Por último, la distribución de los usuarios

por universidades no es posible señalarla en este momento con absoluta fiabilidad. No obstante, se puede señalar que sólo los Departamentos de Geografía de Santiago de Compostela y Cádiz, de entre los que han respondido a la encuesta, admiten no tener usuarios de ordenador entre los miembros de sus departamentos. Suponemos que hay algún otro departamento, lo que, sin embargo, no empaña la realidad de un uso, ya bastante generalizado, del ordenador entre los geógrafos españoles.

#### Actitudes y percepción de problemas entre los geógrafos universitarios con respecto a la Informática

La indagación que sobre este apartado hemos llevado a cabo se articula en torno a dos líneas o bloques temáticos. El primero concierne con las opiniones generales sobre la Informática, su valoración como instrumento; el segundo relativo a la apreciación individual del papel que ella tiene en el departamento y de las causas que lo explican.

El comentario se va a estructurar básicamente sobre los valores porcentuales que en cada cuestión se obtiene. Ello pretende obtener en primer lugar un resumen de los diagnósticos individuales en cada ítem y en segundo lugar poner de manifiesto las diferencias de apreciación existentes entre el colectivo de catedráticos y agregados por un lado, y el de los expertos—usuarios por otro.

Ocho cuestiones cerradas se plantearon para medir cómo valoran los encuestados la Informática y el ordenador. Las dos primeras pedían definirse sobre el papel que debe jugar la Informática en la investigación y enseñanza de la Geografía (véase tabla 2 en el Apéndice I). Por lo que se refiere al ámbito de la investigación, la estimación de la Informática es elevada: la cifra mayor de respuestas, tanto en catedráticos como en expertos se sitúa en el nivel tres (importante); entre ambos grupos hay sin embargo cierta diferencia: la totalidad de los segundos la considera importante o imprescindible, en tanto que un 97 % de catedráticos la considera secundaria.

Con respecto a la docencia las opiniones mayoritarias coinciden de nuevo en el calificativo de importante; pese a todo se repite también

aquí la mayor estimación de la Informática entre los expertos que entre los catedráticos (los dos niveles superiores de valoración suman un 84,6% entre los primeros y un 74,2% entre los segundos).

La comparación de las opiniones sobre investigación y docencia muestra que globalmente se considera más relevante o necesaria la Informática en la primera que en la segunda. Ello puede venir explicado por diversas circunstancias: la Informática se ha venido introduciendo en la Geografía española sobre todo en trabajos de investigación a medida de que su necesidad y ventajas fueron más evidentes; en tales trabajos el recurso a la ayuda de otros especialistas es más fácil. La inserción en la enseñanza por su parte, resulta más problemática dada, la exigencia de un dominio mucho más completo de la técnica por parte del profesor y la necesidad (rara vez cubierta) de disponer de los medios informáticos adecuados. En definitiva hay una clara congruencia entre la apreciación de la Informática como herramienta y el uso que de ella se hace en los ámbitos docentes e investigador.

Con objeto de matizar más las valoraciones anteriores se presentaron una serie de afirmaciones relativas a ventajas e inconvenientes de los medios informáticos. Una escala ordinal (cuyos niveles eran muy en desacuerdo, sin opinión definida, de acuerdo, y muy de acuerdo) permitía a los encuestados definirse sobre cada una de ellas (véase apéndice II).

La reducción del tiempo de realización de cálculos y manipulación de datos es un hecho que a la casi totalidad parece evidente; tan sólo un 3,2% de los catedráticos está en desacuerdo con esa afirmación. El resto de ellos y la totalidad de los expertos-usuarios se definen como de acuerdo o muy de acuerdo.

Una conclusión parecida se alcanza con la aseveración de que el ordenador permite desarrollar tipos de análisis y aplicaciones muy valiosas, el tramo positivo (de acuerdo o muy de acuerdo) de ambos colectivos engloba a casi el 90% en todo caso se reitera que el mayor grado de asentimiento se encuentra entre los expertos-usuarios.

La idea de que existe una dependencia de la máquina diferencia nítidamente a los dos grupos de personas encuestadas; entre los expertos usuarios hay un claro rechazo de la idea (70,4% en desacuerdo o muy en desacuerdo); entre los catedráticos las posturas están divididas y casi equilibradas; un 43,3% rechazan la afirmación un 36,7% la sostiene. Es difícil interpretar con precisión esas opiniones, pero podría sugerirse como hipótesis el que fuese un reflejo de la contraposición humanismo—tecnicismo arraigada en bastantes geógrafos de formación netamente humanista.

El que el manejo y uso de los ordenadores implique un enorme período de aprendizaje no parece así a la mayoría de los encuestados; pese a todo un 26,7% de los catedráticos y un 33,3% de los expertos—usuarios ve como real esa desventaja.

El riesgo de que los geógrafos se conviertan en investigadores de despacho al usar la Informática también es rechazado por el grueso de los catedráticos (53,3%) y con mayor unanimidad por los usuarios. Sin embargo, y esto es muy expresivo, algo más de la cuarta parte de los primeros está de acuerdo o muy de acuerdo con esa idea.

Por su parte la aseveración de que el ordenador no facilita la comprensión de los hechos, porque transforma una masa compleja de datos en otra de similar complejidad, resulta ser rechazada muy mayoritariamente por ambos colectivos (79,3% de los catedráticos y 88,8 de los usuarios); sólo un corto número de los primeros (17,2% lo cree así).

Finalmente, algunos encuestados añadieron apreciaciones personales que en aras de la brevedad vamos a omitir aquí.

El segundo bloque de preguntas se refieren, como dijimos a la apreciación del papel de la Informática en los departamentos y de las causas explicativas de él. Al respecto se puede afirmar sin ambages que la inmensa generalidad de los encuestados no cree suficiente el papel que ella tiene en la actualidad; y como siempre esta apreciación es más rotunda entre los usuarios (88,9%) que entre los catedráticos (77,4%).

Las causas a las que se atribuye dicha estimación se pueden resumir así:

- a) En materia de equipo de Informática solo el 34,4% de catedráticos y el 18,5% de los usuarios reconocen como suficiente el existente; el resto se inclina por calificarlo de insuficiente o inexistente.
- b) La indigencia presupuestaria para adquirir programas y equipo es señalada por más del 90% de los encuestados.
- c) También se considera por el grueso de ellos como nula o insuficiente la preparación del personal docente e investigador, pese a que alrededor de una cuarta parte de los encuestados creen no padecer esa deficiencia.
- d) La disponibilidad de programas de ordenador también parece a la mayoría insuficiente o nula (68,8% entre los catedráticos y 57,7% entre los expertos-usuarios), pero como se ve ya hay un significativo número de encuestados que declaran tener suficientemente cubierta esa faceta.
- e) El apoyo por parte del personal especializado es percibido de forma diferente por catedráticos y usuarios: entre estos la respuesta modal (48%) es la de suficiente; entre los catedráticos ese porcentaje desciende a 35,5%, siendo en ellos más quienes lo creen insuficiente (48,4%). El distinto grado de contacto y colaboración con los especialistas de los centros de cálculo universitarios posiblemente está en la base de esas diferencias.
- f) En general no se cree que falte interés entre los miembros del departamento por incorporar la Informática (56,3% de los catedráticos y 60% de los expertos-usuarios), sin embargo una minoría muy cualificada si lo aprecia así (36-37% en ambos colectivos).
- g) En cuanto a la compatibilidad de la presencia de la Informática y su empleo con los objetivos generales del plan de estudios, casi los dos tercios de ambos grupos la cree posible, pero también un número significativo (29% de catedráticos y 37% de usuarios) no lo cree así. Ello puede traducir en primera instancia la diversidad de orientaciones que inspiran los estudios de

geografía en las distintas universidades españolas.

- h) Este hecho queda corroborado si se piensa además que alrededor de un 19% de los conjuntos de personas creen que el plan de Geografía de su universidad permite la introducción y el uso de la Informática en él de una forma adecuada; la mayoría se inclina por una posibilidad imperfecta, y alrededor de un 15% lo cree imposible.

### Conclusiones

Es una realidad bastante generalizada, en los Departamentos de Geografía españoles, el empleo de ordenadores para la investigación geográfica entre algunos de sus miembros. Y ello a pesar de que no en todos ellos hay medios técnicos adecuados. La docencia, en cambio, se encuentra en una situación mucho menos definida en cuanto al uso del ordenador: se emplea menos, y para asignaturas de licenciatura y con contenido metodológico e instrumental, fundamentalmente. La Estadística no es ajena al auge del uso del ordenador tanto en investigación como en docencia.

Los geógrafos españoles de menor grado académico (adjuntos, encargados de curso, ayudantes y becarios) son los que tienen mayores niveles de preparación informática, sobre todo en lo que se refiere al diseño de los propios programas. Por el contrario, los catedráticos suelen tener niveles inferiores, aunque es digno de mención la existencia de un número relativamente importante de ellos que usan el ordenador.

Desde el punto de vista de las actitudes, hemos podido constatar que la Informática se nos aparece hoy día como una técnica notablemente apreciada, en general por la colectividad de los geógrafos encuestados, si bien en opinión de algunos catedráticos conlleva una dependencia de la máquina, la conversión del geógrafo en un investigador de despacho, un período de aprendizaje enorme e, incluso para unos pocos, cierta inutilidad al no facilitar la comprensión de los datos. Entre los expertos-usuarios la valoración de la Informática es en general superior y estos inconvenientes (con la excepción del aprendizaje excesivamente largo) son minusvalorados.



Frente a esa estimación mayoritaria, la insatisfacción acerca de la función que desempeña en el contexto de la Geografía universitaria española resulta muy expresivo. Causas múltiples y de desigual importancia (sobre todo falta de presupuesto, de cualificación de los geógrafos o problemas de plan de estudios) son aducidas como justificación de esa deficiente situación.

### P A R T E III

## 8. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

Del examen anterior cabe extraer numerosas conclusiones que ya en buena parte se han ido desgranando en el texto. No quisiéramos terminar este análisis sin expresar el balance general que a nuestro juicio merece la cuestión de las relaciones entre la Geografía y la Informática, así como plantear algunas propuestas de cara al futuro.

Es evidente que la Informática, en tanto que técnica auxiliar de otras muchas disciplinas, ha alcanzado hoy un papel, en muchos casos imprescindible, y que éste se acentuará en el futuro; y ello, independientemente de las actitudes personales o de las preferencias metodológicas de los científicos. Por encima de posturas apasionadas en pro o en contra, las ventajas y posibilidades que ofrece en múltiples direcciones están imponiendo, por la vía de los hechos probados, su difusión y adopción. No se nos oculta que en todo proceso de cambio (y la introducción de una nueva tecnología así lo es) surgen problemas y conflictos, con frecuencia originados por no aquilatar correctamente el alcance del cambio.

La Geografía, como disciplina científica que es, exige la incorporación en su acervo metodológico y técnico de todos aquellos instrumentos —y los medios informáticos resultan ser sin duda uno de los más valiosos— que faciliten su objeto de estudio. Ello implica para nosotros una serie de compromisos que, aunque de hecho están siendo asumidos paulatinamente en la Geografía española, su aceptación dista de ser general y merece la pena, por tanto, explicitar de manera formal. Tal es el espíritu que anima las propuestas que a continuación enumeramos de cara a su discusión: a) Es imprescindible promover la formación de geógrafos en la especialidad

de Informática aplicada con objeto de: 1) dominar lenguajes de programación que les permitan la resolución de sus problemas de análisis numérico de datos y de representación gráfica y cartográfica; 2) tomar parte en las tareas de diseño y explotación de bancos de datos geográficos; y 3) poder transmitir la Geografía con ayuda de este instrumental así como de enseñar los conocimientos informáticos a los estudiantes de nuestra disciplina.

b) El objetivo anterior requiere para su consecución eficaz la modificación de los planes de estudio de Geografía en un doble sentido: por un lado introduciendo estudios de Informática y proceso de datos y por otro modificando paulatinamente la enseñanza de algunas asignaturas de cara a aprovechar el ordenador como recurso pedagógico.

c) Finalmente, y en el marco de una colaboración entre los profesionales y las instituciones geográficas debe tomarse en consideración a corto plazo, la puesta en funcionamiento de: 1) un banco de programas de ordenador de carácter geográfico, a imagen de los ya existentes en el extranjero (GPE en la Univ. de Michigan, GAPE en la de Leicester), para intercambio y difusión de los elaborados por los centros de investigación geográfica; 2) un directorio de los bancos y bases de datos existentes o que se vayan creando, en España especialmente, ya por organismos concretos, ya en investigaciones más o menos individuales; en este último caso tras haber sido explotado en el estudio particular podría ser hecho pública su existencia de esa información para su posible aprovechamiento en otras investigaciones. En este sentido, parece oportuno insistir desde aquí en la necesidad de replantear y continuar con el desarrollo del SIGNA del Instituto Geográfico Nacional, como piedra clave en una estructura de informatización de la información geográfica en la que deben coordinarse y compatibilizarse los esfuerzos dispersos de creación de bancos de datos llevados a cabo por diferentes organismos públicos españoles.

## REFERENCIAS

- (1) SCHEIDER, J. (1970): *La machine et l' Histoire. De l' emploi des moyens mécaniques et électroniques dans la recherche historique*, Ed. Nouka, Moscu, 11 p.
- (2) KAO, R.C. (1.963), p. 530
- (3) "Balance crítica de la Geografía Teórica y Cuantitativa en España" por los prof. Rodríguez y Santos.
- (4) Un sistema de programas es un conjunto de programas de propósito común, con unas normas de acceso generales a todos ellos y de tipo conversacional, por lo cual no son precisos conocimientos informáticos para su uso.
- (5) Según DE MIGUEL (1.978, p. 116) una base de datos es "una colección o depósito de datos, donde los datos están lógicamente relacionados entre si, tienen una definición y descripción comunes y están estructurados de una forma real". Por otro lado, se define un banco de datos como "un conjunto de datos cuya selección y tratamiento no se orienta a finalidades específicas, sino que se almacenan y elaboran de manera que puedan ser puestos a disposición de cualquier usuario potencial en un tiempo aceptable para éstos" (FUNDESCO, 1.974).
- (6) Véase la ponencia de BOSQUE, CHUVIECO y SANTOS "Algunos problemas De la misma opinión es RHIND (1.981, p. 20) "Para todos aquellos que se comprometan en investigaciones cuantitativas los problemas han provenido siempre de la naturaleza de los datos disponibles". "Geographical information systems in Britain" en WRI- GLEY y BENNETT, *Quantitative Geography*, Londres, Routledge, 419 p.
- (7) CRIVELLARI et alia (1.981) p. 295
- (8) VEGARA, J.M. (1.970): "El Banco de Datos Urbanos del Atelier Parisien d' Urbanisme", *Ciudad y Territorio*, 1, p. 47-50  
MATHA, J. (1.974): "Aspects prospectifs. Un exemple: la banque des données urbaines de la région parisien" en MAROIS, M. (ed.): *Man and computer (L' homme et l' Informatique)*. North Holland/American Elsevier, Amsterdam-Nueva York, 609 págs. (p. 431-443).
- (9) Algunas de estas ideas ya han sido recogidas en MORENO JIMENEZ, A. (1.982): "La información demográfica en el Censo y Padrón de 1.981" *Estudios Geográficos*, n<sup>o</sup> 168, p. 353-359.
- (10) Véase sobre el tema LOPEZ DE LEMOS (1.975) p. 23-43, y BALLAN (1.978)
- (11) Es sabido que los distintos sensores poseen un grado de resolución diferente. La cámara de TV del Landsat 3 alcanza hasta 24 m., en el SPOT se alcanzarán también resoluciones de 25 por 25 m., al igual que con el SEASAT-A; los equipos de barrido multi-espectral de los LANDSAT alcanzaban algo menos (56 por 79 m.)
- (12) REGRAIN (1.981) p. 269
- (13) Véase al respecto el trabajo de CHUVIECO (1.983) en este mismo curso.
- (14) Allan, J. (1978) p. 39, p. 44-45.
- (15) Véanse algunas referencias seleccionadas en la bibliografía
- (16) Seguimos en esto fundamentalmente a SHEPHERD, COOPER y WALKER (1.980) p. 122-190

## BIBLIOGRAFIA

### 1. Introducción

AYDELOTTE, W.O.; BOGUE, A.G.; FOGEL, W. (1.972): *The dimension of quantitative research in History*, Princeton, Princeton University Press, 435p.

BRIER, A. y ROBINSON, I. (1.974): *Computers and the Social Sciences*, Londres, Hutchinson, 285 p.

DORMIDO, S. y MELLADO, M. (1.981): *La revolución informática*, Madrid Ed. Salvat, 64 p

FLOUD, R. (1975): *Métodos cuantitativos para historiadores*, Madrid, Alianza Ed., 237 p.

HAGGETT, P. (1969): "On geographical research in a computer environment", *The Geographical Journal*, vol. 135, 4, p. 497-507.

KAO, R.C. (1963): "The use of computers in the processing and analysis of geographic information", *The Geographical Review*, 53, p. 530-547.

PATTON, P. C. y ROOS, W.C. (1981): "Introduction to computing in the Humanities", en PATTON, P.C. y HOLOIEN, R.A. (1981): *Computing in the Humanities*, Londres, Gower, 404 p (p. 1-106).

SHORTER, E. (1977): *El historiador y los ordenadores*, Madrid, Ed. Narcea, 223 p.

## 2. Análisis numérico de datos geográficos

BAXTER, R. (1976): *Computer and statistical techniques for planning*, Londres, Methuen

BOSQUE SENDRA, J.; RODRIGUEZ RODRIGUEZ, V.; SANTOS PRECIADO, J.M. (1982): "La Geografía Cuantitativa en la Universidad y la investigación españolas", *III Coloquio Europeo de Geografía Teórica y Cuantitativa*, Augsburg (en prensa).

BURTON, I. (1968): "The quantitative revolution and Theoretical Geography", *The Canadian Geographer*, 7, p. 151-162.

DAVIES, W.K.D. (1972): *The conceptual revolution in Geography*, Londres, London Univ. Press.

DAWSON, J.A. y UNWIN, D.J. (1976): *Computing for geographers*, New York, Crane Rusak et Co

ESTEBANEZ, J. y BRADSHAW, R.P. (1979): *Técnicas de cuantificación en Geografía*, Madrid, Tébar Flores, 511 p.

GOULD, P.R. (1970): "Computers and spatial analysis. Extensions of geographic research", *Geoforum*, vol. I, p. 53-69.

HAGERSTRAND, T. (1967): "The computer and the geographer", *Transactions of the Institu-*

*te of British Geographers*, 42, p. 1-19.

MARBLE, D. F. (1967): "Some computer programs for geographic research", Evanston III: Dep. of Geography, Northwestern Univ.

SANTOS PRECIADO, J.M. y MUGURUZA CAÑAS, C. (1982): *Introducción a la utilización del paquete de programas estadísticos BMDP en el análisis de datos geográficos*, Madrid, Ed. Universidad Complutense.

TARRANT, J. R. (ed). (1970): "Computers in Geography", Norwich, U.K. Geo Abstracts.

TOBLER, W.R. (ed) (1970): *Selected computer programs*, Michigan Geographical Publ. n° 1, Dep. of Geography, Univ. of Michigan.

VIDAL DOMINGUEZ, M.J.; MORENO JIMENEZ, A.; BOSQUE SENDRA, J. (1981): "Procedimientos informáticos para el análisis de datos geográficos", *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 1, p. 333-344.

WITTIC, R.I. (1968): *Department of geography. Manual of computer programs* Special Publ. n° 1, De. Of Geography, Univ. of Iowa.

## 3. La Informática y la representación gráfica y cartográfica en Geografía

BERTIN, J. (1973): *Sémiologie graphique*. Paris, Ed, Gautiers Villons.

CALCOMP (1970): "For a total plotting system calcomp software", *California Computer Products, Inc.* Estados Unidos.

CEBRIAN DE MIGUEL, J.A. y GARCIA FERNANDEZ, M. (1984): *Cartografía temática y representación gráfica mediante ordenador*, Madrid, Instituto Geográfico Nacional, 375 p.

CLAVAL P. y WIEBER, J.C. (1969): *La cartographie thématique comme méthode de recherche*, Paris, Les Belles Lettres.

DAVIS, J.L. (1975): *Display and analysis of spatial data*. N. York, John Wiley and Sons.

FRASER, D.R. (1980): *The Computer in con-*

*temporary cartography*. En *Progress in Geography*, vol. 1. N. Y., John Wiley and Sons.

GARCIA COUREL, J.M. (1979): "*Digitización y edición de información cartográfica*", Madrid Instituto Geográfico Nacional.

HARVARD LABORATORY FOR COMPUTER GRAPHICS AND SPATIAL ANALYSIS (1980): "*Lab-Log*" Universidad de Harvard, Graduated school of design.

KADMON, N. (1.974): "*Computer-aided vs. computer maps*", Comunicación presentada a la 7ª Conferencia Intern. de Cartografía, Madrid, Survey of Israel.

MACDOUGALL, E.B. (1.976): *Computer programming for statial problems* London, Edward Arnold.

MARTINEZ DE SOLA Y COELLO DE PORTUGAL, I. (1.981): *Aproximación a la cartografía automática mediante ordenador. Análisis de sus posibilidades en el marco de una investigación geográfica*, Memoria de Licenciatura, Fac. de Geografía e Historia, U.C. Madrid (Inédita).

MATHER, P.M. (1.976): *Computer in Geography: a practical approach*. Oxford, Basil Blackwell.

MONKHOUSE, F.J. y WILKINSON, H.R. (1970): *Mapas y diagramas*. Barcelona, Ed. Oikós-Tau.

MONMONIER, M.S. (1.982): *Computer-assisted cartography, Principles and prospecty*. Londres, Englewood Cliffs, Prentice Hall, Inc.

NEWMAN, W. M. y SPROULL, R.F. (1.979): *Principles of interactive computer graphics*. EE. UU., 2ª ed. Mac Graw Hill.

SEN GUPTA, A.K. (1.974): "*Automated cartography system*", Comunicación presentada a la 7ª Conferencia Intern. de Cartografía de Madrid, por The Survey of India.

YOELI, P. (1.973): "*Metohodology of computer assisted cartography*", Dep. de Geography, Univ. of Tel-Aviv.

YOELI, P. (1.982): "Cartographic drawing with computers", *Computer Applications, Spatial Issue*, vol. 8.

ZARZYCKI, J.M.: "*An integrated digital mapping system*", Dep. of Energy, Mines and Resources, Canadá.

#### 4. Almacenamiento y gestión de la información geográfica: bancos y bases de datos

BARREDO RISCO, E. (1.979): *Información geográfica automatizada. El S.I.G. del Instituto Geográfico Nacional. Fuentes para la creación de un banco de datos*. Memoria de Licenciatura, 224p. (Inédita).

CRIVELLARI, F.; DALLA LIBERA, F.; GOSEN, F.; GARDENICO, G. (1.981): "Relational geo-data base management systems", *Convención Informática Latina, 1.981*, Barcelona, Ed. Marcombo Boixareu, 851 p. (p. 295-309).

FLOS BASOLS, A. (1.970): "Los bancos de datos urbanos", *Rev. Ciudad y Territorio*, 1, p. 43-47.

FUINCA (Fundación de la Red de Información Científica Automatizada) (1.981): *Bases de datos del mundo*, Madrid, ed. Alhambra.

FUINCA (1.981): *Censo 1.980 de proyectos en curso de bases de datos españolas accesibles por medios telemáticos*, Madrid, Fuinca, 79 p.

FUNDESCO (1.974): *Presente y futuro de los bancos de datos/2*, Madrid.

HERRERO GARCIA, R.; BOSQUE SENDRA, J.; CEBRIAN DE MIGUEL, J.A. (1.980): "Nuevas tendencias en la investigación geográfica: El sistema de Información Geográfica del Instituto Geográfico Nacional", *Estudios Geográficos*, XLI, 161, p. 447-465.

HOM, N. (1.975): "Referencia espacial", *Ciudad y Territorio*, 3, p. 115-124.

INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (1.977): *Sistema de Información Geográfica del Instituto Geográfico Nacional*. Madrid.

MIGUEL CASTAÑO, A. de (1.978): "La interac-

ción entre una organización y un sistema de información”, *Estadística Española*, 80-81, p. 101-131.

DE MIGUEL CASTAÑO, A. (1.979): *Bases de Datos*, Madrid, Centro Regional para la Enseñanza de la Informática, 60 p.

OCDE (1.974): “L’ informatique et les collectivités locales”, *Etudes d’ informatique*, 7, Paris, 180 p.

PRESIDENCIA DEL GOBIERNO (1.977): *La informática en España. 1.976*, Servicio Central de Informática, Madrid, 322 p.

SANCHEZ DEL RIO, R. (1.977): “Una herramienta racional para la gestión, la investigación y el planeamiento de ámbito urbano; la geocodificación de direcciones postales”, *Ciudad y Territorio*, 1, pp. 73-84.

SANCHEZ DEL RIO, R. (1.978): “Lugar de la información en el planeamiento: sistemas de información, sistemas de inteligencia y participación ciudadanas”, *Ciudad y Territorio*, 4, p. 51-59.

SANCHEZ DEL RIO, R. (1.980): “La sistematización de la información en un enfoque corporativo del planeamiento”, *Ciudad y Territorio*, 1, p. 87-102.

SOLANS, J.A. (1.970): “La información urbanística del Plan General de la Comarca de Barcelona”, *Ciudad y Territorio*, 2, p. 58-62.

VEGARA, J.M. (1.977): “Los sistemas de geocodificación” en *Planificación territorial*, Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales, Caminos y Puertos, Madrid, 2 vols.

##### 5. Teledetección

ALLAN, J.A. (1.978): “Remote sensing in Physical Geography”, *Progress in Physical Geography*, 2,1, p. 36-54.

ALLAN, J.A. (1.980): “Remote sensing in land and land studies”, *Geography*, 65, 1, p. 35-43.

BARDINET, C. (1.979): “Télédection et Géographie: une ère nouvelle de l’ observation de la

Terre”, *Hérodote*, 13, p. 127-148.

DELAVIGNE, R. (1.983): “L’ Ile de France vue par satellite”, *Les Cahiers de l’ IAURIF*, 67, p. 6-26.

ESTES, J.E., JENSEN, J.R., and SIMONET, D.S. (1.980): “Impacts of remote sensing on U.S. Geography”, *Remote Sensing Of Environment*, 10, 1, p. 43-80.

HARRIS, R. (1.979): “Access to Landsat data”, *Area*, 11, 1, p. 63-66.

KIRBY, R. (1.979): “The development of remote sensing: article reviews”, *Scottish Geo. Mag.*, 90, 3, p. 180-184.

LOPEZ DE LEMOS, J.G. (1.975): “Teledetección” en *La Teledetección y sus aplicaciones sociales*, Madrid, Fundesco, tomo 1, p. 1-132.

MADEV, V. (1.982): “Constitution d’ une base de données sur la baie du Mont Saint-Michel. Integration des images de télédétection”, *Bull. de l’ Assoc. Geo. Franc.*, 489-490, p. 285-288.

PLEVIN, J. and HOUVAULT, C. (1.980): “The ESSA remote sensing programme”, *Int. Journal of Remote Sensing*, 1, 1, p. 53-67.

POUQUET, J. (1.971): *La science de la Terre a l’ heure des satellites*, Paris, PUF, col. SUP, Le Physicien, 259 p.

REGRAIN, R. (1.981): “Données de télédétection et données de référence”, *Annales de Géographie*, 499, p. 260-283.

RIMBERT, S. (1.982): *Rapport final présenté par... sur: Quelques formes urbaines et linéaments à travers Spot-simulé et Landsat-3*, Strasbourg.

SCHNEIDER, S. (1.977): “Remote sensing for regional and environmental planning”, *Geo. Pol.*, 36, p. 203-206.

TOWNSHEND, J.R.G. (1.981): “The spatial resolving power of earth resources satellites”, *Pro. in Phys. Geo.*, 5, 1, p. 32-55.

TOWNSHEND, J.R.G. and JUSTICE, C. (1981): "Information extraction from remotely sensed data. A user view", *Inter. Jour. of Rem. Sensing*, 3, 2, p. 139-146.

TRICART, J. (1978): "Méthodes de travail. Les enregistrements de télédétection, source d'information pour l'étude de l'environnement écologique", *Rev. de Geom. Dyn.*, 27, p. 29-41.

WELCH, R. (1982): "Spatial resolution requirements for urban studies", *Int. Jour. of Rem. Sensing*, 3, 2, p. 139-146.

WILMET, J. (1981): "Télédétection par satellite et espaces régionaux", *L' Espace Géographique*, 2, p. 89-98.

Números monográficos de revistas sobre teledetección:

- Annales de Géographie*, 499, 1.981
- Bulletin de l' Association des Géographes Français*, 489-490, 1.982
- Ciencias, Las*, 43, 2, 1.978
- Mediterranéa*, 4, 1.976 y 2-3, 1.981

Revistas especializadas sobre teledetección:

- International Journal of Remote Sensing* (1.980-)
- Journal of Remote Sensing* (1.971-).
- Photointerpretation*
- Remote Sensing of Electromagnetic Spectrum* (1.974-)
- Remote Sensing og Environment* (1.969-)
- Photogrametric Engineering and Remote Sensing*

## 6. Enseñanza

ARCHER, J., CLARK and LAVIN, S. (1981): "Computer assisted instruction in Geography", *Geographical Perspectives*, 47, p. 16-29.

BASILE, J. (1972): "La enseñanza asistida por ordenadores", *Actas del I Congreso Hispano-Luso de Informática*, Madrid, p. 69-77.

BERENGUER, X y CASTELLS, J. (1976): "Experiencias en la aplicación de los ordenadores a la Enseñanza Superior", *Infororim 1:976*, Madrid, Citema Cámaras de Comercio de Madrid y Barcelona.

BOHLAND, J. and LIBBEE, M. (1977): "Instructional computing in Geography: current status and future prospects", *Prof. Geo.*, 29, 4, p. 385-393.

COLE, J.P. and MATHER, P. (1979): "The use of minicomputers in Geography teaching: some pronostications", *Geoforum*, 10, 3, p. 235-241.

Computerized instruction in undergraduate Geography, Washington, *Assoc. of Amer. Geo.*, Technical Paper nº 6, 1.972.

DAVILA, M.G. y HERNANDEZ, R. (1982): "La Informática en BUP", *El País*, sup. Educación, 23 de nov. 1.982, p. 5.

DAWSON, J.A. and UNWIN, D.J. (1976): *Computing for geographers*, Newton Abbot, David and Charles.

HATT, T. (1976): "Informatique, Géographie et méthodes quantitatives dans le second cycle de lycée classique", *Cahiers de Géographie de Besançon*, 15, 2<sup>ème</sup> fascicule, p. 5-30.

HATT, T. (1977): "Informatique, Statistique et Géographie quantitative au lycée", *L' Information Géographique*, 41, 3, p. 131-148.

HATT, T. (1978): "Géographie et ordinateur au lycée", *Rev. de Gé. de L' Est*, 18, 3, p. 113-135.

KOHN, C.F. (1982): "Real problem-solving" en *New Unesco Source Book for Geography Teaching*, Harlow, Longman, p. 114-140.

MATHER, P.M. (1976): *Computing in Geography*, Oxford, Basil Blackwell.

SHEPHERD, I.D.H.; COOPER, Z. and WALKER, D.R.F. (1980); *Computer assisted learning in Geography*, London, Council For Educational Techonology, 254 p.

SUPPES, P. (1974): "El uso de computadores en la educación" en CARNAP, R. y otros: *Matemáticas en las ciencias del comportamiento*. Madrid, Alianza Ed., p. 446-466.

APENDICE I

TABLA 1

Situación profesional	Nivel de preparación informática			Total
	1	2	3	
Catedrático	6,4	8,5	2,1	17
Agregado	2,1	—	—	2,1
Adjunto	10,6	10,6	8,5	29,8
Encargado	2,1	10,6	4,3	17
Ayudante	6,4	4,3	6,4	17
Becario	4,3	4,3	8,5	17
<b>TOTAL</b>	<b>29,8</b>	<b>38,3</b>	<b>31,9</b>	<b>100</b>

Fte: Encuesta propia. 1983.

TABLA 2

¿Qué papel opina Vd. que debe jugar la Informática en la investigación geográfica?

¿Qué papel estima que debe tener la Informática en la enseñanza de la Geografía?

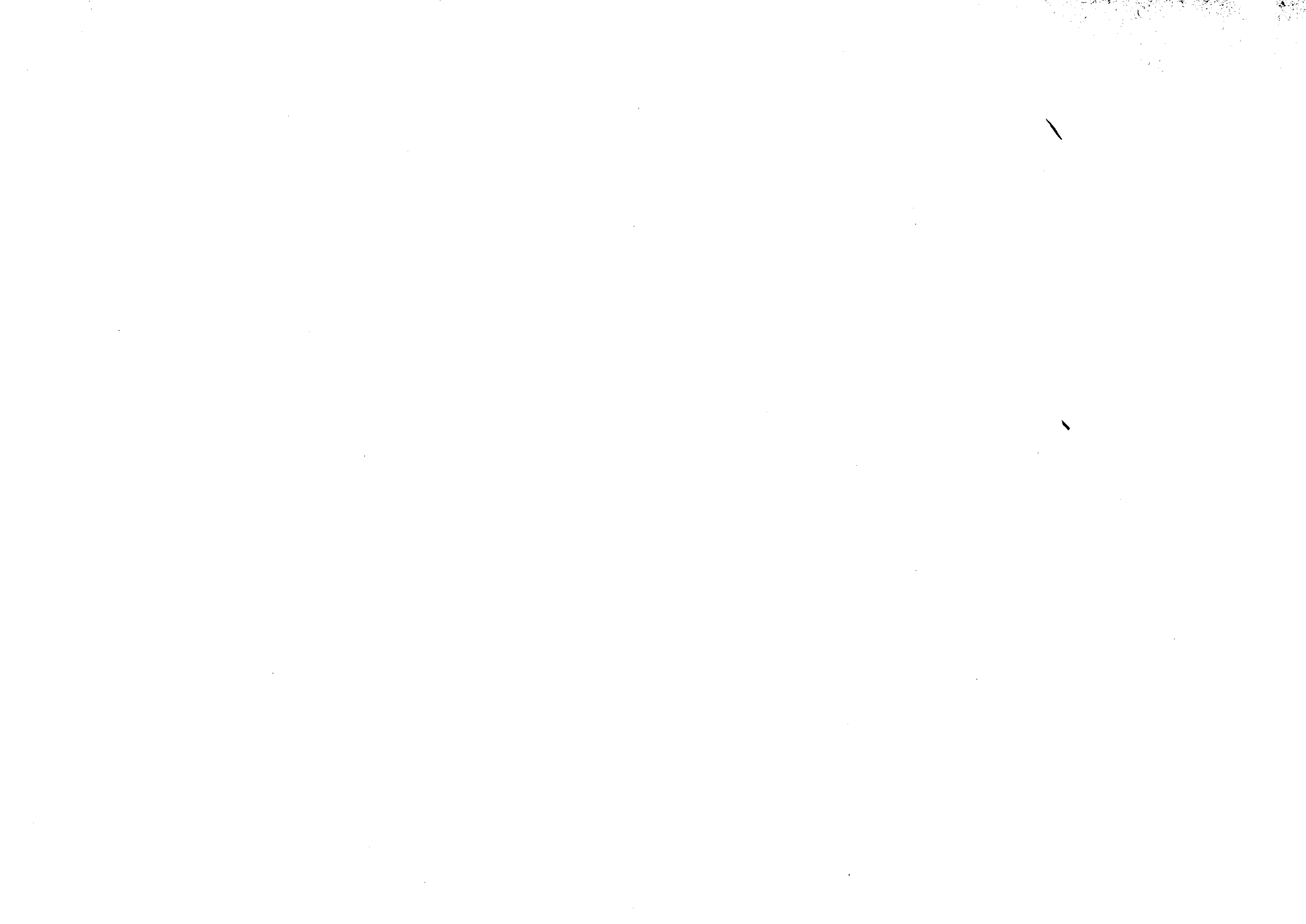
	INVESTIGACION (°/o)		ENSEÑANZA (°/o)	
	Catedráticos	Expertos—Usuarios	Catedráticos	Exp.—usuarios
Ninguno	0,0	0,0	0,0	0,0
Secundario	9,7	0,0	25,8	15,4
Importante	64,5	53,8	64,5	73,1
Imprescindible	25,8	46,2	9,7	11,5
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fte.: Encuesta propia. 1983.

APENDICE II

**AFIRMACIONES SOBRE VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA INCORPORACION DE MEDIOS INFORMATICOS EN GEOGRAFIA.**

- a. Reduce el tiempo de realización de cálculos y manipulación de datos.
- b. Permite desarrollar tipos de análisis y aplicaciones muy valiosos.
- c. Implica una dependencia de la máquina.
- d. El manejo y uso de los ordenadores supone un enorme periodo de aprendizaje.
- e. Convierte a los geógrafos en "investigadores de despacho".
- f. El ordenador transforma una masa compleja de datos en otra de similar complejidad, no facilitando comprensión.





Juan Antonio Cebrian de Miguel \*

M<sup>a</sup> Jesús Vidal Dominguez \*\*

Fermina Rojo Pérez \*\*\*

(\*) Universidad Complutense de Madrid

(\*\*) Universidad Autónoma de Madrid

(\*\*\*) Instituto Juan Sebastián Elcano del C.S.I.C. de Madrid

## SISTEMAS DE CARTOGRAFIA AUTOMATICA

### 1. INTRODUCCION

Prescindimos en este momento de un análisis pormenorizado de las múltiples realizaciones que en los últimos años se han llevado a cabo, fundamentalmente fuera de nuestro país, en el campo de la cartografía automática, y esto por dos motivos. En primer lugar, porque ya existe otra ponencia en este curso —*Informática y Geografía*— que, en una de sus secciones, va a abordar este tema. En segundo término, porque dada la obligada limitación del espacio de que disponemos, nos parece más operativo centrarnos, después de unas consideraciones de carácter general acerca de lo que significa la tecnología de bases de datos espaciales y cartografía automática en el ámbito de la investigación geográfica, en la descripción de los requisitos de utilización y de las prestaciones de varios programas, que estamos utilizando habitualmente en la presentación de trabajos de investigación en diversos Departamentos de Geografía de las Universidades de Madrid.

Se trata, en su mayor parte, de procedimientos desarrollados por nosotros en los últimos años, aunque también se contempla un importante programa de cartografía automática por impresora de líneas —SYMAP—, elaborado por el "Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis. Harvard University".

La cartografía automática, que podemos

definir a grandes rasgos como el conjunto de técnicas que posibilitan la confección de mapas mediante periféricos gráficos gobernables por un ordenador, aparece intimamente ligada a dos aspectos de singular relevancia en el amplio panorama de la ciencia informática: tratamiento digital de imágenes y definición de bases de datos espacialmente referenciados. El primero de ellos suministra a la cartografía automática las herramientas para tareas tan importantes como son la descripción digital —numérica— de la configuración del espacio y la definición de procedimientos de representación.

El segundo posibilita el almacenamiento coherente de la ingente masa de datos que requiere esta nueva tecnología para poder ser realmente operativa, facilitando su recuperación selectiva a velocidades de vértigo, tanto de la información que describe la configuración de los individuos espaciales, como aquella que se refiere a sus características temáticas.

### 2. PROPUESTA DE UN SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACION GEOGRAFICA

La organización de la base de datos.—

Tres tareas fundamentales, que se complementan mutuamente, se encuentran involucradas en el desarrollo de un sistema integrado de información geográfica.

La primera de ellas es la definición de un

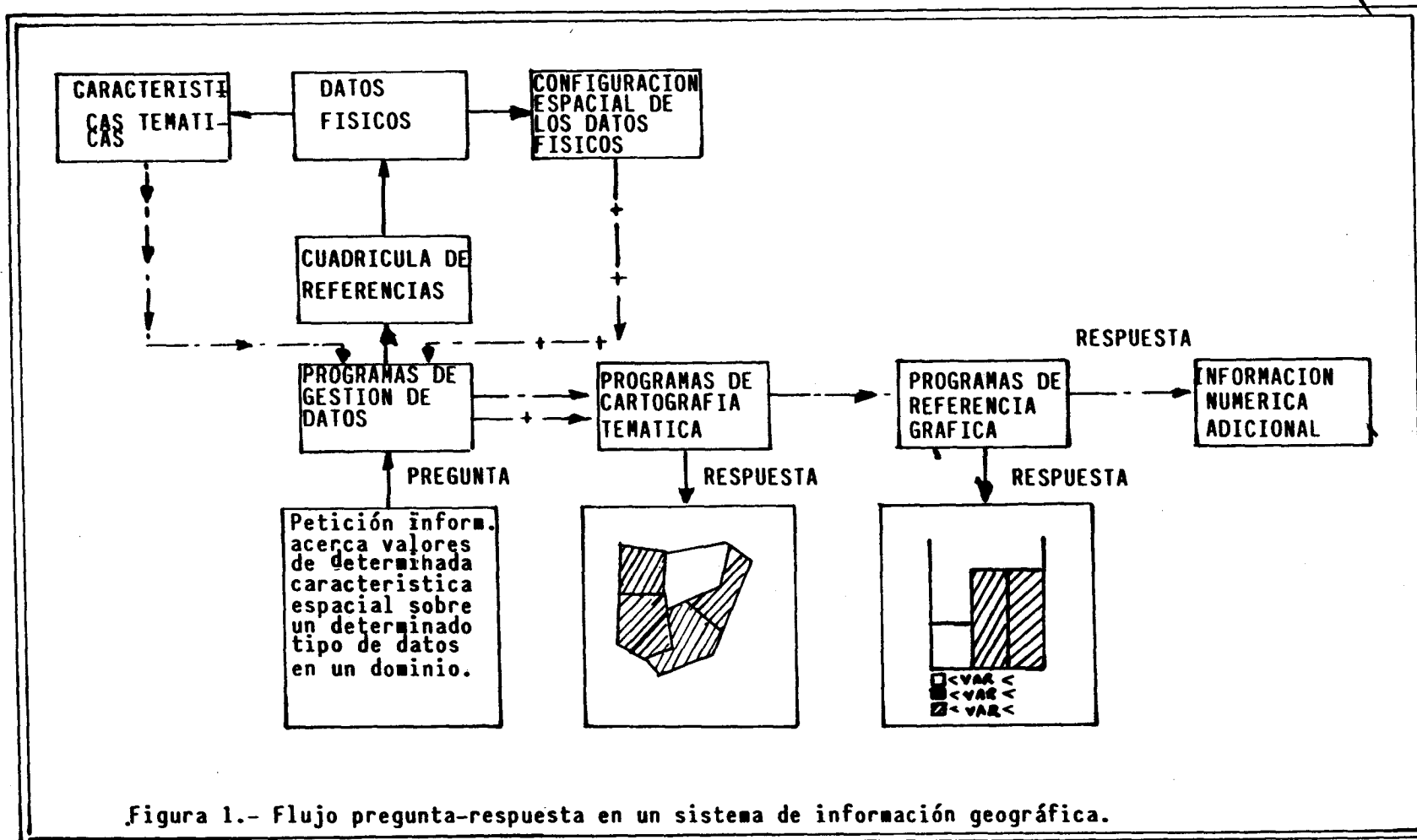


Figura 1.- Flujo pregunta-respuesta en un sistema de información geográfica.

diccionario de códigos numéricos que se correspondan adecuadamente con la naturaleza de los datos que describen.

La segunda consiste en la representación de los datos físicos por su configuración espacial. La tercera, es la plasmación de las diversas características temáticas que afectan a dichos datos.

La tarea de codificación es previa a todas las demás y sumamente importante, ya que ella sola condiciona la calidad del sistema. Cuanto más amplio y lógicamente estructurado sea el diccionario de códigos que se define para calificar cada tipo de dato espacial, más interesantes y completas serán las posibilidades de búsqueda y selección de determinados datos. Por ejemplo, ya se entiende que no es lo mismo disponer de un diccionario de códigos para identificación de datos físicos que se correspondan con el sistema de comunicaciones en el que sólo se contemplen las grandes modalidades del transporte (ferrocarril, carretera, líneas de transporte fluvial, marítimo, aéreo, de energía, etc.), que contar con un diccionario de códigos en el que junto a un código genérico que define una determinada modalidad de transporte, se dispone de una serie de subcódigos que se corresponden con una información más detallada (calidad de la vía de transporte, estado de la misma, etc.).

La representación de los datos por su configuración espacial, requiere la grabación de las coordenadas de los puntos que la definen. En el caso de tratarse de un dato puntual, bastará conocer un par de coordenadas. Si pensamos, en cambio, en un dato lineal o zonal se requerirá la grabación de todas las coordenadas de los puntos que aproximan la poligonal abierta o cerrada, respectivamente, que describe la configuración espacial del dato. Para referirse a este tipo de trabajo se utiliza el término genérico de digitización —también es frecuente utilizar la palabra digitalización—. Existen máquinas electrónicas (digitizadores y scanners) que realizan esa tarea de una forma más o menos automática, liberando al hombre de un trabajo que es costosísimo —irrealizable cuando se trabaja en proyectos de digitización de una cierta envergadura— si se efectúa manualmente.

Una vez realizada la descripción digital de

la configuración espacial de un determinado dato, se averigua a qué cuadrículas de un sistema general de referencias afecta. Esta conversión facilitará enormemente la recuperación de dicho dato.

Finalmente, la plasmación de las características que afectan a los datos espaciales, requiere, por un lado, una labor de documentación exhaustiva que consiste en ir sondeando y grabando en soportes informáticos, los valores de las características más interesantes, y por otro el diseño ininterrumpido de programas automáticos de representación gráfica.

A la vista de todo lo anterior, los diversos procedimientos de representación de la variación de características espaciales, aunque tienen valor en sí mismos y son utilizables en trabajos de Geografía de ámbito restringido, encuentran su pleno sentido cuando se incorporan, como canal de salida de la información, a un sistema integrado de bases de datos espaciales.

Presentamos a continuación, (Fig. 1), mediante un diagrama sencillo, el flujo pregunta-respuesta coherente con lo que acabamos de señalar, en un sistema integrado de información geográfica.

**Calidad de la representación y periféricos gráficos utilizables.—**

Centrándonos ya en las salidas gráficas que debe ofrecer un sistema de información geográfica, nos planteamos qué herramientas gráficas de diseño debe poseer para ofrecer al investigador una representación visual —la más sintética— de la realidad que intenta desentrañar y cuáles son los periféricos gráficos más adecuados a utilizar en función de las necesidades y de la relación coste/eficiencia, en cada caso.

Atendiendo a la primera cuestión, tenemos que distinguir dos grandes grupos de tratamientos gráficos: diagramas y mapas.

Los primeros expresan gráficamente las variaciones intrínsecas de una, dos o más características, prescindiendo de la componente espacial —diagramas uni, bi y multivariados—.

Los segundos tienen en cuenta para su re-

presentación la localización o distribución de un determinado fenómeno, ya sea físico o georeferenciable, bien en el espacio real, bien en algún espacio relativo o transformado.

Por lo que respecta a la segunda cuestión, lo más adecuado es disponer las cosas en orden a un aprovechamiento racional de los periféricos gráficos conectables a un sistema de tratamiento gráfico de la información.

Desde esta perspectiva el sistema debe responder en primera instancia, ofreciendo unos croquis aproximados, realizados con la impresora de líneas, que es el sistema más rápido y económico.

Más adelante, si a la vista de los croquis mediante impresora se exige una representación gráfica de mayor calidad estética y de más adecuada precisión, se pueden confeccionar diagramas o cartogramas utilizando una pantalla de rayos catódicos. Este procedimiento permite, mediante programas interactivos la selección de la representación más adecuada a las necesidades.

Solamente cuando se haya llegado a la confección de la representación óptima, se debe ofertar una salida gráfica no perecedera, mediante cualquiera de los sistemas disponibles: plotter térmico, trazador incremental, dicomed, etc....

En el caso de los diagramas, dado que el nivel de precisión requerido no es muy exigente, lo más adecuado es ofrecer resultados mediante impresora de líneas, ya que en la mayoría de los casos la confección de un diagrama no tiene más sentido que lograr una visión sintética e intuitiva de la distribución intrínseca de un fenómeno.

Si se pretende, en cambio, la confección de un mapa, lo más apropiado es ofrecer, paulatinamente, salidas gráficas, de creciente calidad y precisión.

#### **Definición de Tareas.—**

La petición de una representación gráfica espacial puede tener tres objetivos fundamentales:

— localización de un hecho físico o georeferenciable.

— explicitación de la variación de una determinada característica física o georeferenciable.

— plasmación de flujos de intercambio.

La representación de la localización de hechos físicos o georeferenciables se lleva a cabo mediante la utilización combinada de rótulos y signos convencionales, asociados a las coordenadas geográficas de los puntos en que tiene lugar el fenómeno. En este sentido es vital dotar al sistema de un repertorio de signos convencionales lo más flexible y completo posible.

No presentamos ahora ningún procedimiento de este tipo, porque, aunque existen realizaciones aisladas, todavía no está desarrollado definitivamente el paquete de programas de cartografía temática, mediante signos convencionales ponderados, en el que estamos trabajando un equipo de personas.

Por el momento, la minuta de signos ponderados, reproducibles automáticamente, comprende los siguientes elementos: círculos, cuadrados, triángulo equilátero, mota circular, mota cuadrada, mota triangular y diagrama circular tramado.

El símbolo aparece centrado sobre el punto en el que se localiza el fenómeno a representar —cuyas coordenadas ha de introducir el usuario previamente—. El tamaño del símbolo lo calcula un subprograma, en función de la intensidad del fenómeno en cada punto de la representación.

El tipo de símbolo es algo que debe decidir también el usuario y comunicarlo al programa de dibujo, mediante el código numérico que le corresponda.

Actualmente se trabaja en tres líneas fundamentales:

— redacción de subprogramas que realizan nuevos tipos de signos convencionales.

— resolución de los problemas de escala gráfica, rótulos y leyendas, del mapa temático resultante.

— definición de un programa de control y entrada de datos que facilite la utilización de

este tipo de procedimiento a personas sin excesivos conocimientos informáticos.

El resultado final será un sistema flexible en la línea de los trabajos de Kern y Rushton (1969) y de Monmonier, M.S. (1969), que permitirá obtener interactivamente una gran variedad de mapas temáticos de gran precisión y calidad.

Por otra parte, la representación de la distribución espacial —variación— de una característica física o georeferenciable, se puede llevar a cabo mediante dos vías: discreta y continua.

En este sentido es necesario, en primer lugar, dotar al sistema de procedimientos que plasmen la variación discreta de una característica: compartimentación del espacio en polígonos geográficamente significativos y utilización de tramas (representación bidimensional), o levantamiento de prismas de altura proporcional al peso de la variable sobre dichos polígonos (representación tridimensional en perspectiva).

Para hacer frente a la representación de la variación continua de características se requiere disponer de programas de dibujo automático de isolíneas (representación bidimensional), o de bloques diagrama (representación tridimensional en perspectiva), asociados a los programas de interpolación más adecuados a cada procedimiento.

La adaptación de una subrutina de dibujo de isolíneas para la representación de la variación continua de una característica espacial, desarrollada por el VIRGINIA POLYTECHNIC INSTITUTE AND STATE UNIVERSITY (1975), acaba de concluirse. A pesar de ello, no se encuentra todavía disponible para una utilización masiva.

Sí se encuentra, en cambio, accesible un programa de representación de la variación continua de una característica mediante bloques diagrama en perspectiva.

Finalmente, la plasmación de flujos espaciales de intercambio es una tarea que también ha sido acometida, pero que todavía no se encuentra suficientemente desarrollada. Por el momento, se dispone de dos tipos de procedimientos. El

primero para representar flujos espaciales mediante flechas ponderadas (1). El segundo, para representar áreas de dependencia respecto a un núcleo organizador, mediante radios dirigidos desde cada polo a sus tributarios (2).

En este sentido, se prevee que, previa una discusión detallada para definir que tipo de tratamientos gráficos son los más adecuados para plasmar los intercambios dinámicos que se producen entre las diversas compartimentaciones del espacio, se podrá disponer de un sistema de representación de flujos adaptado a las necesidades de la investigación geográfica —partiendo, por supuesto, de una información espacial almacenada digitalmente—.

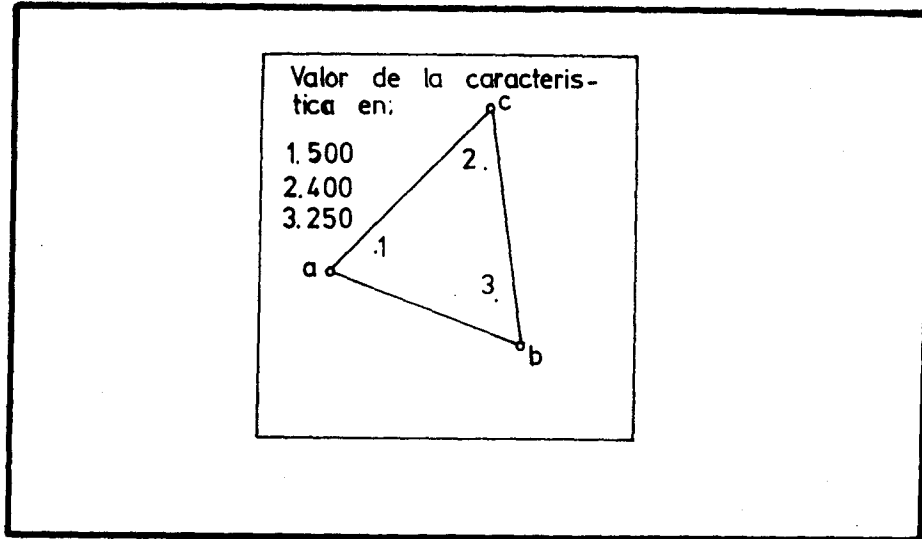
## 2. NATURALEZA DE LOS DATOS QUE PRESUPONEN LOS PROCEDIMIENTOS DE CARTOGRAFIA AUTOMATICA CONSIDERADOS

Digitización de la configuración de elementos espaciales.—

La descripción digital de un elemento espacial se realiza mediante las coordenadas de los puntos que lo constituyen. Los sistemas de coordenadas pueden ser muy diversos pero, para evitar complicaciones, vamos a referirnos exclusivamente al sistema de coordenadas cartesianas, en el que cada punto viene caracterizado por los valores de sus proyecciones sobre un haz de ejes ortogonales —en el plano, 2—.

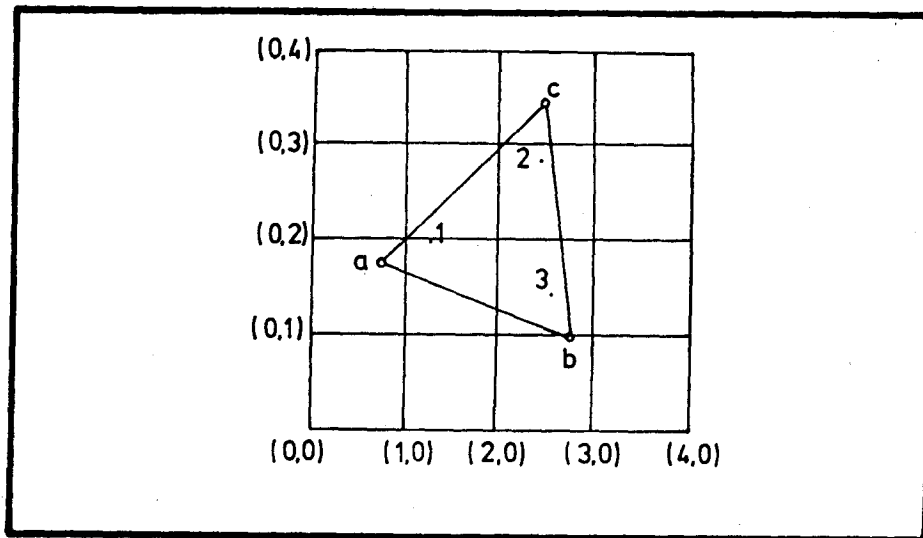
Como ya hemos señalado más arriba, si se trata de un elemento puntual, un par de números será suficiente para su identificación, si se trata, en cambio, de un elemento lineal o zonal, se requerirá la consideración de una lista de coordenadas que se correspondan con los puntos de la poligonal abierta o cerrada que aproxime su forma.

Si disponemos de esta información en una base de datos, el único problema estriba en recuperarlos adecuadamente. Si no es así, es necesario digitalizar los elementos. Esta tarea puede ser realizada automática o semiautomáticamente por el empleo de las máquinas apropiadas —scanners o digitizadores—, pero en el caso de tener que ser realizada a mano se ha de recurrir a un tratamiento como el que se describe a continuación.



**FIG. 2**

Datos necesarios para la elaboración de un bloque diagrama.



**FIG. 3**

Datos necesarios para la elaboración de un bloque diagrama

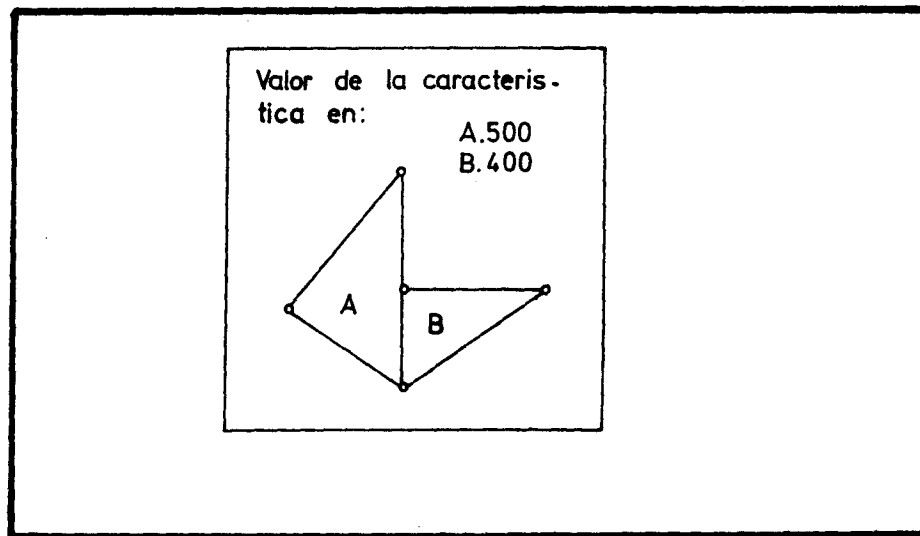


FIG. 4

Datos necesarios para la utilización del programa PRISMAS.

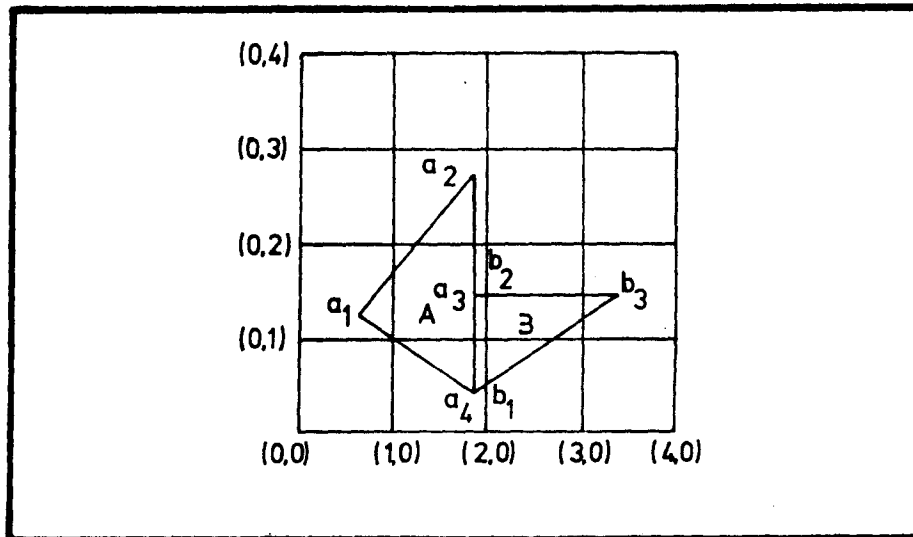


FIG. 5

Datos necesarios para la utilización del programa PRISMAS.

Se superpone sobre el mapa de referencia una retícula ortogonal y se define un origen de coordenadas. Posteriormente se van anotando las coordenadas de todos los puntos.

Supongamos un caso en el que se considera un contorno muy simple en cuyo interior se ha sondeado la característica en sólo tres puntos (Fig. 2).

De la figura 3 puede deducirse fácilmente que el contorno queda descrito por la sucesión de los tres pares de coordenadas que corresponden a los vértices del triángulo:

	X	Y
a	0.9	1.9
b	2.8	1.0
c	2.5	3.5

Por otra parte, la localización espacial de los puntos en que se ha sondeado la característica queda definida de la siguiente manera:

	X	Y
1.	1.4	2.0
2.	2.3	2.8
3.	2.5	1.5

Si se trata, en cambio, de obtener por ejemplo, una representación de la distribución de una característica sobre dos espacios definidos por sus contornos (Fig. 4), superponemos un retículo ortogonal y definimos un origen de coordenadas (Fig. 5).

Los dos contornos quedan descritos de la siguiente manera:

#### Contorno A

	X	Y
a1	0.6	1.3
a2	1.8	2.9
a3	1.8	1.5
a4	1.8	0.6

#### Contorno B

	X	Y
b1	1.8	0.6
b2	1.8	1.5
b3	3.5	1.5

#### Características Temáticas.—

Cada elemento espacial reúne siempre un conjunto de atributos temáticos. Esta información puede encontrarse ya grabada y almacenada en soportes informáticos, o ha de ser vaciada y codificada por primera vez. En ambos casos el resultado final debe ser la creación de una lista de valores de la característica sobre los diversos elementos espaciales cuyo orden sea coherente con aquel en que éstos han sido descritos.

En el primer ejemplo:

	P
1.	500
2.	400
3.	250

En el segundo:

	P
Contorno A (1º)	500
Contorno B (2º)	400

### 3. DESCRIPCION DE LAS PRESTACIONES DE LOS PROGRAMAS

El SYMAP es un programa de cartografía automática por impresora de líneas, en un espacio bidimensional. Es uno de los programas más utilizados debido a su versatilidad, además de ser uno de los primeros realizados en cartografía automática.

El programa fue diseñado por Howard T. Fisher, en 1965, en la Universidad de Harvard, donde llegó a ser director del Laboratorio de Gráficos por Ordenador y Análisis Espacial. El término SYMAP es un acrónimo de SYNagraphic MAPPING que significa "actuando juntos gráficamente", (MONONIER, M. S., 1982).

Numerosas modificaciones fueron hechas al programa en el laboratorio, cada una de ellas mejorada sobre la anterior y recogiendo nuevas prestaciones. La versión más reciente permite realizar el análisis de Superficies de Tendencia Espacial.

Los datos que necesita el programa pueden ser manipulados, agregados y ponderados de la forma que desee el usuario llegándose a la elaboración de tres tipos de mapas que son:



– Mapa de Isolíneas:

Dentro del contorno general del área a cartografiar, se obtienen una serie de líneas que unen puntos de igual peso de la variable (isolíneas).

Las líneas del contorno salen de los datos del plano, seleccionando determinados niveles en función de la escala del mapa y del rango del dato. La interpolación es la misma que se describe en el programa DIABLOCK. (Fig. 6).

– Mapa de Coropletas:

El contorno general de la zona a cartografiar se divide en subzonas que están identificadas mediante un contorno delimitado por un número de vértices. En cada una de ellas se dibuja un tipo de trama, de acuerdo con el valor que alcanza en ellas la variable a cartografiar. El procedimiento de interpolación es el mismo descrito en el programa PRISMAS. (Fig. 7).

– Mapa de Proximidad:

Al igual que el mapa de coropletas, el resultado está formado por una serie de subzonas espaciales inscritas en el área general. La diferencia entre éste y el de coropletas consiste en su procedimiento de delimitación de las subáreas; en el mapa de coropletas han sido definidas previamente por el usuario mientras que en el de proximidad se generan de manera automática siguiendo el procedimiento de los polígonos de Thiessen. (Fig. 8).

El programa está escrito en FORTRAN IV, en un principio aplicado al ordenador IBM 709, en la actualidad puede utilizarse en ordenadores similares pero con equipos de gran capacidad.

**b) Información básica para el funcionamiento del programa y su organización.—**

A pesar de que cada modelo de mapa requiera un tipo de información, esta consta de:

a) Coordenadas de localización de los vértices del contorno a cartografiar, de los centroides, de los vértices de las barreras, de leyendas, títulos o textos que el usuario desee que aparezcan impresos en el mapa de salida.

La medición de coordenadas (método de digitización que se ha descrito anteriormente) puede hacerse de dos maneras, y la elección de

una u otra ha de indicarse al ordenador oportunamente.

– Medir las filas y columnas:

Este sistema es posible facilitarlo por medio de una regla especial para el SYMAP, que lleva impresas dos escalas, una para hacer medidas en sentido vertical desde el origen (ángulo superior izquierdo) hacia abajo, y otra para las medidas horizontales desde el origen hacia la derecha; así, esta regla se divide en celdas, numeradas en ambas escalas, que tienen un 1/6 ó 1/8 de pulgada de altura, y un 1/10 de pulgada de anchura. La localización de un punto se especifica por el número de fila y de columna.

– Unidades de medida en escala decimal:

Método descrito anteriormente. El programa transformará estas coordenadas en el sistema de filas y columnas. De igual manera la información impresa en el mapa de salida está referida al sistema de filas y columnas.

b) Valores de la variable a cartografiar, referidos a las subzonas, en el caso de mapas de coropletas, o a los centroides en el caso de mapas de isolíneas y proximidad.

c) Caracteres de las leyendas y demás textos.

d) Diferentes alternativas para la realización de mapas.

Toda esta información necesaria para el funcionamiento del programa, se le hace llegar al ordenador dividida en “paquetes” cada uno de los cuales contiene todo lo referente a un tema determinado, de entre todos los que son precisos para realizar un mapa. La organización de los paquetes de información es muy similar en todos los casos, si se emplea el procedimiento al que nos vamos a referir. En general, estas partes comunes de cada paquete se resumen en los siguientes grupos de tarjetas:

– Tarjeta de nombre de paquete: lleva impresos los distintos nombres de los ‘paquetes’, precedidos de una letra inicial desde la A a la F —según la secuencia de su situación dentro del programa empezando en la columna 1.

FIGURA 6

Intervalos.—  
Mapa de COROPLETAS.

DATA VALUE EXTREMES ARE                    25128.00                    3527870.00

ABSOLUTE VALUE RANGE APPLYING TO EACH LEVEL  
(‘MAXIMUM’ INCLUDED IN HIGHEST LEVEL ONLY)

MINIMUM	25128.00	50127.09	100125.25	200121.63	300118.00	525109.81
MAXIMUM	50127.09	100125.25	200121.63	300118.00	525109.81	3527870.00

PERCENTAGE OF TOTAL ABSOLUTE VALUE RANGE APPLYING TO EACH LEVEL

0.71	1.43	2.85	2.85	6.42	85.73
------	------	------	------	------	-------

FREQUENCY DISTRIBUTION OF DATA POINT VALUES IN EACH LEVEL

LEVEL	1	2	3	4	5	6
SYMBOLS	.....	++++++	XXXXXXXXXX	0000000000	0000000000	0000000000
	.....	++++++	XXXXXXXXXX	0000000000	0000000000	0000000000
	...1...	+++2+++	XXX3XXX	00040000	00050000	00060000
	.....	++++++	XXXXXXXXXX	0000000000	0000000000	0000000000
	.....	++++++	XXXXXXXXXX	0000000000	0000000000	0000000000
FREQ.	6	8	13	9	7	7
1	I..I..I	I++2++I	IXX3XXI	I00400I	I00500I	I00600I
2	I..I..I	I++2++I	IXX3XXI	I00400I	I00500I	I00600I
3	I..I..I	I++2++I	IXX3XXI	I00400I	I00500I	I00600I
4	I..I..I	I++2++I	IXX3XXI	I00400I	I00500I	I00600I
5	I..I..I	I++2++I	IXX3XXI	I00400I	I00500I	I00600I
6	I..I..I	I++2++I	IXX3XXI	I00400I	I00500I	I00600I
7		I++2++I	IXX3XXI	I00400I	I00500I	I00600I
8		I++2++I	IXX3XXI	I00400I	I00500I	I00600I
9			IXX3XXI	I00400I		
10			IXX3XXI			
11			IXX3XXI			
12			IXX3XXI			
13			IXX3XXI			

FIGURA 6

C POBLACION URBANA DE ESPAÑA

C

C

ELECTIVE

14 MARGIN SHIFTS ARE 0.50 AT TOP,

0.50 AT LEFT,

0.50 AT BOTTOM, AND

0.50 AT RIGHT

27 CONTOUR OR PROXIMAL MAP

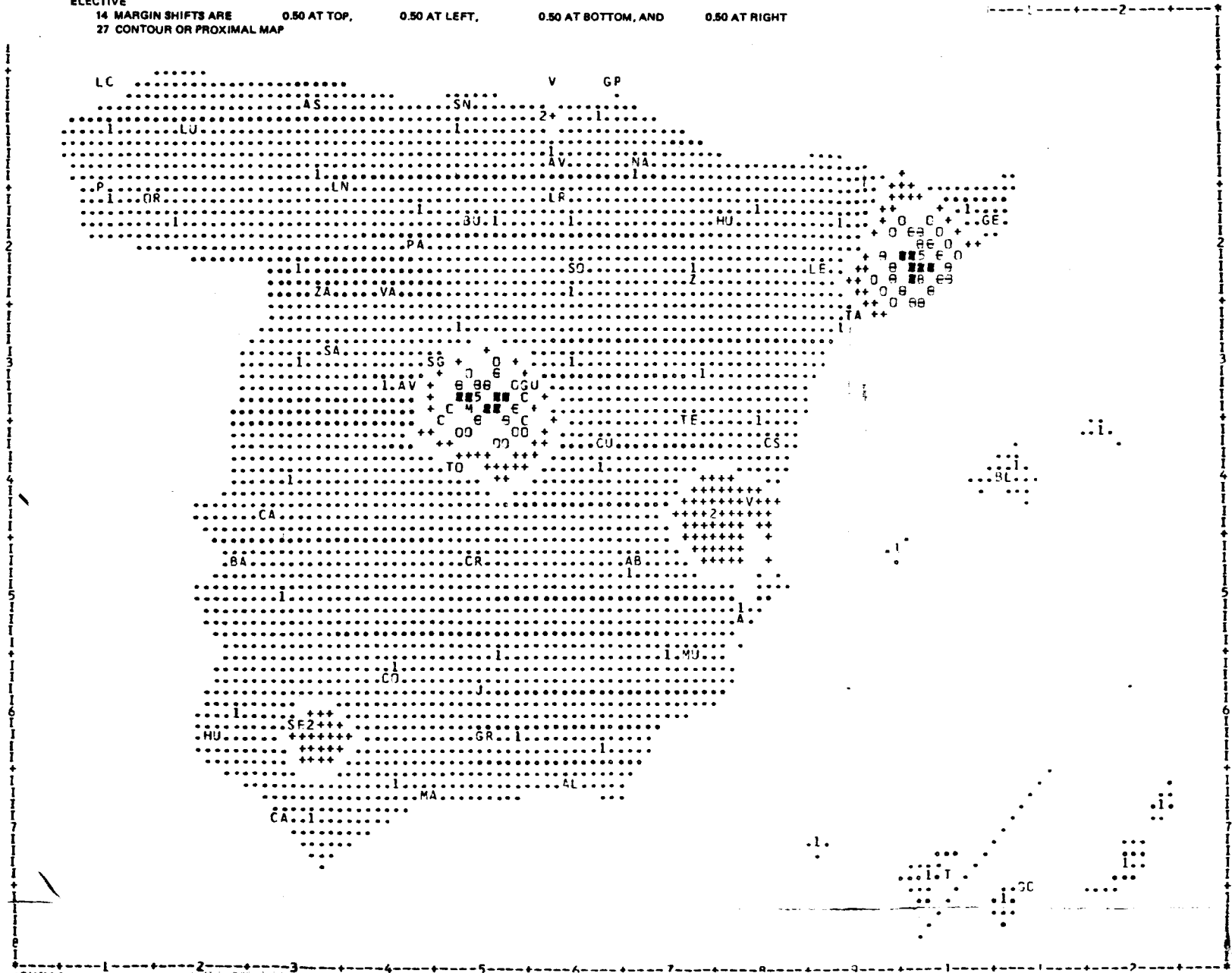


FIGURA 7

Mapas de ISOLINEAS y PROXIMIDAD.

CATA VALUE EXTREMES ARE                    25128.00                    3527870.00

ABSOLUTE VALUE RANGE APPLYING TO EACH LEVEL  
(‘MAXIMUM’ INCLUDED IN HIGHEST LEVEL ONLY)

MINIMUM	25128.00	725676.38	1426224.00	2126773.00	2827321.00
MAXIMUM	725676.38	1426224.00	2126773.00	2827321.00	3527870.00

PERCENTAGE OF TOTAL ABSOLUTE VALUE RANGE APPLYING TO EACH LEVEL

20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
-------	-------	-------	-------	-------

FREQUENCY DISTRIBUTION OF DATA POINT VALUES IN EACH LEVEL

LEVEL	1	2	3	4	5
SYMBOLS	.....	+++++	00000000	66666666	88888888
	.....	+++++	00000000	66666666	88888888
	.....1.....	++++2++++	00003000	66664666	88885888
	.....	+++++	00000000	66666666	88888888
	.....	+++++	00000000	66666666	88888888
FREQ.	50	3	0	0	2



FIGURA 8

Mapas de ISOLINEAS y PROXIMIDAD.

CATA VALUE EXTREMES ARE                    25128.00                    3527870.00

ABSOLUTE VALUE RANGE APPLYING TO EACH LEVEL  
(‘MAXIMUM’ INCLUDED IN HIGHEST LEVEL ONLY)

MINIMUM	25128.00	725676.38	1426224.00	2126773.00	2827321.00
MAXIMUM	725676.38	1426224.00	2126773.00	2827321.00	3527870.00

PERCENTAGE OF TOTAL ABSOLUTE VALUE RANGE APLYING TO EACH LEVEL

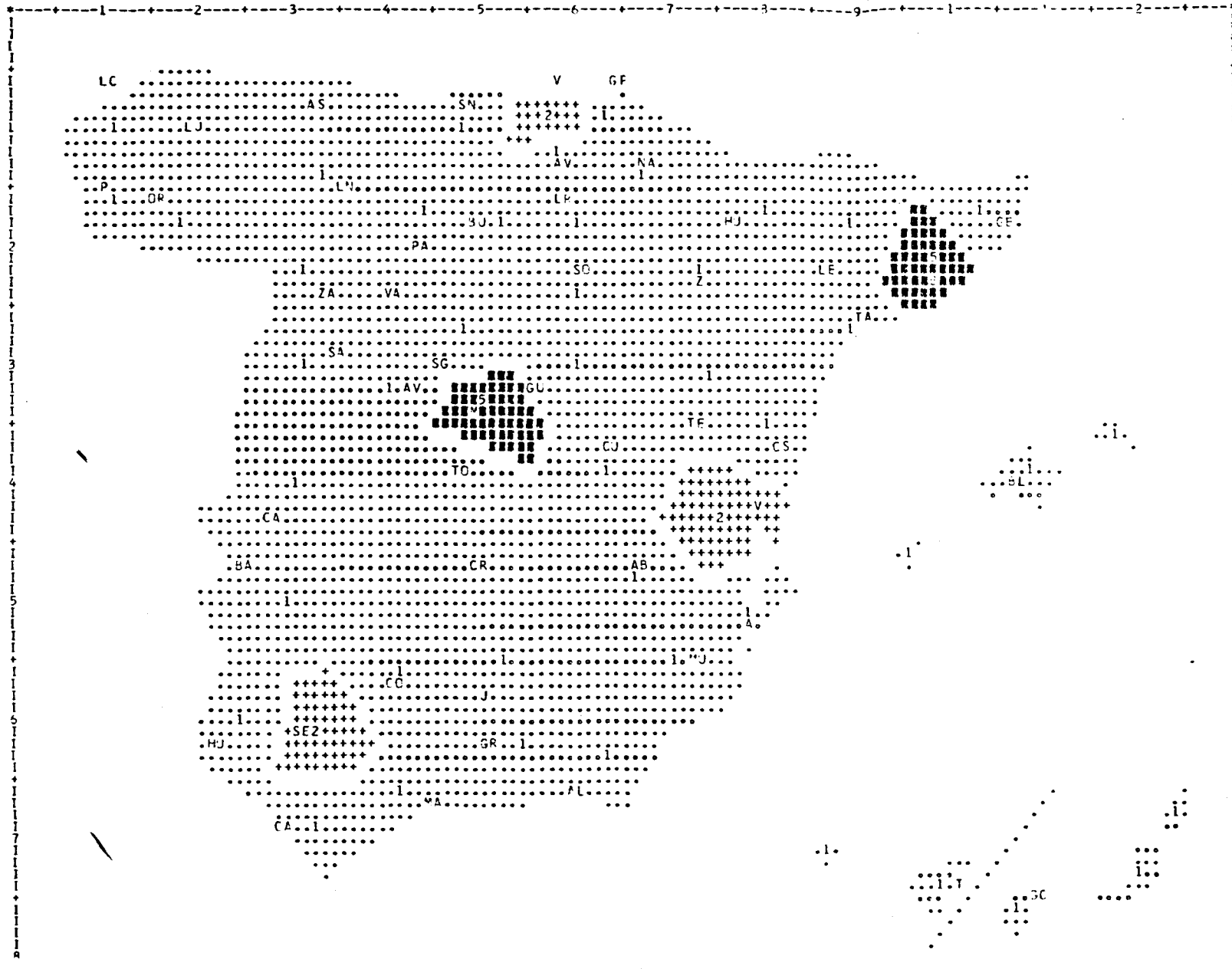
20.00                    20.00                    20.00                    20.00                    20.00

FREQUENCY DISTRIBUTION OF DATA POINT VALUES IN EACH LEVEL

LEVEL	1	2	3	4	5
SYMBOLS	.....	+++++	00000000	88888888	99999999
FREQ.	50	3	0	0	2

FIGURA 8

ELECTIVE  
 14 MARGIN SHIFTS ARE 0.50 AT TOP, 0.50 AT LEFT, 0.50 AT BOTTOM, AND 0.50 AT RIGHT  
 27 CONTOUR OR PROXIMAL MAP  
 31 FRACTIONAL EXTRAPOLATION IS 0.0  
 36 PROXIMAL TYPE MAP  
 37 VALUE COMPUTED INDEPENDENTLY FOR EVERY CHARACTER



– Tarjeta de datos de cada paquete: según el paquete de información, estos datos pueden ser:

– Coordenadas de localización:

Se utiliza una tarjeta para cada par de coordenadas, perforando el punto vertical entre las columnas 11–20 y el horizontal entre la 21–30, como números decimales ajustados a la derecha del campo reservado.

– Valores de la variable a cartografiar:

Solamente puede asociarse un valor por cada subzona o centroide; se perforan entre las columnas 11–20 como números decimales ajustados a la derecha.

– Textos de las leyendas:

Reproduce un texto compuesto de cualquier carácter o símbolo. Las posiciones de perforación son algo más complejas.

En las tarjetas de datos, las columnas 73 y 80 están reservadas para la ordenación numérica de las mismas.

– Tarjeta fin de paquete: lleva perforada la cifra 99999 que indica el final de cada paquete de información.

– Tarjeta fin de programa: se indica que han terminado todos los paquetes de información perforando la cifra 99999.

Los paquetes de información que puede utilizar el programa son:

#### A–OUTLINE

Este paquete es específico para la representación del contorno general a cartografiar y contiene las coordenadas de los vértices de dicho contorno.

#### A– CONFORMOLINES

Contiene las coordenadas de localización de las subzonas en que se haya dividida el área de estudio. Las subzonas deben tener un orden lógico establecido por el usuario, ya que los valores de la variable (paquete E–VALUES) van a ser asociados correlativamente a cada área.

Las áreas –tanto en el paquete A–OUTLI–

NE como en el A–CONFORMOLINES– deben simplificarse como se desee, de manera que el número mínimo de vértices de cada una de ellas ha de ser 3 y el máximo 100. Los vértices, que ocupan cada uno una tarjeta, se ordenan comenzando por el más elevado en latitud y continuando en el sentido de las agujas del reloj. El contorno se considerará cerrado repitiendo el primer par de coordenadas; si hay dos o más vértices a igual latitud se comenzará por el más alejado del origen.

#### B–DATA POINTS

Este paquete lleva perforadas las coordenadas de localización de los centroides a los que se asignará un valor de la variable. El orden de los centroides ha de ser coherente con el establecido en el paquete E–VALUES.

#### C–OTOLEGENDS

Se emplea para localizar dentro de los bordes rectangulares en que se inscribe el mapa una información suplementaria: títulos, leyendas, etc., y contiene las coordenadas de dicha información y los caracteres de la misma.

En este paquete se pueden especificar tres tipos de leyendas:

–leyenda puntual

–leyenda lineal

–área leyenda

cada una de las cuales se asocia con una figura en el mapa.

#### D–BARRIERS

Este paquete es específico para evitar la interpolación entre dos conjuntos de centroides, reflejando el probable efecto de un obstáculo. El sistema de digitización de los vértices de las barreras es el mismo que el descrito para los paquetes de coordenadas del contorno y de las subáreas. Permite que las barreras actúen con diferentes pesos, que establecerá el usuario.

#### E–VALUES

Contiene los valores de la variable a cartografiar. Estos valores han de llevar el orden establecido en las subzonas, según los casos. En el caso de que el orden de los valores y de las razones no sea el mismo, el programa permite la utilización del paquete E1–VALUES INDEX que modifica, a gusto del usuario, el orden estable-



cido.

#### F-MAP

Este paquete lleva perforadas las instrucciones necesarias para la realización de un mapa —por cada mapa que se precise, es necesario un paquete F-MAP— basado en la información de los paquetes anteriores. Asimismo, este paquete puede llevar especificaciones alternativas para la realización de un mapa con opciones no estándar.

El paquete A-CONFORMOLINES define un mapa de subzonas o coropletas; también, en ausencia del apurte A-OUTLINE y B-DATA POINTS, puede utilizarse para hallar los centroides a los que referir los valores en el caso de mapas de isóneas y de proximidad.

#### c) Flexibilidad del programa SYMAP.—

Un aspecto importante del programa SYMAP es su flexibilidad (Vidal Domínguez, M.J., y Rojo Pérez, F., 1983), flexibilidad que le viene dada por el paquete de opciones y por la subrutina Flexin.

— Las opciones son alternativas que ayudan a la realización del mapa tal y como se desee. Existen treinta y siete opciones, entre las que cabe citar: modificar la escala del mapa, especificar el número de intervalos de clase, indicar el valor máximo y mínimo del rango de la variable a cartografiar, amplitud de los intervalos, modificación de los símbolos que definen la clase de los intervalos, número de caracteres por pulgada tanto vertical como horizontalmente, definición de un mapa de proximidad, etc.

— El uso de la subrutina FLEXIN es opcional, pues sólo se utiliza en el caso de que los datos de los diferentes paquetes de información no tengan el formato estándar de perforación del SYMAP, como bien indica su nombre FLEXible INput (entrada flexible).

La subrutina Flexin lee el paquete especificado por el usuario con el formato de perforación descrito y lo transmite al programa principal con el formato estándar.

El paquete que la subrutina FLEXIN suele modificar es el E-VALUES, aunque podría mo-

dificar cualquier otro paquete.

La subrutina FLEXIN ha de ser programada en FORTAN IV, debiendo cada usuario programar su propia versión puesto que la manipulación de los datos depende de las necesidades de cada usuario.

#### El programa COROMAP.—

Realiza automáticamente mapas de coropletas gobernando un plotter de pluma.

Este procedimiento requiere conocer la descripción digital de los contornos de las áreas que van a ser objeto de la representación.

Partiendo de esta información espacial, el programa COROMAP investiga, en primer lugar, el fichero de valores de la característica correspondientes a las unidades en cuestión, para realizar una clasificación previa de éstas. Se ha pretendido ofertar una gama lo más amplia posible de procedimientos de clasificación, con vistas a obtener la respuesta más adecuada a cada demanda específica.

Con un tope máximo de 10 intervalos de clase —ya que hemos considerado que es éste un límite que no puede rebasarse sin riesgo para la legibilidad del mapa—, se puede optar cómodamente por el número de ellos que se considere más apropiado y por diversos criterios de adscripción de cada caso a cada grupo de la clasificación: clasificación en intervalos de igual amplitud, clasificación en umbrales previamente definidos, clasificación en centiles y en unidades de desviación estándar.

También se dispone de un algoritmo de clasificación por distancias euclídeas mínimas en un espacio de  $n$  dimensiones —máximo diez—, para la definición de grupos homogéneos en función de varias características ortogonales —obtenidas, normalmente, mediante algún tipo de análisis factorial—. Este procedimiento está diseñado de tal manera que se puede acceder a él a partir de una matriz de distancias previamente calculada. De esta manera también puede ser utilizado para definir grupos homogéneos a partir de distancias funcionales, por ejemplo.

Para la representación cartográfica de los

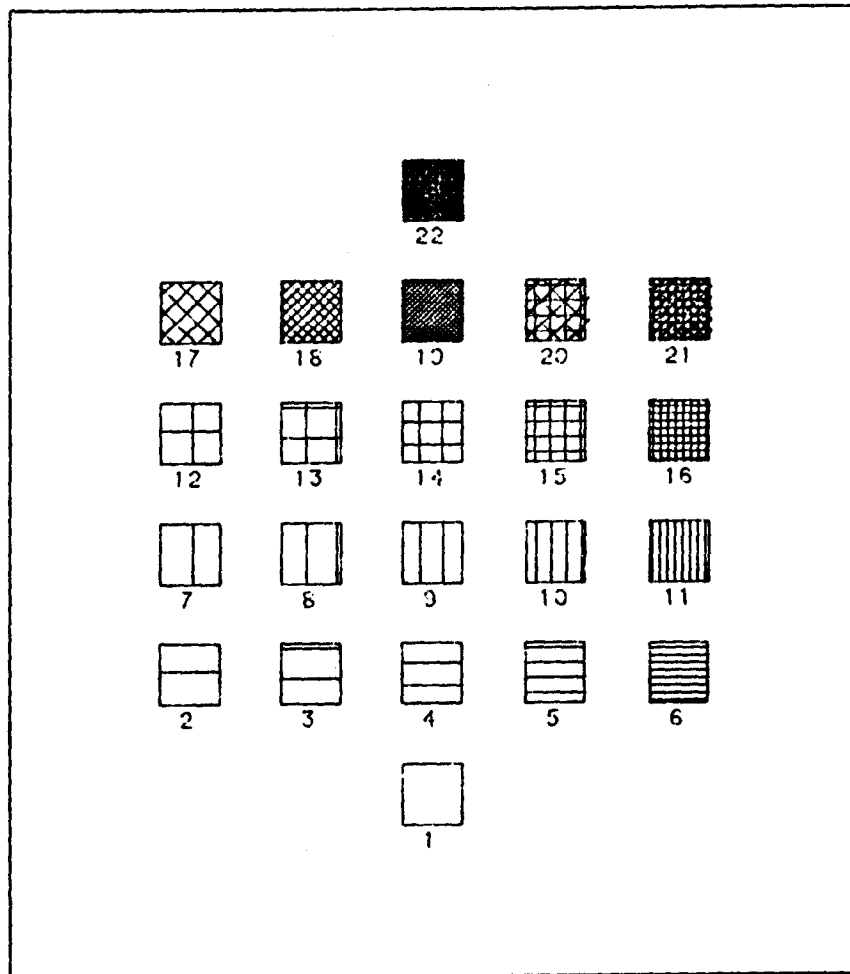


Figura 9

Tabla de tramas.

grupos previamente definidos, se dispone de una tabla de tramas —hasta el momento 22—, por las que se puede optar fácilmente por medio del entero que las identifica (Fig. 9).

Como puede comprobarse, todas las tramas disponibles hasta el momento son combinaciones de rayados de diversas inclinaciones y separaciones de líneas. Para su reproducción en el interior de un contorno determinado es necesaria la conjunción de varias rutinas de rayado y giro de polígonos: TRAMA, TRAMEL, RAY, REORG, G1 y G2.

La minuta de tramas puede ampliarse con facilidad —basta experimentar otras combinaciones de número de rayados e intensidad e inclinación de los mismos—, pero hemos preferido esperar a que se produzcan demandas concretas de usuarios que nos queden totalmente satisfechas por las tramas ya definidas.

No se han considerado tramas en distintos colores, porque la mayor expresividad que, a veces, suele conseguirse con ello no compensa las dificultades y encarecimiento de la reproducción en imprenta a varias tintas. De cualquier forma, si se solicita una representación en diversos colores, se puede obtener sin dificultad, con ligeros cambios, ya previstos, en el programa de tramado de áreas.

En el momento presente se trabaja en nuevos modelos de tramas, por combinación de símbolos centrados.

Después de dibujar los contornos y tramarlos coherentemente, se recurre a diversas rutinas de rotulación e ilustración del mapa —TITULO, MARCO1, DIAGRM y LEGEND—, que lo enriquecen con un rótulo expresivo de 240 caracteres máximo, un diagrama de frecuencias y una leyenda explicativa. El resultado, como se puede comprobar en la figura 10, es un mapa de calidad y directamente reproducible.

Los programas DIABLOCK y PRISMAS.—

Mucho más expresivas que el sistema de cartografía temática mediante coropletas, resultan las recientes aplicaciones de las técnicas de representación de sólidos geométricos a la definición de modelos de cartografía de variables espa-

ciales en tres dimensiones.

La principal característica de este tipo de procedimientos, la constituye el hecho de reservar un componente lineal en el plano de dibujo —espacio imagen— a cada una de las componentes ortogonales del espacio origen. De esta manera, la característica a representar tiene una expresión lineal, que es la que propicia una más exacta percepción de la magnitud del fenómeno. Además, por esta misma razón, la variación de la característica puede ser tratada de una manera continua, haciendo corresponder a cada valor real una representación exactamente proporcionada —nótese, en cambio, que en el procedimiento de cartografía temática mediante coropletas se verifica una clasificación previa de las unidades espaciales en grupos homogéneos, asignado luego a cada grupo una representación común.

Otra ventaja importante de este tipo de modelos de representación, la configura su espacial adecuación para expresar la evolución espacio-temporal de una determinada característica, ya que los diversos volúmenes resultantes de la plasmación de los distintos momentos temporales, tienen todos una lectura idéntica y directamente derivable de la forma que adoptan —sin tener que recurrir en cada caso a una leyenda que explicita la relación entre la imagen plástica y el fenómeno representado (3).

A pesar de todas las ventajas que acabamos de señalar, este tipo de representaciones plantea problemas de lectura e interpretación que estamos intentando solucionar con procedimientos complementarios.

En primer lugar, es notorio que este tipo de gráficos dificulta la localización exacta de los fenómenos sobre el plano horizontal de referencia —especialmente cuando el espacio geográfico que consideran no es claramente familiar a la persona que ha de interpretar el resultado gráfico—. Para resolver este tipo de dificultades ya se han desarrollado, y se continúa trabajando en ello, algunas subrutinas para la obtención de ilustraciones reproducidas sobre superponibles transparentes —rotulaciones, representación de contornos en perspectiva sobre el plano horizontal  $z = 0$ , señalización de los puntos muestrales y

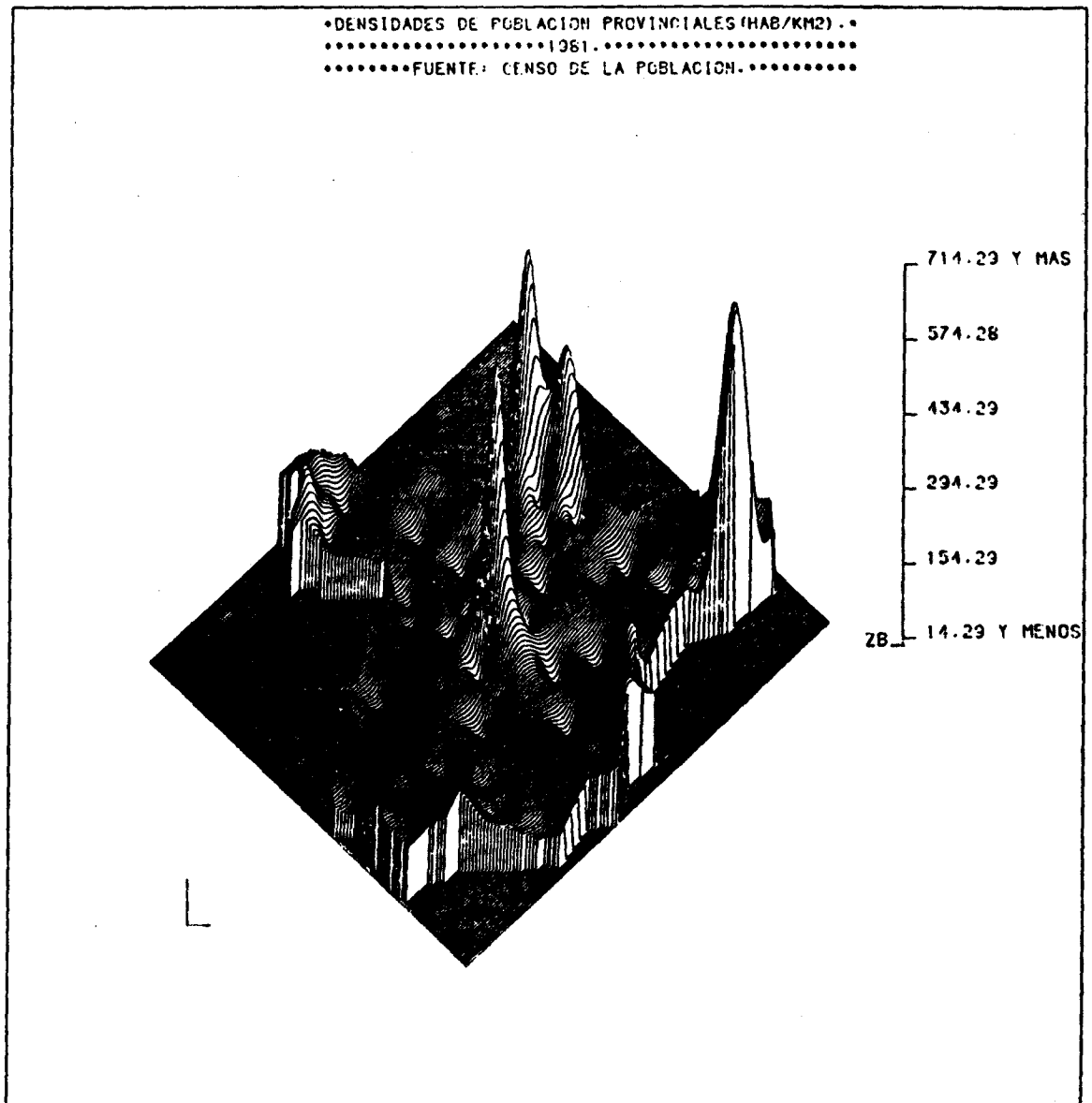


Figura 11

Bloque diagrama. Densidades de población de las provincias españolas (hab./Km<sup>2</sup>). Año 1981.  
 Fuente: Censo de la Población.

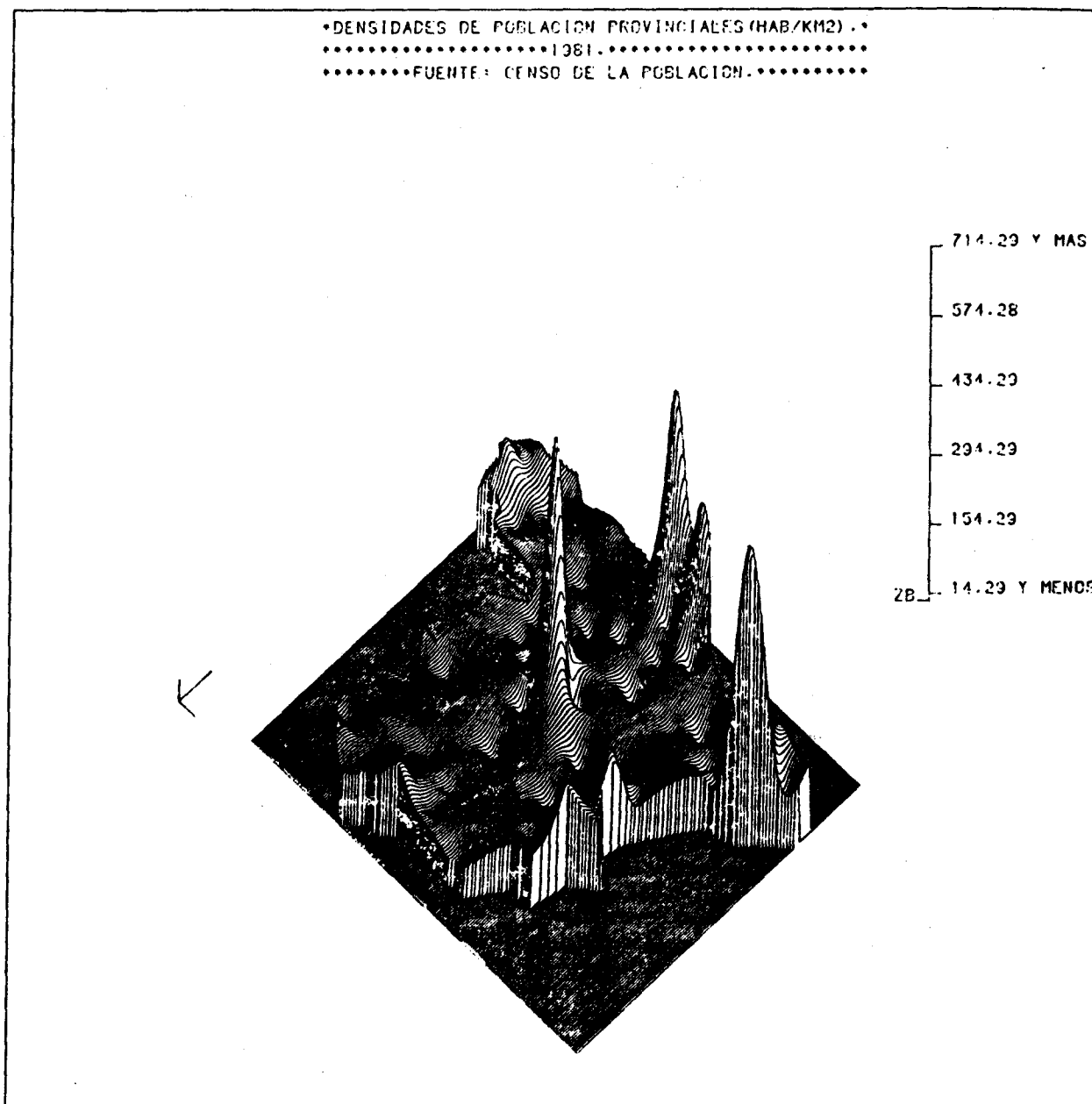


Figura 12

Bloque diagrama. Densidades de población de las provincias españolas (hab/Km<sup>2</sup>). Año 1981. Visión desde el sureste.

del valor de la característica en ellos, etc.—.

En segundo término, por los propios requisitos del sistema de representación de volúmenes en perspectiva, las porciones en resalte ocultan la configuración de las zonas deprimidas que las suceden. Este problema se resuelve recurriendo a vistas complementarias, ya que este sistema de representación admite la posibilidad de visualizar el volumen desde diversos puntos de vista.

En tercer lugar, existe el problema de la interpretación exacta, o aceptablemente aproximada, de la magnitud de los fenómenos que se expresan mediante este tipo de representación. Para solucionarlo, hemos confeccionado un procedimiento para reproducir automáticamente una escala lineal de lectura en la vertical del gráfico.

#### a) El programa DIABLOCK.—

Este procedimiento requiere la definición de los siguientes datos: valores de las coordenadas de los puntos que definen un contorno geográficamente significativo y valores de las coordenadas de puntos interiores a él, en los que se ha sondeado el peso de la característica a representar.

Para la construcción del volumen a representar, el programa DIABLOCK utiliza un procedimiento de interpolación por aproximación numérica.

El procedimiento de interpolación por aproximación numérica considera que el valor de la característica de un determinado punto del mapa está determinado por la distancia desde ese punto a los puntos muestrales más próximos y por el valor de la característica en ellos. Comparado con el método de interpolación por ajuste de superficies polinómicas, este procedimiento da lugar a superficies mucho más complejas, disminuye el riesgo de distorsiones provocadas por errores y hace coincidir con bastante aproximación el valor de la superficie interpolada en un punto muestral y el valor de la característica en ese punto. Como hemos podido comprobar, es un método muy apropiado para la descripción numérica de la mayoría de las distribuciones espaciales.

Más concretamente, la fórmula de interpolación por aproximación numérica elegida, ha sido la siguiente:

$$Z_i = \frac{\sum_{k=1}^m (Z_k / D_{ik})}{\sum_{k=1}^m (1 / D_{ik})}$$

Donde:

$Z_i$  = valor interpolado de la característica en el punto  $i$ .

$m$  = número de puntos que componen la muestra espacial.

$Z_k$  = valor de la característica en el punto  $k$  de la muestra.

$D_{ik}$  = distancia lineal entre el punto  $i$  y el punto  $k$  de la muestra.

Esta formulación comparada con la expresión básica de medias ponderadas por distancias:

$$Z_i = \frac{\sum_{k=1}^m (Z_k / D_{ik})}{\sum_{k=1}^m (1 / D_{ik})}$$

concede mayor influencia a los puntos de la muestra más próximos. No obstante, existen formulaciones de interpolación por aproximación numérica que realzan todavía más la influencia local en el cálculo de valores interpolados. Tal es el caso de la fórmula que utiliza TOBLER (1970):

$$Z_i = 1/2 [ Z_n + (\sum_{k=1}^m (Z_k / D_{ik}^2) / \sum_{k=1}^m (1 / D_{ik}^2)) ]$$

en la que  $Z_n$  es el valor de la característica en el punto muestral más próximo.

Presentamos a continuación dos vistas complementarias del volumen que representa la variación espacial de la densidad de la población provincial en la España Peninsular en el año 1.981. (Fig. 11 y 12).

#### b) El programa PRISMAS.—

Este procedimiento tiene en común con el anterior toda la sección de dibujo del volumen tridimensional resultante, pero se diferencia claramente de él en el tipo de interpolación que efectúa, y en el conjunto de datos de base que requiere para su funcionamiento.

En este último sentido, el programa parte del conocimiento de una serie de contornos geográficamente significativos que cuartejan el espa-

cio a representar. La información que es necesario recuperar es, por tanto, similar a la que requiere el procedimiento de dibujo de mapas de coropletas —polígonos y pesos de la variable en el interior de cada polígono.—.

Una vez definida esta referencia espacial, para la construcción del relieve temático se asume que el peso de la variable es constante en el interior de cada contorno. Coherentemente con ello, el algoritmo de interpolación investiga a qué polígono es interior cada punto que se considera, y supone sobre él un peso equivalente al que afecta al polígono al que es interior.

$$Z_i = Z_k \Leftrightarrow P_i \in A_k$$

Donde:

$Z_i$  = valor interpolado de la característica en el punto  $i$ .

$Z_k$  = valor de la característica en el polígono  $k$

$P_i$  = punto  $i$

$A_k$  = polígono (área)  $k$

El resultado gráfico es un conjunto de prismas levantados sobre los contornos, de altura proporcional al peso de la variable de éstos.

Dos vistas complementarias realizadas con este procedimiento, que representan el mismo fenómeno que los gráficos realizados con el procedimiento DIABLOCK —densidades provinciales de población en la España Peninsular en 1981—, se presentan a continuación, (Fig. 13 y 14).

De la comparación de estos gráficos se puede avanzar la conclusión de que este último procedimiento tiene claras ventajas, en cuanto a su expresividad, cuando se trata de representar variables especialmente contrastadas —como suelen ser los atributos de tipo socioeconómico— y estrechamente relacionadas con unos contornos geográficamente significativos y conocidos por la persona que va a leer el gráfico.

## BIBLIOGRAFIA

— BAXTER, R.G., (1973): "GINO, a general purpose graphic system for cartographic", J.U.N.N.D., 10.

— BICKMORE, D.P., (1967): "The scope of automatic cartography", *Proceedings Geological Society of London*, 1642, pp. 205—9.

— BICKMORE, D.P. (1968): "Maps for the computer age", *Geographical Magazine* 41, pp. 221—227.

— BOVILLE, F., (1977): *Structuring Cartographic Data and Spatial Processes with the Hipergraph—Bases Data Structure*, Comunicación al M.I.T. Cambridge Mass. Advanced Study Symposium on Topographical Data Structures for Geographical Information Systems.

— BRODLIE, K.W., (1980): *Mathematical Methods in Computer Graphics and Design*, London, Academic Press, 147 pp.

— CAUVIN, C., REYMOND, H. y HIRSCH J., (1980): *Cartographie Informatisée et Géographique Humaine*, Strasbourg, C.N.R.S. Laboratoire de Cartographie Thématique.

— CEBRIAN DE MIGUEL, J.A. y GARCIA FERNANDEZ, M., (1982): "Sistemas de representación y Cartografía Temática. Evolución de las densidades de población de las provincias españolas en el período 1900—1981", *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, Madrid, (en prensa).

— CEBRIAN DE MIGUEL, J.A., (1982): "Nuevos planteamientos en la Organización de los Sistemas Cartográficos Nacionales. Euro—Carto I (Oxford, 13—16. XII. 81)", *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, Madrid, (en prensa).

— CEBRIAN DE MIGUEL, J.A., (1983): *Diseño mediante ordenador en resolución de problemas de representación gráfica y cartográfica en Geografía*. Tesis Doctoral, Facultad de Geografía e Historia, Universidad Complutense, 419 pp.

— COMITE FRANCAIS DE CARTOGRAPHIE, (1975): *Rapport national sur l'automatisation de la cartographie en France*, Paris, Les éditons internationales, Fascicule n° 63.

— DAVIS, J.C. y MCCULLAGH, M.,

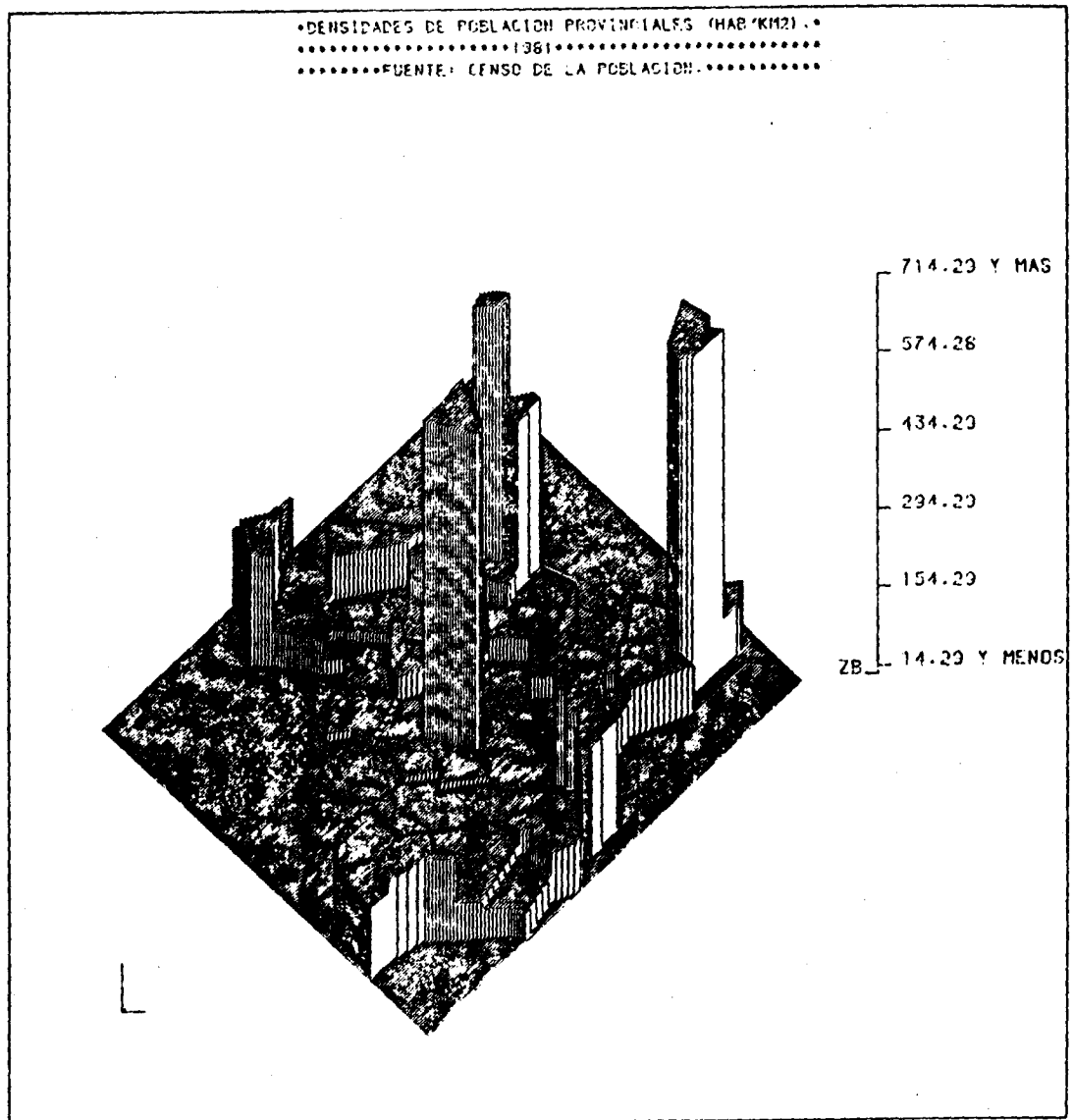


Figura 13.

Mapa de coropletas en tres dimensiones. Densidades de población de las provincias españolas, año 1981.



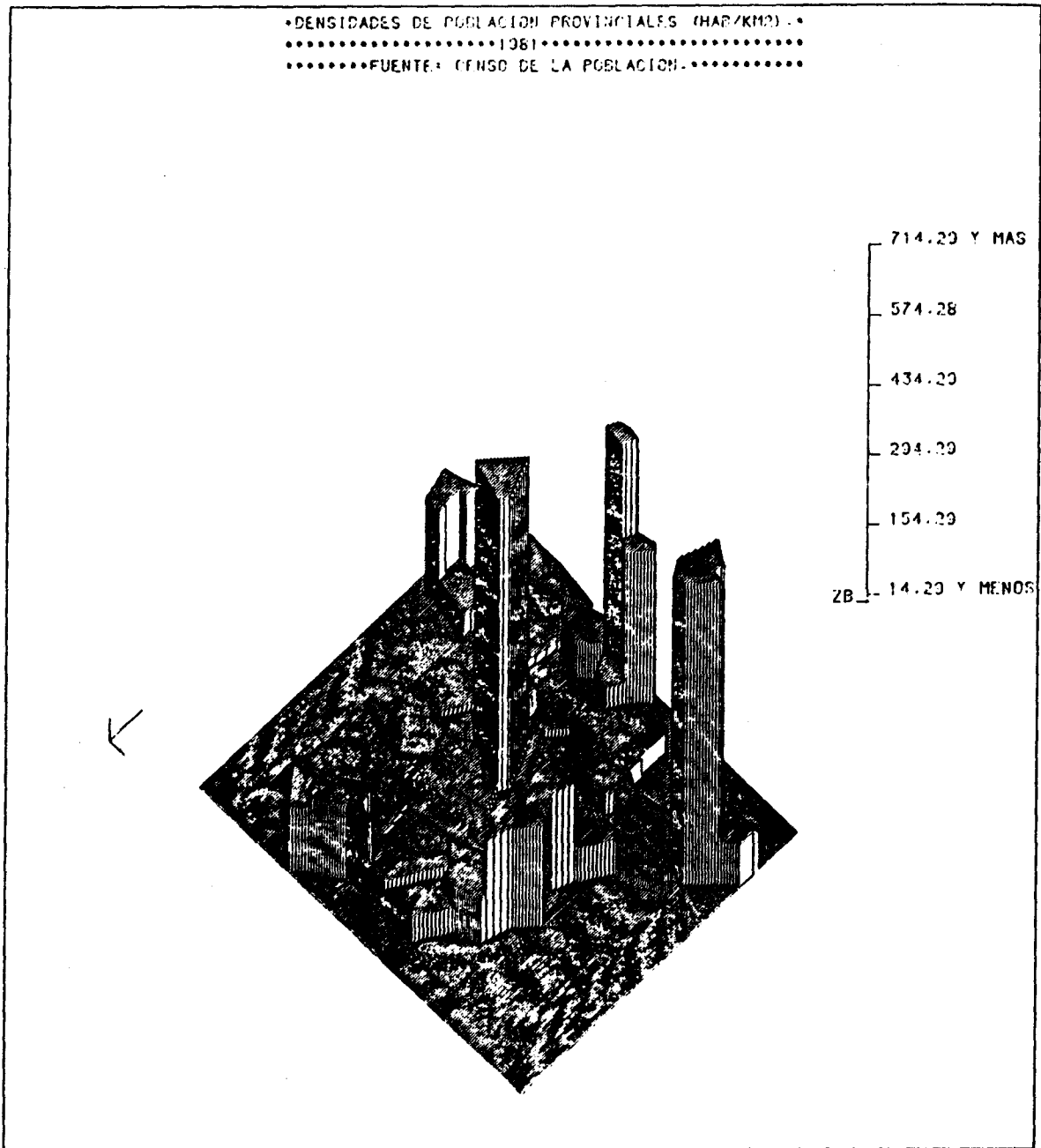


Figura 14

Mapa de coropletas en tres dimensiones. Densidades de población de las provincias españolas, año 1981. Visión desde el sureste.

(1975): *Display and Analysis of Spatial Data*, New York, Wiley and Sons.

– DOUGLAS, D., (1971): "VIEWBLOCK: A computer program for constructing perspective block diagrams", *Revue Géographique de Montreal*.

– GARCIA-COUREL, J.M., (1972): "Mapas estadísticos formados en ordenador", *Geographica*, C.S.I.C., nº 2, pp. 97–106.

– GARCIA-COUREL J.M., (1978): *Short notes and current applications and advantages of automated procedures in cartography*, Comunicación al Seminario de Cartografía Automática de Nairobi, Kenya.

– HERRERO GARCIA, R. y CEBRIAN DE MIGUEL, J.A., (1982): "An application of the drawing block diagrams and thematic maps in the manipulation of spatial data bases", en *Urban Data Management 9th European Symposium*, Valencia.

– KERN, R y RUSHTON, G., (1969): "MAPIT: A computer program for production of flow maps, dot maps and graduated symbol maps", *Cartographic Journal*, 6, pp. 131–137.

– MCDOUGALL, E.B., (1976): *Computer programming for Spatial Problems*, London, Arnold, 160 pp.

– MALLET, J.L., (1974): "Présentation d'un ensemble de méthodes et techniques de la cartographie numérique", *Annales de L' Ecole Nationale Supérieure de Géologie Appliquée et Géochimiques*, nº 4, C.N.R.S., Nancy.

– MARTINEZ DE SOLA, I., (1981): *Aproximación a la cartografía automática mediante ordenador. Análisis de sus posibilidades de uso en el marco de una investigación geográfica*. Memoria de Licenciatura, Facultad de Geografía e Historia, Universidad Complutense.

– MONMONIER, M.S., (1969): "Computer mapping with the digital incremental plotter", *Professional Geographer*, 20, pp. 408–409.

– MONMONIER, M.S., (1982): *Compu-*

*ter-Assisted Cartography. Principles and Prospects.*, United States of America, Prentice-Hall, 214 pp.

– NEWMAN, N.M. y SPROULL, R.F., (1973): *Principles of interactive computer-graphics*, New York, MacGraw-Hill.

– NUÑEZ DE LAS CUEVAS, R., (1970): "Estado actual de la automatización del proceso cartográfico", *Ciudad y Territorio*, nº 2.

– PEUCKER, T., (1972): *Computer Cartography*, Washington, Commission on College Geography, Association of American Geographers

– RHIND, D.W., (1976): "Towards universal, intelligent and usable automated cartographic systems", *ITC Journal*, 4, pp. 515–45.

– RIMBET, S., (1980): "Aperçu général sur la cartographie expérimentale", *Recherches Géographiques á Strasbourg*, 8, pp. 3–24.

– TAYLOR FRASER (ed.), (1981): *The computer in Contemporary Cartography*, Chichester, Wiley and Sons, 252 pp.

– TOBLER, W.R. (ed.), (1970): *Selected Computer programs*, Ann. Arbor: Department of Geography, Univ. of Michigan.

– VIDAL DOMINGUEZ, M.J. y ROJO PEREZ, F., (1983): *Introducción al programa de cartografía automática por impresora de líneas: SYMAP*, Madrid, Universidad Complutense, 159 pp.

– VIRGINIA POLYTECHNIC INSTITUTE AND STATE UNIVERSITY, (1975): *Computer Applications in Underground Mining Systems*.

#### NOTAS

(1) Este trabajo ha sido realizado por Beatriz Cristina Jiménez Blasco.

(2) Este trabajo ha sido realizado por Miguel García Fernández y Juan Antonio Cebrián de Miguel.

(3) Aunque no lo presentemos en esta ocasión, se encuentra ya disponible un procedimiento -FILM-, desarrollado en los últimos cinco meses, de animación gráfica de series espacio-temporales.

## UNA APLICACION DE LA INFORMATICA EN GEOGRAFIA: PROGRAMAS PARA EL CALCULO DE LA CENTRALIDAD COMERCIAL DE LOS NUCLEOS ARAGONESES

### I. INTRODUCCION

Desde hace algunos años el empleo de la informática en las investigaciones geográficas no ha cesado de crecer; con todo y por razones diversas, su utilización no es intensiva todavía.

El hecho de que, generalmente, para todo tipo de trabajos geográficos pueda disponerse de un volumen considerable de datos, requiere el uso de medios informáticos para su gestión; por otra parte, la metodología hipotético-deductiva, exige largos cálculos estadísticos para los que se hace imprescindible recurrir al ordenador.

Dentro de este contexto, hemos elaborado una cadena de programas que resuelven el proceso de obtención de diversos índices de centralidad comercial, según el desarrollo que ofrece PRECEDO A. (1976) y que ha sido empleado en Aragón.

#### Proceso para la obtención de la centralidad comercial

Entre otros objetivos, en nuestro trabajo nos proponíamos calcular el tamaño comercial-centralidad comercial de cada uno de los municipios aragoneses en 1950 y en 1980 (936 y 725 respectivamente), sus índices de atracción y la estructura jerárquica del sistema comercial. Las expresiones matemáticas de los conceptos más importantes se formulan del siguiente modo.

#### El rango de los bienes o mercancías.

El rango, puede definirse como la dispersión de las mercancías -funciones- (1) en un

sistema de lugares centrales; existen en consecuencia, uno por cada función central. Para un ámbito espacial, la cuantificación de los mismos viene dada por:

$$r_i = 1 - \frac{n_i}{N} \quad \begin{array}{l} i \in 1, 227 \\ N(1950) = 936; \\ N(1980) = 725, \end{array}$$

de donde

$r_i$  = Rango de un bien o mercancía

$n_i$  = N° de lugares (municipios) donde aparece el bien  $i$ .

$N$  = N° total de lugares del sistema (provincias y región).

Para facilitar el cálculo disponemos los datos en forma de "matriz geográfica". (BERRY, B.J.L., 1964) (Ver cuadro I).

Así, el rango resulta de restar a la unidad la fracción que relaciona el número de celdas con un determinado tipo de función y con el total de municipios.

#### La centralidad comercial.

A partir del rango de cada "bien", "mercancía" o "función", se calcula la centralidad o tamaño comercial de cada municipio, según:

$$C_j = \sum_{i=1}^n r_i \cdot n_{ji}, \text{ donde}$$

$C_j$  = Centralidad o tamaño comercial de un municipio "j".

$r_i$  = Rango de cada "bien", "mercancía" o "función" "i".

$n_{ji}$  = N° de funciones en "j" de cada tipo "i".

CUADRO I

Localidades	Población	Tipos de funciones					
		1	2	.	.	i	
1							
2							
.							
.							
.							
j						$x_{ji}$	$\sum_{k=1}^i x_{jk}$ Suma de los establecimientos del núcleo "j"
REGION						$\sum_{k=1}^j x_{ki}$	$\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^j x_{jik}$ Suma de los establecimientos de toda la región.

Suma de los establecimientos de tipo "i" en la región.

CUADRO II

Localidades	Población	Rango de las funciones					
		1	2	.	.	i	
1							
2							
.							
.							
.							
j						$n_{ij.r_i}$	$\sum_{k=1}^i n_{jk.r_k}$ Centralidad de un núcleo "j"
REGION						$\sum_{i=1}^j n_{i.r_i}$	$\sum_{k=1}^k \sum_{x=1}^x n_{xk.r_k}$ Suma total de las central. en la región.

Centralidad total de la función "i".

En definitiva, el rango se utiliza para ponderar cada tipo de función central y concederle mayor o menor peso en razón de su rareza espacial. La matriz resultante es: (Ver Cuadro II).

El valor de la centralidad es un dato esencial, y constituye el tamaño municipal empleado en todos los cálculos posteriores.

### Indices de atracción comercial.

Un laborioso tratamiento de los resultados anteriores permite obtener un índice que exprese la atracción comercial, que se ha llevado a cabo de dos formas distintas.

En el primer caso, hay que calcular el coeficiente de localización de cada función (en rigor no es sino un "índice per capita") como sigue:

$$C_{li} = \frac{r_i \cdot N_i}{P} \cdot 100$$

$C_{li}$  = Coeficiente de localización del bien "i"

$r_i$  = Rango de un bien o mercancía "i"

$N_i$  = Número total de funciones "i" en la región

$P$  = Población total de la región.

A partir de esta centralidad "per capita" de cada función, es fácil saber la "centralidad teórica" de esa función, es decir el tamaño comercial que en tal o cual mercancía debería tener un municipio, exclusivamente en razón de su población; su expresión es:

$$W_{fji} = \frac{C_{li} \cdot P_j}{100} \quad \text{de donde}$$

$W_{fji}$  = Peso funcional de la función "i" en el municipio "j".

$C_{li}$  = Coeficiente de localización del bien o función "i".

$P_j$  = Población del municipio "j".

Sencillamente se deduce que la centralidad teórica o tamaño comercial teórico, viene dado por la suma de los pesos funcionales.

$$C_{tj} = \sum_{i=1}^n W_{fji}$$

$C_{tj}$  = Centralidad o tamaño teórico comercial de un centro (municipio) "j".

El proceso aparece más claro en la siguiente disposición. (Ver cuadro III).

Este proceso, permite conocer los *excesos o carencias de cada tipo de funciones en cada municipio*, en relación con la media regional.

Ahora bien, pueden alcanzarse los mismos objetivos si en vez de considerar aisladamente cada tipo de función, las globalizamos. Así, calculamos la centralidad "per capita" con una simple división:

$$C_p = \frac{C}{P} \cdot 100$$

$C_p$  = Centralidad "per capita"

$C$  = Centralidad total de la región.

$P$  = Población de la región.

Partiendo de este índice, el tamaño comercial teórico se obtiene inmediatamente; basta multiplicar el índice "per capita" por el número de habitantes:

$$C_{tj} = \frac{C_p \cdot P_j}{100}$$

$C_{tj}$  = Centralidad o tamaño teórico de una localidad (municipio) "j"

$C_p$  = Centralidad "per capita".

$P_j$  = Población de la localidad "j".

Aparte de la expresividad que por si mismos tienen estos índices, de la comparación de ambos puede deducirse:

– Si la centralidad de un municipio (es decir su equipamiento actual), es igual a la centralidad teórica (o sea el equipamiento que debería tener en razón de su población)  $C_j = C_{tj}$ , entonces, no se producen fugas ni atracciones comerciales, o unas y otras se equilibran.

– Si la centralidad actual ( $C_j$ ) es mayor que la teórica ( $C_{tj}$ ) en un municipio dado ( $C_j > C_{tj}$ ), entonces este núcleo atrae parte de las compras de otros municipios o las atracciones superan las fugas.

– Cuando la centralidad actual ( $C_j$ ) es menor que la teórica ( $C_{tj}$ ) en un municipio ( $C_j < C_{tj}$ ), hay indicios de la pérdida de mercado hacia otros centros.

CUADRO III

Localidades	Población	Funciones (coefic. Loc.)				
		1	2	.	.	i
1						
2						
.						
.						
.						
j						$P_j \cdot C_{li}$ $\sum_{k=1}^i p_j \cdot c_{lk}$ Tamaño teórico o centralidad teórica del núcleo "j".
REGION						$\sum_{k=i}^j p_{ri} \cdot c_{lk}$ $\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n p_i \cdot c_{lk}$ Tamaño total teórico regional = tamaño total de centralidad.

Suma del tamaño total de la función "i" en la región.

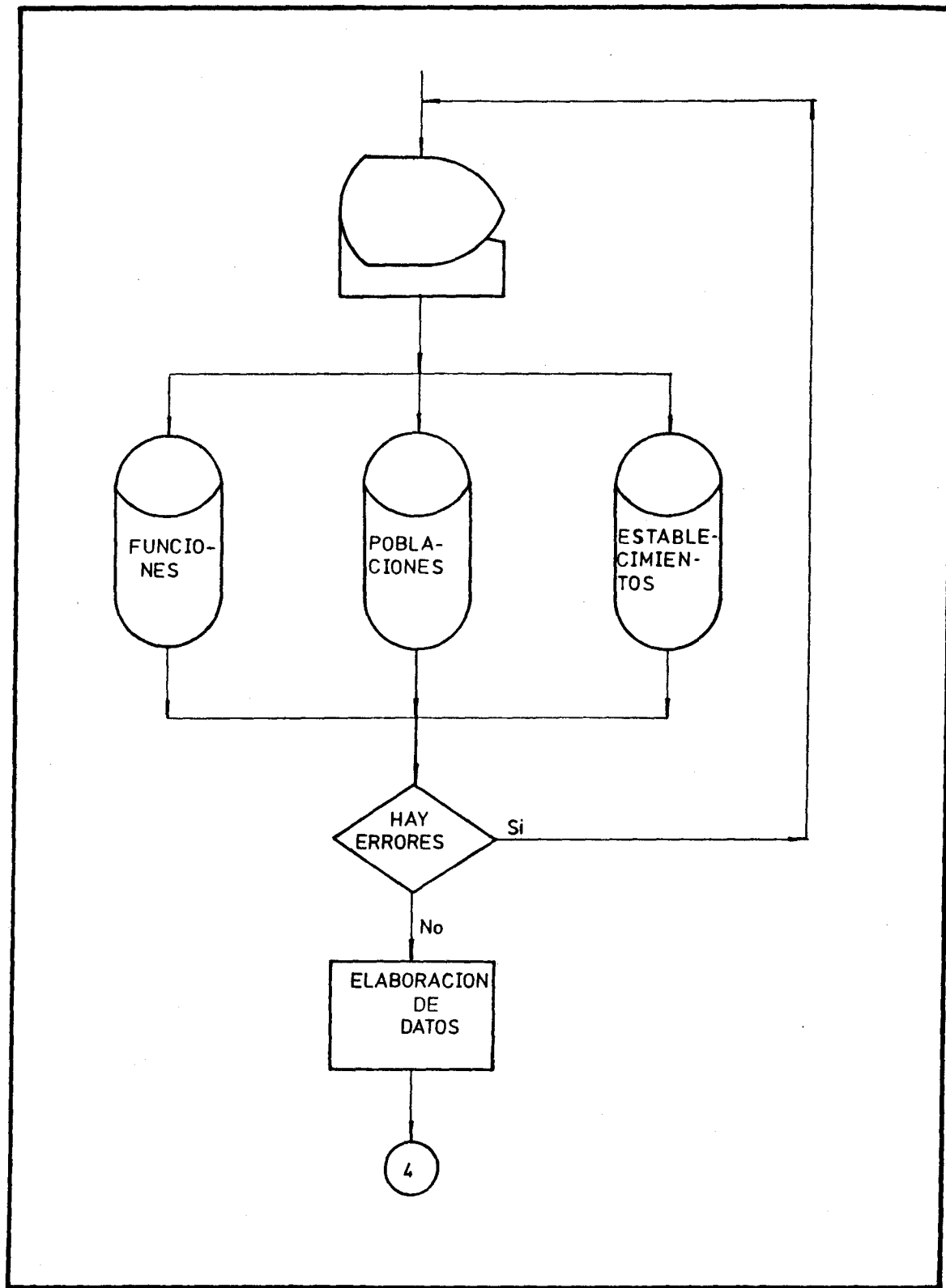


DIAGRAMA EXPLICATIVO DEL PROCESO DE INFORMATIZACIÓN

Figura 1.

Estos han sido, en apretado resumen, los cálculos más largos y complejos que nos hemos visto precisados a realizar; juntos a ellos, otros más sencillos que los han completado. A continuación, exponemos la solución informática que les hemos dado.

## II. ORGANIZACION DE LOS DATOS Y ESTRUCTURA DE LA CADENA DE PROGRAMAS.

De acuerdo a los objetivos perseguidos —evaluación del tamaño comercial, jerarquización— se ha procedido a organizar los datos, asociando a cada municipio— unidad espacial de recogida de información— su población, número y tipo de establecimientos procediendo de forma sistemática en 1950 y 1980.

Se emplean cuatro procesos claramente diferenciados para realizar el trabajo:

- (1).— Almacenamiento de la información
- (2).— Depuración de errores.
- (3).— Elaboración de los datos.
- (4).— Edición de resultados.

### Almacenamiento de la información.

Los datos son almacenados en tres tipos básicos de ficheros: FUNCIONES, POBLACIONES Y ESTABLECIMIENTOS (Fig. 1).

### Fichero de FUNCIONES.

En él se graban los tipos de comercio de que se ocupa nuestro estudio. El diseño de los registros son: (Ver cuadro IV).

Se recoge un total de 227 registros ordenados por su código en sentido creciente, aprovechando la codificación establecida por la fuente de procedencia.

### Fichero de POBLACIONES

Se constituye con los datos siguientes para cada núcleo (municipio): (Ver cuadro V).

Para el año 1950 se recogen 936 municipios, mientras que para 1980 son 725. El orden de grabación para este fichero coincide con el orden alfabético de cada localidad dentro de cada provincia; primero la de Huesca, luego Teruel y por último, Zaragoza.

### Fichero de ESTABLECIMIENTOS.

Finalmente, este fichero agrupa el código de cada localidad junto a la lista de los establecimientos y funciones censados en ella. Tiene, pues, dos tipos de información. Llamamos al primero Elemento Principal y a cada uno de los siguientes, Elemento Secundario. Así pues, un Elemento Principal puede soportar un máximo de 227 Elementos Secundarios.

Los esquemas de registro para este archivo son: (Ver cuadro VI).

Para la optimización del coste de tiempo y espacio físico sobre ordenador es muy conveniente evitar la grabación de aquellos Elementos Secundarios con una cantidad de establecimientos nula.

### Depuración de errores.

Después de la creación de los tres archivos anteriores se procede a la verificación de datos almacenados volviendo a digitarlos. Mediante un programa especial se contrasta la información ya grabada con la introducida por el teclado. Es preferible que la persona encargada de esta segunda fase sea otra que en la primera para no incurrir en la posibilidad de cometer los mismos errores. Las incorrecciones detectadas se subsanan antes de pasar a la fase siguiente.

### Elaboración de los datos.

Esta es sin duda la labor más importante de todo el tratamiento informático del trabajo. Una vez recogida la información es necesario adecuarla para que su manejo sea lo más cómodo y rápido posible. Esta adecuación consiste fundamentalmente en realizar diversas ordenaciones especiales de los datos atendiendo a algún criterio determinado. En particular, cabe destacar por su utilidad la ordenación de la lista de municipios por orden alfabético y por su número de habitantes.

Por tanto, estos procesos preparan la información ya introducida y elaborada para la fase siguiente.

### Edición de resultados.

Una vez dispuestos los datos correctamente, se persigue el cálculo y edición de ciertos coeficientes: los RANGOS, las CENTRALIDADES REALES Y TEORICAS, COEFICIENTES DE



**CUADRO IV**

Nº campo	Contenido	Tipo de Información	Longitud
1	CODIGO NUMERICO	Númerica	4
2	TIPO ESTABLECIMIENTO	Alfabética	1
3	DENOMINACION	Alfabética	25

**CUADRO V**

Nº campo	Contenido	Tipo de Información	Longitud
1	CODIGO PROVINCIA	Alfabético	1
2	CODIGO LOCALIDAD	Númerico	3
3	DENOMINACION	Alfabético	15
4	SUPERFICIE (Ha)	Númerico	6
5	NUMERO HABITANTES	Numérico	6

**CUADRO VI**

**ELEMENTO PRINCIPAL**

Nºcampo	Contenido	Tipo de Información	Longitud
1	CLAVE DE E. PRINCIPAL	*	1
2	CODIGO PROVINCIA	Alfabética	1
3	COGIDO LOCALIDAD	Numérica	3

**ELEMENTO SECUNDARIO**

Nº Campo	Contenido	Tipo de Información	Longitud
1	CODIGO ESTABLECIMIENTOS	Numérico	4
2	TIPO ESTABLECIMIENTO Y FUNCION	Alfabético	1
3	CANTIDAD ESTABLECIMIEN- TOS Y FUNCIONES	Numérico	3

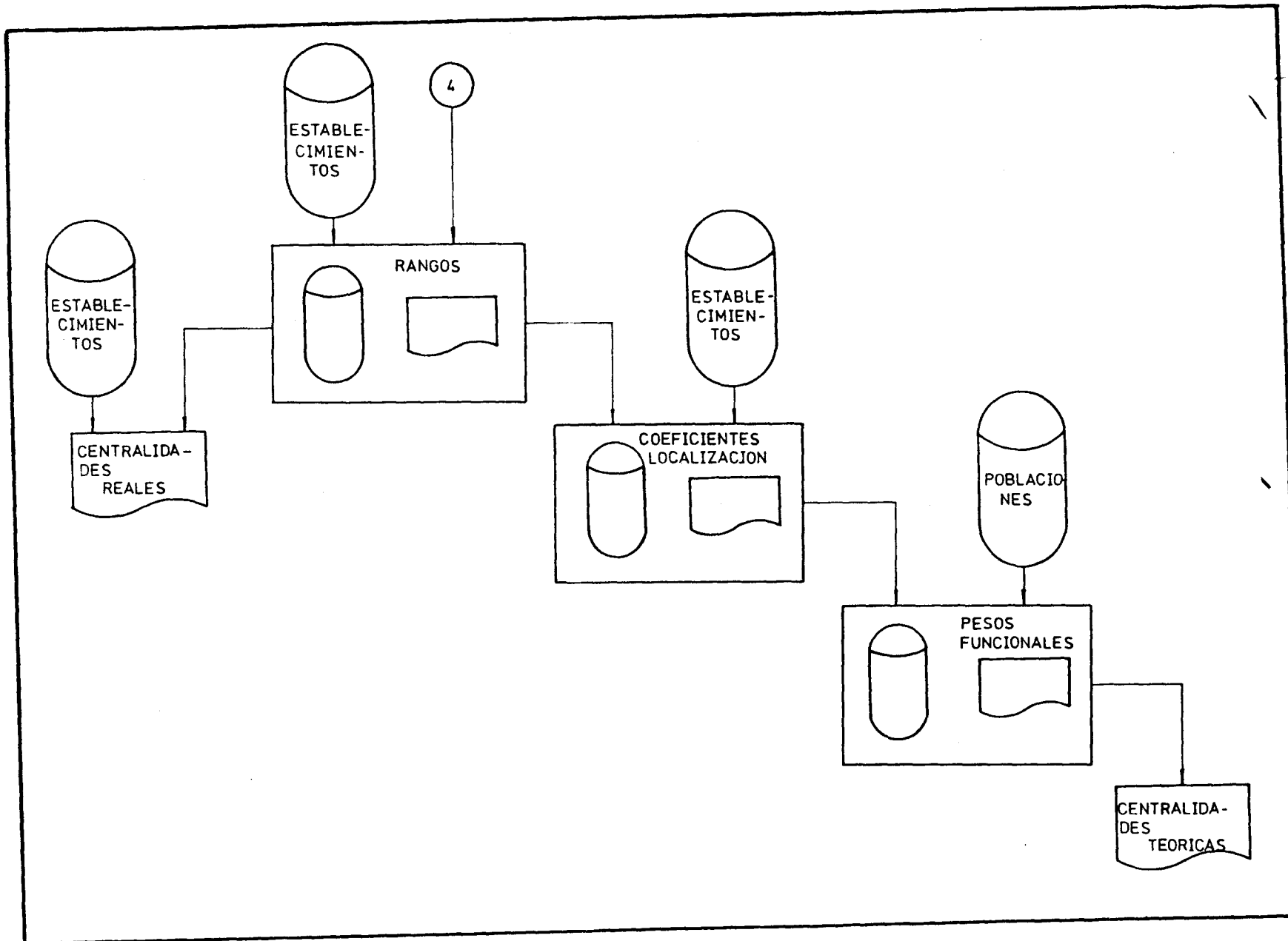


Figura 2.

## LOCALIZACION Y PESOS FUNCIONALES.

### Cálculo de RANGOS.

Los rangos se obtienen para los años 1950 y 1980 dentro del ámbito regional y del provincial. Como se puede deducir de la expresión que los define sólo dependen de la variable  $ri$  ya que  $N$  es constante dentro de cada espacio y año. Por tanto, como  $N$  es conocida, para determinar cada  $ri$  basta buscar su  $n^o$  correspondiente. Esto se lleva a cabo mediante lecturas sucesivas del fichero de ESTABLECIMIENTOS. Una vez obtenidos e impresos los Rangos se graban para ser usados en posteriores coeficientes.

### Cálculo de Centralidades reales.

Es este un coeficiente definido para cada localidad y distinto según el año y para la región y provincias. El proceso de cálculo consiste en acumular los productos del número de comercios de un cierto tipo por sus rangos correspondientes en cada municipio. No es pues, más que una serie de lecturas hechas secuencialmente. El cálculo se realiza a la vez que las lecturas y, al final, se imprimen todas las centralidades reales.

### Cálculo de los coeficientes de localización.

Para su determinación son necesarios los rangos ya almacenados y el número de funciones de cada tipo en la región. Esta última cifra resulta también de sucesivas lecturas y acumulaciones del fichero ESTABLECIMIENTOS. Una vez leído todo el archivo se listan los coeficientes y se almacenan en el disco para su utilización en la siguiente fase.

### Cálculo de los pesos funcionales.

Para esta operación son necesarios el Coeficiente de Localización ya computado, y la población de cada municipio, definida en la primera parte del esquema (almacenamiento de información). Se poseen pues ya todos los datos por lo que el cálculo y listado de los Pesos Funcionales es inmediato. También son almacenados en un fichero especial para el siguiente paso.

### Cálculo de las Centralidades Teóricas.

Para este coeficiente basta conocer exclusivamente los Pesos Funcionales, ya determinados. Se procede pues a su cálculo y listado a partir de dicho parámetro.

Estos han constituido los ejes principales sobre los que se ha estructurado una cadena de 46 programas, que nos han permitido alcanzar, de forma rápida, los índices y coeficientes deseados (Fig. 2).

## III. EQUIPO

Para el tratamiento de los datos y elaboración de resultados se ha empleado un microprocesador: el CBM COMMODORE 386 32, cuya CPU tiene una capacidad de 32 Kbytes, junto a su unidad de disquettes DUAL DRIVE FLOPPY DISK y la impresora EPSON MX-80 como periféricos de almacén y edición de datos respectivamente. Dadas las características de este equipo, el lenguaje empleado para la confección de nuestros programas ha sido el BASIC.

## IV. CONCLUSIONES

Ciñéndonos a los aspectos exclusivamente informáticos, los resultados habidos de la aplicación de estos programas nos han reafirmado en la convicción de que el ordenador se revela como una herramienta útil e indispensable en el manejo de largas series estadísticas, habituales ya en Geografía, aparte de otro tipo de aplicaciones. La exactitud de los cálculos, y la economía de tiempo son factores determinantes de su progresivo uso. La validez de lo producido es una cuestión distinta; su información e interpretación constituyen la labor central del geógrafo.

## BIBLIOGRAFIA

BEAVON, K.S.O. (1981), *Geografía de las actividades terciarias. Una reinterpretación de la teoría de los lugares centrales*, Oikos-tau, Barcelona.

BERRY, B.J.L. (1971), *Geografía de los centros de mercado y distribución al por menor*, Vicens-Vives, Barcelona.

DAVIES, W.K. (1967), "Centrality and the Central Place Hierarchy". *Urban Studies*, nº 4; p. 61-79.

PRECEDO, A. (1976), *La red urbana de Navarra*, Caja de Ahorros de Navarra, Pamplona.

SERRANO DE ENTRAMBASAGUAS, G. (1976), *Bases de datos (Una concepción de Sistemas de Información)* Serv. Public. Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid.

BERRY, B.J.L. (1964): "Approaches to Regional Analysis: A synthesis". *Annals of Association of American Geographers*, n° 54; p. 2-11.

#### NOTA

(1) El término "bien" es empleado en la literatura anglosajona sobre los lugares centrales como por ejemplo BERRY, B.J.L. (1971). Sin embargo, no hay objeción para que pueda ser sustituido por el de "mercancia": (BEAVON, K.S.O., 1981 y DAVIES, W.K., 1967). Cada bien o mercancía es comercializado preferentemente por un tipo de establecimientos al cual da nombre; ello no impide que un comercio agrupe varios tipos de bienes aunque la "función central" que desempeña cada comercio la constituye su actividad principal.

## GEOGRAFIA Y TELEDETECCION EN ESPAÑA

### INTRODUCCION

Podemos definir genéricamente la Teledetección, también llamada Percepción Remota (del inglés *Remote Sensing*), como el conjunto de técnicas que permiten captar propiedades características de una amplia gama de objetos sin entrar en contacto físico con ellos.

De esta definición, podemos deducir que existe un gran abanico de sistemas de Teledetección. Desde el ojo, el oído ó el olfato humanos, hasta los modernos satélites espaciales, reúnen las características de la definición apuntada, pues permiten recoger información sobre objetos situados a mayor o menor distancia.

Ahora bien, de ese amplio margen de posibilidades existen sistemas que se han desarrollado de una forma más minuciosa hasta convertirse en elementos imprescindibles en cualquier sistema de información espacial.

Para ordenar de alguna forma nuestra exposición, hemos preferido realizar previamente un análisis de estos sistemas fundamentales, al objeto de situar posteriormente en su debida amplitud su aportación a la investigación geográfica.

### 1. SISTEMAS DE TELEDETECCION

Una de las divisiones más utilizadas en Teledetección se basa en el procedimiento empleado en la captación de la información. Así, se habla de sensores fotográficos "cuando se fijan y producen por medio de reacciones químicas, en

*superficies convenientemente preparadas, las imágenes recogidas en el fondo de una cámara oscura"*. (Diccionario de la Real Academia, 1970, pag. 632). Aquí se incluyen los sistemas más conocidos y también los más utilizados por los geógrafos, como sería el caso más claro de la fotografía aérea pancromática (Blanco y Negro), Color, Multibanda, Infrarroja, Infrarroja color (Falso color), etc.

Por el contrario, se denominan sensores no fotográficos a aquellos que detectan y acumulan la información mediante otro tipo de mecanismos (1). En este grupo se incluyen los diversos equipos de barrido multiespectrales (*Multi-spectral Scanners*), que permiten realizar un rastreo exhaustivo y secuencial de un área determinada; el *Radar*, sistema activo que emite un haz de energía a una frecuencia concreta —normalmente microondas— para recoger posteriormente su reflexión sobre diversos objetos; el *Lidar*, similar al radar pero trabajando con luz polarizada o láser; y los Radiómetros de Microondas, que recogen y miden el flujo de radiación que incide en la antena, procedente de la superficie de la Tierra.

No es el objeto de este breve trabajo realizar un análisis exhaustivo de estos sistemas, sino más bien enmarcar su utilización por el geógrafo. Por ello se ha realizado esta división, ya que se relaciona, en gran medida, con la posibilidad de acceso a la información que cada sistema proporciona. Mientras los sistemas fotográficos están ampliamente extendidos (Fotografía aérea pancromática, más especialmente), y son fácilmente accesibles en nuestro país, los no fotográficos

cubren áreas más restringidas, salvo las imágenes espaciales, poseen mayor dificultad de tratamiento, y —sobre todo— son técnicamente peor conocidas. Todo ello explica su escasa utilización por la geografía española, aunque no la justifica, ante la calidad y cantidad de la información que proporcionan.

## 2. METODO DE TRABAJO

El objetivo de esta comunicación ha sido realizar un balance del papel que la Teledetección ha jugado en la investigación geográfica en nuestro país.

Teniendo en cuenta que es muy grande el número de publicaciones esporádicas que se realizan, hemos seleccionado en este estudio únicamente aquellos trabajos incluidos en revistas de investigación, relacionadas de una y otra forma con la Geografía (2), en conjunto veinticinco, que se detallan en el apéndice. Asimismo hemos acotado cronológicamente el estudio, eligiendo el año 1970 como fecha de partida.

Con estas limitaciones, la muestra del estudio se componía de unos tres mil artículos y trabajos, por lo que restringimos de nuevo el estudio a aquellos que trataran algún sistema de teledetección como sujeto central del estudio, ya fuera como su instrumento básico para el desarrollo del objetivo propuesto, ya como tema que se pretendía analizar en sí o en su aplicación metodológica a nuestro área de estudio. Quedan así excluidos todos aquellos trabajos en los que el sistema de Teledetección empleado constituye únicamente un capítulo más, y no el central, por considerar que no aportaban datos decisivos al desarrollo de estas técnicas en su perspectiva concreta de aplicación metodológica a la Geografía (3).

En definitiva la muestra a estudiar se reduce finalmente a 22 trabajos; 17 de los cuales constituyen artículos de revistas o ponencias en congresos relevantes, y el resto libros ó estudios más detallados centrados en esta temática.

## 3. ANALISIS DEL CONTENIDO

Aunque muy someramente, el propio número de trabajos seleccionados entre la amplitud

de la muestra inicial, da idea de la escasa presencia de este instrumento de trabajo en nuestra disciplina. Más aún si tenemos en cuenta que de los 22 trabajos, la mayor parte (13) se centran en la fotografía aérea pancromática, y aún de los 9 restantes, 6 utilizan procedimientos de fotointerpretación.

La ausencia de trabajos sobre sistemas sensores de gran capacidad informativa, muy utilizados por los geógrafos de otros países, como sería el caso del Radar (tanto de apertura sintética, SAR, como lateral, SLAR), de los equipos de barrido multiespectrales (MSS), tanto aéreos como espaciales, de los radiómetros de microondas, o de las diversas posibilidades que brindan otras técnicas fotográficas (multibanda, infrarroja, color, etc), pueden asimismo relacionarse con el escaso interés técnico—instrumental de la geografía en nuestro país. La utilización de estos instrumentos de información espacial de base —así como el caso de la informática—, se ha realizado muy lentamente y aún sólo está en sus labores en la geografía española, tantas veces encerrada en métodos y objetivos tradicionales que es preciso actualizar constantemente.

Pasando al terreno de lo concreto, hemos agrupado los trabajos seleccionados en dos grandes capítulos según su objetivo. De esta forma, distinguimos los trabajos metodológicos, ligados al desarrollo de alguna técnica o a la aplicación de algún nuevo aspecto a la geografía, y los trabajos temáticos, que recogen más bien un uso puramente instrumental, en aras de realizar la cartografía temática de un espacio concreto.

### Trabajos metodológicos

Como hemos visto previamente, entendemos aquí por trabajos metodológicos aquellos que persiguen como objetivo básico incorporar un nuevo aspecto metodológico a nuestra ciencia, bien mediante la aplicación de una nueva técnica, o bien de un nuevo sistema sensor. Decimos como objetivo básico ya que este tipo de artículos habitualmente concluyen con una aplicación concreta, que sirve de comprobante a lo aludido teóricamente, pero no podemos por ello considerarlos como propiamente temáticos.

En este grupo se incluyen sin duda los trabajos más interesantes. En el campo de la foto-

grafía aérea, debemos destacar el pionero trabajo de los profesores Casas Torres y Mensua Fernández (1965), sobre su aplicación a la cartografía de ocupación del suelo, línea ésta continuada por estos autores y sus discípulos con gran eficacia científica.

Continuando su preocupación por estas cuestiones, el Dr. Casas Torres (1971, pp. 100-102), aboga por un mayor uso de la fotografía aérea en nuestra disciplina, así como el Prof. Vilá Valentí (1975), que resume sus principales campos de aplicación para la Geografía, en un trabajo multidisciplinar sobre sensores remotos.

Trabajos metodológicos más puntuales serían los de Luisa María Frutos (1976, pp. 3-8), sobre los cambios superficiales en el paisaje; Ana Sabaté (1976, pp. 487-504), que ensaya un interesante método de cálculo de población y densidades —para tres núcleos urbanos bien contrastados del entorno madrileño— basado en la fotografía aérea; y Andrés Precado (1979, pp. 173-183) que sugiere una clasificación tipológica de la estructura urbana a partir de la fotografía aérea.

Otro capítulo de gran interés es el centrado sobre las imágenes ofrecidas por los satélites espaciales. Gracias a un proyecto multidisciplinario realizado por el Instituto Geográfico Nacional en colaboración con la N.A. S.A. (R. NUÑEZ DE LAS CUEVAS (Ed), 1976) se inició esta línea de trabajo por los Dres. Casas Torres, Chicharro Fernández y Sanz Donaire, que recogen posteriormente sus conclusiones en la revista "Las Ciencias" (1978).

En estos trabajos, centrados en el análisis de usos del suelo e interpretación geomorfológica, el tratamiento de la imagen es puramente visual, trasladando los métodos de la fotointerpretación clásica a unas imágenes de características similares. Esta tónica se mantiene en los trabajos de López Bermúdez (1976, pp. 133-142), presentación escueta de la imagen Landsat-1 sobre Murcia; Mensua Fernández (1980, pp. 175-180) que discrimina la superficie agrícola de la inculca para la provincia de Zaragoza sobre la imagen en falso color del Landsat; y Lizárraga-Creus (1981, pp. 251-260), análisis muy somero de la provincia de Navarra sobre imágenes del Land-

sat-1. En todos los casos se produce una gran pérdida de la información almacenada por el satélite (casi 30 millones de elementos de información en cada escena), que, lógicamente, no es captada en su integridad por el ojo humano.

Este punto nos lleva a abordar una nueva serie de trabajos, desgraciadamente muy restringida, que se ocupa del tratamiento informático de la información detectada. Se trata de los estudios de Boente Castells (1981) y Constancio Cerdá (1980), que constituyen intentos de utilizar nuevas técnicas, incluyendo capítulos de gran interés: uso del microdensitómetro en el análisis de fotografías pancromáticas e infrarrojo color, tratamiento digital de imágenes multispectrales, termogramas, etc. En ambos casos se trata de estudios de investigación inéditos, por lo que no contribuyen a la difusión de este tipo de técnicas.

Mención aparte merece el estudio piloto de J.M. Casas Torres, E. Chuvieco y R. Núñez de las Cuevas (1983), sobre la aplicación de la Teledetección de la cartografía de ocupación del suelo, donde por vez primera en nuestro país, un grupo de geógrafos realiza un trabajo de clasificación digital de una escena Landsat, en estrecha colaboración con los técnicos del Departamento de Teledetección y Cartografía Espacial del I.G.N. francés. El mapa final, recoge la clasificación de una superficie aproximada de 34.000 km<sup>2</sup>, correspondiente a la zona centro, en 15 categorías de usos del suelo. Pese a las imprecisiones que puedan hallarse en el estudio, es un paso de gran trascendencia hacia la plena introducción de esta técnica en el hacer geográfico de nuestro país (4).

## 2. Trabajos temáticos

Respecto a aquellos estudios temáticos en los que algún sistema de Teledetección constituye la fuente de información fundamental, podemos afirmar, en primer término, que se encaminan en su mayor parte a la obtención de cartografía temática. Los usos del suelo agrarios y urbanos son los campos más elaborados, mientras la geomorfología ocupa el segundo foco de interés, aunque prima aquí más la observación directa sobre la fotografía aérea.

Respecto a la cartografía de usos del suelo

se ha desarrollado de forma especial en los últimos veinte años precisamente gracias a la introducción de la fotografía aérea. Antes de disponer el vuelo americano sobre todo el territorio nacional (1957-58) este tipo de estudios se realizaban sobre datos estadísticos y trabajos de campo, en nuestro país muy laboriosos debido a la propia complejidad de nuestro territorio.

Desde los años sesenta cobran un impulso especial este tipo de estudios gracias, fundamentalmente, al apoyo del Instituto de Geografía Aplicada del C.S.I.C., y de sus profesores Mensua Fernández y Casas Torres —con posterior presencia de sus discípulos—. El primero de ellos ha sido tal vez, el investigador más destacado en esta faceta, elaborando los mapas de usos del suelo de Navarra (Mensua Fernández y Solans Castro, 1965, pp. 9-15), Zaragoza (1971, pp. 203-208), Logroño (en colaboración con García Ruiz, 1976), y Aragón (en fase de publicación). Por su parte, J. Sancho Comins (1979), realiza el de Castellón de la Plana, y E. Chicharro Fernández (1976a y 1976b) el de la Sierra norte de Madrid (Somosierra).

No obstante este avance, en la mayor parte de nuestro territorio queda pendiente la cartografía de uso del suelo, instrumento imprescindible para cualquier labor seria de planificación territorial. Precisamente la Teledetección, y más concretamente el tratamiento digital de las imágenes espaciales en combinación con el trabajo de campo y la fotografía aérea, es —a nuestro juicio— el único instrumento capaz de paliar esta deficiencia, para lo cual los geógrafos españoles debemos orientarnos hacia el aprendizaje de estas técnicas, a fin de servir de forma más eficaz al interés común y, por ende, al desarrollo de nuestra disciplina.

## CONCLUSIONES

Es evidente que, “..... desde un principio los sensores remotos se han aplicado a la Geografía como ciencia del análisis territorial, especialmente para el desarrollo, estudio y actualización de la cartografía. Es bien sabido que la Teledetección permite una exacta localización de los objetos en el espacio a la vez que identifica su naturaleza, dimensiones y características.” (LI-ZARRAGA y CREUS 1981, pp. 258).

Ahora bien, esta aplicación es aún muy limitada, no sólo cuantitativa sino también cualitativamente. Es preciso aumentar el uso de estos sistemas de información espacial, ampliando así mismo el abanico de posibilidades hoy muy limitado a la fotografía aérea pancromática.

En esta línea se encontraría la incorporación a los valiosísimos datos procedentes de los satélites espaciales (Landsat, HCMM, Meteosat, Nimbus, Seasat, con información ya disponible en menor o mayor cuantía, y la de los futuros proyectos SPOT, Spacelab, Mapsat, etc.), para lo que no podemos conformarnos con una interpretación visual de las imágenes —muy valiosa indudablemente, pero también muy limitada—, sino que es preciso iniciar las técnicas de tratamiento informático, a fin de manejar con mayor coherencia la gran cantidad de información disponible.

## APENDICE I

Relación de las revistas utilizadas en la confección de este artículo:

### AL-MUD

Anales de Geografía (Univ. Complutense)  
 Boletín de la Real Sociedad Geográfica  
 Cuadernos de Geografía (Univ. Valencia)  
 Cuadernos geográficos de la Universidad de Granada  
 Cuadernos de investigación. Geografía e Historia (Logroño)  
 Cuadernos de Ordenación del Territorio  
 Didáctica Geográfica (Univ. de Murcia)  
 Eria. Revista Geográfica  
 Estudios Territoriales  
 Geocrítica (Univ. Barcelona)  
 Geographica (Int. Geografía Aplicada)  
 Geographicalia (Univ. Zaragoza)  
 Geografía de Catalunya  
 La Naturaleza y sus Recursos  
 Las Ciencias (Asoc. Española para el progreso de las Ciencias)  
 Norba (Univ. Extremadura)  
 Papeles del Departamento de Geografía (Univ. Murcia)  
 Paralelo 37° (Almería)  
 Revista de Geografía (Univ. Barcelona)  
 Revista de Estudios Regionales  
 Tarraco (Univ. Tarragona)



REFERENCIAS

- (1) Aunque posteriormente se realicen tratamientos cuasifotográficos de esa información, para su mejor análisis. Este sería el caso de las imágenes (no fotografías) de la mayor parte de los satélites espaciales.
- (2) No obstante, se hará referencia también a los trabajos más destacados a los que hayamos podido acceder en el momento de redactar esta ponencia (Mayo de 1983)
- (3) Por otro lado sería muy prolija la enumeración de dichos trabajos, ya que en nuestro país la fotografía aérea se ha utilizado en los últimos años con gran profusión, aunque no siempre con gran brillantez como demuestra el escaso desarrollo de los trabajos metodológicos.
- (4) Este trabajo se encuentra actualmente en fase de publicación.

BIBLIOGRAFIA

BOENTE CASTELLS, M.J. (1981), "*Ensayo de la utilización de los sensores remotos en Geografía local*", Tesis de Licenciatura, Univ. Complutense de Madrid. (Inédita)

CASAS TORRES, J.M. y MENSUA FERNANDEZ, S. (1965), "Un método de investigación en el estudio de la utilización del suelo", *III Coloquio de Geografía*, Asoc. Española para el progreso de las Ciencias, Madrid, pp. 49.

CASAS TORRES, J.M. (1971), "Geografía y Fotografía Aérea", *Geographica*, vol. XIII, nº 2, pp. 100-102

CASAS TORRES, J. M. (1978), "Cartografía Geográfica y Utilización de Suelos", *Revista las Ciencias*, t. XLIII, num. 2, pp. 97-101.

CASAS TORRES, J.M., E. CHUVIECO Y R. NUÑEZ DE LAS CUEVAS (1983), "*Estudio piloto sobre la aplicación de la Teledetección a la Cartografía de Ocupación del Suelo. Memoria Final*", Instituto de Geografía Aplicada-

CEOTMA, Madrid, (Inédito)

CONSTANZO CERDA, V.R. (1980), "*Aplicaciones de la percepción remota a estudios del medio ambiente y recursos naturales*", Facultad de Gfía. e Historia, Univ. Complutense, Tesis de Diploma de Doctor, (Inédita)

CHICHARRO FERNANDEZ, E. (1976a), "La utilización del suelo en la Hoja num. 510 (Marchamalo)", *Boletín de la R. S. Geográfica*, tomo CXII, Parte I, pp. 159-168.

CHICHARRO FERNANDEZ, E. (1976b), "*El piedemonte de Somosierra*", Tesis Doctoral, Fac. de Geografía e Historia, Univ. Complutense, Inédita.

CHICHARRO FERNANDEZ, E. (1978), "Cartografía del uso del suelo sobre datos del Landsat", *Las Ciencias*, t. XLIII, num. 2, pp. 127-131.

FRUTOS, L. M. (1976), "La aplicación de la fotografía aérea al estudio de la evolución del paisaje: el modelo de Berdún.", *Cuadernos de investigación*, Geografía e Historia, C.U. de Logroño, Tomo II, pp. 3-8.

LIZARRAGA, M.A. y CREUS NOVAU, J. (1981), "Imágenes de Navarra ofrecidas por el ERST-1", *Estudios de Geografía. Homenaje al Prof. Floristan*, Pamplona, Institución Príncipe de Viana. Diputación Foral de Navarra, pp. 251-260.

LOPEZ BERMUDEZ, F. (1976), "Ensayo de presentación geográfica de la Provincia de Murcia a partir de las fotografías de satélites artificiales", *Anales de la Universidad de Murcia*, vol. XXXI, pp. 133-142.

MENSUA FERNANDEZ, S. y M. SOLANS CASTRO (1965), "Mapa de utilización del suelo de Navarra", *Geographica*, año XIX, pp. 9-15.

MENSUA FERNANDEZ, S. (1971), "Presentación del mapa de utilización del suelo de la provincia de Zaragoza", *Geographica*, año XIII, nº 4, pp. 203-208.

MENSUA FERNANDEZ, S. y J.N. GARCIA

RUIZ (1976), "*Mapa de utilización del suelo de la provincia de Logroño*", Logroño, Instituto de Estudios Riojanos.

MENSUA FERNANDEZ, S. (1980), "El espacio cultivado en la provincia de Zaragoza", en "*Los Paisajes rurales de España*", Asociación de Geógrafos españoles, Valladolid, pp. 175-180.

PANAREDA CLOPES, J.M. (1974), "Curso de percepción remota de los recursos terrestres", *Revista de Geografía de la Universidad de Barcelona*, vol. VIII, nos. 1 y 2, pp. 227-232.

PRECEDO LEDO, A. (1979), "Un ensayo de análisis y tipificación de la morfología urbana mediante la fotografía aérea", *Geographica*, CSIC, vol. XXI-XXII, pp. 173-183.

SABATE MARTINEZ, A. (1976), "Ensayo so-

bre la cuantificación de datos a partir de la fotografía aérea", *Boletín de la R.S. Geográfica*, Tomo CXII, Parte II, pp. 487-504.

SANCHO COMINS, J. (1979), "*Castellón de la Plana, Mapa de utilización del suelo*", Castellón de la Plana, Caja de Ahorros y M.P.

SANZ DONAIRE, J. (1978), "Interpretación geomorfológica sobre datos del Landsat", *Las Ciencias*, tomo XLIII, num. 2, pp. 143-147.

VILA VALENTI (1975), "Aplicaciones a los estudios de Geografía agraria y urbana", en "*Aplicaciones de la Percepción Remota a las ciencias de la Tierra*", Madrid, I.G. Nacional-Consortio de Información y Documentación de Cataluña, I.G.N.

**DIGITIZACION SEMIAUTOMATICA DE AREAS ADMINISTRATIVAS.  
PRESENTACION DE LA BASE DE REFERENCIAS ESPACIALES DE LA DIVISION  
ADMINISTRATIVA DE MADRID.**

**I. DIGITIZACION Y CARTOGRAFIA AUTOMATICA**

La aparición, relativamente reciente, de la cartografía automática como herramienta de investigación en Geografía, conlleva una serie de tareas relacionadas, cuya discusión puede ser de gran interés de cara a la mayor y mejor utilización de la informática en la elaboración de gráficos, mapas y planos.

La conversión de un elemento cartografiable en su descripción numérica es, sin duda, la más importante de estas tareas aludidas. Se conoce, indistintamente, con los nombres de digitalización o digitalización.

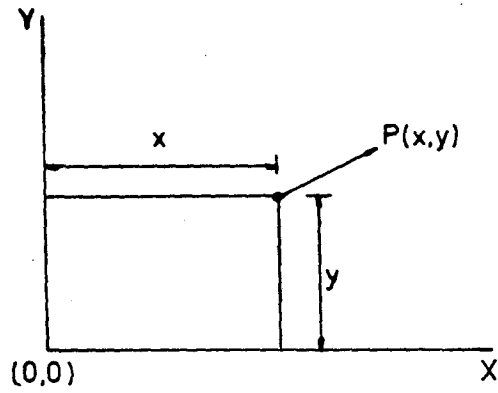
Antes de entrar en el tema concreto de esta comunicación, hemos de referirnos a una serie de nociones básicas sobre el tratamiento digital de imágenes, para encuadrarlo en un contexto adecuado.

En primer lugar, es necesario mostrar cómo los elementos sobre los que se basa la elaboración de un mapa son susceptibles de ser tratados informáticamente, y, por lo tanto, éste puede realizarse de forma automática. En definitiva, el mapa es una simplificación de la realidad, a la que representa mediante puntos (cotas, entidades de población.....), líneas (ríos, carreteras....) y contornos (parcelas, unidades administrativas...). Si tenemos en cuenta que las líneas son una sucesión de puntos, y los contornos un conjunto de líneas, la confección de un mapa se basa, en última instancia, en una información pun-

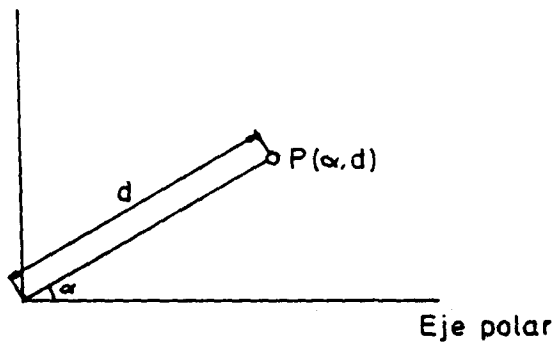
tual. Nosotros, pues, podemos almacenar la localización de estos puntos, bien formando líneas y contornos, o bien aislados, en un soporte informático, que, una vez tratado apropiadamente con un programa de dibujo, es posible verter en un periférico gráfico de un ordenador: impresora de líneas, plotter, pantalla de rayos catódicos, etc.

En general, al geógrafo lo que más le interesa es la cartografía temática, que no es más que el dibujo de un mapa o plano, caracterizando los lugares y áreas que lo componen, a través de una simbología gráfica convencional. Estos símbolos pueden representar la magnitud de una o más variables en un lugar determinado, o la existencia de diversos atributos. En el caso de mapas de unidades administrativas se ha utilizado con profusión el sistema de las tramas. Las figuras convencionales, por su parte, pueden inscribirse dentro de un contorno o localizarse sobre un punto concreto. A su vez, pueden ser figuras geométricas o analógicas, éstas últimas son poco empleadas, el ejemplo más común es el de los mapas climatológicos, donde suelen aparecer figuras como la del sol, gotas de lluvia, cristales de hielo. etc. Cuando se trata de figuras geométricas es muy frecuente que su tamaño sea ponderado de acuerdo con el valor que representen, en este sentido, están muy extendidos los mapas que indican tamaño de poblaciones por medio de esferas; también los círculos, divididos o no en sectores, son muy utilizados en mapas de características demográficas y económicas.

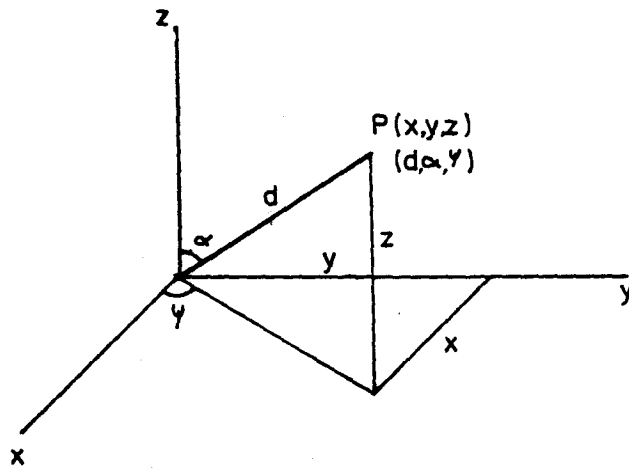
Tanto la descripción de las tramas como la



Coordenadas cartesianas



Coordenadas polares



Coordenadas esfericas

## SISTEMAS DE COORDENADAS

Fig. 1

de las figuras puede definirse igualmente como un conjunto de puntos, y, por consiguiente, trazarse con un procedimiento automático.

Si nosotros, junto con la descripción numérica de un elemento cartografiable, definimos un código de identificación, y con este mismo código grabamos una serie de datos correspondientes, podemos obtener una cartografía temática por ordenador, asignando previamente una trama o figura determinada a cada valor o intervalo de valores. Si queremos que los símbolos sean ponderados, su tamaño también se calcula automáticamente, con relación a un sistema de escala prefijado.

Pensemos, por ejemplo, en un mapa de población mediante esferas, además de evitarnos el dibujo de los contornos geográficos y el de las esferas, nos ahorraremos el cálculo de su volumen, normalmente aplicando la fórmula de Steen de Geer, que supone un trabajo bastante pesado y puramente mecánico.

#### Conversión digital de una imagen.—

La obtención de mapas y planos por ordenador requiere que cualquier imagen real que deseemos representar sea suministrada de forma digital, es decir, que se haga de ella una descripción numérica.

En la actualidad existen dos tipos formalmente distintos, para la conversión digital de una imagen: el modo vectorial y el modo raster.

El modo vectorial consiste en ir tomando, en un orden correlativo, las coordenadas de cada uno de los puntos que aproximan la forma de los elementos que componen una imagen. El sistema de coordenadas más utilizado es el cartesiano. En él, cada punto del espacio viene definido por sus proyecciones sobre un haz de ejes ortogonales que se cruzan en el punto origen. En el caso de puntos de un plano, los dos ejes del haz reciben respectivamente los nombres de ejes de abscisas —o de las X— y eje de ordenadas —el de las Y—. No obstante, existen otros sistemas, como el esférico, que describe la posición de un punto sobre una superficie esférica en términos de distancia angular desde dos círculos máximos perpendiculares entre sí, es el sistema de longitudes y latitudes terrestres, referidas, en este caso,

al Ecuador y al Meridiano de Greenwich. Por su parte, las coordenadas polares dan la localización de un punto por su distancia a un origen y por el ángulo formado con el eje de referencia (Fig. 1).

El modo raster, también llamado matricial, considera la totalidad de la imagen, almacenándola en una matriz de la que posteriormente se puede obtener una salida gráfica. Más adelante explicaremos con mayor detalle la forma en que se realiza este tipo de captación de imágenes.

Las máquinas apropiadas para efectuar una digitización vectorial son los llamados digitizadores de mesa. Es un medio semiautomático, pues han de estar asistidos por un operador.

El digitizador en sí va conectado a una mesa o tablero donde se extienden los mapas, planos o fotos, y a un cursor, lente dispuesta en un soporte especial, cuyo centro, señalado con una cruz, se va colocando sobre los puntos que queremos describir, grabándose sus coordenadas, con una precisión de centésima de milímetro, en una cinta o cassette.

Al principio de un trabajo de digitización ha de elegirse un punto que se considere el origen de los ejes cartesianos, sobre él ha de colocarse el cursor y pulsarse un botón específico de su soporte. A fin de no tener luego puntos con coordenadas negativas, situaremos el origen en el ángulo inferior izquierdo del mapa.

A la vez que se toman las coordenadas que definen un determinado elemento, lo más frecuente es añadir un código que lo identifique. Para grabar estos códigos antes de la descripción numérica de la unidad digitizada, la propia máquina dispone de un teclado, muy similar al de una máquina de escribir. También existen sistemas de codificación automática, conocidos con el nombre de "menús". Son cuadros con una serie de elementos gráficos significativos, cuyos códigos se han definido y almacenado previamente. Cuando se digitiza un elemento en concreto se coloca primero el cursor en el lugar apropiado del menú, pulsándose el botón correspondiente, y automáticamente se graba el código de dicho elemento antes de dar su descripción numérica. En digitización de mapas topográficos este sistema es muy útil, dado que la variedad de ele-

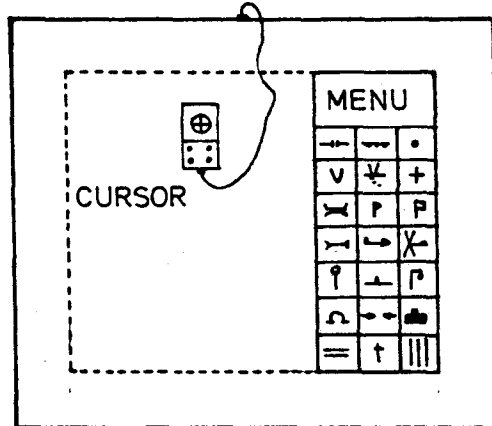


Fig. 2

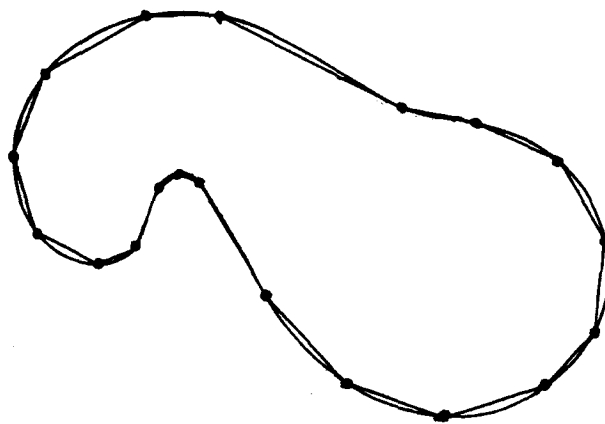


Fig. 3

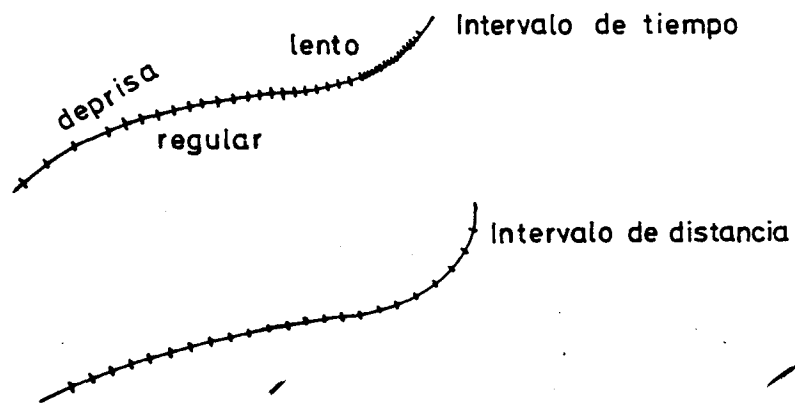


Fig. 4

mentos cartografiados es muy grande, y, por tanto, los códigos son muchos y, a veces, complicados, por lo que definirlos cada vez que se requieran puede resultar muy engorroso (Fig. 2).

Dentro de los "digitizadores de mesa" hay modelos muy diferentes según su grado de sofisticación técnica. Los más simples funcionan por inducción magnética, y no poseen pantalla donde se vaya dibujando lo que se digitiza, lo cual trae consigo que, después del trabajo de digitización, nuestras referencias espaciales tengan que ser dibujadas mediante un periférico gráfico de un ordenador, para, de este modo, poder ver los fallos cometidos. A esta forma de digitización se le denomina OFF-LINE, implica el hecho de que la digitización sea una tarea totalmente independiente del proceso de los datos. Como los resultados sólo pueden verse "a posteriori", es necesario emplear después programas de depuración y corrección de coordenadas, aumentando considerablemente el trabajo.

En general, los digitizadores más utilizados actualmente disponen de una pantalla sobre la que se reproducen los movimientos que va describiendo el cursor, lo que permite una digitización ON-LINE o interactiva, pues se efectúan a la par el registro de coordenadas y la manipulación informática. Posee la enorme ventaja de que los errores pueden detectarse sobre la marcha, corrigiéndolos inmediatamente. Pero requiere un equipo mecánico más costoso, siendo imprescindible que estén conectados al digitizador, por lo menos, una pantalla y un mini-ordenador.

Por otra parte, nuevos procedimientos electrónicos están sustituyendo al tradicional sistema magnético de captación de coordenadas (1).

Para finalizar este apartado, vamos a referirnos, muy por encima, a las máquinas empleadas en una digitización raster: los scanners.

Dentro del scanner, los mapas o fotos que deseamos digitizar se colocan en un tambor que es girado a gran velocidad, produciendo la descomposición de la imagen en una matriz de filas y columnas de amplitud microscópica. A cada celda de esta matriz se le asigna un valor blanco o negro, o incluso gris en algunos modelos, según

contenga o no un elemento visible de la imagen.

El sistema raster supone una completa automatización del trabajo de digitización, ya que no necesita la asistencia de un operador. Proporciona mapas de una exactitud inigualable, y, mediante la aplicación de programas de conversión matricial a vectorial, puede también ofrecer las prestaciones específicas de este modo de descripción digital, como son la posibilidad de cálculo de perímetros y superficies y la obtención de mapas de una calidad estética superior.

#### **Digitización de unidades físicas y digitización de unidades administrativas.—**

Aunque nuestro tema es la digitización de unidades administrativas, vamos a comentar, brevemente, las principales características de la referenciación espacial de unidades físicas. Es evidente que éstas últimas entrañan una dificultad mucho mayor que las áreas administrativas que, al fin y al cabo, se reducen a unos contornos más o menos simples.

En primer lugar, entendemos como elemento físico todo aquel que tenga una plasmación real en el paisaje, sea natural o no (p. ej. una carretera).

Los elementos físicos, en un sentido geométrico, pueden ser puntuales, poligonales abiertas y poligonales cerradas. De cada uno de ellos debe digitizarse su localización y codificarse su tipo.

La localización, a su vez, puede estar definida únicamente por las coordenadas, o, también, incluir una segunda información: la orientación.

La codificación del tipo puede tener diversos grados de complejidad. Así una carretera la podemos codificar primero con una letra o número que la identifique como elemento de comunicación, a continuación otro carácter alfanumérico específica que se trata de una carretera, para distinguirla, por ejemplo, de una línea de ferrocarril, e iremos añadiendo otros que indiquen la categoría, materiales, etc.

En la digitización topográfica la codificación supone un trabajo fundamental, puesto que

ha de ser muy precisa, y, no siempre, resulta fácil encasillar todos los elementos que aparecen en los mapas.

Existen otros muchos aspectos de la digitización de unidades físicas que, pese a su interés, no vamos a comentar aquí para no alejarnos demasiado del objeto de esta comunicación.

La digitización de unidades administrativas resulta mucho más sencilla. Un mapa de áreas administrativas es, en definitiva, un mosaico de poligonales cerradas. Consiguientemente, su digitización consiste en ir tomando las coordenadas de los puntos que aproximen la forma de estos contornos. Según que éstos sean más o menos regulares y el grado de acercamiento a la realidad que deseemos alcanzar, variará el número de puntos descritos.

Para el registro de los puntos que definen un contorno hay dos procedimientos diferentes: nodal y continuo.

El nodal implica que han de señalarse, antes de la digitización en sí, los puntos que, a nuestro juicio, aproximen bien un contorno dado. Normalmente elegiremos los puntos de inflexión. La figura nº 3 aclara totalmente la idea que queremos expresar.

El registro continuo supone ir recorriendo los contornos sin levantar el cursor del tablero, existiendo dos modalidades para la grabación de las coordenadas de los puntos que recorre. La primera de ellas es ir tomando, a intervalos de tiempo iguales, la localización de los puntos sobre los que en esos momentos esté el cursor. Su mayor problema estriba en las distintas velocidades con que podemos recorrer las líneas, pues, si en un tramo vamos muy deprisa, tomaremos menos puntos que en otro que vayamos más lentos. La otra modalidad consiste en almacenar las coordenadas de los puntos que se encuentran a intervalos de igual distancia, de manera que todos ellos son equidistantes. El resultado de este tipo de registro suele ser muy satisfactorio (Fig. 4).

En general la digitización continua es más precisa que la nodal, sobre todo en contornos muy irregulares. El único inconveniente es que

puede no considerar puntos que sean muy significativos. En contornos geométricos no es muy interesante, ya que resulta mucho más efectivo digitizar sólo los vértices (registro nodal).

## II. ALTERNATIVAS DE DIGITIZACION DE UNIDADES ADMINISTRATIVAS.

En este apartado vamos a tratar las diferentes alternativas con que podemos realizar una digitización vectorial de unidades administrativas.

Ya expusimos anteriormente que la descripción numérica de una poligonal cerrada se reduce a la captación de las dos coordenadas cartesianas de todos los puntos que aproximen suficientemente su forma, pero esto se puede realizar, básicamente, de tres formas distintas.

### Descripción por poligonales cerradas.—

Consiste en ir tomando la localización de todos los puntos que definen cada contorno, una vez simplificado. El orden en que éstos se van registrando a partir de uno, arbitrariamente elegido como el primero, ha de ser, por supuesto, correlativo, y es recomendable que se haga en el sentido de las agujas del reloj, pues existen programas que, leyendo las coordenadas de un polígono en dicho orden, calculan su superficie. Además, en una digitización OFF—LINE hay que tener mucho cuidado en seguir siempre el mismo orden en el recorrido de los contornos, si no queremos dificultar mucho la labor de depuración posterior, como se verá más adelante (Fig. 5).

### Digitización por líneas de frontera.—

Si observamos la figura nº 5 nos daremos cuenta que los puntos comunes a dos contornos han sido digitizados dos veces, por consiguiente, hemos repetido trabajo, y, por otra parte, corremos el riesgo de que, si no digitizamos exactamente los puntos comunes, el dibujo resultante puede mostrar las poligonales contiguas muy próximas, pero no del todo ajustadas.

Sin embargo, nosotros podemos optar por otra alternativa que evita estos problemas. Si subdividimos la figura en las seis fronteras existentes, considerando frontera no sólo las líneas que separan dos áreas, sino también las externas, únicamente tendremos que describir estas seis



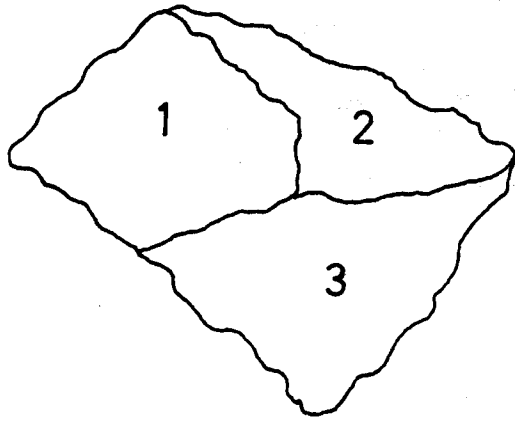


Fig. 5

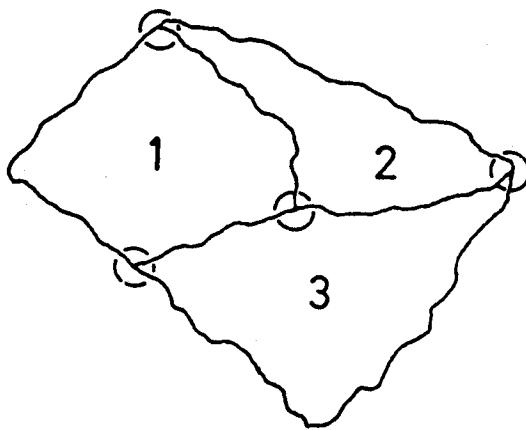


Fig. 6

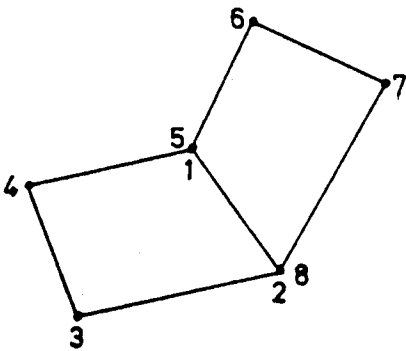


Fig. 7

CUADRO Nº 1

---

<u>DISTRITOS</u> <u>Nº NOMBRE</u>	<u>Nº DE BARRIOS</u>	<u>Nº DE SECCIONES</u>
1 CENTRO	6	202
2 ARGANZUELA	6	93
3 RETIRO	6	88
4 SALAMANCA	6	153
5 CHAMARTIN	6	97
6 TETUAN	6	132
7 CHAMBERI	6	157
8 FUENCARRAL	7	108
9 MONCLOA	7	81
10 LATINA	7	185
11 CARABANCHEL	7	171
12 VILLAVERDE	8	144
13 MEDIODIA	6	106
14 VALLECAS	6	150
15 MORATALAZ	7	89
16 CIUDAD LINEAL	9	159
17 SAN BLAS	7	87
18 HORTALEZA	7	102

---

fronteras (Fig. 6).

El problema que se deriva de este tipo de digitización es que, generalmente, a parte del dibujo de las áreas, se desea obtener una cartografía temática. Esto se soluciona con la utilización de programas capaces de reconstruir y reconocer un área por sus líneas de fronteras (2).

Esta alternativa es muy recomendable en trabajos de digitalización de polígonos irregulares, como son, por ejemplo, los contornos provinciales y municipales. En cambio, si se trata de áreas muy regulares, no suele ser rentable este tipo de digitalización, pues muchas fronteras en realidad son segmentos, y, como consecuencia, no hay puntos intermedios entre los nodos (puntos que son confluencia de fronteras).

#### Descripción continua.—

La descripción continua no debe confundirse con el registro continuo, que habíamos visto en el apartado 1.2, sino que se refiere a la digitización de un mosaico de contorno, comenzando en un punto determinado, y recorriendo todas las líneas de forma indiscriminada, es decir, sin tener en cuenta a qué áreas pertenecen. La figura nº 7 ilustra lo que intentamos explicar, los números indican el orden en que han sido tomados los puntos.

Esta forma de descripción continúa necesita para su posterior tratamiento un programa adecuado que reconoce los segmentos internos, y los fragmenta para poder obtener luego el dibujo individualizado de los contornos que se deseen representar.

### III. DIGITIZACION DE AREAS ADMINISTRATIVAS Y JERARQUIA ESPACIAL.

La división administrativa de un territorio, normalmente, se organiza en una jerarquía espacial. Una división de orden superior queda formada por otras más desagregadas. Por tanto, al digitizar un mapa de áreas administrativas elementales, hemos definido implícitamente los contornos de las divisiones administrativas superiores.

En España la unidad elemental, desde un punto de vista administrativo, es la sección cen-

sal. Las secciones se agrupan en distritos, éstos en municipios que, a su vez, se unen formando provincias, y, en el último escalón de la jerarquía están los entes autonómicos.

Si nosotros codificamos cada unidad administrativa elemental digitizada, de modo que se especifique a qué áreas superiores de la jerarquía espacial pertenece, podremos luego identificar estas divisiones superiores y obtener su dibujo automáticamente, mediante un programa que elimine las fronteras internas de las unidades elementales.

Para aclarar el sistema de codificación expuesto, supongamos que vamos a digitizar todos los municipios españoles. El código de cada uno estaría formado por un primer número que indicara la comunidad autónoma a la que pertenece, el segundo sería el correspondiente de la provincia, y, por último, iría el número de orden que tiene dentro de ésta.

Esta codificación descendente nos permitirá reconstruir un mosaico de áreas administrativas superiores a partir de otro inferior. Así, en nuestro ejemplo, podremos obtener el mapa provincial y autonómico de España, una vez digitizado el de municipios.

Una ventaja mucho más importante que se deriva de tener estructurados de este modo los códigos, es que posibilita el dibujo sólo de la parte que nos interese de toda la base espacial digitizada. De esta forma, especificando en un programa idóneo el código que corresponde a Galicia, obtendremos el mapa de los términos municipales de esta región; si, luego, lanzamos el mismo programa con el código de Pontevedra, que estaría formado por el de Galicia, seguido del número de esta provincia, se dibujará únicamente el mapa de los municipios de la citada provincia.

Estas prestaciones son fundamentales en cartografía temática. Asimismo, la codificación escalonada facilita el reconocimiento de cada unidad en el fichero donde estén grabadas nuestras referencias espaciales.

La codificación detallada en el ejemplo implica que la descripción se haya hecho por poligonales cerradas (ver apartado II. 1). Pero si se

ha seguido la alternativa de las líneas de frontera, cada una de estas ha de tener un doble código descendente, los de las áreas dejadas a derecha e izquierda.

Para ambas alternativas existen procedimientos automáticos de reconstrucción de unidades de superior nivel en la jerarquía espacial (3).

#### IV. BASE ESPACIAL DE LA DIVISION ADMINISTRATIVA DE MADRID.

Una vez vistas todas las consideraciones técnicas y teóricas anteriormente expuestas, intentaremos, en este apartado, explicar la génesis y características de la base de referencias espaciales de la división administrativa del término municipal madrileño, trabajo que realizamos íntegramente en el Instituto Geográfico Nacional, donde se pusieron a nuestra disposición todos los medios técnicos necesarios (4).

Dado que la unidad administrativa mínima es la sección censal, la parte más importante y costosa del trabajo consistió en la digitización de las dos mil trescientas cuatro secciones en que está dividido el municipio de Madrid. A partir de este fichero obtuvimos, de una forma automática, otros dos, uno formado por la descripción digital de los ciento veinte barrios madrileños, y, el otro por la de los dieciocho distritos municipales.

En el cuadro nº 1 puede verse el número de barrios y secciones que comprende cada distrito.

El mapa base que digitizamos fue el confeccionado por COPLACO, a escala 1:10.000, con el seccionamiento censal municipal referido al año 1981. Comprende cinco hojas de tamaño 92 X 141 cm. En realidad, es un plano callejero sobre el que se han dibujado los límites de las secciones censales, así como los de los barrios y distritos, en trazos sucesivamente más gruesos.

Los errores que descubrimos en la forma de algunas secciones los corregimos según lo que indicaban los planos de cada sección, que el Ayuntamiento tiene a escala 1: 2.000, en los que se muestra, de modo preciso, su tamaño y límites.

#### Tareas previas.—

En primer lugar, tuvimos que diseñar el sistema de codificación. En este sentido, decidimos que el código fuera exclusivamente numérico, y que estuviera estructurado en cuatro enteros distintos. El primero sería el número del distrito, por lo que puede variar desde el 01 hasta el 18. El segundo el número de barrio dentro del distrito, como el número máximo de barrios de un mismo distrito es nueve, únicamente constará de un dígito. En tercer lugar vendría el número de orden de la sección, puede tomar los valores desde el 001 hasta el 202, como máximo. Finalmente, el cuarto sería el número de puntos que aproximen el contorno de esa sección, tendrá, a lo sumo, dos dígitos, pues no hay ninguna sección definida por más de 99 puntos.

Por ejemplo el código (07-1-001-03) indica que es la sección primera del distrito de Chamberí (7), en el barrio de Gaztambide (71), y su forma ha de ser triangular, pues la definen tres vértices.

Como nosotros optamos por un registro nodal (ver apartado 1.2), uno de los trabajos que tuvimos que realizar, previamente a la digitización, fue la simplificación de los contornos en el mapa base. En nuestro caso no fue demasiado complicado, puesto que la mayoría de las secciones tienen forma poligonal. no obstante, tuvimos que tener cuidado para no dejarnos puntos sin señalar. Una situación muy común es la que se representa en la figura nº 8, donde, a pesar de que la sección nº1 es un cuadrado (cuatro vértices), son cinco los puntos que la definen. El tercero no es un vértice, pero es un punto común con otra sección, y también debe digitizarse, tanto para obtener un dibujo perfecto, como, fundamentalmente, si queremos someter nuestro fichero de coordenadas a un procedimiento informático de reconstrucción de áreas de nivel superior jerárquico (Fig. 8).

Simultáneamente a la labor de simplificación, hemos de señalar de forma clara el punto que va a digitizarse en primer lugar dentro de cada sección, pues es muy importante saber esto a la hora de detectar y corregir los posibles errores que cometamos en la digitalización. En la figura 9 se muestra un ejemplo de sección mal di-

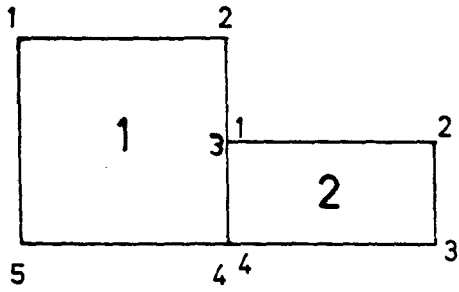


Fig. 8

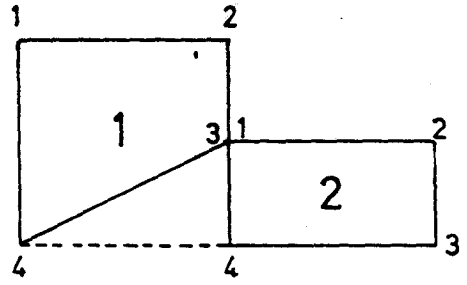
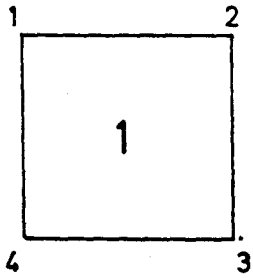
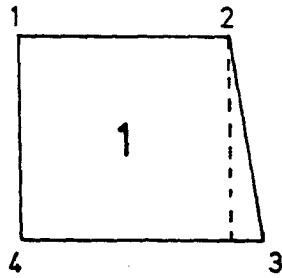


Fig. 11



Seccion en el  
mapa base



Seccion  
digitizada

Fig. 9

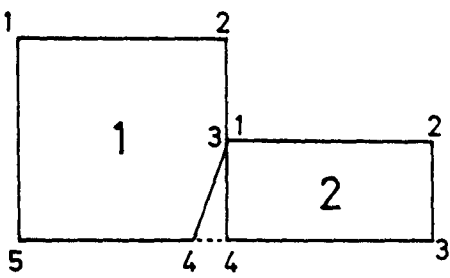


Fig. 10

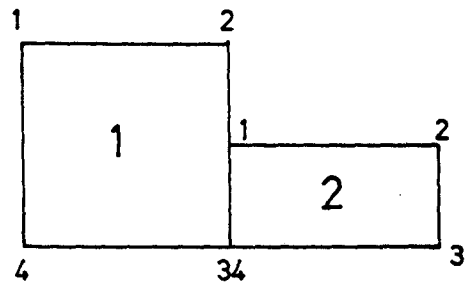


Fig. 12

gitizada. El punto equivocado es el tercero, si no supieramos en que orden han sido registrados, tendríamos que comprobar las coordenadas de los cuatro puntos que definen la sección, para localizar el erróneo. Cuando tengamos contornos menos regulares el trabajo de corrección se hará terriblemente costoso, si no tomamos esta precaución.

Nosotros, en concreto, señalamos con una cruz todos los vértices y puntos de intersección de las secciones, y pintamos un "1" en aquellos puntos que iban a ser los primeros en la descripción de cada contorno. De este modo, el mapa base fue mucho más fácil de digitizar, y, por otro lado, resultó un instrumento básico para la depuración posterior de las referencias espaciales (Fig. 9).

#### Grabación de las coordenadas.—

La alternativa de digitización elegida fue la descripción por poligonales cerradas, dado que la mayor parte de las líneas de frontera se reducían a segmentos. Derivado también de la frecuente forma poligonal de las secciones, pensamos que lo mejor era hacer un registro de tipo nodal, puesto que nos interesaba sólo la localización exacta de los puntos señalados, como hemos visto en el apartado anterior.

El digitizador utilizado fue un BENDIX, únicamente adecuado para una digitización OFF-LINE (ver apartado I.1). Esta máquina graba las coordenadas de los puntos tomados con el cursor en una cinta magnética de 800 BPI.

El principal problema de una digitización de tipo OFF-LINE, como se recordará, es que los errores no pueden ser detectados hasta que no computemos los datos informáticamente. Por esta razón tuvimos que desarrollar diversos procedimientos de corrección y depuración de coordenadas que, a continuación, vamos a exponer en la consideración de que puede resultar interesante para aquellas personas que no dispongan de los medios técnicos necesarios en una digitización interactiva (ON LINE).

#### Corrección de coordenadas (5).—

Entre todos los errores cometidos, el más frecuente fue que un mismo punto estuviera definido, en cada una de las secciones a las que es

común, de forma distinta, como sería el caso que muestra la figura nº 10. este problema tiene una solución muy fácil, sólo hay que corregir en el fichero el punto mal digitizado, dándole las coordenadas que tiene en la sección bien descrita (Fig. 10).

Otro tipo de error bastante común consistió en olvidarnos de digitizar algún punto en un contorno. Así, en la figura nº 11, puede comprobarse que nos hemos saltado el punto 4º de la sección nº 1. Aquí la solución también es sencilla, no hay más que añadir en el lugar correspondiente las coordenadas de dicho vértice, que sabemos que son las del 4º punto de la sección nº 2, pero debemos tener en cuenta que hay que especificar en el código de la primera sección que son cinco puntos los que la definen y no cuatro.

A decir verdad, incurrimos en errores de este tipo que no fue fácil descubrir, esto ocurría cuando el dibujo no nos mostraba claramente el fallo. Por ejemplo, en la figura nº 12, el punto 3º de la sección nº 1 no ha sido definido, y, sin embargo, el dibujo es correcto. El problema que se nos planteó no era, pues, el de representación, sino que algunos programas, con que tratamos posteriormente nuestra base espacial, requerían la descripción real de los contornos (Fig. 12).

Una dificultad de otra índole tuvimos como consecuencia de que el mapa base constaba de varias hojas, y, por consiguiente, teníamos que desplazar el origen cada vez que colocábamos una hoja nueva en la mesa del digitizador, ya que las cinco juntas no cabían.

Nosotros definimos el origen (0.,0.) de todo el mapa en el ángulo inferior izquierdo, señalado con la letra O en la figura nº 13. Cuando digitizamos la hoja nº 2 dimos como origen funcional de ésta las coordenadas del punto A, para la hoja nº 3 fueron las del B, para la nº 4 el C, y para la 5ª el punto D. Las coordenadas de A, B y C las anotamos al digitizar la primera hoja, y las del punto D, cuando estábamos con la tercera.

Los valores de las coordenadas de cada uno de estos orígenes auxiliares se indican manualmente, mediante unas teclas que a este propósito tiene el digitizador, y, los puntos que digitice-

mos a continuación se grabarán con su localización real respecto al verdadero origen O. (Fig. 13).

Alguna vez nos ocurrió que no definimos exactamente las coordenadas de estos orígenes secundarios, de forma que el dibujo de esa hoja resultaba desplazado, o bien solapado, en relación con el resto (Fig. 14).

En estos casos, utilizamos un programa que leía las coordenadas de la zona desplazada, y las modificaba todas, restando o sumando, según fuera necesario, la cantidad en X e Y que le ajustara.

#### **Fichero "LIMITSEC.MADRID".—**

El fichero informático denominado "LIMITSEC. MADRID" contiene la descripción digital de las dos mil trescientas cuatro secciones del municipio madrileño. Se formó almacenando en una unidad de memoria externa del ordenador del I.G.N. las coordenadas que habíamos grabado en la cinta del digitizador (6).

Cada sección se dispone ocupando tantos registros del fichero, como número de puntos la definen. En el primer registro aparece el código de la sección, seguido de las coordenadas del primer punto. Pero desde la segunda hasta la última de las filas que tiene cada sección, sólo hay un par de números reales por registro, las coordenadas cartesianas de un punto.

En total "LIMITSEC. MADRID" consta de 15.847 registros, es decir, almacena 31.694 coordenadas y 2.304 códigos compuestos, lo que supone un volumen de información espacial muy considerable.

#### **Formación de los ficheros "LIMITBAR. MADRID" y "LIMITDIS. MADRID".—**

Estos dos ficheros han sido creados a partir de "LIMITSEC. MADRID" por medio de un proceso, totalmente automático, de fundido de áreas.

Para formar el primero hubo de ser ejecutado ciento veinte veces el programa POLIGS4 (ver apartado III), dado que éste es el número de barrios en que está dividido Madrid. La estructura de cada una de estas envolventes es igual a la de las secciones censales. El tamaño de este fi-

chero es bastante menor que el de "LIMITSEC. MADRID", conteniendo sólo la descripción numérica de 3.063 puntos.

A su vez, el fichero de barrios fue la base para formar el de distritos, "LIMITDIS. MADRID", que almacena las envolventes de los dieciocho distritos municipales, definidos por 1.053 pares de coordenadas.

#### **Nuevas perspectivas en cartografía temática de variables socioeconómicas de Madrid.—**

El trabajo presentado en esta comunicación constituye un paso previo e imprescindible en la realización de nuestra Tesis Doctoral sobre ecología factorial de Madrid. Nos proponemos el estudio de la diferenciación residencial en dicha ciudad a un nivel de análisis que sea realmente significativo de los procesos que intervienen en la segregación urbana, por lo que la unidad de observación elegida es la sección censal.

Un primer grado de acercamiento a la realidad será el estudio del comportamiento y distribución de una serie de variables demográficas, sociales y económicas, recogidas a este nivel tan desagregado. Creemos que revelará aspectos de gran interés, pues, en general, los estudios existentes se basan en los valores por distritos y, a lo sumo, por barrios, unidades que abarcan áreas de composición social muy diversa.

Un paso más en orden a la explicación de los fenómenos implicados en la heterogeneidad urbana, lo efectuaremos mediante la aplicación de las técnicas de análisis factorial, con las que intentaremos descubrir los ejes de la diferenciación socioeconómica en el espacio urbano madrileño.

En una tercera etapa de nuestra investigación pensamos agrupar las secciones, a través de procedimientos estadísticos como el análisis de "cluster", a fin de delimitar áreas homogéneas desde un punto de vista social.

Como expresión gráfica de todo este trabajo realizaremos un atlas social de Madrid, que incluirá, tanto mapas sencillos de distribución de variables, como los que muestren los resultados de los análisis estadísticos llevados a cabo.

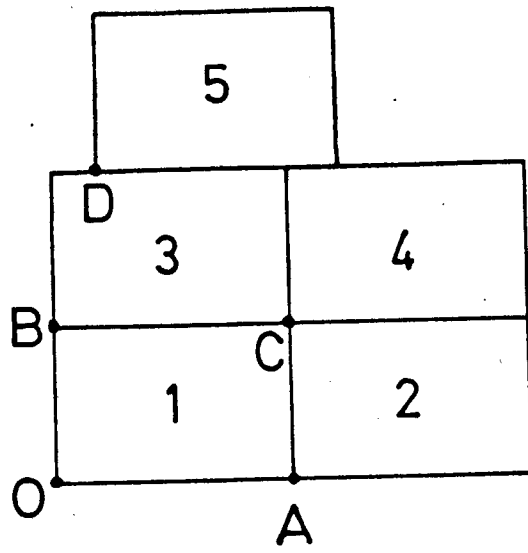


Fig. 13

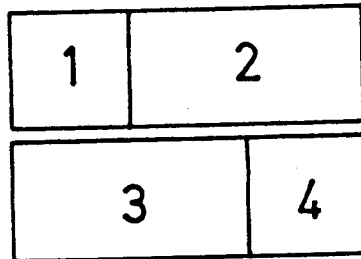
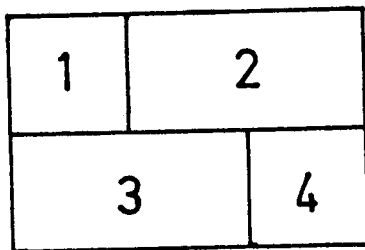


Fig. 14



Por otra parte, queremos presentar esta labor cartográfica en los tres niveles de la jerarquía administrativa: sección censal, barrio y distrito, de modo que puedan observarse las distorsiones que produce la escala de análisis en el tratamiento estadístico de los datos, matizándose, así, determinadas apreciaciones sobre la realidad urbana de nuestra ciudad, poco exactas y demasiado generales.

Dado el volumen de información que contendrá el citado atlas, y el grado de detalle que pretendemos alcanzar, ha sido preciso pensar en un procedimiento automático para su confección, lo cual implicaba la creación previa de una base digital de referencias espaciales de la división administrativa de Madrid, que, a nuestro juicio, abre unas nuevas perspectivas en la cartografía temática de variables demográficas, socioeconómicas, y de utilización y precio del suelo, material que, sin duda, será de suma utilidad para la ordenación y planeamiento de la ciudad.

#### REFERENCIAS

- (1) Una explicación sencilla de las características técnicas de ambos sistemas puede encontrarse en la Memoria de Licenciatura de Doña Isabela Martínez de Sola (ver bibliografía).
- (2) En este sentido, Don Juan Antonio Cebrián de Miguel ha realizado el programa POLIGS1, presentado en su Tesis Doctoral (ver bibliografía).
- (3) Los programas POLIGS3 y POLIGS4, realizados también por Don Juan Antonio Cebrián de Miguel, llevan a cabo la fusión de unidades elementales en otras de orden jerárquico superior, respectivamente, para áreas digitizadas por líneas de frontera y para las consideradas como poligonales cerradas. En la tesis doctoral de este autor se incluye el texto de los programas, así como una exposición detallada de su funcionamiento y prestaciones.
- (4) Queremos desde aquí agradecer la generosa colaboración de Don Germán Vidal, Subdirector General de Investigación y Coordinación de Trabajos Geográficos, Don Antonio

Gauchía, Jefe del Servicio del Centro de Estudios y Don José María García-Courel, Jefe de la Sección de Cartografía Automática y Digitización.

- (5) Al igual que la digitización, las tareas de dibujo y depuración de nuestra base espacial las efectuamos en el Instituto Geográfico Nacional. Por otra parte, los programas que empleamos en esta fase de nuestro trabajo han sido también elaborados por Don Juan Antonio Cebrián de Miguel.
- (6) El procedimiento utilizado fue diseñado por el analista del Centro de Proceso de Datos del Instituto Geográfico Nacional Don Adolfo Izquierdo.

#### BIBLIOGRAFIA

CEBRIAN DE MIGUEL, J.A. (1983), *Diseño mediante ordenador en resolución de problemas de representación gráfica y cartográfica en Geografía*. Tesis Doctoral, Facultad de Geografía e Historia U.C.M.

FRASER TAYLOR, D.R. (Ed.) (1980), *The computer in contemporary cartography*, New York, John Wiley & Sons.

GARCIA-COUREL, J.M. (1979), *Digitización y edición de información cartográfica*. Madrid, Instituto Geográfico Nacional.

MACDOUGALL, E.R. (1976), *Computer programming for spatial problems*. London, Edward Arnold.

MARTINEZ DE SOLA Y COELLO DE PORTUGAL, I. (1981), *Aproximación a la cartografía automática mediante ordenador. Análisis de sus posibilidades en el marco de una investigación geográfica*. Memoria de Licenciatura, Facultad de Geografía e Historia, U.C.M.

MONMONIER, M.S. (1982), *Computer-assisted cartography. Principles and prospects*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, Inc.

Fermina Rojo Pérez\*  
M<sup>a</sup> Jesús Vidal Domínguez\*\*  
Enrique Pozo Rivera\*\*\*

\* Instituto de Geografía Juan Sebastián Elcano C.S.I.C.

\*\* Universidad Autónoma de Madrid

\*\*\* Universidad Complutense de Madrid

## LA POBLACION ACTIVA ESPAÑOLA POR SECTORES ECONOMICOS. UNA APLICACION DEL PROGRAMA SYMAP

### 1. INTRODUCCION

La población española se ha visto sometida en los últimos decenios a profundos cambios socio-económicos como respuesta al desarrollo industrial y tecnológico inherente a la evolución del resto de los países occidentales. Como consecuencia se han producido importantes migraciones de población activa "*sin las cuales no hubiera podido hacerse el crecimiento económico español*" (LOPEZ DE SEBASTIAN, J., 1970, p. 403). Estas migraciones se traducen en un descenso de la población agrícola y, como contrapartida, un crecimiento del sector industrial en unos casos, mientras que en otros ha sido el sector terciario el que ha venido a paliar la falta de puestos en los sectores primario y secundario.

Queremos aportar algunos elementos instrumentales basados en las técnicas informáticas, importante herramienta de trabajo en el campo de la investigación, que permiten dinamizar y explotar al máximo la información de partida (Cfr. Rojo Pérez, F., 1982). Ha sido el programa SYMAP el que nos ha facilitado el dibujo automático de la cartografía temática.

Entre los diversos tipos de mapas que realiza el SYMAP hemos optado por la asignación de la variable (en este caso población por sectores de actividad) a subzonas espaciales perfectamente definidas como son las provincias españolas, para la representación discontinua (mapas de co-

ropletas) de los valores de la variable. El SYMAP subdivide la variable en cinco intervalos de igual amplitud, una vez que ha averiguado el valor mínimo y máximo; sin embargo, asume el número de niveles que especifique el usuario (entre 2 y 10). Para ello, hemos comprobado, en primer lugar, el valor medio de la variable a nivel nacional y en función de éste hemos definido una serie de cortes de amplitud más o menos homogénea para cada intervalo.

La intensidad de las tramas está en relación con el número de intervalos elegido, de forma que el sombreado es más intenso a medida que aumenta el peso de la variable.

No obstante la temprana elaboración del SYMAP, hasta la actualidad es uno de los programas de cartografía automática más utilizados y de fundamental importancia para la representación de variables tanto cuantitativas como cualitativas.

Además de presentar en nuestro trabajo uno de los tres tipos de mapas que el programa puede realizar, estudiamos la distribución provincial de la población activa según los ya clásicos tres sectores de actividad, que es el modo más simplificado de estudiar la distribución de la población que participa en el proceso productivo, a pesar de los muchos problemas que esta clasificación pueda plantear (para lo que nos remitimos a la bibliografía consultada).

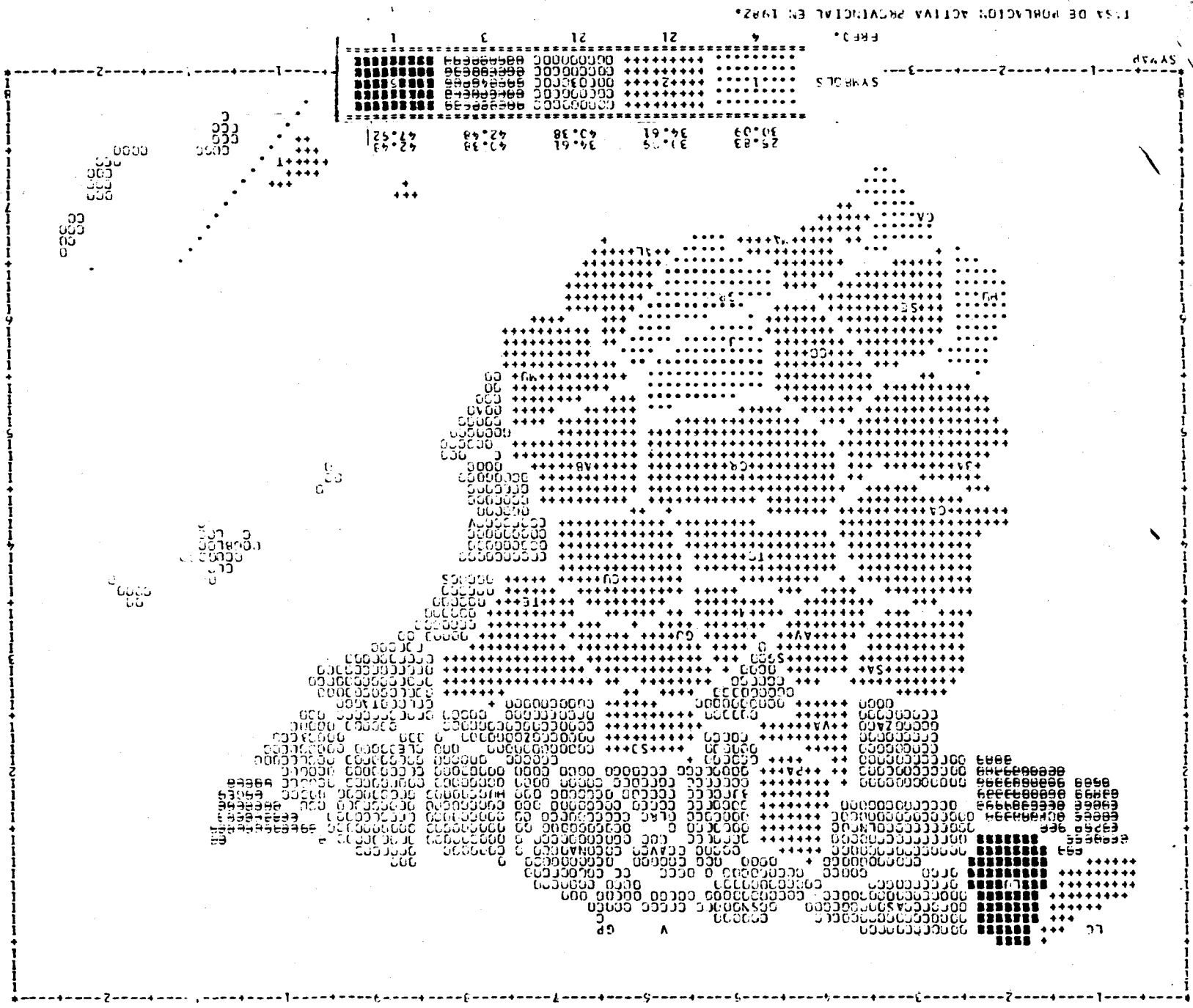


Fig. 1: Tasa de población activa en 1982, según provincias.

## CUADRO I

Años	Tasa de Actividad sobre total de población	Tasa Actividad hombre sobre total activos	Tasa Actividad mujeres sobre total activos
1900	40.2	82.5	17.5
1910	37.8	87.0	13.0
1920	27.2	88.1	11.8
1930	37.1	88.4	11.6
1940	36.2	89.1	10.8
1950	38.6	84.8	15.2
1960	38.7	81.0	18.9
1970	35.0	81.6	18.4
1975	34.9	78.8	21.1
1982	34.1		

Años	Tasa Actividad Hombres sobre total hombres	Tasa Actividad Mujeres sobre tal mujeres
1900	66.9	14.5
1910	67.1	10.0
1920	66.8	9.4
1930	66.3	9.2
1940	66.4	8.4
1950	67.4	11.8
1960	63.7	15.1
1970	57.7	13.4
1975	56.0	14.6

Fuente: – I.N.E. Padrón Municipal de habitantes, 1975  
 – I.N.E. Encuesta de Población Activa, 4<sup>o</sup> 1982.  
 – C.E.C.A. Estadísticas básicas de la población española, 1900–1970.  
 – GARCIA BARBANCHO, A. (1982, pp. 63).  
 Elaboración propia.

No vamos a detenernos en las consideraciones sobre qué es población activa (tema abundantemente tratado por los autores citados en la bibliografía); solamente mencionar las fuentes estadísticas que han sido la base de nuestro análisis, principalmente el Padrón de 1975 y la Encuesta de Población Activa actualizada a diciembre de 1982. Pero dado el carácter del trabajo presentaremos los mapas correspondientes a la distribución de la población activa por sectores económicos en el año 1982, aunque en ocasiones hayamos de referirnos a la situación de 1975 en aquellos casos en que la variación haya sido notable.

Finalmente, por medio del diagrama triangular (1) estudiaremos el conjunto de los tres sectores de actividad para poner de manifiesto cómo los cambios de población no se han realizado de manera uniforme en el espacio geográfico sino que, por el contrario, los contrastes regionales se han ido acentuando ..... "*hasta ocurre que regiones que en 1900 estaban más industrializadas que la media nacional, como es el caso de Andalucía Occidental, hoy están por debajo de esa media, lo que es un ejemplo de que, a la par que ha ido industrializándose España, se ha producido la concentración en Cataluña, País Vasco y Madrid, áreas que han succionado incluso actividades industriales existentes en otras regiones y mermado, por tanto, su crecimiento industrial*" (GARCIA BARBANCHO, A., 1982, p. 67).

## 2. LA TASA DE ACTIVIDAD

La población activa está influida por una serie de factores (que ya se dejan notar a partir de 1969) (Cfr. Saez Buesa, A., 1975, p. 19 y ss.):

— Aumento de la población no activa ocasionado por un claro envejecimiento de la población y contrarrestado, posteriormente, por la disminución de las tasas de natalidad.

— Avance en la salida de actividad como consecuencia de la tendencia a baja en la edad de jubilación, que hace retroceder la tasa de actividad a partir de los 65 años, mientras que el fenómeno de permanencia en el sistema educativo ha conllevado un retraso en la edad de entrada en actividad en los menores de 30 años.

— La tendencia de la incorporación de la mujer al trabajo es aún relativamente baja comparada con otros países, aunque la razón habría que buscarla en la distinta valoración estadística de la actividad femenina según países (Cfr. García Barbancho, A., 1982, p. 63), quedando relegado a la inactividad el trabajo de la mujer en su hogar según las estadísticas españolas.

En el cuadro I se dan las tasas de población activa total, masculina y femenina, para los Censos de 1900 a 1970 y Padrón de 1975. Si la población activa masculina tiene, al igual que la población activa total, una tendencia a la baja a partir de 1970, no ocurre lo mismo con la evolución de la población activa femenina que está alcanzando en los últimos años las tasas de principios de siglo. Aún con esto, el que las tasas de población activa total en nuestro país sean más bajas que las de algunos países occidentales, como muestra el cuadro 2, no se explica porque haya menos población activa, "la cuestión está en que no se registra como tal a la mujer dedicada a los trabajos de su hogar. O sea, la diferencia es debida a sistemas distintos de estar organizada la sociedad (en España hay pocas mujeres remuneradas, mientras que en los otros países hay significativamente más)" (GARCIA BARBANCHO, A. 1982, p. 63).

Para el estudio de la distribución de la tasa de actividad por provincias hemos elaborado la Fig. 1. En líneas generales, es la periferia oriental y septentrional la zona que acusa unas tasas más elevadas, entre el 34 y 40<sup>o</sup>/<sub>o</sub>, —por encima de la media nacional, 34.96<sup>o</sup>/<sub>o</sub> en 1975 y 34.16<sup>o</sup>/<sub>o</sub> en 1982—, situación que viene a corroborar uno de los factores de evolución de la población activa que indicábamos al comienzo de nuestro estudio, los fuertes movimientos migratorios interiores que han desembocado en graves desequilibrios de buena parte de las regiones españolas hasta 1975, fecha a partir de la cual hay que destacar dos hechos; por una parte, las provincias clásicas en crecimiento de las tasas de actividad mantienen ligeramente éstas, e incluso descienden como es el caso de Madrid, Barcelona, Alava y Vizcaya. Por otro lado, a excepción de Avila, Soria y Valladolid, el resto de las provincias interiores aumentan su tasa de actividad a costa de un claro proceso de terciarización en la mayoría de ellas, hecho que acentúa más aún el fuerte

## CUADRO II

Países	%o	Año
Estados Unidos	47.7	1979
Reino Unido	47.1	1979
Bélgica	42.1	1980
Suecia	51.5	1979
Países Bajos	37.7	1980
Alemania Occidental	44.9	1980
Francia	43.3	1980
Suíza	47.8	1980
Italia	40.2	1980
España	35.7	1980
Portugal	46.6	1980

Fuente: – O.I.T. Anales de las Estadísticas del Trabajo, 1981

## CUADRO III

Años	Sector I	Sector II	Sector III
1900	68	15	17
1910	64	16	20
1920	59	22	19
1930	48	31	21
1940	51	24	25
1950	50	25	25
1960	42	32	27
1970	29	37	34
1975	21	38	41
1979	20	35	45
1982	18	34	48

Fuente: – VINUESA ANGULO, J. y otros, (1981, pp. 160).  
 – BANCO DE BILBAO, (1983, pp. 117).  
 – I.N.E. Encuesta de Población Activa, 4<sup>o</sup> trimestre de 1982.

CUADRO IV

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Albacete	31.00	31.62	36.70	27.70	28.60	29.20	34.70	43.00
2	Murcia	31.00	32.31	27.80	26.20	34.40	31.40	37.80	42.40
3	Alicante	34.00	37.15	14.90	12.80	49.20	42.10	35.90	45.20
4	Castellón	36.00	38.35	26.20	25.50	40.30	37.30	33.50	37.20
5	Valencia	35.00	35.33	15.70	12.50	45.00	36.40	32.30	51.00
6	Almería	31.00	31.80	46.60	41.90	21.90	21.10	31.50	37.10
7	Cádiz	30.00	29.59	23.40	15.20	35.20	32.70	41.40	52.10
8	Córdoba	31.00	30.52	41.80	26.70	24.90	26.20	33.30	48.20
9	Granada	30.00	28.09	42.90	30.30	21.00	21.90	36.10	47.80
10	Huelva	36.00	29.64	33.00	22.90	30.00	32.70	37.00	44.40
11	Jaén	30.00	25.83	48.50	32.00	21.90	30.00	29.60	38.00
12	Málaga	32.00	31.56	25.50	15.30	29.80	26.60	44.80	56.10
13	Sevilla	32.00	30.11	26.60	16.80	33.40	28.70	42.00	54.60
14	Ávila	33.00	31.79	43.00	40.00	22.20	19.30	34.80	40.70
15	Burgos	34.00	35.67	24.80	22.90	35.40	34.80	39.80	42.20
16	Segovia	30.00	36.38	34.50	33.80	29.10	22.70	37.40	43.50
17	Soria	32.00	31.42	34.00	35.30	27.70	27.80	38.40	36.90
18	León	35.00	38.95	36.30	43.20	29.20	25.70	34.50	31.30
19	Palencia	32.00	32.50	27.70	25.30	31.90	35.40	40.40	39.20
20	Salamanca	31.00	32.61	31.50	29.60	26.60	26.00	41.90	44.40
21	Valladolid	32.00	31.71	16.80	12.70	38.60	38.40	44.60	48.90
22	Zamora	33.00	34.77	49.40	49.00	18.80	15.00	31.80	36.00
23	Logroño	35.00	36.90	21.70	19.20	42.80	40.50	35.50	40.20
23	Santander	34.00	34.75	19.10	25.50	42.10	32.90	38.80	41.60
25	Badajoz	31.00	33.59	47.80	31.00	19.50	21.60	32.70	47.40
26	Cáceres	31.00	32.62	45.10	37.20	21.40	24.70	33.50	38.20
27	Baleares	37.00	37.93	12.80	13.20	34.60	28.90	52.60	57.90
28	Madrid	36.00	33.29	1.80	1.80	39.40	30.70	58.80	67.50
28	Ciudad Real	30.00	31.30	36.90	28.20	32.30	28.60	30.80	43.20
30	Cuenca	30.00	32.49	47.80	50.90	20.80	21.10	31.40	28.00
31	Guadalajara	32.00	31.23	29.20	21.60	36.10	32.90	34.70	45.50
32	Toledo	33.00	33.14	32.90	28.70	35.50	30.00	31.60	40.30
33	Huesca	35.00	39.25	33.40	35.50	31.20	30.60	33.40	33.90
34	Teruel	32.00	33.59	41.80	43.50	29.90	27.10	28.30	29.40
35	Zaragoza	35.00	35.98	16.20	14.60	41.30	35.90	42.50	49.50
36	Asturias	35.00	36.01	17.80	21.40	45.90	35.60	36.30	43.00
37	Barcelona	41.00	36.29	2.30	2.00	53.40	50.00	44.30	48.00
38	Gerona	39.00	41.34	13.00	14.40	49.20	40.00	37.70	45.80
39	Lerida	36.00	39.39	33.40	32.50	31.30	28.60	35.70	38.90
40	Tarragona	36.00	36.23	22.30	21.50	41.50	37.50	36.20	41.00
41	Navarra	35.00	35.27	18.10	14.80	45.80	42.10	36.10	43.00
42	Alava	36.00	35.28	7.50	9.70	59.20	48.80	33.30	41.50
43	Guipúzcoa	35.00	37.29	5.60	8.40	57.20	49.90	37.20	41.60
44	Vizcaya	35.00	34.71	3.90	5.10	56.00	46.70	40.10	48.20
45	La Coruña	38.00	33.99	32.40	31.90	31.00	28.30	36.60	39.80
46	Lugo	45.00	47.92	65.20	64.90	13.50	11.50	21.30	23.50
47	Orense	45.00	42.35	59.00	57.70	19.70	18.20	21.30	24.10
48	Pontevedra	40.00	40.40	33.90	39.70	33.90	29.10	32.20	31.20
49	Las Palmas	31.00	36.12	16.00	15.60	27.10	22.10	56.90	62.40
50	S. C. Tenerife	32.00	34.09	23.70	22.40	26.60	17.20	49.70	60.40

- 1.- Número de orden de las provincias en todos los cuadros y figuras.
- 2.- Nombre de las provincias.
- 3.- Tasa de Población Activa provincial en 1975.
- 4.- Tasa de Población Activa provincial en 1982.
- 5.- Población Activa del Sector I en 1975, según provincias, en %.
- 6.- Población Activa del Sector I en 1982, según provincias, en %.
- 7.- Población Activa del Sector II en 1975, según provincias, en %.
- 8.- Población Activa del Sector II en 1982, según provincias, en %.
- 9.- Población Activa del Sector III en 1975, según provincias, en %.
- 10.- Población Activa del Sector III en 1982, según provincias, en %.

desequilibrio industrializador del desarrollo económico español.

Las provincias de Lugo y Orense, seguidas de Pontevedra, son las que presentan las tasas de actividad más elevadas, hecho explicado por la gran participación de la mujer en las tareas agrícolas. Hemos de señalar que así como Orense ha disminuído dicha tasa en el período que analizamos, Lugo ha crecido considerablemente, pasando de un 45% en 1975 a un 47.92% en 1982, mientras que Pontevedra se ha mantenido.

De todo lo que antecede se desprende que siguen siendo las provincias con agricultura extensiva y escaso nivel de industrialización las que tienen una tasa de actividad más baja, mientras que son las de mayor desarrollo industrial y agricultura minifundista las que ostentan las mayores tasas de actividad.

### 3. LA POBLACION POR SECTORES DE ACTIVIDAD

La evolución de los tres sectores de actividad desde 1900 a nuestros días (véase cuadro III) manifiesta claramente el fuerte descenso producido en el sector primario, básicamente por el trasvase de mano de obra dedicada a las actividades agrícolas a otros sectores, pudiéndose establecer dos cortes en el tiempo, uno situado entre 1920 y 1930 y el otro entre 1950 y 1965, año a partir del cual la disminución es más atenuada; se observa, en general, que la disminución de este sector está en relación directa con el aumento del sector secundario, pudiéndose ver los mismos cortes temporales; el crecimiento del sector terciario ha sido más lento.

Veamos ahora la distribución sectorial de la población activa a nivel provincial, analizando la situación que se presentaba en diciembre de 1982 (Véase cuadro IV).

#### El Sector Primario.—

Dentro de la tónica general de descenso de la población dedicada a las actividades del sector primario, la mayor parte de las provincias alcanzan unos porcentajes superiores a la media nacional de 1975 —21%— exceptuando las provincias litorales de Asturias, Santander, País Vasco, Navarra, Gerona, Valencia, Akicante,

Baleares y Las Palmas, y con porcentajes insignificantes Barcelona, así como Madrid en el interior, donde son Valladolid y Zaragoza las que dedican un peso mayor de su población activa a la agricultura, relativamente cerca de la media. Sin tener en cuenta el ligero descenso de Almería entre 1975 y 1982, las provincias andaluzas se caracterizan por un fuerte decrecimiento del sector primario, en relación con el trasvase de población al sector terciario. También, dentro de este fuerte descenso se hallan Cáceres, Badajoz, Ciudad Real y Guadalajara.

De signo contrario ha sido la evolución que han llevado a cabo algunas provincias del interior como Soria, León, Cuenca, Huesca y Teruel. Provincias periféricas que han visto aumentar el sector primario son Santander y con un aumento más moderado Asturias, Gerona y el País Vasco en detrimento del sector industrial cuyo descenso puede vincularse con la crisis energética a comienzos de los años 70. Por otro lado, hay que señalar la posición de Galicia dentro del sector primario, pues son las provincias orientales gallegas las de mayor peso del sector primario, a pesar de que ya hayan iniciado un ligero descenso, no así Pontevedra que ha visto aumentar el sector primario a la vez que disminuía el secundario y el terciario.

Por encima de la media nacional en 1982 —18%— están la mayor parte de las provincias interiores, provincias claramente agrarias, alcanzando un valor más acusado las que son "*vecinas de áreas muy desarrolladas*" (CABRER BORRAS, V. y PIQUERAS HABA, J., 1980, p. 182).

#### El Sector Secundario.—

La evolución del sector secundario es diferente de la del primario. Históricamente el secundario ha tenido un progresivo crecimiento hasta 1930, con un mayor ritmo en la década 1920–30, para más tarde sufrir un claro retroceso que se sitúa en líneas generales en el período 1930–55, alcanzándose, al fin, en 1960 el mismo porcentaje de activos que en 1930, el 32%. La difícil conyuntura político-económica que atraviesa España desde la Guerra Civil explica este descenso. Pero desde 1960 el sector crece espectacularmente hasta llegar al 38% en 1975, el valor más alto del siglo. En estos quince años se produce un claro proceso de urbanización e



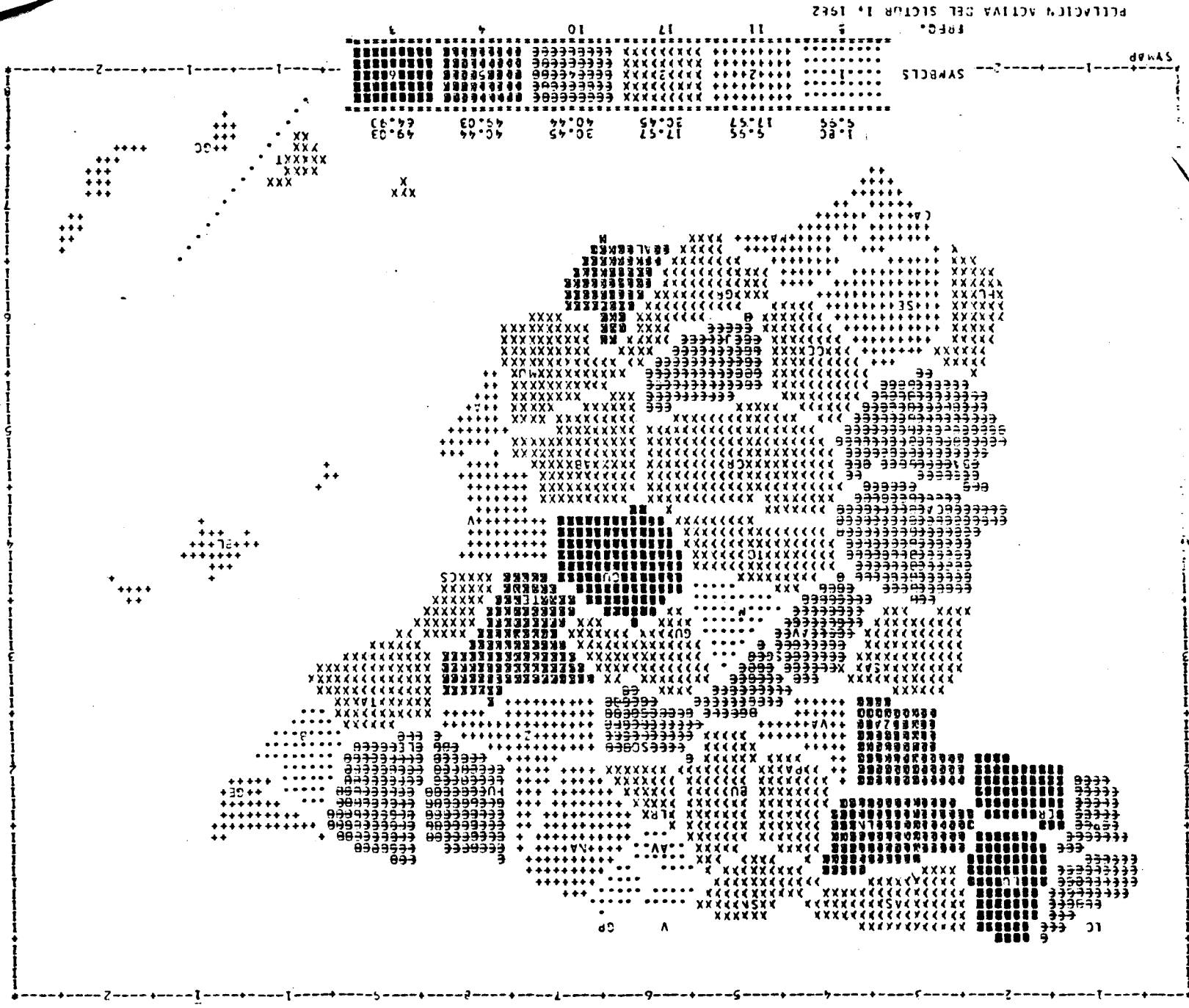
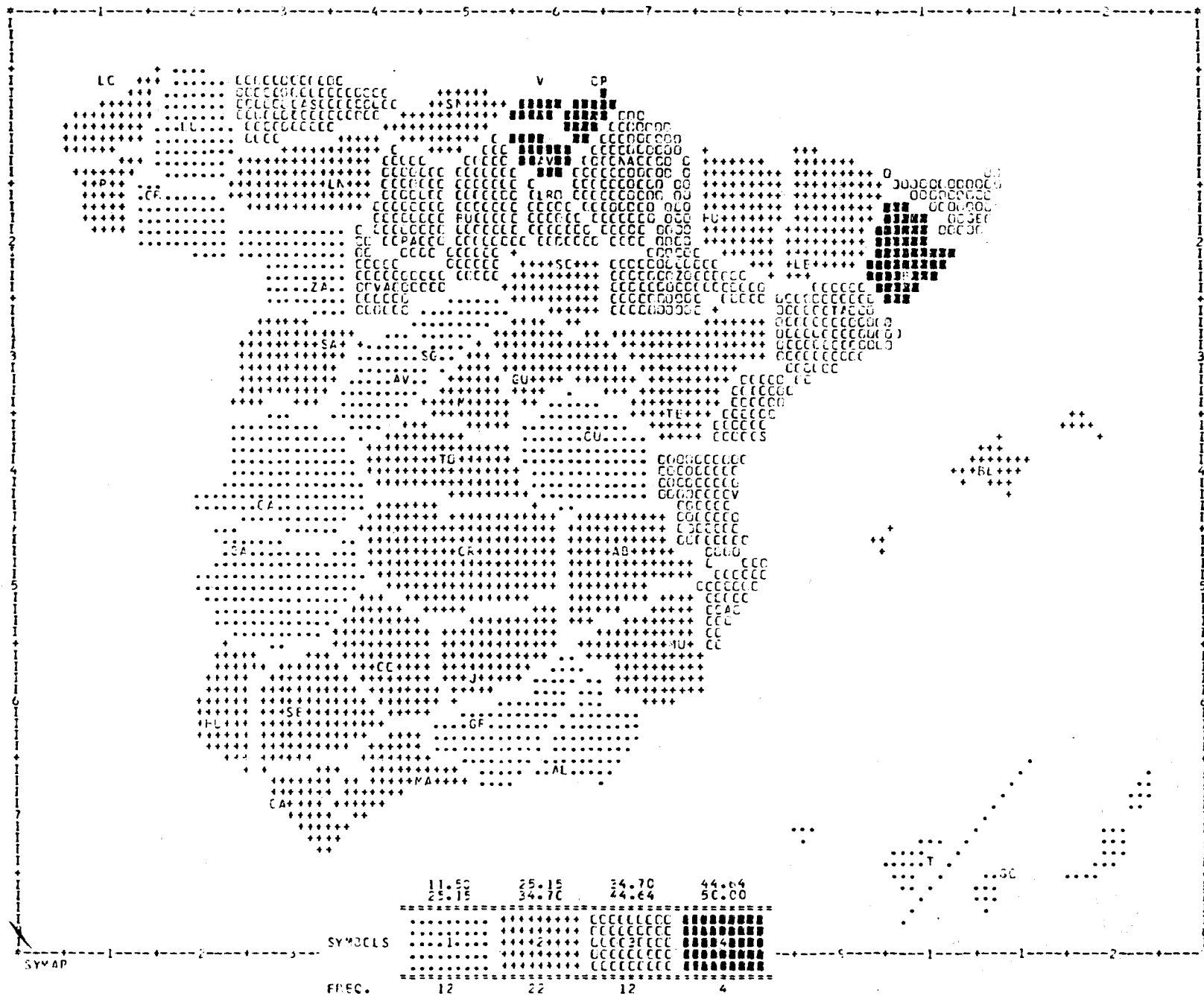


Fig. 2: Población Activa del sector I, 1982 en provincias.

Fig. 3: Población activa del sector II, según provincias.



industrialización, aunque no homogéneo, en el País, paralelo a la crisis de la agricultura tradicional y a unos movimientos migratorios masivos. Sin embargo, la dinámica de crecimiento se invierte a partir de 1975, aunque en algunas provincias se adelanta a ese año, produciéndose un continuo descenso del sector hasta la actualidad. Si comparamos las cifras de 1975 con las de 1982 el sector pasa del 38% al 34% de la población activa a nivel nacional. El descenso se vincula a la crisis económica, que en gran parte es una crisis energética y, por lo tanto incide de una manera esencial en la industria.

Son precisamente las provincias más industrializadas las que sufren con más rigor la crisis y el descenso de activos en el sector. Por encima del descenso nacional se sitúan las tres provincias vascas: Alava (-10.4), Vizcaya (-7.3), Madrid (-8.7), Asturias (-9.4), Valencia, Zaragoza, Alicante y Pontevedra. La propia estructura industrial de cada una de ellas explica el distinto grado de influencia de la crisis; en unas se refleja con claridad la crisis de la siderurgia, en otras la de la construcción naval, la del automóvil, la conservera, etc... En realidad son las provincias que tienen una estructura industrial más diversificada las que resisten mejor a la crisis, presentando descensos en sus porcentajes de activos inferiores a la media nacional.

La distribución espacial de la población activa del sector se refleja en la Fig. 3, donde aparecen con claridad los grandes núcleos industriales costeros: el foco del País Vasco, el de Cataluña. En un escalón inmediatamente inferior aparecen una serie de provincias que responden a diversas situaciones. En primer lugar, tenemos unas provincias con una tradicional importancia industrial, situadas en la costa mediterránea (Valencia y Alicante), a las que se suma Tarragona y Gerona, con valores superiores a la media nacional, tanto en 1975 como en 1982, o en la Cantábrica, como Asturias e incluso Santander, aunque en 1982 ya no aparece ésta última por encima de la media.

En segundo lugar, otras provincias interiores, cuya industrialización se debe en gran parte al efecto "spread" de los grandes focos industriales; así, Navarra, La Rioja e incluso Burgos como receptores de los efectos polarizadores del foco

vasco que aprovecha las ventajas de su proximidad y las facilidades ofrecidas, derivadas de la instalación en ellas de polos de desarrollo y polígonos industriales, dentro de la política oficial de planificación regional de la década de los años 60. También en 1975 aparecían dos provincias Toledo y Guadalajara, que manifestaban el efecto "spread" de Madrid. En este sentido, es importante señalar cómo en 1975 Madrid presentaba un valor superior a la media nacional, mientras que en 1979 el valor era ya inferior (36.1%), en cambio, Toledo y Guadalajara, que presentaban valores inferiores a la media en 1975, en 1979 superaban a Madrid y a la media nacional, para en 1982 descender claramente. Todo parece indicar que en una primera etapa se aprovecharon del efecto difusor de Madrid y en una segunda etapa sufren la crisis económica en todo su rigor.

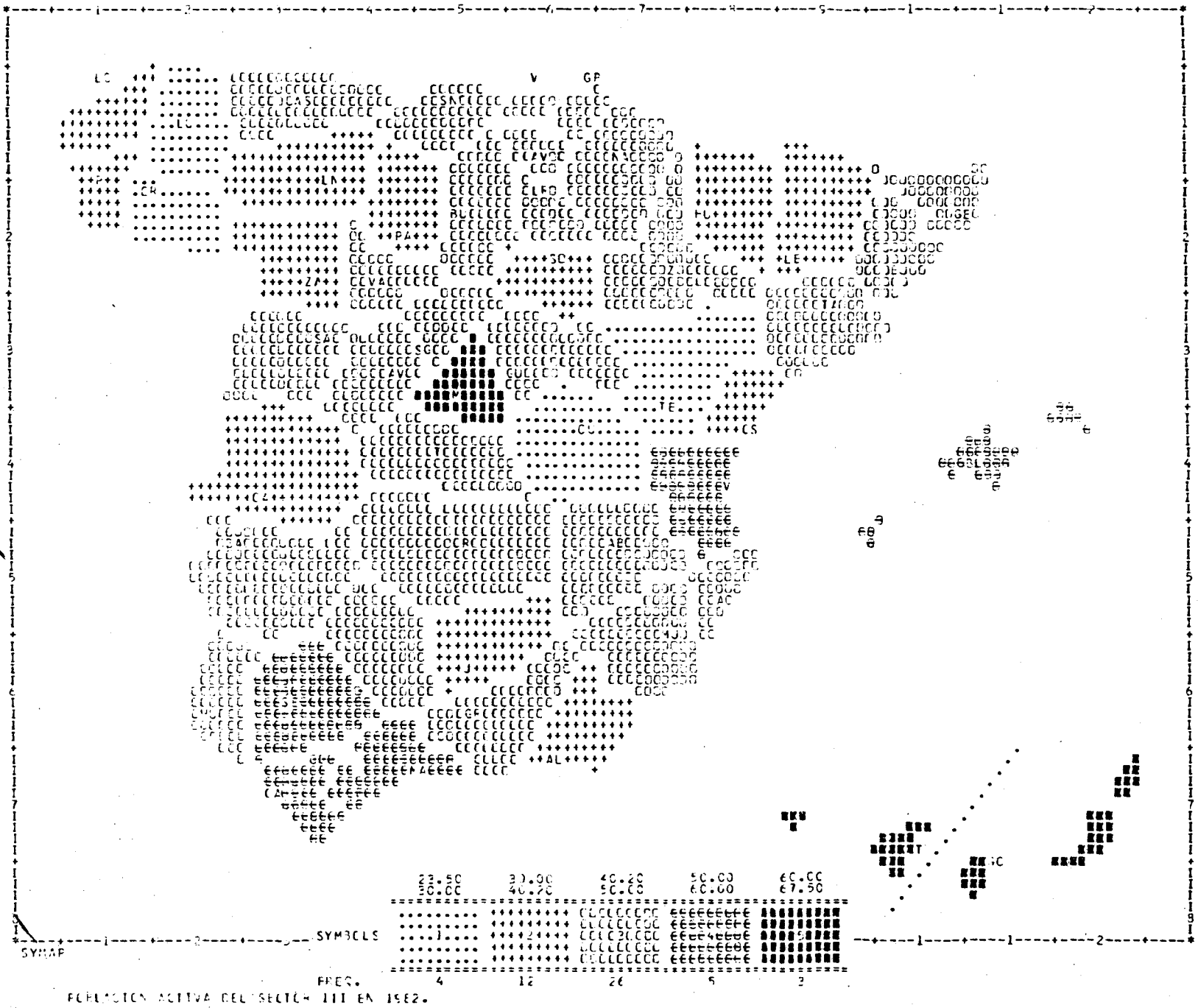
En tercer lugar, otras provincias interiores, verdaderos focos en los que el alto grado de industrialización se debe en gran parte a la fuerte concentración demográfica; se caracterizan por la fuerte concentración de la industria en la capital de la provincia. En este grupo se incluyen Valladolid y Zaragoza en 1982, reforzadas ambas por la instalación de sendos polos de desarrollo, con valores superiores a la media nacional, a las que en 1975 se podría añadir Madrid, que en 1982 ya no llega a la media.

Por último, el resto de las provincias presentan ya valores mucho más inferiores a la media nacional, apareciendo en el mapa en los intervalos inferiores.

#### El Sector Terciario.—

El sector terciario ha tenido una evolución radicalmente distinta a los otros dos sectores. Se caracteriza por su continuo crecimiento desde 1900, en que suponía sólo el 17% de la población activa, hasta el 47.9% de 1982; sin embargo, lo que varía es su ritmo de crecimiento. La lentitud del período 1900-1960 en el que el sector pasa del 17% al 27%, contrasta con el espectacular crecimiento del período 1960-82 en el que en veintidós años se triplica el crecimiento habido en los sesenta años anteriores. A partir de 1972 el terciario supera al secundario y desde 1975 la diferencia se agudiza al comenzar el secundario un claro descenso fruto de la crisis

Fig. 4: Población activa del sector III, según provincias.



económica. El terciario resiste mejor a la crisis y se aprovecha tanto del descenso del primario como del secundario.

Analizando la Fig. 4 la primera conclusión que se obtiene es la fuerte concentración del sector en unas determinadas provincias. Si en 1975 sólo once provincias superaban la media nacional, en 1983 lo hacían ya trece. De ellas, hay ocho con valores superiores al 50% e incluso al 60% de la población activa, pudiéndose hablar de una verdadera especialización en este sector. Se trata de las provincias de Madrid, Las Palmas, Santa Cruz de Tenerife, Baleares, Málaga, Sevilla, Cádiz y Valencia.

Por otra parte, pocas provincias responden al proceso típico de evolución del sector propio de un país desarrollado. Este proceso se caracteriza por un trasvase de activos del sector primario hacia el secundario, que crece y se diversifica para disminuir más tarde, al llegar a unas cotas suficientemente elevadas de industrialización, en beneficio del sector terciario, que ya había empezado a crecer paralelamente al sector secundario y que ahora alcanza la primacía. Pues bien, este esquema sólo aparece en algunas provincias (Madrid, Barcelona, Vizcaya,...), ya que en la mayoría el fuerte crecimiento del sector va ligado a otro tipo de factores al margen en gran medida del desarrollo industrial.

Podemos, en función de estos factores, distinguir una serie de grupos en cuanto a localización espacial del sector. En primer lugar un grupo constituido por provincias con fuerte porcentaje de activos terciarios y con un nivel suficientemente alto de industrialización. Se incluyen en este grupo Madrid, Barcelona, Vizcaya y Valencia, provincias con valores superiores a la media nacional. En segundo lugar, un grupo de provincias en las que el fuerte porcentaje de activos terciarios va muy ligado a la alta concentración demográfica en la capital de provincia. Es el caso de Zaragoza, Sevilla y Valladolid. En tercer lugar encontramos una serie de provincias con escaso desarrollo industrial y una fuerte especialización en el sector terciario. El fuerte desarrollo del turismo explica este hecho. A partir de 1960 el "boom" turístico ha permitido un gran crecimiento en ramas tan importantes del sector terciario como la hostelería, el comercio y los

transportes, entre otras. Pero además de modificar profundamente la estructura sectorial de la población activa es el responsable de que muchas provincias con saldos migratorios negativos hayan invertido este comportamiento; por otra parte, el nivel de renta de muchos de los municipios afectados ha aumentado. Este efecto turístico se deja sentir con claridad en provincias como Las Palmas, Santa Cruz de Tenerife, Baleares, Málaga, con una verdadera especialización en el sector terciario, así como en otras provincias que no presentan una estructura sectorial tan especializada, pero que cuentan con un terciario importante, en el que se dejan sentir la fuerza del turismo: Gerona, Alicante, Castellón,...

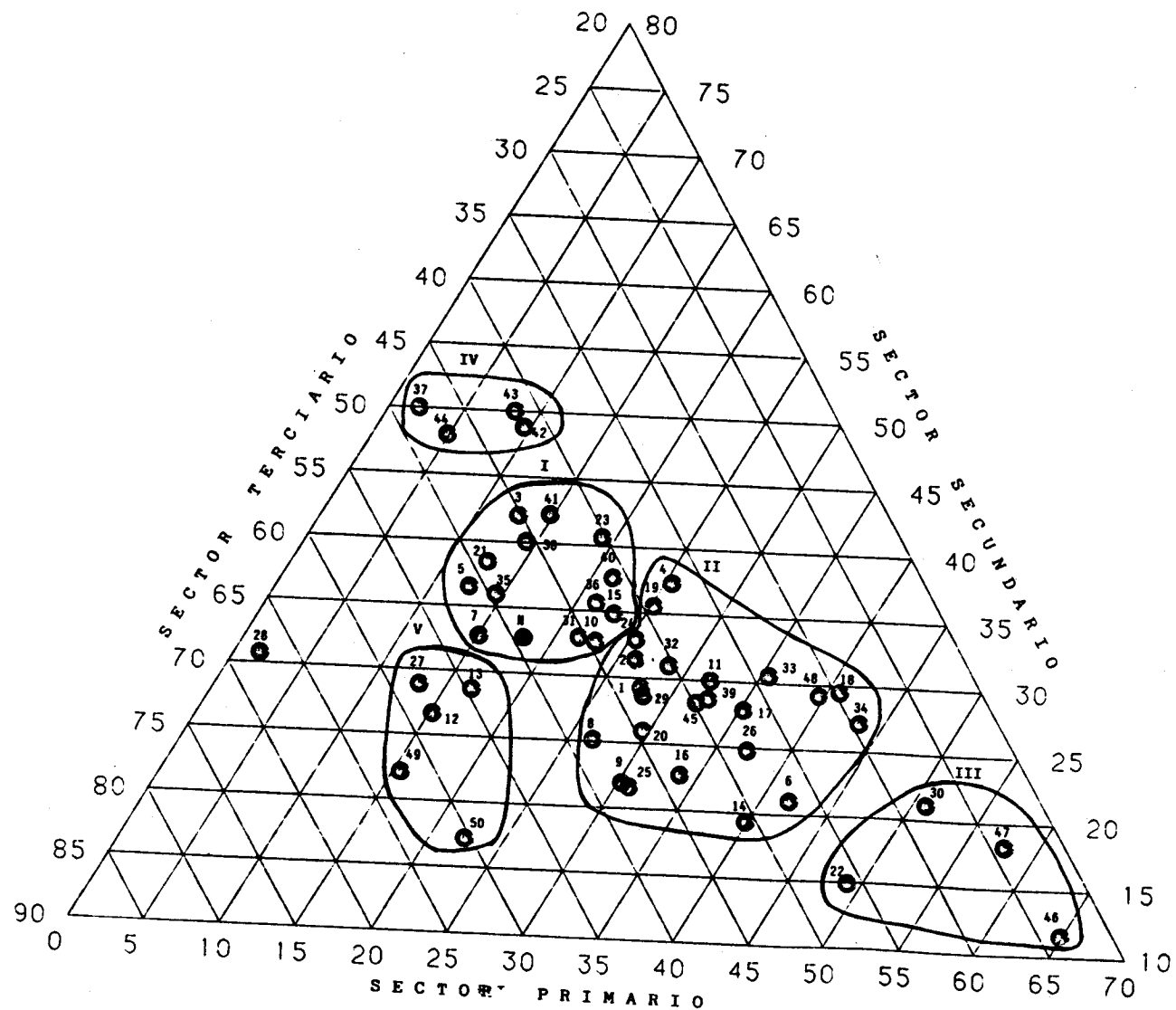
La distribución espacial que se observa en los mapas refleja esta concentración del sector en unas determinadas provincias y la escasa importancia en gran número de ellas. Este hecho nos indica cómo el proceso de terciarización que ha sufrido el país no ha sido homogéneo, presentándose grandes diferencias interprovinciales. Por otra parte, el lógico paralelismo entre proceso de industrialización y terciarización, propio de los países desarrollados, tampoco se ha producido en una gran mayoría de provincias, que se caracterizan por un nivel insuficiente de industrialización reflejado en el escaso porcentaje de población activa del sector secundario, y, en cambio, en un sector terciario muy superior al secundario, llegándose en algunas provincias (Las Palmas, Santa Cruz de Tenerife, Málaga, Baleares, Sevilla,...) a una clara especialización.

#### 4. ESTUDIO SINTETICO-EVOLUTIVO DE LA POBLACION ACTIVA SEGUN LOS SECTORES DE ACTIVIDAD: LOS CONJUNTOS REGIONALES.

A modo de conclusión, se podría decir que en el diagrama triangular de 1982 aparecen diferenciados cinco grupos.

El grupo I, se agrupa entorno a la media nacional que reúne para el sector primario al 18% de la población activa, el secundario, al 34% y el terciario al 48% del total de población. Este grupo se caracteriza por tener una población agraria baja entre el 10-20%, un importante sector industrial, entre el 30-45% de población. Las provincias que la componen como son

Fig. 5: Diagrama triangular de población por sectores de actividad de las provincias españolas en 1982, en porcentajes.



Navarra, Zaragoza, Valencia, Valladolid, Alicante, Oviedo, Burgos, Huelva, etc... no han variado, respecto 1975.

En el grupo II la población activa se reparte de la siguiente manera: se absorben las provincias de Granada, Almería, Avila, Badajoz, Cáceres, Córdoba, Jaén, que pierden población activa primaria en favor de la terciaria. El sector primario representa entre un 20-45%, el sector secundario representa entre un 35-66% del total y el terciario en aumento entre el 20-40%. Afín al grupo I y perteneciente al grupo II estarían Santander, Murcia y Castellón, con porcentajes cercanos a la media nacional. Este grupo comprende las provincias de Teruel, Lérida, Salamanca, Toledo, Segovia, Palencia, Soria, Albacete, Ciudad Real, Huesca, Coruña, etc....

Por debajo de la media nacional y con un fuerte sector primario estaría el grupo III, comprende las provincias de Orense, Lugo, Cuenca y Zamora, el porcentaje de dicho sector está entre el 49-65% de la población activa. La inclusión de Cuenca y Zamora en este grupo con respecto al de 1975 se debe a la baja industrialización entre un 15-30% tan sólo y a su también baja terciarización entre un 20-30% que le apartan de su anterior grupo.

Con un predominio del sector secundario y por encima de la media nacional se encuentra el grupo IV, que consta de las siguientes provincias: Barcelona, Vizcaya, Alava, Guipuzcoa, el porcentaje del sector secundario está entre un 48-52% de la población activa, mientras que presenta un sector primario bajísimo, inferior al 10% y un sector terciario importante que absorbe entre un 40-50% de la población activa.

El grupo V presenta una fuerte terciarización debida fundamentalmente al turismo; comprende las provincias de Santa Cruz de Tenerife, Las Palmas, Málaga, Sevilla y Baleares, caracterizándose por un sector terciario superior a la media nacional (55-65%), un sector primario entorno a la media nacional (12-22%) y un sector secundario más bajo que la media nacional (entre 17-30%). (Ver figura 5).

Por último se encuentra Madrid, provincia

que presenta el porcentaje más elevado del sector terciario (67%) sufriendo desde 1975 (58.8%) un aumento considerable, un bajísimo porcentaje de población dedicada al sector primario (1.8%) y un sector secundario caracterizado por una disminución acusada, pasando de un 39.4% en 1975 a 30.7% en 1982, año en que se sitúa por debajo de la media nacional. Madrid es, junto con Barcelona y Vizcaya, la provincia que menor porcentaje de población activa dedica al sector primario y, en contrapartida, presenta un sector terciario muy superior al grupo anteriormente caracterizado de fuerte terciarización.

## 5. CONCLUSION

Presentamos en este trabajo una aplicación experimental del programa de cartografía automática por impresora de líneas, SYMAP, cuya importancia es fundamental para la representación gráfica no sólo de variables cuantitativas sino también cualitativas, dentro del amplio margen de flexibilidad del programa. No vamos a insistir en las características del programa, en los tipos de mapas que realiza o en la versatilidad del mismo (aspectos ampliamente estudiados en la ponencia sobre Sistemas de Cartografía Automática) a lo que hay que añadir la rapidez en la ejecución de mapas de igual base geográfica y diversas variables temáticas a cartografiar.

A la vista del resultado, queda patente la importancia y utilidad de la cartografía automática, que nos ha permitido determinar a través de las variables estadísticas utilizadas, una serie de ámbitos espaciales que manifiestan grandes contrastes en cuanto a la estructura de la población activa por sectores económicos en nuestro país. En primer lugar, la confirmación de la existencia de fuertes desequilibrios interprovinciales, que lejos de disminuir desde 1975 se han agudizado. Baste observar los mapas elaborados con el SYMAP para confirmar estos hechos.

Por último, mediante la elaboración de un diagrama triangular hemos realizado una tipología provincial que permite la agrupación de las provincias españolas en función de su población activa. La comparación de las situaciones de 1975 y 1982 manifiesta un claro aumento del sector terciario a la par que han disminuído los

primario y secundario.

## NOTAS

- (1) Programa desarrollado por J.A. Cebrián de Miguel.

## BIBLIOGRAFIA

– BANCO DE BILBAO (1982): *Renta Nacional de España y su distribución provincial 1979*. Bilbao, 271 p.

– BELL ADELL, C. y GOMEZ FAYREN, J. (1983): *Población y Actividad Económica en la región Murciana. El Sector Terciario*. Murcia, Universidad, 246 p.

– CABRER BORRAS, B. y PIQUERAS HABA, J. (1980): “Tipificación de la población activa en España 1955–1975. Un ensayo de del análisis de componentes principales”. *Estudios Geográficos*, 159, p. 171–192.

– DATA (1973): *Estructura social básica de la población de España y sus provincias*. Madrid, Confederación Española de Cajas de Ahorro, 397 p.

– GARCIA BALLESTEROS, A; REDONDO GONZALES, A; y TROITIÑO, M.A. (1976): “Los activos terciarios en las ciudades españolas de más de 100.000 habitantes”. *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, p. 263–280.

– GARCIA BARBANCHO, A. (1982): *Población, empleo y paro*. Madrid, Pirámide, 158 p.

– GRUPO DE TRABAJO PARA EL ESTUDIO DE LOS PROBLEMAS DEL EMPLEO (G.T.E.) (1970): *Población, actividad y ocupación en España (Reconstrucción de las series históricas 1960–1978)*. Madrid, Ministerio de Economía, 160 p.

– I.N.E. (1975): *Caraterísticas de la población activa española deducidas del Padrón Municipal de habitantes*.

– I.N.E. (1982): *Encuesta de Población Activa*, octubre, noviembre, diciembre de 1982.

– LEGINA, J. NAREDO, J.M. (1974): “Exodo rural y envejecimiento de la población activa agraria”. *Información Comercial Española*, p. 84–90.

– LEGUEN, G. (1960): “La structure de la population active des agglomerations françaises de plus de 20.000 hab.”. *Annales de Géographie*, p. 355–370.

– LOPEZ DE SEBASTIAN, J. (1970): *Política Agraria en España, 1920–1970*. Madrid, Guadiana, 448 p.

– MIRALBES BEDERA, M.R. (1965): “Sobre la estructura de la población activa española y su evolución en 1900–1960”. *Geographica*, enero-diciembre, pp. 16–29

– O.I.T. (1981): *Anales de las estadísticas del trabajo*.

– PUYOL ANTOLIN, R. (1979): *Emigración y desigualdades regionales en España*. Madrid, E. M.E.S.A. 217 p.

– RODRIGUEZ OSUNA, J. (1978): *Población y desarrollo en España*. Madrid, Cupsa, 178 p.

– ROJO PEREZ, F. (1982): “El ordenador en un estudio geográfico de guarderías infantiles” *Estudios Geográficos*, 169, (en prensa).

– SAEZ BUESA, A. (1975): *Población y actividad económica en España*. Madrid, Siglo XXI, 1975, 316 p.

– Idem. (1974): “Población activa española, 1950–1970”. *Información Comercial Española*, p. 50–56.

– TAUVERON, A. (1974): “Le tertiaire supérieur. Moteur du developpment regional?” *L'Es-pace Geographique*, p. 169–178.

– UNZUETA Y YUSTE, A. (1980): *Estructura Económica de España*. Barcelona, (Abelardo de Unzueta y Yuste), 584 p.

– VINUESA ANGULO, J.; OLIVERA POLL, A.; ABELLAN GARCIA, A. (1981): *Análisis*



*Territorial y valoración de efectivos demográficos.* Madrid, C.E.O.T.M.A., 291 p.

– VINUESA ANGULO, J.; OLIVERA POLL,

A.; ABELLAN GARCIA, A.; y MORENO JIMENEZ, A. (1982): *El estudio de la población.* Madrid, Instituto de Estudios de la Administración Local, 234 p.

## LA ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFIA CUANTITATIVA EN ESPAÑA

### INTRODUCCION

En esta ponencia pretendemos presentar la problemática de la enseñanza de Geografía cuantitativa a la luz del gran debate que se está produciendo en el campo de la enseñanza de la Geografía y de la propia ciencia geográfica, en países que poseen una larga tradición cuantitativa, algo más de 30 años en los Estados Unidos (BURTON, I, 1963) y más de 20 en el Reino Unido (GREGORY, S. 1983).

En segundo lugar, consideramos la necesidad de profesionalizar a los enseñantes geógrafos, ya que sólo así se podrá diseñar un currículo (1) de la Geografía coherente con las metas y objetivos del sistema educativo español. Asimismo proponemos las bases de un posible currículo en el que se incluyan los valores.

En este contexto general, analizaremos el papel que puede desempeñar la enseñanza de las Técnicas de Geografía dentro de la situación poliparadigmática en la que se desenvuelve la Geografía Humana actual, para concluir con un análisis de la problemática situación de la enseñanza de la Geografía Cuantitativa en España.

### 1. CONSIDERACIONES PREVIAS.

Dado el carácter polémico de las cuestiones que abordamos nos parece oportuno hacer explícitas las posiciones de partida a fin de centrar el debate que pueda suscitarse en la Ponencia, Seminario y Mesa Redonda de la sesión.

En primer lugar, sostenemos la falta generalizada de profesionalización de la docencia lo

que dificulta cualquier intento de mejora o cambio del currículo geográfico ya que implica desarrollar nuevos objetivos, emplear nuevos contenidos y métodos de enseñanza y aprendizaje. El ejemplo más claro de la constatación de esta hipótesis es la incapacidad hasta el momento de producir un proyecto de currículo geográfico por parte de los docentes de la disciplina, tanto a nivel individual como institucional (Universidad, C.S.I.C, Real Sociedad Geográfica, Asociación de Geógrafos Españoles, Jóvenes Geógrafos, etc.) semejante a los realizados por otras comunidades de geógrafos. A lo más que hemos llegado, es a lamentarnos de la situación de postración de la enseñanza de la geografía española o a elaborar propuestas didácticas concretas sin poner en tela de juicio el enfoque científico y educativo vigentes y sin referirlas a ningún modelo educativo.

Por consiguiente, partimos del supuesto de que la enseñanza de la Geografía en general y de la cuantitativa en particular, carece de sentido si previamente no se elabora un *currículo* inserto en un modelo educativo que afecte a la totalidad del país, y en el que se incluya un método que permita a los estudiantes discernir los valores que impregnan las situaciones espaciales más o menos conflictivas, desterrando de este modo el carácter, pretendidamente aséptico, que deben tener según algunos autores el sistema educativo en general y el de la enseñanza de la geografía.

Por otra parte, considero que las *técnicas cuantitativas* pueden desligarse del positivismo y emplearse en cualquiera de los tres enfoques (positivistas, humanísticos y estructuralistas) a los que puede reducirse la multiplicidad de ten-

dencias actuales en Geografía humana (ESTE—BANEZ, J. 1982; JOHNSTON, R.J. 1983).

## 2. BASES PARA LA ELABORACION DE UN CURRÍCULO EN GEOGRAFIA

Puede resultar presuncioso y osado intentar esbozar las bases de un currículo dada la dificultad intrínseca del tema y mi casi nula preparación docente, ya que ni en la licenciatura, ni en mis años de becario de Formación del profesorado se me capacitó en esta vertiente tan necesaria para alguien que ejerce de profesor. La dificultad objetiva del tema ha sido puesta de manifiesto en varias ocasiones por Luis, A. y vuelve a insistir en su comunicación. (LUIS, A, 1983). Es suficiente revisar ligeramente los artículos de las principales revistas educativas para captar la gran preocupación que suscita este problema (2).

Otro indicador de esta dificultad a un nivel de enseñanza primaria y media nos lo confirma Graves, N. cuando en la introducción al libro *New Unesco Source Book for Geography Teaching* (1982), declara que cuando apareció el primer libro en 1964, la geografía cuantitativa no había hecho mucho impacto en los niveles de enseñanza primaria y medio, y el supuesto implícito era que el objetivo principal de la geografía era la descripción de los diferentes paisajes culturales y físicos del mundo, de un modo tal que tuviesen un valor educativo para los estudiantes. Pues bien, el citado autor, presidente de la Comisión de Enseñanza de la Geografía (1972-1980) y editor de la obra citada, señala en 1982, que la revolución conceptual está asimilada, como también muchos aspectos derivados de la fenomenología. Asimismo, es consciente de las innovaciones educativas derivadas del acercamiento a los modelos de desarrollo mental propuestos por Piaget y Brunet. Por estos motivos y dada la madurez del profesorado, el libro señala una gama de estrategias, objetivos y contenidos que pueden ser escogidos por el profesor de acuerdo a las diferentes circunstancias locales, y por ello no resulta posible prescribir una acción concreta que se acomode a todas las circunstancias y por ello "no se intenta imponer un conjunto particular de prácticas y procedimientos" (GRAVES, N., 1982, p. XIX).

Por consiguiente, si el panorama educativo

es difícil en estos niveles, la situación se complica todavía más en la enseñanza Universitaria en donde la proliferación de enfoques y la superespecialización hacen muy difícil aunar esfuerzos en busca de un curriculum acorde con las necesidades de la sociedad actual.

A pesar de la complejidad apuntada, me atrevo a esbozar unas bases apoyadas en la experiencia de otros países (Estados Unidos y Gran Bretaña) que aunque tosca y esquemática, pueden tener el valor de suscitar individual e institucionalmente, la necesidad de comprometernos de forma inmediata, en esta tarea.

El primer problema que es preciso abordar y tomar conciencia es el de la existencia de diferentes modelos de educación que pueden sintetizarse, como hace Walford, R. (1981) en cuatro grandes grupos:

a) Tradición liberal humanitaria. Los que defienden este punto de vista consideran que el fin primordial es la transmisión de la herencia cultural de una generación a otra. Se concede gran valor al mantenimiento de las ideas que se consideran capitales y por lo tanto se piensa que existe un currículo *específico* que es preciso enseñar a los estudiantes. Los profesores se consideran como los "guardianes de los tesoros de la civilización" (WALFORD, R. 1981, p. 218), y su papel radica en iniciar a los estudiantes en la apreciación de tales tesoros.

b) Tradición centrada en el niño. Considera el proceso educativo como un autodesarrollo. En esta tradición los geógrafos se consideran más educadores que geógrafos.

c) Tradición utilitaria. Consiste en preparar al estudiante equipándolo adecuadamente para incorporarse a la sociedad. La educación tiene como fin ayudar al estudiante a "sobrevivir en una situación ya definida" (WALFORD, R. 1981, p. 220), y por lo tanto el currículo se encamina a dotar al estudiante de destrezas y conocimiento útil para ayudarlo a conseguir un trabajo y así poderse ganar la vida.

Esta política educativa nos resulta familiar y puede en ocasiones ser muy peligrosa.

Según esta visión existen carreras y disciplinas más prestigiosas que otras y en el caso concreto de la Geografía, ésta se reduce a un papel auxiliar, que proporciona información y tema de conversación.

d) La tradición reconstruccionista, considera la educación como un agente potencial de cambio social. En esta posición, la tarea del educador es originar un "tipo de descontento divino" (WALFORD, R. 1981, p. 220) de tal modo que no acepte fácilmente las cosas establecidas, y la enseñanza le impulsa a poner en tela de juicio el status quo (competitividad en las Sociedades capitalistas, colectivismo en el mundo socialista) y trata de impulsar en el estudiante alternativas o posibilidades de mejora. Los pensadores "reconstruccionistas" se encuadran desde posturas utópicas (H.G. Wells y William Temple) a radicales como P. Freire, Ivan Illich, etc.

Una Geografía basada en estas ideas subrayará las injusticias espaciales y buscará despertar en el estudiante la preocupación por el entorno natural y social.

Naturalmente que estos esquemas están muy simplificados y pocas veces se asumen en su integridad. Sin embargo es necesario, antes de abordar el currículo de la geografía o de cualquier disciplina geográfica, tener en cuenta que existen estas concepciones, y según que el profesor o la comunidad de geógrafos se incline predominantemente por uno u otro enfoque, se hará sentir en el programa de la asignatura explícita o implícitamente.

No se trata aquí, de sugerir cual de estas ideologías es la mejor, sino simplemente de subrayar que es requisito imprescindible debatir estas cuestiones, cuando es notorio que en Europa occidental, e incluso en países con gobiernos socialistas se inclinan en sus preferencias sobre currículos, por una cierta tendencia: hacia el utilitarismo.

Examinados los diferentes modelos educativos y sus repercusiones, abordamos el escabroso problema de los valores en el sistema educativo y en la enseñanza de la Geografía. El tema es muy polémico y objeto de debate desde posiciones muy diferentes (HOLBROOK, D. 1977; HA-

BERMAS, J. 1976; SMITH, N. 1978; SARUP, M. 1978; HUCKLE, J. 1981), pero la mayoría considera que es urgente no ignorar los valores, e incluso Huckle, J., citando la conocida canción de Pink Floyd:

"We don't need no education,  
We don't need no thought control,

Hey teacher, leave those Kids alone,  
All in all, you're just another brick in the wall"

"No necesitamos educación  
No necesitamos que nos coman el coco  
¡Eh, profesor! Deja a los chicos en paz  
Después de todo, tu no eres sino otro ladrillo en el muro"

Considera que esta cultura de adolescentes refleja su impotencia de hallar significado a un mundo que les niega progresivamente su existencia. El autor citado, considera que es preciso redescubrir y recrear valores absolutos para luchar contra el relativismo y el nihilismo que expresa la canción (HUCKLE, J. 1981, p. 149); y nos invita a plantearnos la cuestión de, si como geógrafos, nuestro currículo no es "un ladrillo más en el muro" (HUCKLE, J. 1981, p. 149), o por el contrario estimula a nuestros estudiantes a clarificar sus ideas y a buscar soluciones ante las amenazas que les acechan (en nuestro país pueden ser los 2 millones de parados y los programas FACAS actuales y potenciales). Existen diferentes métodos para operar y actuar con los valores en la enseñanza; todos ellos están guiados por los diferentes modelos de educación que hemos señalado anteriormente. Estos métodos permiten que el profesor sea el que facilite y no sea el árbitro a la hora de tomar decisiones que impliquen juicios de valor. En el C.N.1. se incluye un resumen de los fines y métodos de cada enfoque inspirado en HUCKLE, J. 1981, (p. 154-155) aunque presentado de forma simplificada.

La descripción de los principales enfoques en el manejo de juicios de valor en la enseñanza facilita la reflexión sobre este aspecto importante que no puede soslayarse ante los síntomas evidentes de la pérdida de interés de los estudiantes para la enseñanza actual.

En resumen, cualquier profesor que desee

**ENFOQUES PROPUESTOS PARA OPERAR CON JUICIOS DE VALOR EN LA ENSEÑANZA, SEGUN J. HUCKLE**

<b>Enfoque</b>	<b>Propósitos</b>	<b>Métodos</b>
<b>Análisis</b>	Ayudar a los estudiantes al empleo del pensamiento lógico y de la investigación científica para decidir sobre situaciones que impliquen juicios de valor. Ayudar a los estudiantes a usar procesos analíticos y racionales que interrelacionan y conceptualicen sus valores.	Discusión estructurada y racional que exige aplicar razones así como evidencia, probar principios; analizar casos análogos; debatir; investigar.
<b>Enfoque</b>	<b>Propósitos</b>	<b>Métodos</b>
<b>Desarrollo moral</b>	Ayudar a los estudiantes a desarrollar modelos de razonamiento moral más complejos basados en un conjunto de valores superiores Animar a los estudiantes a discutir las razones de su elección por unos y otros valores, y no solo con el propósito de compartir inquietudes, sino también para potenciar cambios en las fases de razonamiento de los estudiantes	Suscitar dilemas de carácter moral con pequeños grupos de discusión
<b>Enfoque</b>	<b>Próósitos</b>	<b>Métodos</b>
<b>Clarificación</b>	Ayudar a los estudiantes a reparar en sus juicios de valor y en los de los demás Ayudar a los estudiantes a comunicar abierta y honradamente con los demás sobre sus valores Ayudar a los estudiantes a emplear el razonamiento y la emoción a la hora de examinar sus sentimientos personales, valores y patrones de conducta	Juegos, simulaciones, considerar situaciones reales o ficticias que tengan una fuerte carga de valor; ejercicios de introspección; actividades fuera de las clases; pequeños grupos de discusión.
<b>Acción—aprendizaje</b>	Los propósitos indicados en el enfoque de Análisis y Clarificación Proporcionar a los estudiantes oportunidades de acción personal y social basada en sus juicios de valor. Impulsar a los estudiantes a que se vean como seres interactivos, social e individualmente, no plenamente autónomos, sino miembros de una comunidad o sistema social	Los métodos que se incluyen en los enfoques Análisis y Clarificación, así como proyectos de acción dentro de la institución académica y la comunidad.

**Fuente:** J. Huckle (1981), p. 154—155 simplificada.

plantearse seriamente el diseño de un currículo de la Geografía, ha de reflexionar sobre los distintos sistemas educativos y sobre la necesidad de tratar los aspectos de juicio de valor, no optando sesgadamente por un sistema de valores, sino suministrando al alumno enfoques y métodos que e permitan descubrir los valores que subyacen en los hechos espaciales.

El paso siguiente es plantearse el currículo de la disciplina, es decir, aquellos aspectos encaminados a enseñar a los estudiantes a comprender el contenido y la metodología de la Geografía.

Ahora bien, los contenidos de la Geografía varían considerablemente, de igual forma que los fines educativos y objetivos que se asignan a nuestra disciplina. Norman Graves (1981) elaboró una tipología de países según el estado de la enseñanza de la Geografía. Este autor parte de la base de que los países de Europa Occidental y norteamericanos han experimentado tres fases: a) La primera fase de distingue por subrayar los aspectos informativos del mundo y sus características refiriéndolas a áreas políticas. Es una enseñanza enciclopédica en la que se considera persona culta a la que esta bien informada. Es el enfoque que prevaleció en el S. XIX antes de introducirse la Geografía plenamente en la Universidad.

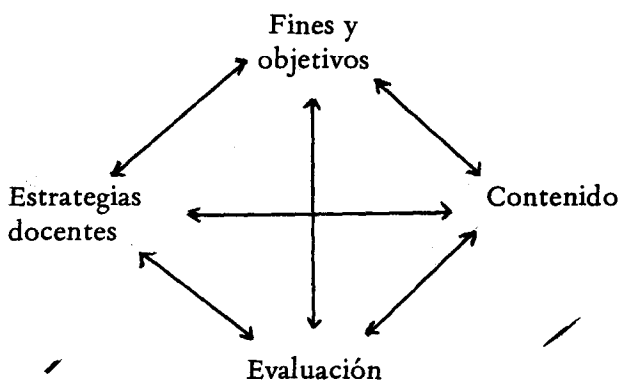
b) En la segunda fase se subraya la relación hombre/medio y la región sustituye a las unidades políticas como contexto de estudio. Los fines eran esencialmente subrayar las influencias del hombre con el medio, formar ciudadanos bien informados y en algunos países se utilizó como medio para desarrollar la comprensión de los pueblos. Este enfoque prevaleció en Europa hasta 1950-1960 y aún está presente en los países mediterráneos europeos y en los de América Latina.

c) Finalmente, la enseñanza de la Geografía tercera fase mostró una preocupación por la forma en que esta puede emplearse para desempeñar un papel en el sistema educativo. El cambio, más importante que experimentó la enseñanza de la geografía fué el sustituir el mero aprendizaje de un contenido, por el empleo de ese contenido en ciertos fines y objetivos en el sistema

educativo general. Este cambio fué paralelo al experimentado por la pedagogía que concede cada vez "más importancia al proceso que al producto" (GRAVES, N. 1981, p. 85). Las actividades en la clase y en el campo están concebidas para fomentar y desarrollar destrezas mentales más que encaminadas a facilitar un conocimiento específico.

De acuerdo a la citada tipología no cabe duda que España se encuentra claramente en la segunda fase del modelo de Graves, y sería muy de desear que nuestros esfuerzos se encaminasen a introducir nuestra enseñanza en la tercera fase que coincide en sus grandes líneas con las recomendaciones del Club de Roma (PECCEI, A. 1981).

Hechas estas consideraciones al enfrentarnos con el diseño del currículo, esto es, a planificar los tipos de actividades que llevan a los estudiantes al aprendizaje de ciertas destrezas, conceptos y principios conviene recordar que hemos de ser conscientes de tres tipos de actividades (GRAVES, N. 1980, p. 65-66) que forman un sistema dinámico en el que los objetivos son el input, las experiencias de aprendizaje son un proceso semejante al de *caja negra* que mediante un contenido geográfico y a través de métodos específicos de enseñanza produce un output, es decir lo que aprenden los estudiantes, que se mide mediante técnicas de evaluación. La evolución del aprendizaje del estudiante y las experiencias de aprendizaje pueden retroalimentar el sistema y producir cambios en los objetivos en el contenido y en los métodos de enseñanza (Fig. 1).



Si los sistemas operan correctamente los currícula son dinámicos. Aunque en el sistema

todas las partes interactúan, los objetivos y fines son de capital importancia.

A la hora de programar una asignatura es preciso considerar qué ideas y conceptos geográficos queremos que se aprendan, con qué profundidad y con qué detalle. Conviene especificar los objetivos, es decir dar una indicación general de la asignatura y hacer indicaciones sobre las grandes unidades temáticas, pues solo así profesor y estudiantes tendrán una idea clara de lo que se va a aprender en el curso.

Las metas o fines se refieren a la necesidad de hacer explícitas las opciones o criterios según las cuales el profesor decide lo que debe o no debe enseñarse. Estos fines están ligados al Gran Debate en Geografía sobre diferentes enfoques o paradigmas vigentes y a los fines de la educación, considerados anteriormente.

En general, los objetivos y fines no se hacen frecuentemente explícitos y cuando se hacen son muy dispares, así mientras Gould (1973) propugna un curriculum dinámico basado en ideas, y en un alto nivel de generalización con una fuerte apoyatura en las matemáticas en el que no hay sitio para la geografía física, Bunge (1973) considera la enseñanza de la Geografía como una lucha por la vida y Graves, N. (1980) propone una licenciatura no especializada con fines educativas que agrupa en:

Fines comunes con otras disciplinas: desarrollo de las capacidades, gráfica y numérica, lectura y escritura.

El desarrollo de las facultades críticas y de juicio independientes, de pensamiento lógico e impulsor del pensamiento creativo.

Fines específicamente geográficos, como desarrollar la capacidad de examinar aspectos espaciales de problemas humanos.

Naturalmente que los fines geográficos que se propongan dependerán del paradigma adoptado.

En resumen, hacer un diseño de currículo de cualquier asignatura geográfica es una operación complicada, ya que supone considerar todos los puntos que hemos descrito. Todo curriculum bien diseñado es un sistema interactuante en el que fines y objetivos, contenido y métodos de enseñanza y evaluación son sus componentes.

Aunque es posible diseñar una programación de una asignatura por cualquier componente, parece lógico comenzar formulando *fines y objetivos*, puesto que las asignaturas han de tener básicamente finalidades educativas.

Los fines son los aspectos generales y se utilizan como criterios para seleccionar los *objetivos* que son aspectos más específicos de la asignatura.

Las destrezas y técnicas que se aprendan han de insertarse en los fines y objetivos, y no han de verse como entidades aisladas. Por último, los objetivos generales de una asignatura están influidos por la identificación del profesor con un paradigma geográfico o con la actitud más o menos ecléctica del docente.

### 3. LA ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFIA CUANTITATIVA

Hemos intentado demostrar que antes de abordar la enseñanza de cualquier disciplina era preciso considerar los fines propuestos en el modelo educativo de un país y otros fines alternativos, la necesidad ineludible de incorporar los valores en la enseñanza, la formulación de los fines y objetivos de un currículo que estaban muy mediatizados por el paradigma geográfico al que se adscribe un profesor.

En este apartado trataremos de clarificar algunas posturas, a nuestro juicio confusas, producto unas veces de una deficiente comprensión conceptual y otras de una ignorancia sobre la evolución reciente del pensamiento geográfico.

La primera confusión radica en el propio tema de la ponencia, puesto que por geografía cuantitativa o nueva geografía suele entenderse aquella corriente que sigue enfoques positivistas, es decir, trata de elaborar generalizaciones empíricas, formulaciones o leyes que relacionan fenómenos que pueden reconocerse empíricamente. En estos enfoques el método científico es esencial, así como la metodología y la filosofía imperante en las ciencias físicas. La aplicación de estos principios supone la creencia que estos son aplicables a la geografía humana que es una ciencia social.

Sin embargo en una buena parte de la "nue-

va geografía” que adoptó el método científico en su “espacialismo” inspirado en el positivismo lógico existe una clara adscripción al llamado por Keat *cientifismo*, que supone que el método positivista es el único válido para producir conocimiento; *política científica* que es el argumento según el cual el positivista dispone del método de hallar soluciones racionales a todos los problemas, es decir, es la base de la ingeniería social, y finalmente, está *exento de juicios de valor*, lo que *supone que los juicios* de este enfoque son objetivos, ajustados según criterios exentos de juicios subjetivos morales y políticos (JOHNSTON, 1983, p. 13).

Estas características y pretensiones solo están representadas en algunos trabajos de geografía cuantitativa, mientras que otros no admiten todos los supuestos señalados y especialmente pocos están de acuerdo con las nociones de *cientifismo y política científica*.

Por otra parte, conviene aclarar que muchos geógrafos llamados cuantitativos fueron no realmente positivistas lógicos, sino que se sintieron atraídos por un aspecto del positivismo: *la cuantificación*, es decir, expresar resultados de forma matemática y estadística. En definitiva, se tomó un aspecto del positivismo (*la certitude* de Comte). Muchos trabajos cuantitativos son simple manipulación de números con escasa relación a una teoría o modelo, puesto que las obras que podríamos calificar de ejemplares del positivismo no fueron siempre tenidas en cuenta (HAGGETT, P. 1965; ABLER, R., ADAMS, J.S. y GOULD, P.R., 1971).

En resumen, no puede identificarse toda la geografía cuantitativa con el positivismo lógico. Por una parte, son muchos los geógrafos cuantitativos que solo toman del positivismo la cuantificación, e incluso en los últimos años muchos geógrafos intentan separar las técnicas cuantitativas del positivismo, utilizándolos en la descripción y en el análisis, y en una estructura “teóricamente agnóstica que presta poca atención a teorías, hipótesis y leyes” (JOHNSTON, R. p. 49). Esta tendencia es calificada por Taylor (1981) de *empirismo lógico*.

Así pues, existe una clara ambigüedad en el término cuantitativo, pero en cualquier caso no

puede identificarse toda la geografía cuantitativa con el positivismo comtiano. Por otra parte, cuantificación no implica necesariamente apoyatura filosófica, sino simplemente una herramienta de uso no exclusivo de geógrafos positivistas, pues como dice Walford, R. (1981, p. 94) “casi todos los geógrafos modernos están bien preparados en métodos estadísticos”.

No sólo existe confusión en la terminología, sino que a veces no se conocen las posturas mayoritarias de los geógrafos con respecto al Gran Debate en geografía humana.

El problema se plantea en estos términos: los geógrafos humanos ¿siguen un enfoque pluralista asumiendo en sus estudios los tres paradigmas dominantes (positivista, humanista y estructuralista) o adoptan enfoques únicos?.

En otro lugar, ya mostramos la tendencia por parte de algunos geógrafos a subrayar la originalidad de sus enfoques y el carácter “revolucionario” de los mismos y aventurábamos la explicación un tanto psicológica, de que tal actitud se comprende por el deseo de sentirse protagonista de algo nuevo, original y por supuesto revolucionario (ESTEBANEZ, J. 1982). En esta misma línea JOHNSTON, R. (1983), citando a D. HARVEY, señala la tendencia que existe, sobre todo en los “conversos” a presentar los enfoques geográficos de forma irreconciliable. Y así ingenuamente D. HARVEY (1973), p. 128) declara:

“presentar su punto de vista como algo original y superior es una táctica común en busca de una promoción en la carrera académica”.

Sin embargo, son muchos los geógrafos que tratan de conciliar posiciones y reconocen méritos de diferentes enfoques, señalando incluso el carácter complementario del que cultivan (TUAN, Y.F., 1976). El propio R.J. Johnston (1980, 1982, 1983) rechaza muchas concepciones del positivismo, pero considera que sus herramientas cuantitativas son válidas para lograr sistematizar y hacer ciertas generalizaciones descriptivas. Otros autores, en cambio como EYLES y LEE (1982) señalan, que las posturas eclécticas suponen abstracciones imposibles, puesto que las diferencias no son sólo metodoló-



gicas y analíticas, sino epistemológicas.

Personalmente considero que cabe una postura ecléctica tal y como propone JOHNSTON (1983), puesto que las preguntas de tipo por qué en geografía no pueden responderse con el *positivismo* y sí en cambio con el *estructuralismo*, que proporciona un esquema explicativo básico de los procesos económicos, sociales y políticos. Sin embargo ciertos enfoques humanísticos (idealismo) ayudan a comprender las conductas espaciales a escala local.

Por ejemplo, a la hora de explicar el proceso de urbanización del medio rural madrileño puede adoptarse el enfoque estructuralista, ya que la opción por el "crecimiento urbano a saltos" puede verse como la forma más eficaz que tiene un grupo social de ampliar indefinidamente el espacio urbano y ser este modelo instrumento eficaz de acumulación capitalista (ESTEBANEZ, J. 1982). Pero también es posible emplear el análisis de regresión múltiple para explicar lo espacial del fenómeno, y finalmente y a un nivel local es legítimo utilizar la encuesta participativa para comprender los mecanismos locales de las comunidades rurales y la convergencia de intereses entre localistas y cosmopolitas.

En geografía, la escala de análisis es importante y por ello considero que a un nivel general, el estructuralismo tiene un gran poder explicativo, en tanto que a menores escalas los enfoques cuantitativos y humanísticos permiten descubrir determinados procesos.

En este contexto consideramos que la cuantificación, identificada frecuentemente con la geografía cuantitativa, no puede asociarse al positivismo y menos aún al positivismo lógico, puesto que es un medio de manejar la información y por tanto puede emplearse dentro de cualquier paradigma y sólo se identificará con el positivismo cuando de su empleo se infieren leyes y generalizaciones (TAYLOR, 1981; WALKER, 1981).

Uno de los temas más polémicos es el de la valoración de la cuantificación en geografía. Muchos autores identifican la cuantificación con el positivismo y consideran que este enfoque, así como determinadas posturas eclécticas son con-

contrarrevolucionarias.

Esta postura no resulta clara desde el momento en que sólo los trabajos de geografía aplicada se hacen con una finalidad, pero cualquier otro estudio geográfico es en sí mismo una investigación aplicable que puede ser utilizada para otros en fines diferentes y con los que el autor del trabajo puede no estar de acuerdo, y este último aspecto siempre es posible a no ser que el investigador mantenga en secreto su obra (JOHNSTON, R. 1983, p. 134).

Por otra parte, es bien conocida la polémica a propósito de la cuantificación y la valoración de la geografía cuantitativa en la enseñanza. Las posiciones, sin necesidad de entrar en detalles se resumen en el C.N.2, elaborado por Robinson, R. (1981).

Ante posturas tan encontradas cabe sugerir una moderación a los cuantitativos fogosos y pedir a los críticos, a los cualitativos sin remisión que justifiquen su actitud y la omisión de métodos cuantitativos, ya que no se sabe si se debe a una cuestión de principios filosóficos o a la ignorancia de los mismos.

Otra actitud con respecto a la cuantificación es identificarla con una mentalidad tecnocrática que favorece y robustece el sistema capitalista. Esta postura no deja de ser exagerada cuando examinamos el papel que se le asigna a la geografía en la Unión Soviética, en donde se llega a declarar en el XXVI Congreso del Partido Comunista que es preciso hacer un empleo cada vez mayor y más racional de la geografía en la tarea de elaborar la "base material y técnica del comunismo" (ANOKHIN, A.A, et al., 1982, p. 303).

En la Unión Soviética la enseñanza de la Geografía no sólo produce profesores, sino también especialistas con una orientación práctica. Los profesores se forman en los 77 institutos pedagógicos predominantemente y en las 33 Facultades se forman especialistas. Pues bien, conviene destacar el papel que desempeñan los matemáticos, la física, estadística y el lenguaje a lo largo de los cinco años de la licenciatura geográfica. Asimismo se cursan materias obligatorias como Historia del Partido, Filosofía marxista-le-

## ARGUMENTOS Y POSICIONES CON RESPECTO A LA CUANTIFICACION

### Favorables

La comprensión de la estadística elemental y su aplicación es necesaria en nuestros días.

La cuantificación es un aspecto esencial en la descripción.

Se ponen de un modo más claro las asociaciones y las distribuciones de los hechos geográficos.

Ayuda a los estudiantes a tomar decisiones con conocimiento de causa y con una visión más objetiva de los problemas.

Da satisfacción intelectual porque, permite aplicar el método científico a algunos problemas. Proporciona significados no visibles en un principio y plantea nuevos campos en la investigación.

Proporciona más oportunidades y más tiempo al análisis de los datos.

Mejora la sistematización de las ideas y programas y da más rigor al estudio

Los índices, coeficientes, la estadística inferencial son herramientas extraordinarias en el análisis geográfico

### Adversos

Es difícil para muchos estudiantes y origina una barrera en el aprendizaje geográfico

Hace que las descripciones sean premiosas y aburridas.

Los números no se relacionan con la realidad y muchas veces las distribuciones que se describen son cuestionables

La información cuantitativa es irrelevante y solo subraya lo que es objeto de medida

Medir y calcular son pasatiempos innecesarios.

El trabajo cuantitativo consume mucho tiempo

Se convierte en el centro dominante de la actividad estudiantil

La cuantificación se añade a los programas como un extra para agradar al "new establishment"

Los tests, así como la estadística inferencial, se enseñan mal y se emplean inadecuadamente.

ninista, Comunismo Científico, Educación Física, Formación militar, etc.

Un plan muy similar de la Unión Soviética es el de la licenciatura geográfica en Polonia en donde se cursan durante los cinco años muchas materias de matemáticas, estadística, física, química, lógica, astronomía, lenguas extranjeras y un gran número de disciplinas instrumentales.

De las consideraciones expuestas podemos concluir que no siempre es legítimo identificar cuantificación con positivismo y menos aún con positivismo lógico. La estadística y las matemáticas pueden emplearse dentro de una estructura ecléctica o profesando cualquiera de los tres paradigmas vigentes. Por otra parte, calificar de "tecnócrata capitalista" al que utiliza técnicas de cuantificación supone igualar el modelo educativo vigente en los países socialistas con el existente en los países capitalistas.

En resumen, la cuantificación generalizada como cualquier otra innovación, supone provocar actitudes que en un comienzo son virulentas, como nos recuerda R. Boudin (1970) al hablar de la introducción de las matemáticas en las ciencias sociales, aunque muchas veces estas posturas radicalmente contrarias esgrimen razones que dan la impresión de estar "fabricadas por necesidades de la causa" (BOUDIN, 1970, p. 49).

Realizadas las precisiones anteriores, nos reafirmamos en las conclusiones a las que habíamos llegado hace unos años (ESTEBANEZ, J. y BRADSHAW, R., 1979), en donde destacábamos, entre otras ventajas que ofrece el empleo de los métodos cuantitativos:

— proporcionar un sistema lógico de investigación que permite avanzar en el proceso generalizador en términos de hipótesis y teorías;

— hacer que los resultados de la investigación geográfica sean más universales y comunicables a otras disciplinas;

— proporcionar herramientas más adecuadas para frente al ritmo vertiginoso de los cambios que se producen en las sociedades de los países industriales. Son estas técnicas las herramientas que permiten digerir la llamada "explosión

de la información" (STODDART, D.R., 1967).

— permitir en definitiva, que los resultados de un estudio geográfico no pertenezcan a una sola persona y dependa solo de sus cualidades de observación, es decir, de "la actitud y estado de espíritu.... que puede denominarse d'esprit géographique" (CHOLLEY, A., 1942, p. 63).

Por otra parte, no basta presentar de un modo retórico la pobreza y la desigualdad espaciales, ya que estos problemas han de tratarse de manera rigurosa y precisa y nunca mediante declaraciones que sirvan sólo de catarsis al investigador (GOULD, P., 1973, p. 263).

Expuestas las razones por las que consideramos de interés la enseñanza de las técnicas de cuantificación en geografía, es preciso plantearse qué tipos de técnicas y métodos cuantitativos enseñar.

También en este aspecto tenemos que aprender de los países que cuentan con una amplia experiencia. Un buen indicador de los contenidos que se han venido impartiendo en la introducción a los métodos cuantitativos, nos lo proporciona el análisis de los libros de texto más difundidos en el Reino Unido y en los Estados Unidos (3).

Todos estos libros introductorios a los métodos cuantitativos son, salvo el de Gregory, S., muy recientes y son un buen exponente del tipo de contenidos que se explica en la asignatura de técnicas de cuantificación.

La crítica general que suscitan, es el excesivo predicamento que se concede a las pruebas de hipótesis sin hacer mención a las controversias que tales pruebas originan entre los estadísticos y científicos sociales.

En todos los manuales se subraya y se considera que la *significación* es la relación entre los datos y la hipótesis, sin embargo el nivel de significación es la probabilidad de obtener un resultado en la región crítica, resultado que lleva a rechazar la hipótesis nula.

También en los manuales se insiste demasiado en los *tests* que llegan a verse como el mé-

do esencial en la estadística, de tal modo que se tiene la impresión de que los datos observados son simples números que se introducen en fórmulas con el único fin de producir determinados niveles de significación. Sin embargo, es preciso antes de aplicar los *tests*, examinar los datos e insistir en que las técnicas estadísticas sólo han de concebirse como ayudas para comprender los datos. Como dice R. Bradshaw (1983), existen métodos simples de tabulación y presentación gráfica de la información que ahorran muchas veces técnicas más complejas y proporcionan resultados más satisfactorios.

Aunque este enfoque parece ser muy compartido entre los geógrafos cuantitativos, sorprende el poco espacio que se dedica al tratamiento de los datos, o a la estadística descriptiva en estos manuales, cuando en recientes libros de textos de estadística escritos por matemáticos dedican a estas cuestiones más de la cuarta parte (JARRETT, D. 1980, p. 65).

Es preciso señalar también que los libros de Ebdon, Hammod y McCullag, Johnston, Norcliffe y Yeates son los que mejor representan los defectos apuntados, en tanto que los libros de Smith y Taylor son más geográficos y menos estadísticos, puesto que su temática se organiza según problemas geográficos y sin seguir el modelo de los manuales de estadística. Estos dos últimos autores, aun incurriendo en cierta medida en los defectos apuntados, conceden gran importancia a los datos y a los problemas de carácter espacial.

Ante esta situación Jarret, D. (1980) concluye que no existe en el momento presente un manual completo de carácter introductorio sobre métodos cuantitativos en geografía y por ello es preciso utilizar tales libros de texto como fuentes de ideas, advirtiendo también de la necesidad de estudiar estadística al menos los principios básicos, a partir de manuales procedentes del campo de las matemáticas.

En el caso de nuestro país se dispone de estos manuales, algunos ya traducidos y de un manual autóctono, no exento de los errores y defectos apuntados, aunque sin llegar a los "excesos estadísticos" cometidos por el Groupe Chadule.

Así pues, cabe concluir diciendo que en los

libros de texto de iniciación a los métodos cuantitativos no se incorporan las preocupaciones esenciales de los geógrafos cuantitativos actuales: problemas de autocorrelación espacial y temporal, influencia de las unidades territoriales de análisis, etc. (BOSQUE, J., CHUVIECO, E. y SANTOS, J., 1983). Es decir, los libros de texto siguen aferrados a las técnicas cuantitativas duras, y son en su mayor parte libros de estadística con ejemplos geográficos en los que la técnica es el centro del interés y el ejemplo geográfico el pretexto que ilustra la técnica.

Afortunadamente, en los últimos años se están operando fuertes cambios con respecto al papel que han de jugar las técnicas de cuantificación en la investigación geográfica. El matemático y especialista en la teoría de los sistemas Lyn Jones (1977), advierte a P. Gould del peligro que supone estar recorriendo un camino del que otros científicos estaban de vuelta, y advierte que toda ciencia social ha de intentar transmitir la riqueza de situaciones reales, intentar luego enseñar destrezas y técnicas en un lenguaje que puede ser matemático y más tarde, desarrollar una metodología que explique y ayude a comprender los problemas reales. Este último aspecto es el primordial, en tanto que P. Gould (1973) se centra exclusivamente en el lenguaje, suponiendo que puede llegar a la tercera fase implícitamente.

En este mismo sentido cabe también citar la opinión de S. Gregory que considera que el objetivo esencial de la enseñanza de las técnicas cuantitativas es comprender lo que los métodos hacen con la información para poder apreciar el significado de los resultados, porque lograr unos resultados mediante el empleo de un método del que no se entienden sus bases matemáticas, no supone un avance intelectual. A nivel de iniciación el enfoque que Gregory llama de "cook-book", tiene el interés de suscitar curiosidad en este campo, pero en una segunda fase es preciso retroceder y explicar el por qué de los resultados (GREGORY, S., 1978, p. 26).

La tendencia hacia un enfoque más flexible en el estudio y aplicación de las técnicas de cuantificación, data de principios de los años 1970, en donde comienza en las principales revistas a discutirse la aplicación correcta de las mismas

(GREGORY, S., 1983).

Un buen análisis de la evolución reciente puede seguirse en una serie de artículos aparecidos en la revista *Progress in Human Geography*, desde 1977. También es de destacar la conclusión reciente a la que llega Bennett (1982) cuando declara que: "Es esencial que la reformulación de enfoques cuantitativos y analíticos se produzcan dentro del contexto de problemas específicos importantes, en lugar de presentar las técnicas en sí, como era el caso en la década de los años 60".

Este mismo cambio se aprecia en la última reunión del Quantitative Methods Study Group celebrada en Edimburgo en enero de 1983, en donde la conclusión mayoritaria es considerar a la geografía cuantitativa como una parte del instrumental del geógrafo, y no como una nueva ciencia espacial, y que en el futuro debería considerarse más que como un enfoque exento de juicios de valor, como un auxiliar de cuestiones geográficas más amplias planteadas dentro de contextos paradigmáticos diversos (BENNETT, R.J., 1983).

Este cambio de orientación no quiere decir una pérdida de importancia de las técnicas de cuantificación, pues éstas son juzgadas como destrezas fundamentales, aunque en lo sucesivo han de mejorarse mediante un conocimiento de los fundamentos matemáticos en los que se apoyan: trigonometría, álgebra matricial, ecuaciones diferenciales y técnicas de optimación, que son imprescindibles en cuestiones referentes a la topografía, modelos de población, relaciones dinámicas, localización de los recursos y servicios, etc. (BENNETT, 1978).

Por otra parte, es preciso evitar el servilismo en lo que atañe a las técnicas, de dependencia a otras ciencias, ya que si la experiencia ganada por la Biología, Psicología y Econometría es grande, sus problemas no son siempre trasvasables directamente al campo de la geografía, con lo que es preciso idear técnicas apropiadas a nuestros problemas espaciales.

Un esfuerzo importante por hacer más flexibles las técnicas compaginándolas con diferen-

tes enfoques, nos lo proporciona el profesor Eyles (1977) en su programa de geografía social impartida en el Queen Mary College de Londres (4).

#### 4. LA ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFIA CUANTITATIVA EN ESPAÑA.

Conocido por todos el estado de la geografía española, no parece oportuno recordar la situación actual de un tipo de enseñanza que carece de entidad tanto en lo que atañe a los aspectos teóricos como a sus métodos cuantitativos.

La geografía cuantitativa está muy mal representada como lo demuestra el hecho de que en las 26 Facultades en las que se imparten estudios de geografía, solo existen cinco asignaturas relacionadas con las técnicas de cuantificación (Técnicas de Cuantificación, Estadística, Técnicas de Análisis Espacial, etc.) que se imparten en doce departamentos, e incluso en algunos casos con carácter optativo.

En relación con la geografía cuantitativa propiamente dicha (teórica), puede decirse que casi no existe y que sólo se cursa a un nivel muy general junto con otros enfoques en diez asignaturas, cuyo contenido es más bien historia del pensamiento geográfico que presentación de los enfoques positivistas centrados en la organización espacial, en la localización o en los modelos espacio temporales. Las diez asignaturas que tienen un carácter teórico tan sólo están representadas en las trece Facultades examinadas. (Vid. C.N.3).

Es bien significativo además, que no hayan penetrado suficientemente lo que podríamos llamar *ejemplares* de la geografía cuantitativa. En efecto, de los libros introductorios más representativos de esta tendencia, tan sólo se dispone de la primera edición del manual de P. Haggett (1965) "Locational Analysis in Human Geography", que es más conocido en las Escuelas de Arquitectura que por nuestros estudiantes de Geografía. Sin embargo, no se tradujo la segunda edición de este manual (1977), mucho más profundo, ni el libro de carácter general del mismo autor "Geography: A Modern Synthesis". Tampoco se conoce suficientemente bien entre los estudiantes el ya clásico de Abler, Adams y

Gould (1971), "Spatial Organization". Sin embargo continua reeditándose año tras año, la traducción del manual de bachillerato francés de Papy-Gourou y recientemente se traduce en la editorial Oikos-Tau el también manual de bachillerato escrito por Yves Lacoste y colaboradores.

Por último, en los planes de estudio sólo figuran cuatro asignaturas ligadas a la profesionalización de la geografía, que se imparten en sólo seis Facultades. En el C.N. 3 se incluyen los planes de estudio de Geografía que se imparten en las Facultades de Filosofía y Letras y de Geografía Historia españolas.

En resumen, existe un predominio de disciplinas de carácter informativo que presentan resultados y no plantean problemas ni estimulan el aprendizaje de destrezas espaciales. Este tipo de enseñanza se centra en una temática muy tradicional, con escasas asignaturas ligadas a la naturaleza y métodos científicos, instrumentos de análisis, etc.

En este contexto la geografía cuantitativa y las técnicas de cuantificación en el mejor de los casos, son enseñanzas sin integrar en los programas de las restantes asignaturas (BOSQUE MAUREL, J., 1980; BOSQUE, J., RODRIGUEZ V. y SANTOS, J., 1983).

Por otra parte, si además observamos la producción científica reciente, aun cuando clasifiquemos de cuantitativos artículos y monografías que emplean técnicas estadísticas elementales (ESTEBANEZ, J. y BRADSHAW, R., 1979; BOSQUE, J., RODRIGUEZ, V. y SANTOS, J., 1983), constatamos que solo una escasa proporción de la comunidad geográfica emplea estas técnicas elementales en sus trabajos esencialmente descriptivos, y además de las 63 tesis doctorales presentadas y aprobadas entre 1970-1980 solo ocho, según los criterios establecidos por Bosque Maurel (1980), hacen uso de técnicas cuantitativas.

El estado actual de la enseñanza de la geografía cuantitativa se explica, aparte de las peculiaridades en su desarrollo histórico en las que se ha desarrollado nuestra disciplina (CAPEL, H., 1976), por el desarrollo tardío de la geografía universitaria, concebida además como una simple

disciplina auxiliar de la Historia. (Piénsese por ejemplo, que en la Universidad Complutense de Madrid, la única cátedra existente desde 1893 a 1948, se titulaba "Geografía Política y Descriptiva", siendo sus titulares sucesivamente los profesores Miguel García Romero, Eloy Bullón y Fernández y Amando Gaudencio Melón y Ruiz de Gordejuela).

Recuérdese también, que salvo en la Universidad de Zaragoza en donde funcionó una Sección de Geografía desde 1957, en las restantes Universidades hasta 1970, los licenciados en Filosofía y Letras (Sección de Historia) sólo cursaban cuatro materias de carácter geográfico (dos geografías generales, geografía descriptiva y geografía de España), de un total de 25-30 asignaturas que componían la citada licenciatura.

En la etapa desarrollista de los años 60, cuando se produjo la fuerte expansión en las enseñanzas media y universitaria, el objetivo esencial de la geografía fue el preparar profesores de enseñanza media y universitaria, perdiendo, además la presencia de la geografía en la Facultad de Ciencias Económicas en donde la Geografía pasó a denominarse Estructura Económica.

Por otra parte, por razones de proximidad y facilidad de lengua, la geografía española siguió muy de cerca la escuela francesa. En estas circunstancias, se explica, que los geógrafos españoles, salvo casos excepcionales, no tuviesen ningún papel en los Planes de Desarrollo Económico, ya que al carecer de formación básica —técnicas de análisis espacial, estadística— no nos acomodábamos al papel de legitimar los planes de desarrollo, produciendo informes que justificaran los "hechos consumados" o las intenciones establecidas "a priori". Estas razones explican que la administración recurriese a "consultings", compuestos en su mayoría por economistas, arquitectos e ingenieros.

Todas estas circunstancias explican que la geografía quedase relegada a un papel de disciplina académica de carácter informativo que servía a los historiadores para localizar sus problemas objeto de estudio.

Por otra parte, el sistema de oposiciones consagraba un tipo de geografía y dejaba pocos

ASIGNATURAS DE GEOGRAFIA EN LOS PLANES DE ESTUDIO

UNIVERSIDADES	ASIGNATURAS																																										
	G.º General	G.º General II	Introducción a la G.º	Introducción a la G.º Regional	G.º Física	G.º Física II	G.º Humana	G.º Humana II	G.º General de España	G.º General de España II	G.º Descriptiva	G.º Descriptiva II	G.º Descriptiva III	Geografía	Cartografía y Fotointerpretación	Cartografía Gral y Temática	Técnicas de Representación Gráfica	Interpretación Cartográfica	Matemáticas de las Ciencias Humanas	Estadística	Técnicas Cuantitativas en G.º	Técnicas Geográficas	Técnicas Geográficas II	Técnicas de Análisis Espacial	Concepto de G.º	Metodología de la G.º	Concepto y Método de la G.º	Teoría e Historia de la G.º	Historia de la G.º y Metodología	Metodología y Técnicas de Investigación Geográfica	Epistemología de la G.º	Evolución del Pensamiento Geográfico	Análisis Regional	Teoría Regional y Análisis espacial	Análisis Territorial	G.º Aplicada y Ordenación del Territorio	G.º del Paisaje Integrado						
Alcalá de Henares *	1	4	3	2	4	3	4			4				1	5	5												1	5														
Alicante				1	2	3	2	3			2	3			4												4																
Barcelona ** (a)		1		2	2	3								6						6							4														6		
Barcelona Autónoma (b)			1	6	1	2									3			2																						6			
Cádiz	1							2	3																																		
Córdoba	1					7		2	3																																		
Extremadura	1							2	3	4						5																											
Granada **			1	2	3	3	5									4					4						4													5	5		
La Laguna **			1	2	2	3	3								4						4														4								
León	1				2	2	3	4																																	4		
Madrid, Complutense	1		3	2	3	4	2	5							4							4																			4		
Madrid, Autónoma			2	2	3	3	4															4	5			5																	
Málaga			2	1	7	3	3								4						4					4																	
Murcia	1	2						2	3	5								4																									
Navarra	1							3	2						4																												
Oviedo			2	2	3	3	5									5																											
País Vasco	1	2						3	3																																		
Palma de Mallorca		1	2	2	3																	1	5					5															
Salamanca	1							2	3	5					4																												
Santander **		1	2	2	3	3																			4																		
Santiago	1							3	2	4						5																											
Sevilla	1							2	3						4																												
U.N.E.D.	1							3	2																																		
Valencia	1							3	2	3												4		4																			
Valladolid (c)											5																																
Zaragoza	1				4			2	3	4	5																																

NOTA: Los números indican el curso en el que se imparte la asignatura, con las siguientes características: 1, asignatura obligatoria, curso completo; ①, asignatura optativa, curso completo; 1, asignatura obligatoria, cuatrimestral; 1, asignatura optativa, cuatrimestral. Las asignaturas con número 6, pertenecen a los cursos 2.º y 3.º sin adscripción específica, y las con número 7, a los cursos 4.º y 5.º, también sin adscripción específica.

\* En revisión las asignaturas de 5.º curso.  
 \*\* Plan de estudios en curso de revisión.

(a) Además de las asignaturas indicadas, se imparten otras cuatrimestrales y optativas (tipo C), dos de las cuales pueden suplir a una de las que se imparten a partir de segundo curso. El enunciado de estas asignaturas cuatrimestrales suele variar cada dos años. En la información recibida se especifican las siguientes: Tipología agraria de Cataluña, Geografía de Barcelona, Procesos edafológicos, Los suelos de Cataluña, Cartografía, Geografía Histórica I, Geografía Histórica II.

Fuente: Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, nº 9 1983.





resquicios a cualquier innovación. En efecto, en una comunidad muy pequeña de profesores universitarios en donde los jefes de escuela hacen explícitos lo que es "auténticamente geográfico" parece comprensible que los candidatos a funcionarios de la enseñanza se ciñan a los modelos geográficos propuestos por los maestros. Esto significa que la geografía española vivió al margen del gran debate cuantitativo de los años 50 y 60. Cuando la comunidad universitaria se amplía y comienza a producirse un cierto desasosiego, se plantea como gran problema el concepto de región (1979) que se inició de forma sistemática e institucional en la geografía americana en 1950 (JAMES, 1954).

La situación universitaria ayuda a comprender que los enseñantes de geografía que de ella salen sean profesores con una amplia formación histórica, geográfica y de historia del arte (En general, más histórica y artística que geográfica, por ser esta última minoritaria en las Facultades de Filosofía y Letras y de Geografía e Historia). Esto explica la escasa penetración de la geografía cuantitativa en la enseñanza media, en donde a la escasa preparación de los profesores, incluso cuando estos son titulados en Geografía e Historia, se unen los planes de estudio y los libros de texto. En general, los manuales que utilizan son resúmenes precipitados de libros franceses, tienen un carácter básicamente descriptivo y conciben la enseñanza de la geografía como un conjunto de saberes a transmitir, sin plantear metas, objetivos, valores, etc.

A todo ello hay que añadir el hecho de que la Geografía, Historia e Historia del Arte, en un sistema educativo *instrumentalista*, son asignaturas de información que proporcionan temas de conversación, y por consiguiente carecen de *valoración social* con lo que son materias que en determinados centros las imparten personas sin ninguna preparación, e incluso en algunos casos, sin titulación académica universitaria.

En las Escuelas Universitarias donde se preparan los profesores de E.G.B., especialistas en el Área Social, el panorama de la geografía es igualmente penoso. La geografía figura adscrita a un Departamento que incluye Historia del Arte e Historia, en donde los profesores son esencialmente historiadores y casi siempre carentes de

formación docente. Además el alumnado que escoge el Área Social suele ser poco capacitado, y se ve forzado por su escasa aptitud hacia el lenguaje y las matemáticas. A todo ello hay que añadir que los planes de estudio y los libros de texto de E.G.B. son inadecuados en sus contenidos geográficos, puesto que en su mayoría más que contenidos geográficos, son catálogos de accidentes orográficos, estadísticas demográficas y de producción, que no tienen en cuenta el desarrollo mental del niño, al que se considera como un mero recipiente en el que se le introduce una información heterogénea, sin darle ningún estímulo de aprendizaje, ni instrumentos geográficos adecuados (cartografía, significado de las cifras, análisis de los paisajes, etc.).

Así pues, al llegar un estudiante a primero de Facultad y tras haber sufrido la geografía desde los seis a los diecisiete años, no tiene ningún estímulo, ningún "reflejo geográfico" (PINCHEMEL, Ph., 1982, p. 14). Este autor considera que todo ciudadano para ser realmente autónomo ha de tener los siguientes reflejos geográficos:

- percibir su entorno en su multiplicidad y complejidad: percibir y no simplemente mirar sin ver;
- comprender lo que se ve en términos de localización, relaciones, esto es, no someterse pasivamente a las impresiones sensoriales del mundo que lo rodea, sino comprender el mundo a través de su propio conocimiento y experiencia, mediante modelos, analogías y esquemas de referencia;
- ser capaz de operar en el espacio (situarse y orientarse) y especular sobre las fuerzas que lo modelan;
- saber que los fenómenos espaciales no son el resultado de hechos aleatorios, sino que todos los fenómenos, por su localización, forma y relaciones espaciales son el resultado de procesos socioeconómicos y culturales;
- conocer que todas las localizaciones y toda la organización del espacio, controlada o no, manifiesta una serie de valores sociales, económicos, culturales y ecológicos.

A la vista de lo que considera Pinchemel reflejos geográficos, no cabe otra conclusión que admitir la ausencia de tales reflejos en nuestros estudiantes.

Por lo tanto, la enseñanza de la geografía cuantitativa es hoy en España algo empastado, descolgado en un océano de disciplinas descriptivas, inserta en una enseñanza de simple transmisión de resultados, en los que no existe un diseño de currículo que haga explícitos las *metas, objetivos, valores, métodos de enseñanza y sistemas de evaluación*.

Como resultado de todo lo dicho, la enseñanza de la geografía cuantitativa ha de insertarse en el contexto general, teniendo en cuenta el largo camino que en otros países ha recorrido, y haciendo más hincapie en las *técnicas blandas* que en las *duras*. Ha de insistirse más en el tratamiento de los datos, en las unidades geográficas, en la falacia ecológica, así como en los problemas de interpretación que plantea la autocorrelación espacial y temporal.

Afortunadamente, los nuevos estudiantes del B.U.P. han cursado una matemática bastante amplia que les facilitará el estudio de los métodos cuantitativos. Por otra parte, el acceso a los puestos estables de docencia universitaria contribuirá a una mayor especialización. Pero entre tanto, es preciso advertir seriamente que el autodidactismo de nuestros geógrafos cuantitativos nos puede llevar a caer en los mismos errores, y de hecho ya hay ejemplos, cometidos en la primera oleada de fervor cuantitativo.

El error más común es utilizar los datos por la simple razón de ilustrar una técnica, a veces muy espectacular, pero que en nada contribuye a describir y mucho menos a explicar algún problema espacial importante.

El segundo peligro es la atracción y facilidad con que se pueden emplear las librerías de programas del tipo B.M.D.P. y S.P.S.S, diseñadas para tratar problemas no espaciales, pero con programas de gran complejidad. En el momento actual, puede iniciarse un análisis factorial a primeras horas de la mañana y obtener resultados a la hora de comer. Pero si antes de introducir los datos no se examinan cuidadosamente en fun-

ción de un problema geográfico, se caerá en el empirismo inductivo más burdo y se llegará a conclusiones erróneas, pero que podrán incluso ser aceptadas académicamente, por no atreverse a contradecir el trabajo de un geógrafo armado con el ordenador.

Por ello tiene razón Smith (1977) cuando señala que a veces da la impresión de que algunos aspectos de la geografía humana se han hecho populares en la investigación, más porque se disponía de unos datos adaptables a unas técnicas o a un programa estandar que por abordar problemas de interés geográfico (SMITH, D., 1977, 349).

Solo aprendiendo las lecciones y experiencias ajenas podremos corregir los excesos de las técnicas cuantitativas duras, excesos que pueden ampliarse en nuestro país en donde la cualificación geográfica de nuestros geógrafos es menor.

En esta situación la alternativa propuesta es separar la enseñanza de docentes de la geografía de la carrera investigadora y profesional, como ocurre en muchos países. En la opción docente es preciso subrayar los métodos de enseñanza adaptados al desarrollo psicológico del niño. Todo docente debería convertirse en un experto en enseñanza y ser capaz de diseñar el currículo de su disciplina.

En la opción investigadora y profesional, debería hacerse especial hincapié en teorías y métodos, incluyendo alguna disciplina descriptiva sobre la realidad geográfica inmediata, a fin de captar una realidad compleja en donde experimentar y probar sus bases teóricas y sus técnicas de análisis. Sólo en este contexto las técnicas de cuantificación tendrán un sentido formativo, pudiendo emplearlas el estudiante de forma crítica y en contextos epistemológicos variados.

Así concebidos los métodos cuantitativos dentro de un contexto global, deberían incluirse igualmente materias instrumentales como la cartografía temática, fotointerpretación, programación (Basic, Fortran). A mi modo de ver serían suficientes dos asignaturas de Técnicas de Cuantificación obligatorias. En la primera se estudiaría el tratamiento de los datos, técnicas de medida, elaboración de cuestionarios y nociones de esta-

dística descriptiva y *tests*. En las Técnicas de cuantificación II se tratarían los problemas espaciales: centrografía, autocorrelación espacial, unidades geográficas de análisis, análisis multivariados, etc.

En definitiva dar unas herramientas que permitan abordar con una base teórica y racional los problemas espaciales, o de relación del hombre con el medio.

En suma, la teoría geográfica es prioritaria; sin hipótesis, sin reflexionar sobre la naturaleza y comportamiento de los datos, elaboraremos una pseudociencia. La informática, la estadística, las matemáticas o cualquier otra materia formativa o instrumental, nunca pueden convertirse en el foco de la geografía que debe seguir siendo el estudio de las variaciones de las distribuciones espaciales, así como de las relaciones del hombre con el medio y de la individualización y análisis de las regiones sobre la superficie terrestre. Todo lo que no sea centrar nuestra investigación y docencia en uno de estos aspectos, será convertirse en virtuosos técnicos aplicados a la resolución de modelos abstractos carentes de contenido geográfico, es decir, de significación humana.

En conclusión, es preciso esforzarnos lo antes posible en plantear:

- 1) el papel que ha de desempeñar la enseñanza de la geografía en el modelo educativo español o en otros modelos alternativos;
- 2) lograr lo antes posible, la profesionalización de los docentes de la geografía;
- 3) considerar que guste o disguste, nuestra disciplina se mueve en un modelo paradigmático múltiple y aunque es legítimo, e incluso estabiliza psíquicamente, adscribirse fervorosamente a un solo paradigma excluyendo los demás, conviene pensar también que los problemas espaciales son de tal magnitud que un solo enfoque puede ser incapaz de comprenderlos y evitarlos. Y que es razonable pensar también que cabe una actitud ecléctica, puesto que los enfoques o paradigmas geográficos no tienen el mismo poder explicativo al aplicarlos a escalas territoriales diferentes;
- 4) que la geografía cuantitativa despojándola de

los atributos que le confiere el positivismo lógico —cientifismo, política científica y asepsia de juicios de valor— puede verse también en lo que tiene de *certitude*, como un conjunto de herramientas que pueden y de hecho así se viene haciendo por un número creciente de geógrafos, emplearse dentro de enfoques geográficos diferentes.

5) que es preciso aprender las lecciones de aquellos países que han recorrido el ya largo camino de la “revolución cuantitativa”; y

6) que en definitiva, solo aunando esfuerzos, intercambiando opiniones, siendo conscientes y abriéndonos al mundo exterior de otras comunidades geográficas y científicas sociales, podremos tal vez en un futuro corto hacer que la enseñanza de la geografía cuantitativa y de la geografía en su totalidad y a cualquier nivel, deje de ser “otro ladrillo más en el muro”.

## REFERENCIAS

- (1) Entendemos por currículo un documento que contiene una serie estructurada de metas de aprendizaje que han sido organizadas para los discípulos por una institución educativa. Este documento ha de incluir formulaciones sobre metas y objetivos educativos, centros organizados de aprendizaje y métodos de evaluación, Vid. “New Unesco Source Book for Geography Teaching”. Longman—The Unesco Press, 1982.
- (2) En lo que atañe a la Geografía conviene examinar el gran número de artículos, desde los años 1977, contenidos en las revistas:  
*Geography*, Geographical Association, Sheffield, (R.U.).  
*Journal of Geography*. National Council for Geographic Education, (EE.UU.).  
*Journal of Geography in Higher Education*, Carfax, Oxford, (R.U.)  
*Teaching Geography*, Geographical Association, Sheffield, Longman, (R.U.)
- (3) Estos manuales son:  
*Statistics in Geography: A Practical Approach*. De Ebdon (1977), Blackwell. Hay versión española en la Ed. Oikos—tau.

*Statistical Methods and the Geographer*. S. Gregory (1963) (4ª ed. 1978). Longman, 240 pp.

*Quantitative Techniques in Geography: An Introduction*. R. Hammod y P.S. McCullag, (1974) Versión castellana en Ed. Saltés. Oxford University Press.

*Multivariable Statistical Analysis in Geography: An Introduction*. R.J. Johnson (1978) Longman, 280 pp.

*Inferential Statistics for Geographers*. G.B. Norcliffe (1977). Hutchinson Library.

*Statistical Concepts in Geography*. H. Silk (1979), George Allen & Unwin, 276 pp.

*Patterns in Human Geography*. D.M. Smith (1977), Penguin, 373 pp.

*Quantitative Methods in Human Geography: An Introduction to Spatial Analysis*. P.J. Taylor (1977), Houghton-Mifflin, 386 pp.

*An Introduction to Quantitative Analysis in Human Geography*. M. Yeates, M. McGraw-Hill 300 pp.

(4) Programa de Geografía Social del Queen Mary College.

1. Valores en Geografía.

- a) El "relevance debate" y el mito de la ciencia libre de juicios de valor.
- b) Ejemplos de juicios de valores en diferentes contextos culturales.
- c) La influencia de los juicios de valor en la investigación.

2. Conceptos, Teorías y Filosofías.

- a) Problemas de escala.
- b) Positivismo, marxismo y fenomenología.
- c) La relación entre teoría y práctica.

3. Métodos y medidas

- a) La importancia de la medida, tomando ejemplos de la ecología factorial, los indicadores sociales y los estudios de la percepción.
- b) Métodos de encuesta y cuestionarios.
- c) Técnicas de sociometría y medidas escalares.

4. La identificación de distribuciones.

- a) Distribuciones de una sola variable.
- b) Distribuciones multivariadas.

5. El análisis de procesos.

- a) Clase, conflicto y cooperación.
- b) Segregación.
- c) Cambio social, económico y sistemas espaciales.

6. Consideraciones de políticas de actuación.

- a) Prioridades.
- b) Ejemplos de prioridades en áreas pequeñas.
- c) Crítica del intervencionismo y del reformismo.

## BIBLIOGRAFIA

ABLER; R.F., ADAMS, J.S. y GOULD; T. (1971): *Spatial Organization*. Prentice Hall Englewood Cliffs.

ANOKHIN, A.A. et. Al. (1982) "The 26 th. Party Congress and the tasks of socioeconomic geography". *Soviet Geography*, pp. 303-310.

BENNETT, R.J. (1983) "Methodological critique in quantitative geography". *Area*, Vol. 15, nº 1.

BENNETT, R. J. y WRIGLEY, N. (1981) *Introduction*, en Wrigley, N. y Bennett, R.J. (Eds.) "Quantitative Geography", Londres, Routledge and Kegan Paul, pp. 3-11.

BOSQUE MAUREL, J. (1980) "Enseñanza e investigación en la Universidad Española". II Coloquio Ibérico de Geografía, Lisboa.

BOSQUE SENDRA, J., CHUVIECO, E. y SANTOS; J. (1983) "Algunos problemas metodológicos de las técnicas cuantitativas en geografía humana". Ponencia presentada al Curso: Geografía Teórica y Cuantitativa. Concepto y Métodos.

BOSQUE SENDRA, J., RODRIGUEZ, V. y SANTOS, J. (1983) "La geografía cuantitativa en la Universidad y la investigación española". *Geocrítica*, nº 44.

BOUDIN, K. (1970) "Modelos y métodos matemáticos", en "Corrientes de la investigación en las ciencias sociales". Madrid, Tecnos, pp. 18-83.

- BRADSHAW, R. (1983) "El futuro de la geografía cuantitativa". Ponencia presentada al Curso: Geografía Teórica y Cuantitativa. Concepto y Métodos.
- BUNGE, W. (1973) "Ethics and logic in Geography", en Chorley, R.J. (ed.) "Directions in Geography", Londres, Methuen, pp. 317-331.
- BURTON, I. (1963) "The quantitative revolution and theoretical geography". *The Canadian Geographer* 7, pp. 151-162.
- CAPEL, H. (1976) "La geografía española tras la guerra civil", *Geocrítica*, nº 35.
- CHOLLEY, A. (1942) *Guide de l'étudiant en géographie*, Paris, P.U.F.
- CLIFF, A.D. y ORD, J.K. (1975) "Model building and the analysis of spatial pattern in human geography", *Journal of the Royal Statistical Society*, Series B., vol. 37, pp. 297-348.
- ESTEBANEZ, J. (1982) *Tendencias y problemática actual de la geografía*. Ed. Cincel Madrid.
- ESTEBANEZ, J. (1982) "Esquema interpretativo del proceso de urbanización del medio rural madrileño" Aportación española al XXIV Congreso Geográfico Internacional. Real Sociedad Geográfica, Madrid, pp. 59-75.
- ESTEBANEZ, J. y BRADSHAW, R.P. (1979) *Técnicas de cuantificación en geografía*. Madrid, Flores Tebar.
- EYLES, J. y LEE, R. (1982) "Human geography in explanation" *Transactions, Institute of British Geographers*, pp. 117-122.
- GRAVES, N. (1979) "Contrasts and contradictions in geographical educations". *Geography*, vol. 64, nº 1, pp. 259-267.
- GRAVES, N. (1980) "Aims and objectives in degree curriculum design". *Journal of Geography in Higher Education*, vol. 4, nº 1, pp. 64-73.
- GRAVES, N. (1981) "International aspects of geographical education" *Journal of Geography Higher Education*, vol. 8, nº 3, pp. 84-86.
- GRAVES, N. (ed.) (1982) *New Unesco source book for geography teaching*, Longman The Unesco Press.
- GREGORY, S. (1978) "Objectives and methods in our statistical teaching". *Journal of Geography in Higher Education*, vol. 2, nº 1, pp. 23-28.
- GREGORY, S. (1983) "Quantitative geography: the British experience and the roles of the Institute", *Transaction, Institute of British Geographers*, New Series, vol. 8, nº 1, pp. 8-0-89.
- GOULD, P.R. (1973) "The open geographic curriculum", en Chorley, R., "Directions in Geography", Londres, Methuen, pp. 254-283.
- HABERMAS, J. (1976) *Legitimations crisis*, Heineman, Londres.
- HAGGETT, P. (1965) *Locational analysis in human geography*. Londres, Edward Arnold.
- HARVEY, D. (1973) *Social justice and the city*, Londres Edward Arnold.
- HOLBROOK, D. (1977) *Education, nihilism, and survival*. Darton Longman.
- HUCKLE, J. (1981) "Geography and values in higher education" *Journal of Geography Higher Education*, vol. 2., pp. 13-19.
- HUCKLE, J. (1981) "Geography and values education", en Walford, R. (ed) "Signposts for Geography Teaching", Pergamon, pp. 147-164.
- HUCKLE, J. (1983) "Geography education through geography: a radical critique". *Journal of Geography*, vol. 82, nº 2, pp. 59-63.
- JAMES, P. y colabs. (eds.) (1953) *American Geography. Inventory and Prospect*. Syracuse University Press.
- JARRETT, D. (1980) "Textbooks for introductory quantitative methods". *Journal of Geography Higher Education*, vol. 4, nº 2, pp. 62-74.
- JOHNSTON, R.J. (1977) *Philosophy and human geography*, Londres, Arnold.

- JONES, L. (1977) "Thoughts on Gould, P. 'What is worth teaching in geography?'" *Journal of Geography Higher Education*, vol. 1, n° 2, pp. 91-94.
- LUIS, A. (1983) "La enseñanza actual de la geografía cuantitativa en España o un nuevo reduccionismo de la didáctica a una mera técnica de aprendizaje con limitado valor formativo", comunicación presentada al Curso: "La Geografía Teórica y Cuantitativa. Conceptos y métodos".
- PECCEI, A. (1981) *Testimonio sobre el futuro*. Ed. Taurus, Madrid.
- PINCHEMEL, P. (1982) "The aims and values of geographical education", en Graves, N. "The New Unesco source book for geography teaching", Long-The Unesco Press, Londres-Paris, pp. 1-15.
- ROBINSON, R. (1981) "Quantification and school geography", en Walford R. (ed) "Signposts for Geography Teaching", Longman, pp. 94-106.
- SARUP, M. (1978) *Marxism and education*. Routledge and Kegan Paul, Londres.
- SMITH, D.M. (1977) *Patterns in human geography*, Penguin Books.
- SMITH, N. (1978) "Values and the teaching geography" *Geographical Education*, n° 3, pp. 170-177.
- STODDART, D.R. (1967) "Growth and structure of Geography". *Transactions, Institute of British Geographers*, n° 41, pp. 1-19.
- TAYLOR, P.J. (1981) "Factor Analysis in geographical research", en Bennett, R.J. (ed) "European progress in Spatial Analysis," Londres, Pion, pp. 251-267.
- TUAN, Y.F. (1976) "Humanistic Geography", *Annals of Association of American Geographers*, vol. 66, n° 2, pp. 266-276.
- WALFORD, R. (1981) "Language, ideologies and geography teaching", en Walford, R. "Signpost for geography teaching", Londres, Longman, pp. 215-222.
- WALKER, R.A. (1981) "Leftwing libertarianism, in academic disorder", *The Professional Geographer*, n° 35, pp. 5-9.
- WRIGLEY, N. y BENNETT, R.J. (eds.) (1981) *Quantitative geography*, Routledge and Kegan Paul.

## LA ENSEÑANZA ACTUAL DE LA GEOGRAFIA CUANTITATIVA EN ESPAÑA O UN NUEVO REDUCCIONISMO DE LA DIDACTICA A UNA MERA TECNICA DE APRENDIZAJE CON LIMITADO VALOR FORMATIVO

### I. INTRODUCCION

Entendiendo por geografía cuantitativa la ciencia que busca las leyes que rigen el ordenamiento espacial, algunos autores españoles, entre los que se encuentran parte de los organizadores de este cursillo (1), han llegado a la conclusión tras analizar numerosas publicaciones y planes de estudio de que, prácticamente, dicha geografía no existe en España. Es cierto que hay un sentimiento generalizado de insatisfacción respecto a una serie de insuficiencias del paradigma geográfico regional o paisajístico y que han comenzado a aparecer trabajos orientados en esta nueva dirección; pero, no lo es menos, que tanto los planes de estudio como las publicaciones, las tesis doctorales y las tesis de licenciatura de nuestro país poseen aún una fortísima carga tradicional. Y, por si fuera poco, como muy bien lo ha puesto de manifiesto Sánchez tanto en sus tesis de licenciatura (1980) como en el resumen publicado de la misma (1981), el "poder académico" continúa rígidamente controlado por geógrafos muy apegados a una concepción clásica de la geografía, y escasamente preocupados por la nula relevancia social de nuestra disciplina tanto en su vertiente aplicada como en el campo de la enseñanza.

Si lo expresado en el párrafo anterior tuviese visos de credibilidad, resultaría paradójico que los asistentes a este cursillo dedicásemos toda una sesión a reflexionar sobre la situación en España de la enseñanza de algo que, en toda su complejidad, no existe aún aquí para numerosos

colegas. Esta aparente contradicción se resolvería en nuestra opinión si, más modestamente, propusiésemos como hipótesis de investigación a la hora de abordar los problemas de la enseñanza de la geografía cuantitativa española no tanto su inexistencia en el nivel científico-geográfico general y en el ámbito geográfico-educacional, como su presencia, si bien de una manera peculiar.

En relación con la primera cuestión, y pese a no detenernos en ella, podemos postular la hegemonía de una interpretación fuertemente tecnicista de lo que supuso el paradigma geográfico neopositivista en nuestra disciplina, relegándose el análisis profundo del cambio de perspectiva teórica y las implicaciones que esto trajo consigo en lo que se refiere a la dedicación con un nuevo objeto de estudio y a la peculiar manera de abordarlo, sobre todo en el campo de la geografía humana. Respecto a la segunda cuestión, el confuisionismo es aún más grave, lo cual se debe sobre todo a la falta de una concepción *explicitada* de la didáctica de la geografía de acorde con algunos de los modelos existentes en las ciencias de la educación.

Esta ausencia de una fundamentación teórica científico-educacional a la hora de elaborar los programas de enseñanza de nuestra disciplina en los diversos niveles educativos, ha tenido dos tipos de consecuencias: en primer lugar, la creencia de que es *solamente* la ciencia geográfica, es decir, la geografía universitaria, la que fija los objetivos, contenidos y métodos a impartir en

los demás tipos de estudio. En segundo lugar, y en concordancia con esa interpretación tecnicista de la geografía cuantitativa, se ha creído que, *per se*, la misma era altamente formativa, y, por tanto, directamente enseñable, llevando a la escuela, al B.U.P., etc. lo que se considera su principal aportación: *diversos objetivos de aprendizaje de carácter instrumental*.

Precisamente, a la problematización de estos dos últimos supuestos dedicaremos nuestra comunicación con la esperanza de que el intercambio de opiniones sobre la misma sea fructífero, en lo que se refiere a la mejora de la enseñanza de la geografía cuantitativa española.

## II. EL PROBLEMA DE LA SELECCION DE LOS CONTENIDOS EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFIA.

La complejización cada vez mayor de la sociedad trajo como consecuencia en el campo de la enseñanza el aumento del volumen de información y la necesidad de encontrar algunos criterios de selección que posibilitasen el tratamiento en los planes de estudio de aquello que tuviese un alto valor formativo. La lectura de las obras de los grandes pedagogos a partir del siglo XVI (Vives, Comenio, Rousseau, Pestalozzi, Herbart, Willmann y todos los representantes de la Escuela Nueva) pone de manifiesto tres grandes áreas de discusión: la orientación "clásica" o "utilitarista" que debía darse a los programas de enseñanza, la concepción "materialista" (es decir, aquella en la que primaba la orientación hacia la transmisión de materia o contenidos) o "formalista" (en la que se situaban en el primer plano la adquisición de habilidades) de los planes de estudio, y, desde Rousseau, la preocupación por poner al alumno en el centro del proceso educativo como sujeto activo del mismo.

Este tipo de debate llevado a cabo en las ciencias de la educación puede seguirse *con un cierto paralelismo* en la geografía europea hasta los años cincuenta de nuestra centuria, pues los mismos pedagogos hicieron numerosas referencias al papel que debía jugar nuestra disciplina como materia de enseñanza, tal y como lo han puesto de relieve algunos estudiosos de este tema (2). Y, en nuestro país, a pesar de las lamentaciones sobre el atraso en el que se encontraban

los estudiosos geográficos—véase a este respecto BALLESTER, R., 1901 y 1908, ALVAREZ R. y PEDREIRA, L., 1903 y BECKER, J., 1917 —la renovación de la enseñanza geográfica *fue paralela*, desde el último tercio del siglo pasado hasta nuestra guerra civil, a los intentos de renovación pedagógica protagonizados por la Institución Libre de Enseñanza, por las Escuelas del Ave María y por la Escuela Moderna, como lo prueban las contribuciones a este respecto de F. Giner de los Rios, de R. Torres Campos, del P. Manjon o las colaboraciones de E. Reclus aparecidas en el Boletín de la Escuela Moderna. Y, entre los años 1900 y 1936, al calor de las ideas de la Escuela Nueva, de la creación de la Escuela Superior del Magisterio y con el estímulo de diversas instituciones autonómicas catalanas, muy activas en el campo educativo, se potenciaron la renovación de los contenidos y de los métodos de la enseñanza de la geografía española, siendo las figuras fundamentales R. Beltran y Rózpide, P. Vila, M. Santaló, P. Chico, L. Urabayen e I. Reverte.

Como hemos señalado, a lo largo de la historia de las ideas pedagógicas se han utilizado diversos criterios para la elaboración de los planes de enseñanza. Y, en lo que se refiere a la legitimación y fundamentación de los mismos, entran en juego diversas variables relacionadas con una visión del mundo, de la ciencia y de las ciencias de la educación en general (3), así como con una concepción de la geografía y de su didáctica en particular (4), que deberían estar articuladas *conscientemente* dentro de una teoría de la ciencia y dentro de alguno de los modelos didácticos existentes en el ámbito científico—educacional.

Las vinculaciones de la geografía con las ideas que imperaban en el campo de las ciencias de la educación hasta el primer tercio de nuestro siglo, se produjeron mediante la adopción, aunque no por todos (5), del principio de la *Heimatkunde* (6) como articulador de las secuencias de contenidos en la clase de geografía. Utilizando argumentos de tipo metódico (la cercanía posibilitaba el trabajo de campo) y pedagógico (el alumno tenía que ser preparado para vivir en el mundo que le rodeaba), los contenidos de la clase de geografía se ordenaron concéntricamente partiendo desde lo más cercano físicamente al niño (su casa) hasta lo más lejano, pasando por



el barrio, el pueblo, la región y su propio país.

Sin abandonar el principio metódico de la *Heimatkunde* como estructurador de los contenidos de la clase de geografía, y, dentro del paradigma geográfico tradicional, en nuestra disciplina, si bien con un *cierto retraso* en relación con la discusión pedagógica, el problema de la acumulación de materia y la necesidad de seleccionar lo fundamental en lo que a la elaboración de los planes de estudio de geografía se refiere, estuvo vinculado con la defensa del principio de lo "ejemplar" como criterio reductor de contenidos. Como señala SCHULTZE (1976), hacia los años sesenta de nuestra centuria se presentaban dentro de la geografía alemana (federal) dos posturas distintas respecto a esta cuestión: una, la tradicional, elaboraba diversas tipologías de regiones o países, proponiendo que se estudiase a fondo solamente una del total que componían las tipologías como ejemplo paradigmático: así, España o Italia podían elegirse como representativos de los países mediterráneos. O, un paisaje, como individuo concreto, podía representar a la totalidad de la misma especie (al tipo). Por el contrario, otros autores consideraron que, dentro de una concepción geográfica tradicional que aspiraba a la búsqueda de la individualidad de su objeto de estudio, era contradictoria la aplicación del principio ejemplar.

La superación de esta contradicción se intentó en tanto que, en la geografía alemana y a finales de los años sesenta, fue puesta en cuestión la geografía regional, defendiéndose el enfoque de la *geografía general* como principio clave para la elaboración de nuevos planes de estudio. Con la reivindicación de la geografía general frente a la geografía regional (7), la atención se centra en una serie de estructuras fundamentales que se ordenarían, es decir, aparecerían en cursos inferiores o superiores, según su complejidad: estructuras naturales (grandes ámbitos), estructuras que son el resultado de la interacción entre el hombre y el medio geográfico, estructuras funcionales, producto de la división funcional de ciertos espacios terrestres, y, finalmente, estructuras condicionadas socio-culturalmente. Precisamente, lo específico de este enfoque es la atención que presta a lo que de *general* hay en estas estructuras, por lo que sus resultados son *transferibles* de unas áreas a otras.

### III. DE LOS CONTENIDOS A LOS OBJETIVOS DE APRENDIZAJE EN LA ENSEÑANZA GEOGRAFICA

Durante la década de los años cincuenta, en los Estados Unidos, se produjo una reorientación importante en lo que se refiere a la finalidad que debería cumplir el sistema educativo. Desde un planteamiento teórico científico-educacional, el conductismo, que aspiraba a la obtención de una mayor eficacia de los procesos de aprendizaje, se postuló que la meta de éstos no era la mera transmisión de contenidos sino la obtención una vez finalizados dichos procesos, de una serie de *objetivos, definidos como conductas comportamentales de los alumnos*, las cuales denotarían la adquisición de conocimientos, disposiciones afectivas así como habilidades instrumentales.

A partir de este momento, y en cada una de las concepciones didácticas existentes, el problema fundamental consistió en fundamentar teóricamente la relación existente entre los objetivos, los contenidos y los métodos de enseñanza, justificar prácticamente la elección de esos objetivos y legitimarlos desde el punto de vista político.

Es conveniente dejar claro que, al no reducirse la didáctica a una mera metodología, esta cuestión es vista de manera muy diferente por los autores que se ocupan del tema, en función de que se sitúen en alguno de los modelos didácticos existentes, ya que estos modelos tienen sus raíces en distintas visiones del mundo.

Así, para aquellos que conciben la didáctica como una *teoría de la formación* (Spranger, Nohe, Weniger, Klafk, etc.), la cuestión básica es la fijación de los objetivos, subordinando a ella todo lo relacionado con los contenidos y los objetivos. Los que entienden la didáctica como una *teoría de la enseñanza* (Otto, Heimann, Schulz, etc), intentaron introducir en su modelo todos los factores que intervienen en el proceso de enseñanza, postulando una interacción de los mismos de tal modo que se relativiza cualquier tipo de jerarquía. Los defensores de una concepción didáctica que se entiende como una *teoría de la información* (Correl, Cube, Frank, etc.), parten de la base de que el aprendizaje humano puede conducirse como un proceso en el que se cono-

cen y manipulan las variables que intervienen en el mismo. Otros, (como Mager, etc.), entienden la didáctica como una *teoría de la maximización de los resultados a obtener en el proceso de aprendizaje*, y en la que adquieren una gran importancia los aspectos metódicos. Algunos especialistas (Brunner, etc.), defienden una concepción didáctica *orientada hacia la ciencia* según la cual en la escuela habría de enseñarse aquello que constituye la estructura básica de las diversas disciplinas científicas. Y, finalmente, ciertos autores (Blaukertz, Weyer etc.) defienden una concepción de la didáctica como *crítica social* cuya idea básica es la de la emancipación, es decir, un tipo de enseñanza orientada hacia la adquisición por parte del alumno de la competencia para determinar por sí mismo la toma de decisiones que le afecten (8).

Durante toda la década de los años setenta ha habido en el campo de las ciencias de la educación una fuerte discusión relacionada con una serie de supuestos básicos de la concepción didáctica entendida como una teoría de la maximización de los resultados que se obtienen en los procesos de aprendizaje (véase LANDSHEERE, V., 1977 y GIMENO SACRISTAN, J., 1982). En el centro de la polémica han estado las siguientes cuestiones: su concepción de comportamiento y de aprendizaje y la concepción científica que subyace al mismo, la definición de lo que constituye un objetivo operativo y los requisitos que tiene que cumplir, los niveles existentes en la definición de los objetivos de aprendizaje y la relación entre los mismos, la articulación entre los objetivos y los contenidos así como las vinculaciones existentes entre los objetivos, los contenidos y las disciplinas actuales. Y, no lo olvidemos, el problema de la imposición y legitimación de unos objetivos de aprendizaje con respecto a otros alternativos.

#### IV. EL AISLAMIENTO CONCEPTUAL DE LA DIDACTICA DE LA GEOGRAFIA ESPAÑOLA CON RESPECTO A LAS INNOVACIONES HABIDAS EN OTROS PAISES

Hasta el momento hemos apuntado una serie de modelos didácticos existentes en el campo científico-educacional que intentan, cada uno dentro de sus coordenadas, aportar un marco general al que, lógicamente, pueden —y deben—

recurrir las diversas didácticas especiales.

¿Qué ha sucedido en la didáctica de la geografía? Y, ¿en cual de estos modelos se apoya la concepción de la didáctica de la geografía española? A un nivel mundial hay que señalar que a partir de la década de los años cincuenta, y los Estados Unidos vuelven a marcar la pauta —véase GOULD, P., 1975 y Mc NEE, R.B., 1975—, en nuestra disciplina se trató de recuperar el desfase existente entre las ideas imperantes en el área científico-educacional (en la Didáctica General y en la Pedagogía y Psicología) y los principios que regían en la didáctica de la geografía (como Didáctica Especial). Esta vinculación vino a través de la adopción en nuestra disciplina de las ideas de la revolución curricular. Y el HSGP —consúltense GRAVES, N., 1968 y ENGEL, J., 1971— es un buen ejemplo del intento de programar un tipo de enseñanza geográfica *funcional* con las necesidades de los grupos sociales relevantes de aquella sociedad. En Inglaterra, Baily (1981a y 1981b) nos ha indicado las profundas renovaciones que tuvieron lugar en la geografía británica durante la última década. Y, a través de Schramke (1980) y de Schultza (1981) —cada uno desde una perspectiva diferente—, por citar solo los trabajos traducidos al castellano, hemos podido ver la trascendencia del cambio que se ha producido en el campo de la enseñanza de la geografía alemana (federal) a partir de 1970, del cual es un buen ejemplo el RCFP que se llevó a cabo con un fuerte apoyo institucional.

En lo que respecta al caso español, hay que constatar la existencia de un enorme desfase entre las ideas dominantes en el campo de las ciencias de la educación en general y los principios que se utilizan en el campo de la enseñanza de la geografía. La guerra civil supuso un corte radical en lo que se refiere a la renovación pedagógica y a la modernización de la enseñanza geográfica. Las décadas de los años cuarenta, cincuenta y sesenta se caracterizaron por un aislamiento casi total de la geografía española de los problemas que se discutían en otros países, quedando solo una vinculación con la geografía francesa, precisamente una de las más reacias a cualquier tipo de innovación tanto científica como didáctica de la geografía. —CLAVAL, P., 1979 y HENRIET, J.M., 1979— Con esto no queremos decir que no hubiese durante estos

años personas preocupadas por los problemas de la enseñanza de la geografía, y el caso de P. Plans es un buen ejemplo de constancia en este sentido. Lo interesante es resaltar que tanto este geógrafo como otros que trataron esta cuestión lo hicieron sin poner nunca en duda la fundamentación científica del paradigma clásico de la geografía y sin enmarcar sus propuestas didácticas concretas en el ámbito de los modelos generales existentes en las ciencias de la educación. Y, aún diríamos más, ni siquiera a partir de la promulgación de la Ley General de Educación, que posibilitaba al menos teóricamente una reorientación de las didácticas especiales y que estimuló la aparición en castellano de obras pedagógicas de indudable interés, los miembros de nuestra comunidad parecen haberse percatado de la trascendencia que podía tener para la enseñanza de la geografía la aparición de nuevos modelos didácticos.

¿Existe entonces en nuestro país una concepción didáctica clara de la geografía?. En nuestra opinión, la respuesta ha de ser del todo *negativa*. Más bien, y en el sentido dado por Bartels y Hard (1975), *encontramos como didáctica de nuestra disciplina justamente lo que no debiera ser*, y a lo que Hard, que es el autor del apartado correspondiente, denomina acertadamente como *pseudodidáctica*: una geografía masticada y preparada para niveles educativos no universitarios; la geografía tradicional más unos buenos consejos para el aula; una información relacionada con la utilización en clase de ciertos medios y técnicas auxiliares, o una didáctica entendida como retórica y en la que, por medio de grandes frases, lo que se pretende es convencer al lector del alto valor educativo de nuestra disciplina.

## V. CONCLUSION: ¿RENOVAR LA ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFÍA ESPAÑOLA SIN PROFESIONALIZAR LA FORMACIÓN DE LOS DOCENTES DE ESTA DISCIPLINA?

Hemos visto en los apartados anteriores una serie de problemas planteados por la inexistencia de una concepción de la didáctica de la geografía española coherente con los modelos imperantes en las ciencias de la educación. A partir de la promulgación de la Ley General de Educación, es bien patente la *arritmia* entre las posibilidades de renovación conceptual que esta ofrecía y la

opción seguida por los enseñantes de nuestra disciplina. Mientras que aquella posibilitaba el que los programas de las materias que componen el currículo escolar estuviesen orientadas hacia la consecución de ciertos objetivos de aprendizaje, nosotros hemos continuado con el viejo enfoque: nuestros programas son un *catálogo* de temas que, *conceptualmente*, apenas se diferencian en lo que a la didáctica se refiere de los comienzos del siglo actual.

Es evidente que también entre nosotros ha habido propuestas para mejorar la enseñanza de la geografía. Pesemos, por ejemplo, en la gran labor realizada por "Rosa Sensat" o en las ideas aparecidas en ciertas revistas especializadas como "Cuadernos de Pedagogía", "Perspectiva Escolar", "Revista de Bachillerato" o "Didáctica Geográfica", por citar solamente algunas. *Pero todas han adolecido de una falta de fundamentación teórica científico-educacional, cuya consecuencia lógica ha sido, consciente o inconscientemente, el reduccionismo de la didáctica a una mera metodología, a una técnica de aprendizaje.*

Y lo mismo ha sucedido con algunos intentos —frustrados— de penetración de la enseñanza de la geografía cuantitativa en España, como ya lo hemos señalado en otro lugar (LUIS, A. y URTEAGA, L., 1982). En el fracaso de estos intentos han jugado un papel importante dos elementos: en primer lugar su falta de articulación en alguno de los modelos didácticos existentes, y, por lo tanto, su tendencia a incidir en la consecución de objetivos de carácter instrumental, relegando otros tipos de objetivos más importantes pero más difíciles de operacionalizar; objetivos instrumentales que, además, se convertían en medio y fin de la enseñanza geográfica. Por otra parte, y no de menor importancia, el contexto sociopolítico español actual es el responsable indirecto de que a través de la "didáctica del entorno", siga jugando un papel básico la concepción geográfica tradicional, ya que es con la que mejor se logra una vinculación *emocional* del niño con el medio que le rodea. Creemos que es esta funcionalidad básica que ha de cumplir la geografía como materia de enseñanza en la España de las autonomías —la creación o el refuerzo de la conciencia regional o nacional—, la responsable del abandono por parte de ciertos autores de enfoques importantes en el área de la

enseñanza de la geografía, pese al interés que tendría la elaboración de planes de estudio en nuestra disciplina, dentro de alguno de los modelos didácticos citados, centrados en torno a pocos problemas relevantes (*y no temas*), utilizando *conceptos espaciales* como los de localización, distancia, distribución, centralidad, jerarquía, gravitación, escala, cambio espacio-temporal, difusión espacial (véase GRAVES, N., 1979 y DAUM, E., y SCHMIDT WULFFEN, W., 1980).

Pero, y con esto acabamos, la mayor dificultad para la renovación conceptual de la enseñanza de la geografía se encuentra en la *falta de conciencia de los miembros relevantes de nuestra comunidad científica, aquellos que detentan los resortes de poder, sobre la gravedad del tema.*

En la Geo-crítica que mencionábamos al comienzo de nuestro trabajo (cuadro nº 1) puede comprobarse la orientación tradicional de los planes de estudio de nuestras universidades. Esto se manifiesta tanto en el tipo de asignaturas que ofertan, y que los colegas madrileños clasifican en conceptuales, informativas, didácticas e instrumentales, como en el peso específico de cada uno de los bloques en el conjunto de los planes de estudio de las 21 universidades que analizan: de las 334 materias que se ofrecen al alumno de geografía, futuro docente, por lo menos en teoría, sólo ocho son de tipo conceptual y seis de carácter didáctico, ofertadas por seis universidades.

La falta de perspectiva y la incoherencia de la estructura de estos planes de estudio es evidente, puesto que, y aunque como colectivo no parezcamos haber caído en ello, a la hora de decidir lo *que se enseña, cómo se enseña y cuando se enseña* aquello que se considere relevante, los criterios *no provienen*, por lo menos en primera instancia, de la disciplina geográfica, de su sistemática interna. Es pues necesario *profesionalizar* la docencia, de igual manera que es necesaria una buena preparación técnica del geógrafo si quiere ser competente en el campo de la planificación, por poner un ejemplo, arbitrando la posibilidad de que, *ineludiblemente*, por lo menos para aquellos estudiantes que opten por la carrera de enseñante, se incluyan en sus planes de estudio materias científico-educacionales. Es hora ya de que se piense en dignificar la profesión del do-

cente que, de orador más o menos brillante, ha de convertirse en un especialista capacitado. Sin esa profesionalización del docente de geografía (véase LUIS, A., 1983, ROZADA, J.M., 1983), cualquier intento de renovación de la enseñanza de nuestra disciplina será un fracaso.

## REFERENCIAS

- (1) Bosque Sendra, J., Rodríguez Rodríguez, V. y Santos Preciado, J.M. (1983).
- (2) Gibbs, D., Levasseur, E. y Sluys, A. (1911). Sobre todo el trabajo de Gibbs.
- (3) Caparros, A. (1980) y Pérez Gómez, A.I. (1978).
- (4) A este respecto véanse los recientes trabajos de Capel, Gómez Mendoza-Muñoz-Ortega Cantero y otros recientemente aparecidos, así como los intentos por fundamentar sistemáticamente a la Geografía realizados por E. Murcia. Referido a la enseñanza de la Geografía, sobre todo las Geocríticas nº 14, 26, 36 y 38, También Schultze, A. (1981)
- (5) Reclus y Kropotkin, por ejemplo.
- (6) Luis, A. y Urteaga, L. (1982)
- (7) Véase la crítica estudiantil a la Geografía regional alemana en la Geo-crítica nº 14.
- (8) Existen trabajos en castellano en los que pueden seguirse estas ideas: Rodríguez Dieguez, Escudero, Petersen, Frank, Blankertz, etc.

## BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ SEREIX, R. y PEDREIRA TAIBO, L. (1983): *La enseñanza de la Geografía*, conferencia en la Real Sociedad Geográfica de Madrid el día 15 de diciembre de 1903. Madrid, Imprenta de los Hijos de M. Hernández, 52 p.
- BALLESTER, R. (1901): *Estudio sobre la enseñanza de la Geografía*, Palma de Mallorca, Tipografía de F. Guasp, 56 p.

- BALLESTER, R. (1908): *Investigaciones sobre Metodología geográfica*, tesis doctoral, Madrid, Univ. Central, 79 p.
- BALLEY, P. (1981a): *Didáctica de la Geografía*, Madrid, Cincel—Kapelusz, 205 p.
- BAILEY, P. (1981b): “La didáctica de la geografía: diez años de evolución”. *Geo-crítica*, nº 36 noviembre, 26 p.
- BARTELS, D. y HARD, G. (1975): *Lotsenbuch fuer das Studium der Geographie, als Lehrfach*, Bonn—Kiel, 2ª ed. 482 p.
- BECKER, J. (1917): *Los estudios geográficos en España (Ensayo de una historia de la geografía)*, Madrid, Establecimiento tipográfico de J. Ratés, 1917, 366 p.
- BOSQUE SENDRA, J.; RODRIGUEZ RODRIGUEZ, V. y SANTOS PRECIADO, J.M. (1983): “La geografía cuantitativa en la universidad y la investigación española”, *Geo-crítica*, nº 44, marzo.
- CAPARROS, A. (1980): *Los paradigmas en psicología. Sus alternativas y sus crisis*, Barcelona, Horsori, 272 p.
- CLAVAL, P. (1979): “Problèmes de didactique de la géographie”, *L' Espace Géographique*, t. VIII, nº 2, p. 155–156.
- DAUM, E. y SCHMIDT-WULFFEN, W-D. (1980): *Erdkunde ohne Zukunft?. Konkrete Alternative zu einer Didaktik der Belanglosigkeit*, Paderborn, Ferdinand Schoeningh, 210 p.
- ENGEL, J. (1971): “Grundzuege des amerikanischen “High School Geography Project (HSGP)”, *Der Erdkundeunterricht*, Sonderheft nº 1, Stuttgart, p. 118–137.
- GIBBS, D.; LEVASSEUR, E. y SLUYS, A. (1911): *La enseñanza de la Geografía*, Madrid, Tipolitografía de Faure, 132 p.
- GIMENO SACRISTAN, J. (1982): *La pedagogía por objetivos. Obsesión por la eficiencia*, Madrid, Morata, 176 pp.
- GOULD, P. R. (1975): “El plan de estudios abierto, en la enseñanza de la geografía”, en: CHORLEY, R.J. (Ed.): *Nuevas tendencias en geografía*, Madrid, Instituto de Estudios de Administración Local, p. 375–426.
- GRAVES, N. (1968): “The High School Geography Project of the Association of American Geographers”, *Geography. Journal of the Association of the Geographical Association*, p. 68–73.
- GRAVES, N. (1979): *Curriculum planning in Geography*, London, Heinemann, 180 p.
- HENRIET, J.M. (1979): “Curriculum géographique pour adolescents de 16 a 19 ans. Compte rendu de la Conférence européenne de Londres (29 mars – 1 avril 1978)”, *L' Espace Géographique*, t. VIII, nº 2, p. 157.
- LANDSHEERE, Y. y G. (1979): *Objetivos de la educación*, Vilassar de Mar (Barcelona), 316 p.
- LUIS, A. (1983): “La renovación de la enseñanza de la geografía española: ¿de espaldas a una moderna teoría de la ciencia y a las ciencias de la educación”, *Eria*, (en prensa).
- LUIS, A. y URTEAGA, L. (1982): “Estudio del medio y Heimatkunde en la geografía escolar”, *Geo-crítica*, nº 38, marzo, 48 p.
- Mc NEE, R.B. (1975): “La Geografía, ¿posee una estructura?. ¿Se la puede descubrir?. El caso del “proyecto de geografía para la enseñanza secundaria”, en CHORLEY, R.J. (Ed), 1975, p.
- PEREZ GOMEZ, A.I. (1978): *Las fronteras de la educación. Epistemología y ciencias de la educación*, Madrid, Zero, 170 p.
- ROZADA, J.M. (1983): “Didáctica de la geografía: notas para el programa de la asignatura”, *Eria*, (en prensa).
- SANCHEZ PEREZ, F. (1980): *El control en el acceso al profesorado en la comunidad de los geógrafos españoles despues de la guerra civil*, Tesis de licenciatura dirigida por el el Dr. H. Capel, Dpto. de Geografía, Fª de Geografía e Historia, Universidad de Barcelona, Barcelona.

SANCHEZ PEREZ, F. (1981): "El acceso al profesorado en la geografía española (1940-1979)", *Geo-crítica*, nº 32, marzo, 51 p.

SCHRAMKE, W. (1980): "La geografía como educación política", *Geo-crítica*, nº 26, marzo, 52 p.

SCHULTZE, A. (1976) (Ed): *Dreissig Texte zur Didaktik der Geographie*, Braunschweig, 5ª ed. 370 p.

SCHULTZE, A. (1981): "Historia Crítica Contemporánea de la Geografía Escolar Alemana" *Geografía y Sociedad*, nº 1, Santander, 34 p.

Joaquin Bosque Sendra\*  
Vicente Rodriguez Rodriguez\*\*  
José Miguel Santos Preciado\*

(\*) Universidad Complutense. Madrid.

(\*\*) Universidad a Distancia. Madrid.

## BALANCE CRITICO DE LA GEOGRAFIA TEORICA Y CUANTITATIVA EN ESPAÑA

### 1. INTRODUCCION

El camino seguido por las ciencias sociales a partir de los años cincuenta enlaza con los planteamientos teóricos y filosóficos de la corriente neopositivista del Círculo de Viena, que se propone, como objetivo principal, "la descripción científica, aplicando el análisis lógico al material empírico" (CAPEL 1.981, p. 370). Este nuevo giro epistemológico, adoptado por una parte de la comunidad de geógrafos a partir del artículo publicado por Schaefer en 1.953, dió lugar a un nuevo paradigma científico según el significado que atribuye T.S. KUHN al término (KUHN, 1.962). La obra de Bunge (1.962), que constituye otro de los hitos fundamentales en el desarrollo de la nueva geografía, refleja la misma idea básica; la ciencia se compone de tres elementos: los hechos observables, el lenguaje lógico, que incluye las matemáticas como relación de símbolos, y la teoría. En última instancia, la teoría está integrada por la unión del sistema de relación lógica y los hechos empíricos definidos operacionalmente (BUNGE, 1.962, p. 2).

Los avances experimentados por la nueva concepción de la ciencia geográfica durante la década de los cincuenta y comienzos de los años sesenta hizo afirmar a Burton que la "revolución cuantitativa" había sido ya realizada (BURTON, 1.963). La aparición de este nuevo término nos obliga, aunque sea de forma breve, a analizar su significado. El propio título del artículo de Bur-

ton, "La revolución cuantitativa y la Geografía Teórica" (1), manifiesta la bipolarización de la nueva corriente en dos términos relacionados entre sí. La idea fundamental que se encierra en la nueva Geografía Teórica, que la diferencia de la corriente ideográfica anterior, es la necesidad de encontrar teorías capaces de organizar los hechos observados. La construcción de teorías, de forma deductiva o inductiva, debe garantizarse por la formulación de hipótesis y leyes entrelazadas en un cuerpo de doctrina coherente. Desde el punto de vista de la geografía, las leyes que interesan son las que hacen referencia a la organización espacial.

En este intento de construcción teórica, "la utilización de técnicas cuantitativas es el método más apropiado para el desarrollo de la geografía" (BURTON 1.963, p. 37). Esta misma idea es expresada por J.B. Racine cuando indica que "la cuantificación debe llegar a ser un instrumento privilegiado en toda investigación geográfica" (RACINE 1.970). La Geografía Cuantitativa supone, pues, una utilización creciente de las matemáticas, tanto desde el punto de vista del cálculo como de la construcción formalizada de modelos y del uso de razonamiento lógico. La conclusión que puede deducirse es la inevitable relación existente entre la construcción de la teoría y el empleo de lenguajes matemáticos altamente formalizados.

El acercamiento a la Geografía Cuantitativa

desde posiciones tradicionales ha hecho afirmar a muchos representantes de esta corriente tradicional que la aplicación de determinadas técnicas estadísticas podría ser un instrumento adecuado al análisis geográfico, acorde con sus presupuestos teóricos y metodológicos. Esta actitud ha dado lugar al empleo creciente de técnicas estadísticas en trabajos metodológicamente tradicionales con el objetivo de realizar la descripción de fenómenos geográficos y la delimitación de áreas de manera más precisa que la alcanzada mediante las sencillas técnicas habituales o la mera exposición literaria o verbalizada. (2).

Además, el desarrollo experimentado por la informática ha favorecido, sin duda, la utilización de las técnicas estadísticas en las ciencias sociales y el tratamiento masivo de datos, antes vedados por las limitaciones del cálculo manual. Este hecho, que presenta aspectos positivos derivados de una mayor capacidad de acción, puede tener una faceta negativa al permitir el acceso fácil a complicados programas de cálculo matemático sin un conocimiento adecuado de sus exigencias y limitaciones. Las dificultades de un uso correcto aumentan en su aplicación al campo geográfico, cuyas unidades elementales de análisis presentan características peculiares (3), que hacen muy problemático el empleo de determinadas técnicas estadísticas.

El objetivo de nuestro trabajo (4) consiste en valorar, desde los presupuestos anteriormente mencionados, la producción cuantitativa española en los últimos años. Hemos seleccionado en este estudio todos aquellos trabajos que suponen una aplicación de técnicas estadísticas o modelos teóricos, aunque, por las razones expuestas con anterioridad, no cabe considerarlos totalmente integrados en el campo de la Geografía Teórica y Cuantitativa. El simple empleo de una técnica o modelo, sin una referencia teórica superior a la construcción de una Geografía Teórica, no debe ser considerada como una aportación al desarrollo de esta nueva geografía. Este estudio nos lleva a la conclusión, que adelantamos, de que la mayoría de los trabajos realizados por los geógrafos españoles utilizan las nuevas técnicas como elementos auxiliares a la descripción, con la particularidad de que en un elevado porcentaje de casos no se tienen en cuenta las limitaciones que presentan en su aplicación con datos espa-

ciales.

También hemos considerado aquellos trabajos teóricos que suponían la introducción de las ideas de la nueva geografía y que pretendieron, en algún caso, abrir un debate sobre las nuevas corrientes del pensamiento científico que llegaban a nuestro país. Los pocos trabajos existentes en esta línea, que comenzaron a principios de los años sesenta con la traducción y la publicación del trabajo de Schaefer, no tuvieron una continuidad por el desinterés que suscitaron en la mayor parte de los miembros de la comunidad de geógrafos españoles.

## 2. LA PRODUCCION CUANTITATIVA EN LA GEOGRAFIA ESPAÑOLA

### Caracteres generales

En el trabajo anterior (BOSQUE, RODRIGUEZ y SANTOS, 1.983) hemos analizado el conjunto de las publicaciones geográficas españolas de carácter cuantitativo, realizadas desde 1.965 a 1.981. Revisamos todas las revistas geográficas españolas determinando qué artículos se podían considerar "cuantitativos", aplicando para ello una definición muy laxa de este concepto, la proporcionada en un trabajo de JOHNSTON (1.981 p. 36) donde se consideraba como tales los artículos que utilizaran, al menos manipulaciones de los datos analizados que superasen la mera aritmética. Igualmente considerábamos en nuestro análisis los artículos que tratasen, desde el punto de vista teórico, los problemas conceptuales, metodológicos y técnicos de la Geografía Teórica y Cuantitativa o intentasen aplicar o discutir modelos explicativos desarrollados por esta corriente de pensamiento geográfico.

En torno a 150 artículos o comunicaciones presentadas a los coloquios de Geografía hemos considerado se pueden definir como "cuantitativos" de acuerdo con la definición citada. Para su más adecuado análisis los clasificamos de acuerdo con los siguientes criterios:

- A. Trabajos de carácter teórico /
  - A1. Publicaciones de difusión, divulgación, discusión y desarrollo de los problemas teóricos, conceptuales y



metodológicos generales relacionados con la Geografía Cuantitativa

- A2. Trabajos donde se aplican modelos teóricos, tales como la teoría del lugar central, modelo gravitatorio, etc.
- B. Trabajos donde se utilizan técnicas de análisis estadístico
- B1. Trabajos de clasificación de los lugares de observación (municipios, provincias) en áreas homogéneas, utilizando medidas estadísticas elementales (media y desviación típica generalmente)
- B2. Artículos donde se relacionan dos o más variables utilizando índices específicos de cada tema o el análisis de correlación lineal
- B3. Artículos en los cuales se emplean técnicas de análisis multivariado (análisis factorial y otros)
- B4. Se hace uso del análisis de regresión, tanto simple como múltiple, para analizar las relaciones de asociación entre diversas variables
- B5. Se utilizan métodos complejos (multivariados), como el análisis de cluster, para obtener clasificaciones.
- B6. El empleo de la estadística inferencial permite validar hipótesis de investigación
- C. Trabajos que emplean técnicas de análisis matemático no estadístico
- D. Trabajos donde se plantea la aplicación de procedimientos informáticos de manipulación de datos en investigación geográfica.

El cuadro I contiene el desglose de los artículos reunidos con tales criterios de clasificación. De este cuadro se pueden extraer algunas conclusiones:

1. Es evidente el predominio de artículos que a-

plican técnicas estadísticas sobre los restantes tipos.

2. Igualmente el empleo de técnicas estadísticas elementales (B1 y B2) es más del doble que el uso de técnicas complejas (B3 a B6).

3. La aplicación de los métodos de la Geografía Cuantitativa es más importante en los temas de Geografía humana, contra lo que se podía esperar dada la mayor facilidad y la menor importancia de los problemas conceptuales y metodológicos de su uso en la Geografía física.

4. De acuerdo con el cuadro II se puede apreciar que el año 1970 representa el inicio de la producción geográfica española de carácter teórico y cuantitativo, concentrándose en los primeros años de la década los trabajos de tipo teórico como norma general, mientras los artículos, que se basan en la aplicación de técnicas estadísticas, se desarrollan en la segunda mitad de la década.

Ya en la introducción de este trabajo hacemos referencia a los principales problemas de los artículos cuantitativos cuando no nacen de los principios de la Geografía cuantitativa. Estos problemas, sistematizados, son:

1. Diferencias entre la Geografía Teórica y la Geografía Cuantitativa: el empleo de técnicas y métodos cuantitativos dentro del contexto conceptual distinto (Geografía regional de inspiración francesa, por ejemplo).

2. Problemas metodológicos y técnicos que las peculiares características de los datos geográfico-espaciales crean a las técnicas estadísticas habituales y la determinación de en qué medida la geografía cuantitativa española ha sido consciente de su importancia.

3. El débil conocimiento estadístico y matemático de la generalidad de los geógrafos españoles ha repercutido en las aplicaciones concretas de los métodos cuantitativos.

Con el objeto de profundizar aún más en estas cuestiones hemos realizado un estudio pormenorizado de aquellos tipos de artículos cuantitativos que nos han parecido más importantes a la hora de definir las coordenadas bajo

CUADRO I

PRODUCCION DE ARTICULOS DE TIPO CUANTITATIVO ESPAÑOLES

TIPOS	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
A1					1		1	6	1	1		2	1	1	1		2
A2								3	3		3	3			1	1	3
B1				1		3	2	1	1	1	2	3	1			2	4
B2								1	1	4	6	10	3	10	3		7
B3						1	1			1		1	2	2		1	4
B4													1	2	1	1	2
B5														1			
B6								1		1	1	1			2	4	7
C									1								
D							1	1					1	3		1	2
TOTAL ARTICULOS CUANTITAT.				1	1	4	5	13	7	8	12	20	9	19	12	10	31
TOTAL ARTICULOS	15	20	19	29	28	35	46	74	39	54	129	98	115	157	90	86	196
CRONICAS CUANTITATI.					1	1				2				1	2	1	1
RECENSIONES C.						1		1	2	1		1	1	6	1	5	
TOTAL	55	60	59	69	68	45	106	144	98	118	169	146	172	199	134	134	237

las que se mueve esta corriente en la geografía española reciente. Los apartados escogidos para su análisis en profundidad son:

- A1. Difusión, divulgación y discusión de los problemas conceptuales y metodológicos de la Geografía Cuantitativa.
- A2. Aplicación de modelos a datos españoles.
- B3-B4. Artículos que emplean técnicas estadísticas de análisis (especialmente análisis de regresión y análisis factorial).

#### Artículos de tipo teórico

Un somero análisis del contenido de los artículos y reseñas clasificados como "teóricos" nos sirve para comprender su bajo nivel de aportación a la construcción de la nueva Geografía Teórica y Cuantitativa. Para facilitar su estudio los hemos subdividido en las siguientes subgrupos:

1) Artículos informativos sobre algunos modelos o teorías de tipo urbano. Pertenecen a este grupo el modelo de base económica (CAPEL, 1.969), la validez del modelo de rank-size (CAPEL, 1.972) o la construcción de la centralidad geográfica (LOPEZ TRIGAL, 1.979).

No suponen estos artículos una notable discusión metodológica o epistemológica en la búsqueda de una nueva línea de investigación geográfica. Constituyen, eso sí, un intento de sistematización e información de la evolución histórica experimentada por alguno de los modelos utilizados con más frecuencia en el campo de la Geografía urbana. En algún caso, se intenta establecer una relación entre el modelo y los conceptos característicos de la teoría general de sistemas (CAPEL, 1.972), aunque sin una gran contribución metodológica personal. En su aspecto positivo, estos artículos suponen la apertura de nuevas vías de acceso al tratamiento de la información urbana dentro de un marco teórico de referencia.

2) Otro grupo lo constituyen trabajos que realizan un comentario informativo sobre alguno

de los libros de tipo cuantitativo traducidos a nuestro idioma. Quedan integrados en este apartado las reseñas realizadas por el profesor Casas Torres a los libros de Chorley y Haggett "Modelos y paradigmas en Geografía" y Berry "En torno a la versión española de un libro clásico sobre los lugares centrales", publicadas ambas por la revista "Geographica" en 1.971 y 1.972.

En general, las reseñas realizan un resumen del contenido de los libros sin profundizar en la nueva línea de investigación, indicando los riesgos que podían derivarse de la Nueva Geografía. Tras señalar la posible validez, como técnica de análisis, de algunos de los modelos utilizados, el profesor CASAS TORRES resalta los peligros que encierra este nuevo concepto de la ciencia, la cual trata de profundizar más en las características de conjunto que en las diferencias específicas de los complejos fenómenos del mundo real. Esta circunstancia podría llevar, en su opinión, al desmenbramiento de la Geografía, fruto de un deslumbramiento (que evidentemente no ha tenido lugar en nuestro país) por un método de análisis más matemático que geográfico. En todo el planteamiento del autor subyace uno de los mitos clásicos de la Geografía Regional, que hace referencia a la complejidad y la riqueza de lo real, siempre mutilada desde intentos generalizadores que fuerzan, en muchos casos, la realidad para obligarla a adecuarse al modelo teórico.

En resumen, este tipo de trabajos, más que contribuir al diálogo o a la discusión sobre las nuevas ideas que invaden el campo geográfico, se limitaron a advertir a los geógrafos sobre los peligros que entrañan unas corrientes novedosas y extrañas a nuestra disciplina, sin entrar a rebatir los supuestos de estas nuevas concepciones científicas.

3) Un tercer tipo de artículos se dedican a "informar" sobre algunas técnicas, métodos cuantitativos o modelos teóricos, ya elaborados, que pueden ser aplicados al campo geográfico. Forman parte de este grupo el trabajo de Díaz Álvarez (1.977), "Notaciones sobre la metodología del análisis cuantitativo aplicado a la Geografía" o el de Carreras Puigdemongolas (1.976) "Métodos de delimitación de regiones".

4) Hemos dejado para el último lugar aquellos artículos que, tras la publicación del artículo de Schaefer en España en 1.971, plantean en los primeros años setenta la problemática que suponía la aparición de la Nueva Geografía. Integran este grupo el trabajo de Vilá Valentí "¿Una nueva Geografía?", publicado en 1.971 y 1.973, y el de Ribeiro "Nueva Geografía y Geografía clásica. A propósito de dos publicaciones recientes", publicado en 1.972.

El artículo de Vila Valenti, es sin duda, el de mayor importancia y el que intenta abrir en la comunidad de geógrafos una vía de debate sobre las nuevas corrientes geográficas. Su transcendencia deriva del hecho de que se publicara en fecha tan temprana (dentro del contexto español donde las innovaciones llegan siempre con bastante retraso), antes de que las nuevas corrientes cuantitativas empezaran a tomar nuevos rumbos en los países de origen. Con posterioridad han aparecido el trabajo de Ortega Cantero (1.981) y todas las publicaciones a que hemos hecho referencia de forma general (véase "Geocrítica", nº 44, 1983). Estos últimos analizan la evolución histórica de nuestra disciplina, aunque lo hagan conjugando un punto de vista informativo con la necesidad de ahondar en los aspectos más significativos de la Nueva Geografía. La diferencia de 10 años entre el trabajo de Vilá y los posteriores estudios acerca de la Nueva Geografía y la diferencia en el objetivo de los mismos nos han inclinado a analizar a fondo el primero.

El autor hace un brillante repaso a la evolución de la Geografía durante los últimos años examinando la variedad de objetos presentes en nuestra disciplina (ciencia del paisaje, ecología, ciencia regional, etc.). Aunque existieron antecedentes de la Nueva Geografía en figuras como Christaller y su intento de encontrar leyes espaciales con su teoría del lugar central, el profesor Vilá va pasando revista a los momentos críticos de cambios del pensamiento geográfico; a la aparición del artículo de Schaefer; al aumento de la información disponible; a la relación de las técnicas cuantitativas y la informática; al intento de la Geografía Teórica; a la aparición de las obras de síntesis de Bunge y Harvey, para terminar planteándose la actitud que es preciso adoptar ante la Nueva Geografía. En este momento de la exposición no existe, para el profesor Vilá

duda de que es preciso quitar los signos de interrogación que enmarcan el título del trabajo. La Nueva Geografía afecta a conceptos y enfoques fundamentales y no consiste únicamente en una nueva metodología. Pero, ¿existe alguna salida de síntesis para los planteamientos tradicionales y los de la nueva corriente geográfica?. El profesor Vilá duda entre aceptar una visión teórica y metodológica más acorde con el pensamiento científico actual, enmarcada en la búsqueda de verdades más generalizables, por un lado, y el mantenimiento de las líneas de trabajo clásicas a las que pertenecen gran parte de su formación y trabajo universitario, por otro lado. De las tres salidas, ruptura, sustitución y síntesis, Vilá se define por la tercera vía de solución, dejando abierto el debate sobre cómo establecer un puente de unión entre ambas líneas de investigación.

La falta de interés del resto de los miembros de la comunidad de geógrafos en participar en la vía del debate abierta por el profesor Vilá se manifiesta en la ausencia de trabajos que continúen esta línea comenzada. Únicamente el artículo de Ribeiro (1.972) intenta hacerse eco de la problemática planteada, representando más un virulento ataque que un intento de acercamiento y comprensión de las nuevas corrientes de pensamiento.

Como resumen, podríamos indicar que, salvo excepciones, a la pobreza cuantitativa de los trabajos teóricos y metodológicos de los principales publicaciones geográficas de nuestro país, cabe añadir su pobreza cualitativa. El nuevo ambiente que parece iniciarse al comienzo de los años setenta con la difusión de la Nueva Geografía se salda en los años siguientes con un silencio que parece recoger el desinterés por la construcción de la Nueva Geografía.

#### Artículos que aplican modelos teóricos

Los artículos comentados en este apartado son aquellos en los que se han aplicado algunos modelos explicativos desarrollados por la Geografía Teórica de los países anglosajones.

Podemos resumir lo más notable de estos artículos en lo siguiente:

a) Por regla general, no existe una explicación lo suficientemente pormenorizada de la teo-

## CUADRO II

### CLASIFICACION EN % DE TIPOS DE ARTICULOS CUANTITATIVOS SEGUN EL AÑO DE PUBLICACION

AÑOS	A	B3-B6	D	TOTAL ART. CUANTITATIVOS
1.968	---	---	---	3,4
1.969	3,6	---	---	3,6
1.970	---	2,8	---	11,4
1.971	2,2	2,2	2,2	10,8
1.972	12,2	1,3	1,3	17,6
1.973	10,3	---	---	17,9
1.974	1,8	3,7	---	14,8
1.975	2,3	0,7	---	9,3
1.976	5,1	2,1	---	20,4
1.977	0,9	2,6	0,9	7,8
1.978	0,6	3,2	3,3	12,1
1.979	2,2	3,3	---	13,3
1.980	1,2	7,0	1,2	11,6
1.981	2,6	6,6	1,1	15,8

NOTA: Los porcentajes están referidos al total de artículos publicados en cada año.

## CUADRO III

### ARTICULOS SEGUN OBJETIVO Y SEGUN TIPOS DE DATOS

	TEORICO- EXPLICATIVOS	DESCRIPTIVOS	TOTAL
DATOS DE ENCUESTA	5	2	7
DATOS AGREGADOS ADMINISTRAT.	6	9	15
TOTAL	11	11	22

ría general subyacente al modelo utilizado. No se diferencia adecuadamente entre teoría, más general y que contiene, por lo tanto, una serie de axiomas y teoremas, y el modelo, más específico y concreto, que formaliza una hipótesis deducida de la teoría previa. En este sentido, la aportación de la geografía española al desarrollo de una teoría general es inexistente e incluso los modelos empleados no son nada más que meras adaptaciones de los elaborados en otros países.

b) En la mayoría de los casos, el método empleado tiene para los autores españoles una estructura dada, que es intocable desde el punto de vista de su organización y formalización interna. Sin embargo, al mismo tiempo y en muchos casos, se obliga al modelo a ajustarse a las características y al tipo de información disponible, proveniente, por regla general, de fuentes administrativas, sin que previamente se haya realizado una discusión acerca de la adecuación de tales datos a los requerimientos teóricos, tanto en la definición de las variables en sí mismas, como en la delimitación de las unidades espaciales en las que tales variables han sido medidas.

La influencia de la agregación de las unidades de observación de los datos sobre los resultados de diversos modelos y teorías cuantitativas ha sido subrayada en los últimos tiempos (5). En los trabajos que comentamos no existe mucha conciencia de su importancia y, en algunos casos, es fácil comprender que la agregación podría modificar los resultados obtenidos. Compañ (1.976) plantea de forma somera esta problemática, pero no llega a obtener y comparar sus resultados en varios niveles de la escala de observación. En las aplicaciones del modelo de gravedad para la simulación de una red de transportes también hubiera sido interesante repetir los análisis para los distintos niveles de agregación de los datos, lo mismo que en los resultados sobre flujos migratorios a los que llega Sabaté (1.979-80).

Esta combinación entre modelo intocable, quizás por no ser adecuadamente conocida su formulación conceptual subyacente, y el empleo de datos fijados externamente al investigador, puede conducir fácilmente a distorsionar el significado del modelo que se emplea y, por lo tanto, a usarlo en un sentido inadecuado al de su for-

mulación inicial.

c) Una distinción general que se puede hacer sobre el conjunto de los trabajos estudiados, se refiere al objetivo que se plantean cubrir en su investigación. Diferenciamos entre los que tienen un fin teórico-explicativo primordial (aunque pudieran contener también, secundariamente, una finalidad descriptiva), de aquéllos para los que los modelos son sólo unas herramientas útiles para su objetivo descriptivo básico. Esta distinción pretende separar los trabajos que buscan determinar la validez o falsedad del modelo que utilizan de aquéllos que sólo pretenden ayudar a conocer algo mejor una situación geográfica concreta y para ello hacen uso del modelo explicativo. Consideramos así que los primeros muestran una actitud más cercana a la concepción de una geografía teórica de raíz positivista y científica. Por el contrario, los segundos responderían todavía a la concepción de la Geografía Regional, dominante en nuestro país, a pesar de que puedan utilizar ciertos métodos y técnicas de origen cuantitativo (6).

Queda planteado, así, el problema conceptual de la validez de usar conceptos y métodos de inspiración cuantitativa dentro de un esquema básico no cuantitativo, sino regional y tradicional. El balance entre estos dos tipos de trabajos se contiene en el cuadro III, donde, al mismo tiempo se considera el tipo de datos utilizados en la investigación.

Un problema general en cualquiera de las dos aportaciones citadas sería el de determinar, de modo preciso, el ajuste entre los datos empíricos y los resultados calculados para el modelo, sobre todo en los casos en que se intenta comprobar la validez de una teoría o un modelo. En estos casos parece un requisito fundamental. Sin embargo, sólo se consigue en una minoría de casos. Únicamente Compañ (1.976) calcula el coeficiente de correlación entre datos observados y calculados. En los demás ejemplos, como máximo, se realiza una comprobación cualitativa de la adecuación de los datos observados a la teoría.

d) Los modelos teóricos empleados más a menudo son los siguientes:

1. el modelo gravitatorio, empleado en 7 artículos y con los más diversos temas:

- ... simulación de una red de comunicaciones (3 artículos)
- ... flujos migratorios (1 trabajo)
- ... capacidad de atracción, ya sea de los mercados de venta al por menor (1 artículo), ya sea de las ciudades (1 artículo)
- ... número de noticias emitidas en TV sobre las distintas áreas de una región (1 trabajo)

La extensa variedad de aplicaciones del modelo gravitatorio muestra la flexibilidad de sus planteamientos y lo acertado de su formulación. Una cuestión muy destacada en las aplicaciones del modelo gravitatorio es el exponente que afecta a la distancia, exponente que mide la fracción que la variable distancia ocasiona a la interacción medida. Un paso previo a cualquier aplicación válida de un modelo es su calibrado (ARIAS, 1.975), lo que supone determinar en el caso del modelo gravitatorio cuál es el valor que este exponente tiene en cada aplicación concreta. En los trabajos que comentamos esta cuestión sólo se resuelve en dos de ellos (COMPAN, 1.978 y SABATE, 1.979-80), que realizan diversas pruebas para determinar cuál es el exponente más apropiado: Compan acepta el valor 2'5, que le indica un alto valor de subdesarrollo; Sabaté acepta el valor 1 que muestra la poca influencia de la variable distancia. Los restantes trabajos no discuten la cuestión y aceptan valores distintos para este parámetro, 1 ó 2 generalmente.

2. Teoría del lugar central, utilizada en 4 ocasiones. Todas ellas tratan de elaborar índices de centralidad de los lugares de distintas regiones españolas. Sería de gran utilidad discutir y comparar los distintos tipos de índices de centralidad empleados, lo que no ha ocurrido en los trabajos publicados hasta ahora sobre el tema, de manera que parecen estar aislados unos de otros. Esta deficiencia impide obtener generalizaciones de tales resultados para el conjunto de las regiones estudiadas.

3. Modelo de Von Thüner, estudiado extensamente en un trabajo, donde se valida su utilidad para dos situaciones españolas y aplicado

más sucintamente en otro artículo.

4. Regla rango-tamaño, aplicada en dos ocasiones.

5. El resto de los trabajos aplican distintas y variadas teorías y técnicas, en varias ocasiones, con los fines metodológicos de dar a conocer una nueva técnica cuantitativa de análisis (por ejemplo, el trabajo de Moreno sobre sistemas de regionalización funcional).

En resumen, en los artículos que aplican modelos a situaciones geográficas españolas se perciben varias distorsiones de los modelos utilizados de acuerdo con los tipos de datos que se emplean, por un lado, y también poco conocimiento de los supuestos en los que se fundamentan los modelos, por otro.

#### Artículos de aplicación de técnicas estadísticas

En este apartado vamos a hacer referencia a dos grandes conjuntos de aplicaciones estadísticas como son el análisis de regresión y el análisis factorial.

En primer lugar comentamos el análisis de regresión. Los artículos analizados se caracterizan por varios hechos:

a) La técnica cuantitativa de la regresión es empleada casi con exclusividad como un instrumento que describe la realidad geográfica estudiada (variable dependiente) a través de otros hechos que se consideran contribuyen a explicar el primero (variables independientes). Este sería el uso menos ágil del análisis de regresión. En cambio apenas se emplea la regresión en su variante predictiva, es decir, en su capacidad de predecir el comportamiento de un fenómeno en función de otros hechos condicionantes. Precisamente la diferencia entre ambos tipos de aplicaciones se manifiesta en el análisis de los otros caracteres de estos artículos. En trabajo de Compan (1.977) se sale de este esquema al plantear didácticamente el análisis de regresión en su aplicación en Geografía.

b) puesto que la casi totalidad de los trabajos analizados emplean la regresión como instrumento descriptivo, tampoco tienen en cuenta los "supuestos básicos del modelo de regresión",

que deben cumplir las variables para que los resultados del mismo sean considerados como estadísticamente correctos. En general, los artículos no se plantean el problema de la linealidad, la normalidad de las variables, la varianza de los residuales, la colinealidad de dos o más variables, o la autocorrelación de los datos espaciales, aunque geográficamente no sea preciso tener una dependencia muy estricta de estos supuestos cuando el análisis de regresión se emplea para describir hechos geográficos.

En el caso de que el análisis sea de tipo predictivo, el incumplimiento de determinados supuestos habría invalidado los datos.

En el fondo este problema no es sino una manifestación más de la falta de atención por parte del geógrafo (y quizás su consideración en un segundo plano) de que la regresión es un instrumento estadístico que tiene sus limitaciones y problemas de interpretación.

c) otro carácter de estos trabajos es la escasa reflexión sobre las variables y las unidades de observación que se emplean en el análisis.

Se admite, como norma general en los artículos analizados, el nivel de agregación administrativa en el que los datos se ofrecen normalmente. Este es un hecho universalmente aceptado, porque la información administrativa es más fácil de obtener que la que se consigue a nivel individual. La admisión de esta realidad, en cambio, no significa que no se tenga en cuenta, como en realidad sucede, los posibles efectos de distorsión en las magnitudes de las variables del modelo. En casi ninguno de los trabajos analizados se plantea este problema y sus soluciones alternativas como son la utilización de datos relativos (porcentajes, densidades, etc.) o la transformación de los mismos. En pocos casos, por ejemplo Compañ (1.980), los geógrafos se preocupan por el efecto distorsionador de las magnitudes de las variables.

En general, los datos empleados en la regresión se obtienen de las fuentes estadísticas salvo en algunos artículos que utilizan encuestas individuales. La conjunción de ambos procedimientos dificulta todavía más la obtención de conclusiones dado el diferente nivel de agregación de

unos (estadísticas administrativas) y otros (encuestas). Esta restricción no se estudia y se admite sin planteamientos críticos acerca de su validez.

Estamos ante uno de los múltiples casos en los que una técnica estadística, que tiene sus limitaciones, se emplea como si fuera una máquina que todo lo puede y en la que sólo es necesario introducir unos datos para obtener unas relucientes conclusiones.

Las conclusiones de los trabajos analizados se adecúan a los objetivos planteados en la investigación, excepto en algunos trabajos en los que se señala expresamente que no se ha llegado a los resultados previstos, con lo cual se admite, al menos tácitamente, o que no se ha elegido bien la técnica estadística para el hecho geográfico que se quiere describir, o que ésta no se ha aplicado bien, lo que es normal que suceda. Tampoco se comparan los resultados obtenidos con los de otros trabajos similares, lo que hubiera sido, de haberse llevado a cabo, una forma más de corroborar la validez de la regresión como técnica de análisis de hechos geográficos. Y es que, según Beguin (1.979), "no es útil obtener excelentes regresiones si no permiten constatar hipótesis bien elaboradas y desembocar en una teoría".

De todo ello se deduce que el análisis de regresión es, entre otras cosas, un instrumento que, en manos del geógrafo, tiene una validez u otra según su aplicación. Del geógrafo depende, primero una adecuada formulación del hecho geográfico a investigar, segundo la definición correcta de las variables y tercero la aplicación acertada. Estos tres componentes condicionan un buen análisis geográfico a través de la regresión.

El análisis factorial es otra técnica empleada con bastante frecuencia en los artículos de este tipo analizados. El número de aplicaciones de análisis factorial es relativamente más importante que las de análisis de regresión, a pesar de que el primero representa un mayor grado de complejidad estadística. Es, por ello, curioso que el análisis factorial tenga una importancia relativa mayor en el conjunto de los estudios de geografía cuantitativa en España. ¿Cuáles son las razones que explican este hecho?. en primer lugar, la



tendencia que tienen los geógrafos de trabajar con abundantes datos numéricos (variables, atributos) referidos a un conjunto importante de unidades de observación, tendencia que se demostró también en los años sesenta en la geografía anglosajona (7). En segundo lugar, se debe a la creciente disponibilidad que tienen los geógrafos, como otros científicos sociales, para aplicar el análisis factorial a través de paquetes standard de ordenador. Esto facilita la consecución de resultados, aunque a costa de no pocas deficiencias en la aplicación.

El análisis factorial es una técnica eminentemente descriptiva (8), puesto que una de sus más importantes prestaciones es la de realizar la síntesis de una matriz de información espacial de la que difícilmente podrían extraerse conclusiones si no existiera la posibilidad de reducir el volumen de información utilizada. En general, los geógrafos españoles emplean el análisis factorial de esta manera.

En ningún caso los artículos analizados se refieren a la forma de organización de los datos geográficos en la matriz de información, dándose por supuesto que el tipo de análisis es el R, en el que las variables ocupan las columnas y las observaciones las filas, mientras los factores son correlaciones entre variables. En algún trabajo se introduce el tiempo como tercer elemento y no se especifican los problemas metodológicos y técnicos que esto representa (9).

Las limitaciones del geógrafo para el empleo del análisis factorial como son el conocimiento previo de la realidad a estudiar, el dominio de la técnica estadística factorial, que es bastante compleja, la preparación básica en ordenadores como instrumento material que ejecuta el análisis y el conocimiento bibliográfico de los trabajos existentes sobre el tema apenas se vislumbran en los artículos analizados, con excepciones como las de Fernández Gutiérrez (1.977), cuya preparación en este sentido es evidente.

Los dos problemas más notables del análisis factorial son los siguientes:

a) identificación y denominación de los factores: no hay forma de saberlo salvo por los conocimientos previos de la realidad geográfica

que se está estudiando y por la rotación de los ejes que se efectúa para conseguir mayor concreción en los resultados. A pesar de que hay varios trabajos que emplean rotaciones de ejes, no se justifica la necesidad de llegar a la rotación ni se comentan los resultados mejorados que se obtienen.

b) las relaciones entre variables y unidades de observación con los factores y los pesos que se obtienen. La mayor parte de la cartografía que se genera en el análisis factorial representa los valores de los pesos y no se tiene en cuenta que éstos están muy influidos por los valores extremos de las variables, con lo que los resultados pueden estar notablemente distorsionados.

Estos problemas técnicos, en el fondo, están en consonancia con el hecho siguiente: el análisis factorial no refleja y reduce otra cosa que la información que le ha introducido el geógrafo en la matriz de información. Y es que, en general, el geógrafo se contenta con los datos que tiene disponibles para analizar un determinado fenómeno, sin discriminar previamente las variables que le son necesarias. Con ello evitaría la posibilidad de emplear análisis exploratorios para descubrir qué datos necesita.

La información utilizada procede de fuentes administrativas, que suelen presentar algunos problemas de falta de homogeneidad en la escala de medida, aunque vaya siendo cada vez más corriente uniformar los datos. García Ramón (1.976) basa su análisis en muestras estratificadas y jerárquicas sobre el espacio cultivado para comprobar un modelo de cambio de uso del suelo. Hay otros estudios donde no queda claro si los datos proceden de fuentes oficiales o de encuestas porque se hace referencia a ambos conceptos de forma indiscriminada.

En lo que se refiere a las unidades de observación empleadas, se utilizan unidades espaciales desde la ciudad (ABELLAN y otros, 1.977) a la sección censal (Moreno, 1.979; Fernández Gutiérrez, 1.977). Únicamente Sola (1.970) emplea la malla ortogonal cuadrada de 200 metros de lado sobre la que mide variables cuantitativas.

Hay tres tipos de aplicaciones básicas en los artículos españoles que utilizan análisis factorial:

1. un trabajo adopta la técnica factorial a estudios de geografía urbana, haciendo hincapié en sus ventajas y limitaciones.

2. otros artículos tienen un carácter descriptivo de determinados fenómenos geográficos, aceptando que el análisis factorial es la mejor forma de llegar a una interpretación más rigurosa de la información suministrada.

3. otro grupo lo componen investigaciones sobre la tipología de determinados hechos geográficos (habitat, ciudades, etc.).

Los resultados de los análisis estudiados suelen estar conformes a los objetivos que se habían planteado los autores al iniciar la investigación. Sin embargo, en algunos casos los propios investigadores son conscientes de que el primer análisis efectuado apenas les ha servido para otra cosa que no sea el darse cuenta de que las variables deben estar bien elegidas para evitar los efectos de redundancia de la información y para que, de esta forma, los resultados sean geográficamente significativos.

En resumen, el análisis de estos artículos permite comprobar que no existe un profundo proceso de selección previa de la información necesaria, lo que redundará primero en unos resultados incompletos, y segundo en las deficiencias que tiene el investigador para interpretarlos desde el punto de vista geográfico. De esta forma, la realidad puede quedar notablemente alterada en su significado.

#### **ALGUNAS NOTAS EN TORNO A LAS CAUSAS DEL DEBIL DESARROLLO DE LA GEOGRAFIA TEORICA Y CUANTITATIVA EN ESPAÑA**

Queremos terminar ofreciendo, a título de hipótesis y con el fin de despertar la polémica sobre la cuestión, una serie de hechos y causas que consideramos han creado las principales dificultades para el desarrollo, la expansión y la consolidación teórica y científica de la Geografía Teórica y Cuantitativa en España.

Vamos a dividir las en dos tipos:

#### **Factores relacionados con hechos de carácter institucional y organizativo**

A) Un aspecto que podría haber influido es la tardía institucionalización de la Geografía española como disciplina académica. Hasta los años 40, la Geografía no se constituye como disciplina académica con importancia nacional y universitaria, lo que se pone de manifiesto con la creación del Instituto Juan Sebastián Elcano del C.S.I.C., con el aumento del número de cátedras universitarias y, más tarde, con la fundación del Instituto de Geografía Aplicada, también dentro del C.S.I.C.. La cristalización de la Geografía es, por lo tanto, bastante más tardía que en otros países europeos. Este hecho podría haber influido en la lentitud y en la dificultad de asimilar las innovaciones conceptuales y metodológicas surgidas en otros lugares.

No obstante, su influencia puede considerarse de menor importancia si se tienen en cuenta otros ejemplos contrarios. La Economía, La Sociología e, incluso, la Antropología se institucionalizan aún más tarde que la Geografía, en los años 50 y 60, al mismo tiempo que se crean las facultades de Ciencias Económicas y Sociología, y sin embargo el desarrollo general de estas ciencias y la capacidad de sus científicos en España para aceptar innovaciones, incluso de carácter cuantitativo, parece más importante que en la Geografía.

B) Quizás un hecho de mayor influencia pueda ser la concreta situación institucional de la Geografía dentro de las Facultades de Filosofía y Letras y su consideración como una de las humanidades, subordinada, en gran medida, a la Historia. Esta situación ha coartado, de modo claro, su autonomía y su capacidad de evolución metodológica. Por un lado, se enfoca el sentido de la Geografía hacia la formación de profesores de E.G.B. y B.U.P. de Geografía e Historia. Por otro lado, al alumnado que llega a las facultades de Letras tiene una formación matemática elemental, lo que dificulta la aceptación de métodos y conceptos claramente ligados a este enfoque.

C) Un tercer factor bastante relacionado con el anterior ha sido la reducida relación de los geógrafos con las tareas de planificación y ordenación territorial, que han significado en muchos

países un fuerte impulso para la introducción en los estudios geográficos de nuevos conceptos y nuevos métodos, entre ellos los de carácter teórico y cuantitativo, que se adecúan muy bien a la resolución de problemas de este tipo.

D) Como consecuencia de los hechos anteriormente señalados se puede considerar que la comunidad de geógrafos españoles es un grupo cerrado a las relaciones con otras ciencias limítrofes. Son conocidas las malas relaciones con sociólogos y economistas en general. Es una comunidad cerrada y hostilizada, tanto por la población culta que menosprecia la Geografía que ha aprendido en sus estudios de Bachillerato por su carácter memorístico y superficial, como por los científicos sociales que ven en la geografía un elemental saber enciclopédico, que pretende conocer casi todos los campos científicos sin profundizar en ninguno.

El resultado de este cierre y hostilización ha sido la pérdida de confianza interior de la comunidad de geógrafos sobre la utilidad, validez e interés de sus actividades científicas, lo que se ha expresado en una actividad defensiva desde el punto de vista conceptual y metodológico, negándose o resistiéndose a la aceptación de cambios en ningún sentido. Esto ha influido en las dificultades de desarrollo y consolidación de la Geografía Teórica y Cuantitativa en España.

E) Como colofón y como mecanismo que explica todo lo anterior es necesario mencionar la estructura académica de la Universidad española con sus elevados niveles de jerarquización y autoritarismo (10).

#### **Factores relacionados con las corrientes de pensamiento geográfico dominantes en España**

A los aspectos ya descritos, es preciso añadir una serie de comentarios relacionados con la escuela de pensamiento geográfico dominante en nuestro país.

A) La Geografía española, en su fase más reciente e institucionalizada, desde 1.940 en adelante, se ha caracterizado, pensamos, por un predominio de la escuela de Geografía regional de inspiración francesa. Este pensamiento se caracteriza esencialmente por un planteamiento antipositivista, donde lo importante es la des-

cripción y la comprensión del paisaje geográfico (11), y, junto con este enfoque metodológico, una preocupación temática por el paisaje y su diferenciación en regiones, que constituyen, cada una, una síntesis única y específica de distintos elementos. Una segunda caracterización de esta escuela es una notable prevención al empleo de métodos y técnicas de análisis matemático por considerar que deshumanizan el contenido de la Geografía.

B) Otro hecho que caracteriza a la Geografía española, al menos hasta los últimos años y relacionado también con el predominio de la Geografía regional francesa, ha sido la reluctancia a la discusión conceptual y metodológica practicada y de sus posibles alternativas. La insuficiencia de este tipo de trabajos y publicaciones ha sido muy notable hasta hace unos pocos años. Y esto es mucho más pronunciado en los planes de estudio, ya que no existen asignaturas donde se enseñe a los futuros geógrafos, por un lado la historia de su asignatura, y por otro, elementos de carácter conceptual y filosófico que les permitan interpretar mejor su propia historia. Esta carencia habría que extenderla también a la ausencia de otras asignaturas de carácter más metodológico e instrumental, entre ellas las de tipo cuantitativo. En los planes actuales predominan, de manera absoluta, las asignaturas de tipo descriptivo y de enumeración de hechos y situaciones.

La combinación de este conjunto de circunstancias ha determinado un cierto anquilosamiento conceptual y metodológico de la Geografía española y una grave dificultad para la consolidación de otras corrientes de pensamiento geográfico. No obstante, la Geografía Teórica y Cuantitativa, como otras que podríamos enumerar, Geografía de la Percepción, Geografía Radical, etc., son cultivadas entre algunos geógrafos españoles. El problema principal es la falta de aceptación pública de su existencia e importancia. Este hecho tiene dos efectos negativos: uno, el déficit general de la Geografía española al no contar con estas ramas del saber geográfico, bien establecidas y florecientes; y dos, la falta de discusión conceptual y la no comprensión de las enormes diferencias teóricas y metodológicas en-

tre estas distintas geografías, lo que está llevando en muchos casos, a un creciente eclecticismo, a una mezcla de objetivos, métodos y técnicas, totalmente distintas.

La Geografía regional francesa, que, como una corriente más del pensamiento geográfico, tiene un interés innegable, al ser la dominante en las universidades españolas se está viendo afectada de ideas, métodos y técnicas no coherentes con sus principios y planteamientos originarios y esto, posiblemente, sólo conduce a su desnaturalización.

Nuestra propuesta es, pues doble:

1. La asunción por todos los geógrafos de que la Geografía, tanto en España como en general, es plural en objetivos básicos y métodos. Existen muchas geografías, la Geografía regional, la Geografía Teórica y Cuantitativa, la Geografía de la Percepción, la Geografía Radical, la Geografía Fenomenológica, etc. y todas tienen su interés y pueden aportar algo más a un mejor conocimiento de la realidad.

2. No es fácil ni provechoso mezclar, sin cuidado, ideas, conceptos, métodos y técnicas de estas distintas geografías en una misma actividad práctica, ya sea docente como investigadora. Es necesario una discusión teórica que permita profundizar en cada corriente de pensamiento geográfico y en sus particulares insuficiencias, pero no es recomendable el eclecticismo metodológico que mezcla distintos enfoques geográficos sin considerar sus profundas y radicales diferencias.

## REFERENCIAS

- (1) Los términos "teórico" y "teorético" son utilizados de forma indistinta por diversos autores. En este trabajo vamos a utilizar solamente "teórico".
- (2) Sobre esta cuestión existe otra corriente de opinión que considera que determinadas técnicas estadísticas no se pueden emplear fuera de la concepción positivista de la ciencia.
- (3) Ver la ponencia "Algunos problemas metodológicos de las técnicas cuantitativas en

Geografía Humana" presentada por Bosque, Chuvieco y Santos en este mismo curso.

- (4) Véase el trabajo de Bosque Sendra, Rodríguez Rodríguez y Santos Preciado "La Geografía Cuantitativa en la universidad y la investigación española" *Geocrítica*, nº 44, marzo 1.983 (en prensa). Esta investigación lleva a cabo una clasificación de los diversos artículos de tipo cuantitativo publicados en España. Por el contrario, el objetivo de esta ponencia profundiza en el contenido de determinados tipos de artículos que se han considerado más significativos.
- (5) vid nota 3.
- (6) Además de la Geografía Regional podrían incluirse otras corrientes geográficas (la Geografía Radical, por ejemplo) que también utilizan modelos de tipo descriptivo.
- (7) CLARK, D; DAVIES, W; JOHNSTON, R., "The application of factor analysis in Human Geography", *The Statistician*, vol. 23, 3-4, 1.974, pp. 259-281.
- (8) Puede servir también para comprobar modelos. Así, el análisis factorial es empleado en ecología factorial urbana: se pretende comprobar que los 3 factores (status socio-económico, familiar y composición étnica) que definen la variación interurbana son los componentes básicos de la diferenciación espacial.
- (9) Véase los supuestos de organización de la matriz de información espacial y los cálculos que se pueden obtener en JOHNSTON, R.J. *Multivariate statistical analysis in Geography*, ed. Longman, Londres, 1.978, 280 p.
- (10) Sobre esta interesante cuestión se puede consultar el trabajo de Almarcha (1.982) y, en el caso concreto de la Geografía, el de Sanchez (1.981)
- (11) Véase el trabajo de Von Wright (1.979).

## BIBLIOGRAFIA

- ABELLAN GARCIA, A. y otros (1977): "Metodología factorial para una caracterización de las ciudades españolas de tipo medio" *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, t. CXIII, p. 279-289.
- ARIAS, F. (1975): "Técnicas cuantitativas en el proceso de planeamiento urbano" *Ciudad y Territorio*, 3, p. 48-58.
- ALMARCHA, A. (1982): *Autoridad y privilegio en la Universidad española. Estudio sociológico del profesorado universitario*, Madrid, Centro de Investigaciones Sociológicas, 376 p.
- BEGUIN, J. (1979): *Méthodes d'analyse géographique quantitative*, Paris Litec, 252 p.
- BOSQUE SENDRA, J; RODRIGUEZ RODRIGUEZ, V; SANTOS PRECIADO, J.M. (1983): "La Geografía cuantitativa en la Universidad y la investigación españolas" *Geocrítica*, nº 44, 49 p.
- BUNGE, W. (1.963): "Theoretical Geography" *Lund Studies in Geography*, serie C, nº 1
- BURTON, I. (1.963): "The quantitative revolution and Theoretical Geography" *The Canadian Geographer*, vol. 7, nº 4, p. 151-162.
- CAPEL SAEZ, H. (1969): "El modelo de base económica urbana" *Revista de Geografía*, vol. III, nº 1 y 2, p. 5-39.
- CAPEL SAEZ, H. (1.972): "La validez del modelo rank-size" *Revista de Geografía* vol. VI, nº 1, p. 122-138.
- CAPEL SAEZ, H. (1.981): *Filosofía y ciencia en la Geografía contemporánea*, Barcelona, Ed. Barcanova, 509 p.
- CARRERAS PUIGDENGOLAS, J. M. (1.976): "Métodos de delimitación de regiones" *Documents d'analisi territorial*, nº 2, p. 1-56.
- CASAS TORRES, J.M. (1.971): "Modelos y paradigmas en Geografía según R.J. Chorley y P. Haggett" *Geographica*, II época, nº 2, p. 90-99 y *Geographica*, nº 4, p. 233-238.
- CASAS TORRES, J.M. (1.972): "En torno a la versión española de un libro clásico sobre lugares centrales" *Geographica*, nº 4, p. 301-304.
- COMPAN VAZQUEZ, D. (1977): "Sobre el uso del análisis de regresión simple en Geografía. Aplicación al estudio de la distribución de la renta en España" *Paralelo* 37, nº 1, p. 83-
- COMPAN VAZQUEZ, D. (1.978): "Incidencia de la televisión en las estructuras socioespeciales. El caso de Andalucía" *Paralelo* 37, nº 2, p. 171-196.
- COMPAN VAZQUEZ, D. (1980): "Análisis geográfico del conservadurismo político en la provincia de Almería" *Paralelo* 37, nº 4, p. 65-92.
- DIAZ ALVAREZ, J.R. (1.977): "Notaciones sobre la metodología del análisis cuantitativo aplicado a la Geografía" *Paralelo* 37, nº1, p. 67-82.
- FERNANDEZ GUTIERREZ, F.(1977): "Aplicaciones de la técnica factorial en el estudio geográfico del área urbana de Granada" *Cuadernos Geográficos*, nº 7, p. 197-267.
- GARCIA RAMON, M.D. (1976): "El análisis factorial y canónico como técnicas de diferenciación de un espacio agrícola" *Estudios Geográficos*, nº 143, p. 165-204.
- JOHNSTON, R.J.: (1981): "Ideology and quantitative human geography in the English-speaking world" en BENNETT, R.J. *European progress in spatial analysis*, Londres, Ed. Pion, p. 35-50.
- KUHN, T.S. (1962): "The structure of scientific revolutions", University Chicago Press.
- LOPEZ TRIGAL, L. (1.979): "La construcción de la centralidad geográfica. Aportaciones de los economistas y geógrafos a la teoría de los lugares centrales" *Estudios Humanísticos*, nº 1, p. 49-64.
- MORENO JIMENEZ, A. (1979): "Pautas de localización interurbana de la industria en el suroeste de Madrid: una aproximación metodológica" *Estudios Geográficos*, nº 156-157, p. 435-463.

ORTEGA CANTERO, N. (1981): "Geografía y lenguaje matemático" *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, nº1, p. 59-67.

RACINE, J.B. (1970): "Géographie quantitative et géographie qualitative: le sens et la portée d'un débat" Universidad de Ottawa.

RIBEIRO, O. (1972): "Nueva Geografía y Geografía clásica. A propósito de publicaciones recientes" *Revista de Geografía*, vol. VII, nº 2, p. 145-167.

SABATE MARTINEZ, A. (1979-80): "Los movimientos migratorios de la España interior. Aplicación del modelo de gravedad" *Geographica*, p. 201-226.

SANCHEZ, F. (1981): "Acceso al profesorado

en la Geografía española (1.940-1.979)" *Geocrítica*, nº 32, 51 p.

SOLA-MORALES RUBIO, M. (1970): "Factorialización de características de un área urbana" *Revista de Geografía*, vol. IV, nº 2, p. 159-186.

VILA VALENTI, J. (1971): "¿Una nueva Geografía?" *Revista de Geografía* vol. VII, nº 1-2, p. 35-47.

VILA VALENTI, J. (1.973): "¿Una nueva Geografía (II)" *Revista de Geografía* vol. VII, 2, p. 5-57.

WRIGHT, G.H. von (1979): "Explicación y comprensión", Madrid, Alianza Ed., 108 p.

## EL FUTURO DE LA GEOGRAFIA CUANTITATIVA

### INTRODUCCION

En los últimos diez años se ha producido una "revolución" en la revolución cuantitativa. A comienzos de la década de los años setenta, los geógrafos cuantitativos han dirigido la atención desde los complejos modelos multivariados y las técnicas estadísticas clásicas que fueron tan utilizadas en los años 60, hacia una amplia gama de nuevas técnicas más adecuadas al tratamiento de problemas de investigación actual y a los tipos de datos con que cuentan los geógrafos.

El desarrollo pasado en la geografía cuantitativa reflejaba también un desarrollo global de toda la geografía. De esta manera, al comenzar la revolución cuantitativa a principios de la década de los años 50, el interés y la difusión fué general y así se aplicaron índices, coeficientes de localización, modelos de correlación y regresión simple a todas las ramas de la geografía humana. En los años 60 el gran desarrollo de la geografía urbana, como lo atestiguan los numerosos trabajos de Brian Berry, produjo un rápido incremento en el uso de técnicas estadísticas multivariadas, y de un modo especial el análisis de componentes principales, análisis factorial y análisis de agrupamiento. El denominador común de estos estudios fue el intento de comprender la estructura interna de la ciudad mediante el empleo de conceptos y técnicas de ecología factorial.

Al comenzar la década de los años setenta, la ecología factorial fué objeto de ataques desde posiciones diferentes. Los geógrafos radicales norteamericanos señalaban que a pesar del gran número de ecologías factoriales producidas nada

se había hecho en atenuar la miseria urbana. Teóricos tales como David Harvey manifestaban que el enfoque ecológico fue usado frecuentemente como un sustituto, más que como una *ayuda* para desarrollar un marco teórico dentro de la geografía urbana y que la preocupación aparecía más en conseguir resultados de tipo académico que en comprender el funcionamiento de la ciudad.

Por otra parte, la ecología factorial fué objeto de críticas de los mismos geógrafos cuantitativos que pusieron de manifiesto la necesidad de resolver muchos problemas técnicos antes de aplicar de nuevo el método factorial al estudio de la estructura urbana. Estos problemas incluyen: la selección de un modelo de análisis factorial apropiado; el problema de las unidades espaciales objeto de estudio; la influencia de la autocorrelación espacial en los datos analizados; etc. Un buen ejemplo de estos planteamientos críticos abordado por geógrafos cuantitativos puede verse en GIGGS, J.A. y MATHER, P.M. (1975).

A comienzos de la década de los setenta muchos de los conceptos neopositivistas que constituían los pilares de la geografía cuantitativa, son objeto de un análisis crítico severo. El rechazo de las ideas más simplistas sobre la concepción de la *geografía como una ciencia espacial* condujo a introducirse en campos de estudio más amplios tales como los propuestos por la geografía del comportamiento y radical. Sin embargo, finalizada la década de los años setenta estas nuevas preocupaciones se fragmentaron en un gran número de campos de interés más específico tales como marxismo, anarquismo, feno-

menología, estructuralismo, realismo, humanismo, etc. Esta explosión de nuevos enfoques fué acompañada de un cambio profundo en la geografía cuantitativa. En efecto la aplicación un tanto simplista de técnicas multivariadas, tan características de los últimos años de la década del sesenta, fué sustituida por un interés más amplio en una serie de temas tales como análisis de series temporales, modelos espaciales, análisis de datos categóricos etc. A finales de los años setenta estos temas se subdividen en áreas de estudio mucho más específicas como series espacio-temporales, el uso de modelos *probit* y *logit* con datos categóricos, etc.

El desarrollo de la geografía cuantitativa en el último decenio ha sido tan grande que ya resulta imposible a cualquier geógrafo estar al día en todos los campos y temas en la geografía cuantitativa. La especialización creciente es inevitable y origina el peligro de fragmentación y de duplicación de esfuerzos. A fin de contrarrestar estos peligros en los Estados Unidos y en el Reino Unido, se están haciendo grandes esfuerzos tendentes a la coordinación de las investigaciones, a la difusión y publicación de resultados y ensayos pioneros, como veremos más adelante.

#### PRINCIPALES RESULTADOS EN GEOGRAFÍA CUANTITATIVA DESDE 1.970

No es posible en un trabajo de esta naturaleza, dar una visión completa de todos los resultados y desarrollos producidos dentro de la geografía cuantitativa en el último decenio, no obstante los interesados en un análisis más exhaustivo pueden consultar los trabajos excelentes de Unwin, D.J. (1978), Wrigley, N. y Bennett, R.J. (1981), así como los cuadernos *Catmog* (Concepts and Techniques in Modern Geography) publicados por el Quantitative Methods Study Group (QMSG), adscrito al *Instituto de Geógrafos Británicos* (I.B.G.). (1).

Nosotros pretendemos hacer una breve síntesis de la investigación con el objetivo de proporcionar indicaciones sobre una variada gama de temas abordados en geografía cuantitativa así como señalar las tendencias que se apuntan en este campo de investigación. Aunque por razones de exposición presentamos los resultados bajo apartados diferentes, es preciso recordar que

estos epígrafes se refieren más bien a grupos temáticos que a campos de investigación independientes y por lo tanto, aparecen muy a menudo solapamientos entre los diferentes grupos temáticos.

#### Análisis estadístico multivariado

Como ya indicábamos, el estudio de técnicas multivariadas como objeto de investigación es, en el momento presente, mucho menos frecuente entre los geógrafos cuantitativos. Sin embargo, técnicas tales como análisis factorial y de componentes principales, así como análisis de agrupamiento, se siguen utilizando con gran profusión en muchos trabajos empíricos y en tesis doctorales.

Aunque menos populares que en el pasado, aún se continua en la investigación de estas técnicas, para hacerlas más aptas y apropiadas a los problemas de carácter geográfico. En este terreno se subraya cada vez más la aplicación práctica de estas técnicas. Así por ejemplo, Elffers ha defendido recientemente el uso del "Guttman Criterion Value" como guía para establecer el grado de indeterminación de factores obtenidos en el análisis factorial, (Elffers, H. (1980)). Sin detenernos a comentar las dificultades de aplicar la solución propuesta por este autor, ilustra sin embargo, la creciente preocupación por el desarrollo de técnicas que ayudan a interpretar resultados.

Otro aspecto que ha sido objeto de especial atención fué el de las bases filosóficas en las que se apoyan las técnicas multivariadas. En este sentido, merece especial mención los trabajos de Berry, B.J.L. (1971) y Mather, P.M. (1981), sobre las relaciones entre el análisis factorial y el método científico, relación que no siempre aparece nítida, aunque puede ser fundamental a la hora de aplicar una técnica.

También es preciso destacar, la adopción de estrategias y procedimientos que permiten el empleo de datos no cuantitativos (binarios, nominales y ordinales). Una revisión crítica de este problema aparece en Mather, P.M. (1976) y Anderberg, M.R. (1973). Mención especial merece el trabajo sobre análisis de agrupamiento de Gower, J.C. (1971), que ideó un coeficiente general de disimilitud (Sg) que puede aplicarse a un con-



junto de datos mixtos. El coeficiente tiene pesos diferentes según se aplique a datos binarios, categóricos y cuantitativos.

Por último, es de destacar la tendencia al empleo de técnicas multivariadas diferentes a las utilizadas tradicionalmente en geografía. Así por ejemplo, P. Mather en su conocido texto sobre técnicas multivariadas en geografía física, incluye en el capítulo de clasificación un buen número de técnicas de ordenación (análisis de coordenadas principales, escalas multidimensionales y "Non-linear mapping"). Todas estas técnicas de ordenación tratan de representar geoméricamente la estructura común o subyacente entre un conjunto de objetos, reduciendo el número de dimensiones exigidas para representar las relaciones entre los objetos y al mismo tiempo minimizar el grado de distorsión o "stress" dentro de estas relaciones. Todas las técnicas de ordenación tienen además la ventaja de poder aplicarse a datos categóricos (no-cuantitativos).

Otra técnica multivariada de creciente empleo es el análisis discriminante, que tiene un gran interés, ya que mientras el análisis de agrupamiento intenta descubrir los conglomerados "naturales" o agrupamiento en un conjunto de datos, el análisis discriminante asigna casos no adscritos a categorías a clases existentes. El uso conjunto del análisis de agrupamiento y discriminante constituye una combinación muy potente con aplicaciones de gran interés.

Además de las técnicas indicadas existen otras muchas que ofrecen un gran interés, pero que no han sido objeto de atención por los geógrafos. Así por ejemplo la técnica "*automatic interaction detection*" es un método de análisis de datos similar al análisis de agrupamiento, pero suministra más información sobre los lazos entre variables y la existencia de relaciones causales posibles. En este método aparece una variable dependiente y una serie de variables independientes (predictoras), medidas en cualquier tipo de escala aunque resulta más fácil de aplicar si la variable dependiente se mide en escala de intervalos. La técnica opera haciendo series de divisiones en los datos y agrupandolos en dos subconjuntos de acuerdo con un criterio basado en una de las variables independientes. La variable independiente que se emplea en cada división del

conjunto de datos es la que reduce al máximo el error de la suma de los cuadrados de los valores de los datos que se analizan. Es habitual presentar los resultados del método "automatic interaction detection" mediante un dendrograma que permite obtener tres tipos de información. Primero, una serie de subconjuntos que son de homogeneidad creciente. En segundo lugar, es posible detectar *niveles* de interacción entre las variables. Por último, puede captarse *la presencia* de interacción entre las variables.

En general, el método de "automatic interaction detection" es particularmente útil para descubrir las relaciones entre los datos y merece que los geógrafos cuantitativos le dediquen más atención en el futuro. Una buena exposición sobre las ventajas y posibilidades de este método se encuentra en el trabajo de Fielding, A. (1977).

Otra técnica poco utilizada por los geógrafos es el uso de *modelos de estructura latente*. Al igual que el análisis factorial, los modelos de estructura latente intentan clasificar fenómenos no observables tales como las nociones de *desarrollo*, *prejuicio racial*, *inteligencia*, *actitud con respecto al medio natural*, etc. Estos fenómenos que no pueden observarse directamente se llaman *variables latentes*, y se relacionan estrechamente con una o varias variables manifiestas. Sin embargo el análisis de estructura latente difiere del análisis factorial en varios aspectos importantes:

- a) el análisis de estructura latente no supone necesariamente relaciones lineales entre las *variables manifiestas y latentes*;
- b) el análisis de estructura latente no tiene el problema de determinar *comunalidades* como el análisis factorial; y
- c) el análisis de estructura latente es un conjunto de modelos, algunos de los cuales pueden utilizarse con datos de escala diferente a la de intervalos.

✓ Una revisión brillante y profunda sobre esta técnica pueden verse en Lazarfield, P.F. y Henry, N.W. (1968).

### El modelo lineal general

El decreciente interés por las técnicas multivariadas tiene una excepción importante en el modelo lineal general, especialmente los de regresión, correlación y análisis de varianza. A medida que los geógrafos se preocuparon por los trabajos de los estadísticos y econométricos, repararon en las enormes posibilidades de estas técnicas y de su aplicación. Los geógrafos han dedicado especial atención a subrayar la importancia que tiene el satisfacer los supuestos del modelo. Entre ellos cabe destacar a Poole, M.A. y O' Farrell, P.N. (1971). Otros autores como Mather, P. M. (1976), analizan variantes del modelo de regresión (ridge regression), que proporciona la solución parcial al problema de la *multicolinealidad*. Un segundo aspecto notable en el uso actual del modelo lineal general, especialmente el modelo de regresión lineal, es el empleo de programas interactivos de ordenador para obtener una formulación óptima del modelo en una situación de investigación específica. La idea no es nueva y sus antecedentes pueden rastrearse en la técnica de *regresión por etapas* utilizada en la selección de la combinación óptima de variables, a partir de un conjunto mucho mayor de variables, para incluirlas luego en una aplicación específica del análisis de regresión. En el análisis de regresión por etapas, una variable dada se incluye o desecha del grupo de variables independientes o explicativas en el modelo de regresión según un número de criterios muy limitados; en general, por el cambio en la suma de cuadrados explicada o por el test "t" o el test parcial F asociado a una variable; véase Draper, N.R. y Smith, H. (1966) si se desea ampliar detalles. Sin embargo, hay otros muchos criterios que pueden utilizarse en la selección y por ello no hay garantía de que se haya realizado una formulación óptima del modelo de regresión.

En los últimos años se han elaborado varias bibliotecas de programas tales como el MINITAB y el GLIM, que permiten construir el modelo de regresión específico de un modo interactivo, mediante el empleo del ordenador y teniendo en cuenta una amplia gama de criterios, incluyendo el conocimiento que tenga el investigador sobre el tema objeto de estudio. Estos procedimientos interactivos están muy influidos —como veremos más adelante— por las técnicas de exploración de análisis de datos. Un programa de

ordenador típico proporciona salidas impresas en pantalla, una información muy variada y diagramas que permiten al investigador estudiar el comportamiento de los datos y hacer decisiones subjetivas sobre su importancia. Los diagramas disponibles incluyen histogramas, diagramas de dispersión, representación de los residuales, etc. Esta información junto con las medidas utilizadas tradicionalmente (test "t" y F), proporcionan un método potente y flexible para determinar la forma del modelo de regresión. La idea fundamental de este enfoque de análisis de datos es como indican Henderson y Velleman, ¡"el investigador conoce mejor los datos que el ordenador"! HENDERSON, H.V. y VELLEMAN, P. F. (1981) p. 391. En otras palabras, en lugar de utilizar la pretendida *objetividad* del ordenador para decidir los rasgos esenciales del modelo, el analista de los datos toma una serie de decisiones *subjetivas* apoyadas en su conocimiento sobre el tema que investiga. En la práctica quiere decir que en lugar de uno o como mucho dos criterios, el investigador puede incluir muchos más criterios apoyándose en el comportamiento observado de los datos ó en su propia experiencia práctica y teórica.

Los modelos interactivos de regresión son un ejemplo interesante de convergencia de logros tecnológicos en la programación y en el análisis exploratorio de datos.

### Análisis de datos categóricos

En las secciones anteriores solo se presentaron métodos de análisis para emplear datos numéricos (medidos con escalas de intervalos y razones) aunque en algunos casos las técnicas se adaptaron a datos categóricos. En este apartado y en el siguiente nos centraremos en las técnicas diseñadas especialmente para analizar datos categóricos. (Vid. ESTEBANEZ, J.G. y BRADSHAW R.P.. (1979)). Conviene, no obstante, recordar que la división de los datos en dos tipos, así como la consiguiente diferenciación de dos tipos de técnicas estadísticas (paramétricas y no paramétricas), no siempre resulta tan clara como figura en los libros de texto de estadística. Existe una gran polémica sobre si las técnicas de correlación ordinal pueden utilizarse con datos ordinales, puesto que estas técnicas suponen que hay un número igual de intervalos entre los órdenes o rangos sucesivos, y por lo tanto, es preciso me-

## CUADRO I

### RELACION ENTRE TIPOS DE VARIABLES Y METODOS DE ANALISIS

	VARIABLES EXPLICATIVAS O INDEPENDIENTES			
VARIABLES RESPUESTAS	Continuas	Continuas (a)	Mixtas (b)	Categóricas (c)
O DEPENDIENTES	Categóricas	(d)	(e)	(f)

dir los datos mediante la escala de intervalos. Este punto de vista puede calificarse de purista. El punto de vista opuesto, el pragmático, argumenta que frecuentemente es mejor utilizar estadísticas paramétricas, incluso con datos que pueden considerarse más como de tipo ordinal que medidos con escalas de intervalos. Este punto de vista pragmático se apoya en que las técnicas paramétricas son más flexibles, más potentes e incluso más sensibles y tienen además un error de muestreo que es conocido (Vid. LABOVITZ, S. (1970)), y por lo tanto estas ventajas compensan cualquier error o violación de supuestos que puede surgir con el empleo de datos ordinales. Por lo tanto, como señala Doering y Hubbard a propósito de las siete categorías de la escala semántica diferencial, (siendo 1 muy positivo; 2— moderadamente positivo; 3— ligeramente positiva; 4— ni positivo, ni negativo, 5— ligeramente negativo; 6— moderadamente negativo; 7— muy negativo), que el purista argumenta que lo más adecuado es utilizar, en este caso, la escala ordinal, puesto que no hay confirmación empírica de que las siete categorías son equidistantes y por lo tanto, es preciso efectuar un análisis con métodos no —paramétricos (Doering, T.R. y Hubbard, R. (1979)). En el otro extremo, los paramétricos pueden aplicarse a los datos medidos por escalas ordinales, ya que es perfectamente razonable considerar estos datos como continuos y equidistantes. Así pues, el error en el que se incurra por aplicar tales métodos será despreciable, sobre todo al compararlo con las ventajas que se obtienen de su empleo.

De todo ello, la lección que los geógrafos han de recoger ante la dicotomía de lo paramétrico y no—paramétrico es adoptar una postura cualquiera entre el purismo extremo y el pragmatismo a ultranza, según la naturaleza del problema.

Por último, conviene advertir que se da con frecuencia una cierta confusión terminológica referida a las escalas de medida. Así por ejemplo, Wrigley emplea el término dicotómico en lugar de escala binaria; y policotomía desordenada para la escala nominal; y policotomía ordenada para la escala ordinal. Estas tres escalas se denominan de varias formas: categórica, no—paramétrica o no—métrica; asimismo también las escalas de intervalos y razones se conocen por los términos de escalas continuas, paramétricas o métricas.

A pesar de toda la problemática suscitada por las escalas y su definición en la década de los 70 se desarrolló una gran variedad de métodos de análisis de datos categóricos que pueden parangonarse ya con la producción ligada al modelo lineal general anteriormente tratado. Wrigley propone la clasificación que se incluye en Cuadro I de técnicas sobre el modelo lineal, (en este caso regresión) que pueden emplearse con diferentes tipos de datos (Ver Cuadro I).

En el caso de datos de tipo (a) son apropiados los métodos de regresión usuales como indican, entre otros Mather, P.P. (1976), o Johnston, R.J. (1978) o en los manuales de econometría como Kmenta, J. (1971). Para datos de tipo (b) y (c) también pueden utilizarse los métodos usuales con variables “dummy” (binarias).

Con datos de tipo (d), (e) y (f) la variable dependiente es categórica y requiere otros métodos analíticos. Wrigley, N. (1976) señala dos problemas cuando se aplica el modelo de regresión clásico a variables dependientes medidas con datos categóricos. En primer lugar, se viola el supuesto de homoscedasticidad que no resulta con ningún sesgo en la estimación de valores paramétricos, pero produce una pérdida de eficacia suscitando problemas serios cuando se emplean los test de inferencia convencionales. En segundo lugar, el modelo de regresión clásico de un valor estimado que puede variar entre  $-\infty$  y  $+\infty$ . Sin embargo, como el propio Wrigley indica, los valores estimados dentro del modelo categórico se interpretan mejor conforme la probabilidad oscila entre 0 y 1. La solución de este problema es sustituir el modelo de regresión convencional por un modelo alternativo basado en la función logística. En el caso de una variable dependiente de carácter dicotómico con variables independientes continuas (caso (d)), este modelo

$$\text{adopta la forma de } P_i = \frac{e^{f(x_i)}}{1 + e^{f(x_i)}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{siendo } f(x_i) = \alpha + \sum \beta_R X_{iR} \quad \dots\dots\dots (2)$$

y donde  $P_i$  representa la probabilidad de que se seleccione la primera categoría por el caso  $i$ , dados los valores de las variables explicativas  $K$ .

Como el valor de  $f(x_i)$  oscila entre  $-\infty$  a  $+\infty$  así también el valor de  $P_i$  oscila de 0 a 1.

El modelo logístico (1) puede expresarse de forma lineal así:  $\log_e \frac{P_i}{1-P_i} = f(x_i)$  ..... (3)

El primer término de la ecuación (3) es la transformación de  $P_i$  conocida con el nombre de transformación logit. La ecuación (3) es el modelo lineal logit y la ecuación (1) el modelo no-lineal logit. Wrigley, N. (1979) demuestra que las ecuaciones (1) y (3) puede aplicarse a variables dependientes policotómicas (nominales) y con mayor dificultad a variables explicativas mixtas (caso (e)) y a variables explicativas categóricas (caso (f)). A pesar de las dificultades apuntadas, el análisis es posible en todas estas circunstancias diversas (casos (d), (e) y (f)). Además, en los últimos años se ha producido un gran número de tests estadísticos semejantes al tipo "t" y un test de ajuste similar al  $R^2$ , del modelo convencional de regresión. Aunque se requiere una mayor investigación, sin embargo puede decirse que los resultados en este campo suponen una valiosa guía y ofrecen grandes posibilidades de aplicación.

Existen otros tipos de transformaciones que pueden igualmente emplearse, aunque por lo general, son difíciles de aplicar, y salvo el *modelo probit* pocas veces han sido utilizados en la práctica.

Afortunadamente existe un buen número de programas de ordenador que contienen procedimientos de análisis de datos categóricos como el XLOGIT y el ULOGIT adaptados a las casas CDC e IBM respectivamente, y el GLIM que es un programa del modelo lineal general que se encuentra en todas las Universidades británicas.

A pesar del carácter reciente de estas investigaciones en el campo de la Geografía, son ya relativamente numerosos los estudios en los que se aplica el análisis de datos categóricos a los problemas geográficos. Así por ejemplo, Wrigley desarrolló un modelo de representación cartográfica de una superficie de probabilidad que es el modelo logit equivalente a la representación cartográfica del análisis de superficies de tendencia

aplicado a los datos de tipo (d), (Cuadro I). Un buen estudio sobre las aplicaciones geográficas de esta técnica aparece en Wrigley, N. (1979).

### Medidas de Asociación

En esta sección consideraremos la aplicación de métodos análogos a los del modelo de correlación. Para uso con datos categóricos.

Las *medidas de asociación* son especialmente útiles en el análisis de tablas de contingencia. En la investigación geográfica se invierte mucho tiempo y esfuerzo en recoger y tabular datos, pero muy poco en analizar la información recopilada. Podemos utilizar las medidas de asociación para establecer la fuerza y dirección de la relación entre dos variables que aparecen en una tabla de contingencia. Por ejemplo podemos interesarnos por considerar la relación entre el color del cabello de las jóvenes y el color de sus ojos. Las medidas de asociación permiten determinar la fuerza de la relación, así como la dirección de la misma. Y así podemos interesarnos en conocer si la relación es en una sola dirección; por ejemplo si todas las jóvenes de ojos azules tienen el cabello rubio, pero que no todas las rubias tienen ojos azules. O bien en dos direcciones; que todas las jóvenes de ojos azules tienen el pelo rubio y que todas las rubias tiene los ojos azules.

Las medidas de asociación son un poderoso y útil medio de análisis de la información presente en las tablas de contingencia. Desgraciadamente, la situación es muy complicada por la proliferación de medidas de asociación disponibles. Esta circunstancia se debe, en parte, a que muchas medidas se idearon para circunstancias diferentes. De esta forma, medidas como la T de Tschuprow, V de Cramer o el coeficiente de contingencia C de Pearson, fueron ideados para tratar datos nominales, mientras que los coeficientes  $\tau_{ab}$  y  $\tau_c$  o el D de Somers lo fueron para datos ordinales. De igual modo, el coeficiente Q de Yule, o el  $f_1$  lo son para aplicar a tablas de contingencia de  $2 \times 2$ , en tanto que los coeficientes tau de Goodman y Kruskal y la medida de asociación lambda se idearon para el tratamiento de cualquier tipo de tablas de contingencia. (Véase MEULER, J.H. y SCHUESSLER, K.F. (1961) y BLALOCK, H. (1961)) para un tratamiento más detallado de estas medidas de asociación). La se-

gunda razón que explica la proliferación de medidas de asociación es que muchas de ellas se han concebido para extraer diferentes tipos de información de las tablas de contingencias.

Se han hecho varios intentos de producir una única medida de asociación. Por ejemplo Leik, R.K. y Gove, W. (1971) conciben un coeficiente  $d_n$  susceptible de aplicación a datos o medidas en escalas nominales, ordinales y de intervalos. Sin embargo, no hay certeza de que esta medida suponga un avance sobre las medidas existentes y por ello los investigadores aplican el coeficiente que consideran más idóneo al problema objeto de estudio.

Debe tenerse especial cuidado al usar medidas tales como la V de Craner, la C de Pearson y la T de Tschuprow, que se basan en el coeficiente de la Ji Cuadrado. Como ponen de manifiesto Goodman, L.A. y Kruskal, W.H. (1970) p. 740, "el hecho de que la ji cuadrado sea un test excelente de independencia no significa que la ji cuadrado, o una función de la ji cuadrado, haga automáticamente medidas de asociación a pesar de su gran difusión en los estudios empíricos".

#### Modelos causales: El método de Simon-Blalock y el Path Analysis

Sorprende el escaso interés que suscitó el problema de la causalidad en la estadística clásica. La mayoría de las técnicas convencionales suponen relaciones causales de un modo simple; y así en la correlación simple se supone que Y es causada por X y en la regresión múltiple Y es causada por  $X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n$ .

Sin embargo, estas situaciones son muy simples y en la mayoría de los casos en geografía, y especialmente en geografía humana, hemos de tratar con problemas mucho más complejos. Los modelos causales intentan comprender estas situaciones complejas y, cuando se emplean correctamente, pueden ayudarnos a desarrollar modelos más efectivos y decidirse entre diferentes modelos competitivos, por el más adecuado y congruente con los datos empíricos.

Los modelos causales son técnicas más complejas que las de correlación o regresión sim-

ple, y además son menos precisas y no puede decirse que modelo específico proporcional el "mejor ajuste" a un conjunto de datos. La técnica de los modelos causales se resiente también, de limitaciones prácticas, en el sentido de que es difícil estudiar las relaciones entre más de seis variables por la lentitud y tediosidad del cálculo.

Llegamos a este punto, tal vez sea útil aclarar el significado de *causalidad*. La causalidad se emplea normalmente al referirnos a un proceso que conduce inevitable y lógicamente a un resultado específico. De esta forma, cuando decimos que Y es causada por X, queremos decir que al aparecer X se sigue una serie de sucesos que inevitablemente conducen a Y. Sin embargo, en la estadística no es posible decir que X causa Y, sino que la evidencia empírica es consistente con la noción de que X causa Y. Disponemos de un número de principios que nos ayudan a determinar los hechos que pueden estar ligados mediante un proceso causal. Estos principios son la *aparición conjunta*, donde si aparece X también aparece Y; el principio de *covarianza* según el cual un cambio en X lleva a un cambio en Y; el *principio de producción*, donde hay una posibilidad práctica de que la causa que se supone bajo hipótesis produce el efecto conocido. Por ejemplo, la lluvia puede causar inundaciones, pero no causa el periodo seco que sigue a las inundaciones. En los modelos causales, se establecen las relaciones para uno de estos cuatro principios, el *principio de covarianza*. Por este motivo los modelos causales no han de considerarse como guía global de relaciones causales, sino más bien como una técnica exploratoria que suministra hipótesis de trabajo y nunca verdades constatadas.

Con objeto de especificar los modelos causales es normal incluir una serie de diagramas en los que se señala la dirección hipotética de la relación causal mediante una flecha (Fig. 1). En esta figura se presentan las cuatro relaciones posibles entre dos variables: a) X causa Y; b) Y causa X; c) X causa Y y al mismo tiempo Y causa X, es decir se trata de una relación de retroalimentación (feedback) y sólo se puede medir este tipo de relación usando series de datos temporales; d) X e Y no están causalmente relacionadas y por ello se omite la flecha. Cuando se trata de más de dos variables los modelos se hacen más complejos, como se indica en la Fig. 2. Una de las

Fig. 1

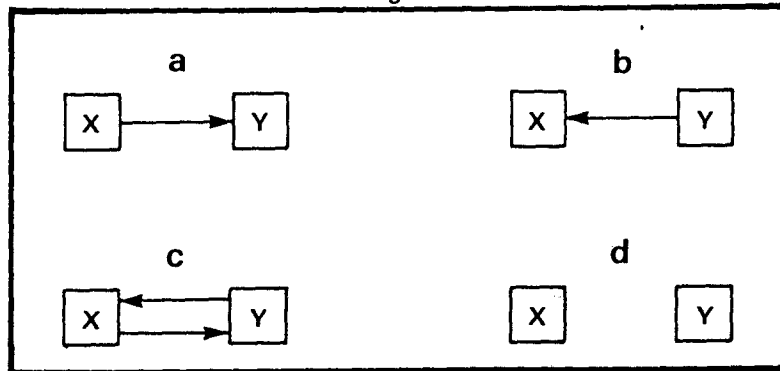


Fig. 2

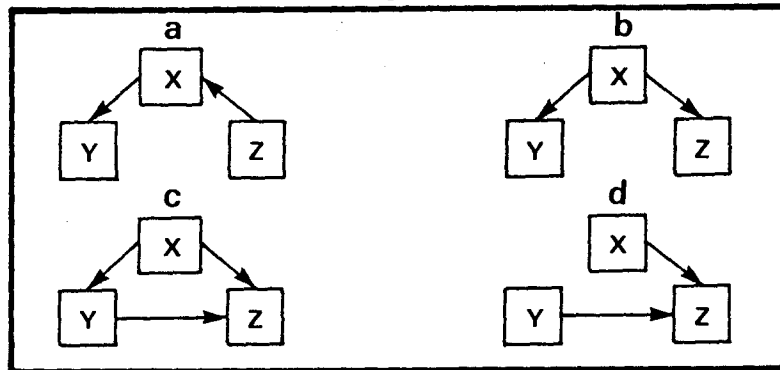


Fig. 3

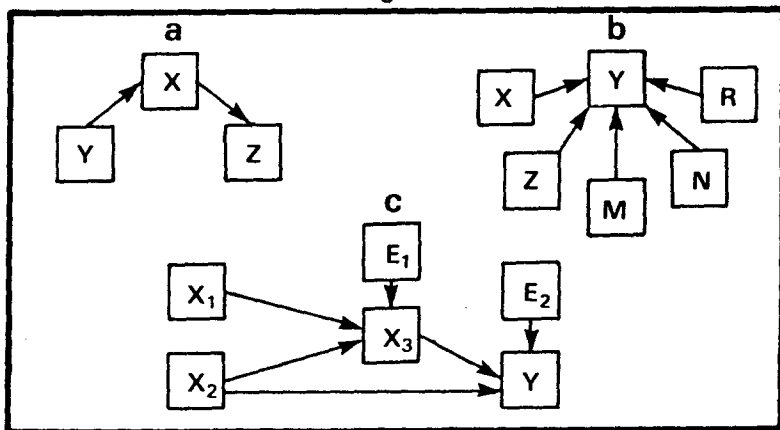


Fig. 1: Todas las posibles relaciones causales entre pares de variables

Fig. 2: Algunas de las posibles relaciones causales entre tres variables

Fig. 3: Comparación entre un modelo Simon-Ballock (a) y dos modelos del tipo "path analysis" (b) y (c).

ventajas de los modelos causales es que ayudan a establecer y diferenciar correlaciones reales de las espúreas. Así en el caso señalado en la Fig. 2 (b) se muestra una alta correlación aparente entre las variables Y y Z, en tanto que esta correlación está producida por una tercera variable (X).

Como se ha apuntado anteriormente no existe garantía de que ningún modelo proporcione el "mejor ajuste" a un conjunto de datos empíricos. Una posible solución es especificar todos los modelos posibles y ver cuál de ellos suministra el "mejor ajuste", pero desgraciadamente esta solución sólo es factible cuando se analiza un número muy pequeño de variables (2 ó 3). Como subraya Pringle, un pequeño aumento en el número de variables origina un incremento considerable en el número de modelos, así que con 6 variables el número total de modelos diferentes puede exceder la cifra de varios miles (PRINGLE, D.G. 1980, p. 7). Por esta razón los modelos causales no han de multiplicarse indebidamente y deben ser lo más simples posibles. Siempre que sea posible disponer de otra información debería utilizarse para establecer la forma y dirección de las relaciones causales, permitiendo de este modo que el análisis causal se centre en las partes desconocidas de problema de investigación.

El análisis causal de sendas, o *path analysis* es semejante al sistema de modelos propuestos por Simon y Blalock, en el sentido de que ambas técnicas tratan de comprender las relaciones causales presentes en el modelo. Sin embargo existen algunas diferencias notables. La técnica propuesta por Simon y Blalock exige coeficientes de correlación parcial, en tanto que el "path analysis" utiliza coeficientes estandarizados de regresión parcial. En segundo lugar, el enfoque de Simon-Blalock examina toda una serie de causas efectos, en tanto que el "path analysis" examina el efecto de un número de variables sobre una variable dependiente. La figura 3 (a) y la Figura 3 (b) comparan los modelos de Simon-Blalock y el "path analysis" respectivamente. En tercer lugar, el "path analysis" supone un modelo y por lo tanto estima los valores de los parámetros, en tanto que el enfoque de Simon-Blalock comprueba si el modelo hipotético es consistente con los datos empíricos. En cuarto lugar, en el "path analysis" las *variables exógenas* (variables

que se especifican pero cuyas causas se excluyen del modelo) y *variables endógenas* (variables cuyas causas se incluyen dentro del modelo), pueden analizarse en el mismo modelo. Así pues en la Fig. 3 (c)  $X_1$  y  $X_2$  influyen en  $X_3$ , y  $X_2$  y  $X_3$  influyen en Y. En este diagrama  $X_1$  y  $X_2$  son *variables exógenas* y  $X_3$  e Y son *variables endógenas*.  $E_1$  y  $E_2$  son *variables residuales* que no se especifican en el modelo pero en el caso de que se incluyan explicarán la varianza que queda en las *variables endógenas*.

Hasta aquí hemos hecho el supuesto implícito de que los modelos causales exigían datos medidos en escalas de intervalos (para obtener los coeficientes de correlación y regresión). Sin embargo puede generalizarse el método al análisis de datos categóricos. Por ejemplo, Davis proporciona un estudio global de como emplear el coeficiente Q de Yule en el análisis de las relaciones causales entre variables binarias (DAVIS, J.A. (1971).

El modelo causal representa un conjunto poderosos de técnicas que puede emplearse para descubrir muchas relaciones complejas que se estudian en geografía. El método de Simon-Blalock y el "path analysis" forman parte del modelo lineal general y ambos están sometidos a los supuestos del modelo, así como a la limitación del número de variables que pueden analizarse (PRINGLE, D.G. (1980) pp. 30-33). A pesar de las limitaciones de los modelos causales, éstos prometen popularizarse en el futuro inmediato en la investigación geográfica y de un modo especial en la exploración de datos.

### Análisis espacial y series temporales.

Al comenzar la década de los años 70, la mayoría de los geógrafos consideraban el análisis de series de datos espacio-temporales como algo tangencial en la geografía cuantitativa. La autocorrelación espacial se consideró como un problema que había de tenerse en cuenta a la hora de aplicar el análisis de regresión a los datos espaciales. El análisis de series temporales solo fue considerado interesante por los econométricos. Sin embargo, pronto se reparó que la autocorrelación espacial lejos de ser un problema que exigía un tratamiento, ha de ser el objeto central de investigación en muchos estudios geográficos. Es decir, en muchos casos nos interesamos espe-



cificamente en saber si la distribución espacial de un fenómeno es aleatoria o no. Gran parte del trabajo pionero en esta línea de investigación se debe a Ord y Cliff (CLIFF, A.D. y ORD, J.K. 1980).

En los últimos años aparece un interés creciente por los cambios ocurridos en el tiempo, especialmente en geografía económica, física e histórica. La mayor parte del interés se centra en torno a la aplicación de los modelos de Box—Jenkins. En la pasada década gran parte de la atención se centró en problemas técnicos, sin embargo en el momento presente ésta se dirige hacia la aplicación de estas técnicas (HEPPLE, L.W. (1981) pp. 94—95).

Es interesante subrayar que en la actualidad se hacen serios intentos para aunar estas dos líneas de investigación en un cuerpo integrado de "análisis espacio—temporal". Por ejemplo, Cliff y Ord proponen el empleo de un índice espacio—temporal para comprobar la autocorrelación espacio—temporal (CLIFF, A.D. y ORD, J.K. (1981). Este esfuerzo parece complementarse muy bien con las importantes aportaciones hechas por Hägerstrand y colaboradores en la geografía del tiempo. El futuro de esta nueva línea promete marcar una auténtica revolución en la geografía tradicional y de un modo especial en la humana y regional (CARLSTEIN, T., PARKES, D.N. y THRIFT, N.J. (1977)).

#### Estadística Bayesiana.

Durante mucho tiempo este campo de la estadística mereció escasa atención por parte de geógrafos, sin embargo es muy probable que en un futuro inmediato se corrija esta tendencia, porque el enfoque bayesiano ofrece un campo de aplicación de gran interés en toda la geografía y especialmente en la geografía del comportamiento.

Antes de proseguir, conviene señalar, a pesar de la tendencia que intenta enfrentar el enfoque bayesiano y el clásico y presentarlos como irreconciliables, que el análisis estadístico bayesiano intenta alcanzar objetivos diferentes a los que plantea el análisis estadístico clásico, por lo que ha de verse como un enfoque complementario y no como un sistema rival y opuesto.

La estadística bayesiana aparece con un ar-

tículo del Reverendo Tomás Bayes, publicado tras su muerte por un grupo de amigos (BAYES, T. (1763)). En este artículo Bayes intenta invertir la relación probabilística, aceptada normalmente, entre la hipótesis y el resultado. En las pruebas de hipótesis clásicas, se formula una hipótesis y se calcula la probabilidad de ciertos resultados. En el análisis bayesiano se parte de un resultado determinado y se calculan las probabilidades de varias hipótesis.

Durante los siglos XVIII y XIX, matemáticos y estadísticos como Laplace, Gauss, Galton y Edgeworth prestaron un gran interés al teorema bayesiano, aunque continuaron trabajando predominantemente siguiendo la tradición clásica. Sin embargo, a comienzos del S. XX, Sir Ronald Fisher rechazó explícitamente el enfoque de Bayes y trató de sustituirlo por el sistema de comprobación de la hipótesis dentro de la tradición clásica. El trabajo de Fisher condujo al procedimiento de Neyman—Pearson de comprobar la hipótesis de investigación oponiéndola a la hipótesis nula, con la aceptación consiguiente de cometer un error de Tipo I, (rechazando la prueba cuando es verdadera), o de Tipo II (no rechazando la prueba cuando es falsa).

La oposición de Fisher y el éxito generalizado del procedimiento de Neyman—Pearson supuso un cierto olvido por parte de los estadísticos al análisis de Bayes, hasta la década de los años 60. El cambio de actitud se originó por un cierto desencanto con los procedimientos clásicos de comprobación de hipótesis, así como por los trabajos de Jeffreys y Savage sobre la teoría estadística de decisiones que permitió introducir los conceptos de probabilidad y beneficios subjetivos en el análisis bayesiano. El procedimiento de la comprobación de la hipótesis de Neyman—Pearson suscita un buen número de dificultades prácticas siendo la más importante la referente al valor del parámetro que ha de comprobarse en la hipótesis nula. Por ejemplo, en el análisis de correlación es usual ajustar el parámetro de la población a cero y comprobar si el resultado muestral se encuentra próximo a este valor. Si se rechaza la hipótesis nula, eliminamos entonces la posibilidad de que el parámetro poblacional tenga un valor de cero, pero deja todavía un número infinito de posibilidades de obtener otros valores. Por otra parte, de no rechazar la hipótesis nula,

entonces el valor de la población cero es uno de los muchos valores posibles del parámetro.

La obra de otros estadísticos desde 1940, y de un modo especial de L. Savage sobre la teoría de decisiones, permitió que todas las cuestiones sobre probabilidad personal se analicen mediante las técnicas propuestas por Bayes (SAVAGE, L. J. (1972)). En esta formulación la cuestión estadística es que dada una situación, cómo debería comportarse una persona, teniendo en cuenta que tal persona sigue siendo fiel a sus creencias y preferencias personales. De esta forma, el análisis bayesiano se generalizó e incluye las pruebas estadísticas de teorías normativas de comportamiento humano.

Hasta el momento presente la mayoría de los estudios dentro de la geografía del comportamiento se llevaron a cabo dentro de la estructura descriptiva-conductista y la mayoría de los investigadores, siguiendo a Simon, rechazan el concepto de "hombre económico optimizante" sustituyéndolo por el modelo de hombre con fines "satisfactorios". No obstante, este último modelo de hombre con fines satisfactorios pocas veces ha sido comprobado en la práctica y en la mayoría de los casos sólo se puede establecer el modelo citado mediante la observación de los resultados de conductas pasadas. Con el enfoque bayesiano normativo puede centrarse la atención en el problema de tomar decisiones racionales ante situaciones de incertidumbre. Este enfoque proporciona a la geografía del comportamiento un conjunto de herramientas analíticas más poderosas para elaborar modelos teóricos y resolver problemas prácticos.

El análisis bayesiano está constituido por tres distribuciones de probabilidad: la *distribución anterior* que puede estar formada por una visión o preferencia personal; la *distribución condicional* o de predicción, que está formada de evidencia empírica, datos muestrales, etc., referentes al tema de estudio; y la *distribución posterior* que define el estado más probable del problema objeto de estudio, según la información contenida en las *distribuciones anterior, y condicional*. Expresado de manera informal, la relación sería:

Distribución posterior  $\propto$  (Distribución anterior)

(Distribución condicional).

Siendo  $\alpha$  proporcional a/o igual a, siendo a un valor constante.

El cálculo de la estadística bayesiana puede ser muy complicado, aunque existe una familia de distribuciones beta que sirven con bastante aproximación para calcular cualquier *distribución anterior o condicional* que puedan aparecer en la práctica. Otro punto a subrayar en el cálculo bayesiano es que en determinadas circunstancias es posible usar *distribuciones posteriores* como una estimación mejorada sobre el estado del problema objeto de estudio, que puede emplearse a su vez como una versión mejorada de la *distribución anterior* y utilizarse luego en la última fase del estudio.

En conclusión, puede decirse que el análisis bayesiano proporciona un sistema de análisis poderoso y flexible con muchas aplicaciones en geografía. Una revisión sobre este enfoque puede verse en las obras de PHILIPS, L.D. (1973) y BOX, G.E.P. (1973), así como en la obra de HAYTER, R. (1975) en la que presenta interesantes aplicaciones en la geografía del comportamiento.

#### Métodos más generales de análisis cuantitativo

Todas las técnicas presentadas hasta este momento se apoyan en principios estadísticos. Ahora bien, la geografía cuantitativa cubre un campo mucho más amplio. Por ejemplo, durante la última década, se realizó un gran esfuerzo en el desarrollo operativo de modelos urbanos y regionales. La mayoría de estos modelos se inspiran en los modelos ideados en los años 60 por Lowry, si bien A.G. Wilson y sus colaboradores también intentaron rechazar la desacreditada "Física social" apoyándose en la formulación de sus modelos en el concepto de entropía (WILSON, A.G. (1974)). Asimismo se hicieron importantes logros en el análisis de puntos, en la teoría de grafos, etc. (RIPLEY, B.D. (1981)). A estos logros es preciso añadir técnicas nuevas y revolucionarias para analizar problemas geográficos, especialmente la *teoría de las catástrofes* y el *análisis Q*.

Sin que podamos formular conclusiones definitivas, cabe señalar que se abre una era en la que las técnicas se alejan de los supuestos del

**CUADRO II**

**MATRIZ DE CORRELACION – EJEMPLO DE UNA SALIDA DEL ORDENADOR**

**MATRIZ DE CORRELACION**

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.0000							
2	0.0270	1.0000						
3	0.2510	0.3792	1.0000					
4	0.5466	0.4716	0.3377	1.0000				
5	-0.4485	-0.5136	-0.8923	-0.4880	1.0000			
6	0.2776	0.5049	0.5917	0.3486	-0.7959	1.0000		
7	-0.2846	-0.2510	-0.7554	-0.3307	0.7438	-0.3958	1.0000	
8	0.3434	0.6605	0.8658	0.5249	-0.9088	0.6194	-0.7522	1.0000
9	-0.5399	-0.5073	-0.8018	-0.4997	0.8126	-0.4428	0.7670	-0.8223
10	-0.1429	-0.2186	-0.7380	-0.0466	0.7532	-0.6007	0.6291	-0.6013
11	0.2505	0.4789	0.8291	0.4129	-0.8940	0.7037	-0.6867	0.7976
12	0.3022	0.4801	0.8526	0.4015	-0.8877	0.7792	-0.7323	0.7987
13	-0.5524	-0.3175	-0.3040	-0.6237	0.3643	-0.2687	0.2024	0.4373
14	-0.2140	-0.4821	-0.5475	-0.3447	0.4966	-0.3801	0.1509	-0.6231

**MATRIZ DE CORRELACION**

	9	10	11	12	13	14
9	1.0000					
10	0.6133	1.0000				
11	-0.7203	-0.7353	1.0000			
12	-0.7491	-0.7154	0.8540	1.0000		
13	0.4374	0.0028	-0.2164	-0.4067	1.0000	
14	0.3438	0.1975	-0.3641	-0.4455	0.6476	1.0000

### CUADRO III

#### NOMBRE DE LAS VARIABLES

1. Incremento de la población 1960-70.
2. Densidad de población 1970 (hab/km<sup>2</sup>).
3. Nivel de urbanización (porcentaje de la población en localidades de 10.000 y más).
4. Población activa (de 12 años y más).
5. Población activa en agricultura.
6. Población activa en industria.
7. Porcentaje de analfabetos (mayores de 10 años).
8. Porcentaje por ocupación principal: profesionales, técnicos y funcionarios.
9. Porcentaje de ingresos mensuales con menos de 500.000 pesos.
10. Porcentaje de viviendas con un solo cuarto.
11. Porcentaje de viviendas que disponen de agua corriente.
12. Porcentaje de ocupantes de viviendas que tienen energía eléctrica.
13. Porcentaje de viviendas donde los ocupantes no han comido carne en la semana anterior al censo.
14. Promedio de hijos por mujer.

FUENTE: CENSO 1970 de los Estados Unidos de México.

Fig. 4

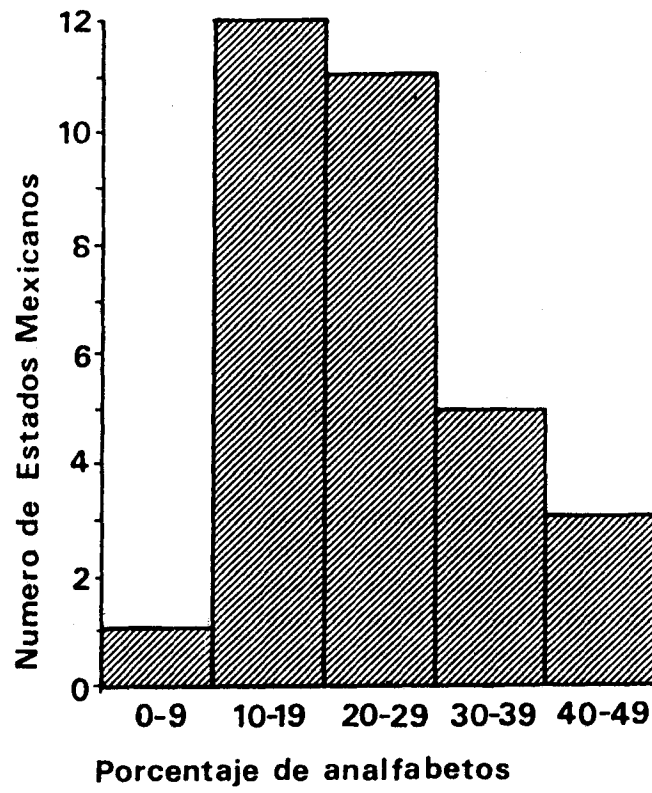


Fig. 4: Histograma de los analfabetos en los Estados Mexicanos.

modelo lineal general y se dirigen a un camino en el que se "deja que los datos hablen por ellos mismos". Una revisión de estas técnicas puede verse en los trabajos recientes de Wilson, A.G. (1981) y Beaumont, J.R. y Gatrell, A.G. (1982). También se dió gran importancia a problemas tales como los de aplicar métodos cuantitativos en geografía en relación a unidades espaciales modificables y al manejo de grandes masas de datos. El primer problema ya tiene una larga historia y se conoce con el nombre de falacia ecológica. Es Openshaw el que más contribuyó al estudio y resolución de este problema aunque sin resultados plenamente satisfactorios (OPENSHAW, S. y TAYLOR, P.J. (1981)).

En lo que se refiere al manejo de grandes conjuntos de datos, puede consultarse la obra de Devereux, B.J. (1978), pues aunque no afecta los métodos cuantitativos tradicionales, forma el nudo gordiano de campos afines a la geografía cuantitativa como el de la cartografía automática y el análisis de los datos de las imágenes proporcionadas por sensores remotos.

#### Análisis exploratorio de datos

De lo expuesto en las anteriores secciones, se deduce que el análisis exploratorio de datos es una de las principales tendencias en la geografía cuantitativa.

Los métodos de análisis exploratorio de datos proporcionan dos aspectos muy positivos. En primer lugar subrayan todo lo que atañe a la mejor comprensión de los datos, en lugar de quedarse solamente en la comprensión del modelo como ocurrió en la geografía cuantitativa en la década de los 60. En segundo lugar, este análisis de datos ayuda a seleccionar qué modelo o técnica multivariada es la adecuada y la más idónea para tratar un conjunto de datos. En este campo prometedor, es preciso destacar la obra de John Tukey, ya que este autor ideó un gran número de técnicas de análisis exploratorio de datos (TUKEY, J. (1977)). Nosotros presentaremos aquí dos técnicas que consideramos de gran utilidad.

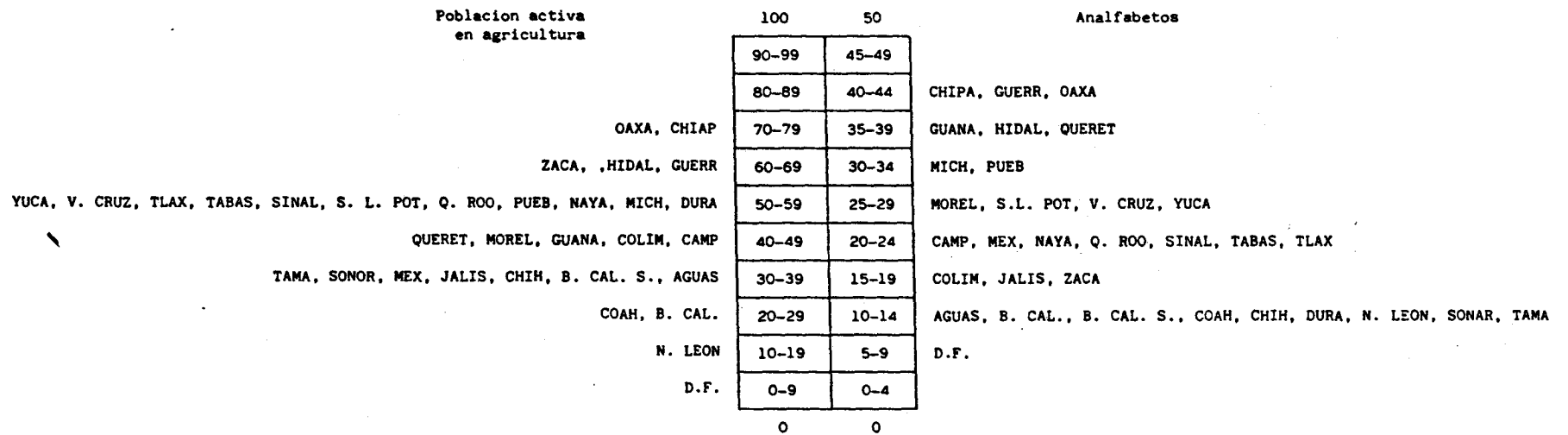
Como es bien sabido, el histograma es la forma más sencilla de presentar un conjunto de datos. La Fig. 4. es un histograma que representa la distribución de analfabetos en los 32 estados de México. En esta distribución no se indica el

comportamiento individual de cada estado. Tukey a fin de superar esta limitación desarrolló una serie de procedimientos de presentación de datos. En la Fig. 5 se muestran dos diagramas. En el diagrama situado a la derecha se representan los analfabetos, es idéntico al diagrama de la Fig. 4, salvo en que en éste último se identifica cada estado, lo que facilita la evaluación porcentual de cada estado. Al comparar dos variables se puede observar la posición relativa de los estados con respecto a las variables que se examinan. Así por ejemplo, en la Fig. 5, se aprecia que los estados de Chiapas, Guerrero y Oaxaca tienen un alto porcentaje de población activa agraria y un alto porcentaje de analfabetos, en tanto que el Distrito Federal y Nuevo Leon tienen los dos valores muy bajos en las dos variables. En contraste Zacatecas tiene un elevado porcentaje de población activa agraria pero un valor muy bajo de analfabetos.

Otra forma muy común y generalizada de presentar la relación entre variables es mediante una matriz de coeficientes de correlación. Sin embargo no resulta sencillo identificar todas las relaciones importantes en los datos. Por ejemplo, el cuadro II presenta la matriz de correlaciones entre 14 variables en 32 estados mexicanos (nombres de las variables están contenidos en cuadro III). De esta matriz se deduce fácilmente que la variable 8 se relaciona muy fuerte con la 3 y con la variable 5. Sin embargo la información así deducida es lenta y no hay garantía de recoger toda las relaciones posibles en los datos. Ahora bien, simplificando los valores y presentándolos en una matriz completa (Cuadro IV), resulta más fácil la interpretación de la matriz. Otra mejora se consigue reordenando las variables con objeto de buscar los agrupamientos naturales dentro de los datos. Esto puede hacerse cortando la matriz en filas separadas y colocando la fila con los valores negativos mas elevados en la parte inferior de la tabla. Las restantes filas se colocan luego entre estas dos extremas. El proceso se repite con las columnas hasta conseguir una matriz simétrica (Cuadro V). En la mayoría de los casos este procedimiento lleva a una matriz que es muy fácil de comprender e interpretar. Por ejemplo en el Cuadro V puede observarse que las variables 8,3,12,11,6,2,4 y 1 están todas ellas correlacionadas entre sí positiva y negativamente con las restantes variables.

Fig. 5: "Rama y hoja" diagrama de analfabetos y la población activa en agricultura en los Estados Mexicanos.

Fig. 5



CUADRO IV

## MATRIZ DE CORRELACION – SIMPLIFICADA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1														
2	.03													
3	.25	.03												
4	.55	.47	.25											
5	-.45	-.51	-.89	-.49										
6	.28	.50	.59	.35	-.80									
7	-.28	-.25	-.76	-.33	.74	-.40								
8	.34	.66	.87	.52	-.91	.62	-.75							
9	-.54	-.31	-.80	-.50	.81	-.44	.77	-.82						
10	-.14	-.22	-.74	-.05	.75	-.60	.63	-.60	.61					
11	.25	.48	.83	.41	-.89	.70	-.69	.80	-.72	-.74				
12	.30	.48	.85	.40	-.89	.78	-.72	.80	-.75	-.72	.85			
13	-.55	-.32	-.30	-.62	.36	-.27	.20	-.44	.44	.00	-.22	-.41		
14	-.21	-.48	-.55	-.34	.50	-.38	.15	-.62	.34	.20	-.36	-.45	.65	



CUADRO V

MATRIZ DE CORRELACION – SIMPLIFICADA Y REORDENADA

	8	3	12	11	6	2	4	1	13	14	10	9	7	5
8		.87	.80	.80	.62	.66	.52	.34	.44	-.62	-.60	-.82	-.75	-.91
3	.87		.85	.83	.59	.38	.34	.25	-.30	-.55	-.74	-.80	-.76	-.89
12	.80	.85		.85	.78	.48	.40	.30	-.41	-.45	-.72	-.75	-.72	-.89
11	.80	.83	.85		.70	.48	.41	.25	-.22	-.36	-.74	-.72	-.69	-.89
6	.62	.59	.78	.70		.50	.35	.28	-.27	-.38	-.60	-.44	-.40	-.80
2	.66	.38	.48	.48	.50		.47	.03	-.32	-.48	-.22	-.31	-.25	-.51
4	.52	.34	.40	.41	.35	.47		.55	-.62	-.34	-.05	-.50	-.33	-.49
1	.34	.25	.30	.25	.28	.03	.55		-.55	-.21	-.14	-.54	-.28	-.45
13	-.44	-.30	-.41	-.22	-.27	-.32	-.62	-.55		.65	.00	.44	.20	.36
14	-.62	-.55	-.45	-.36	-.38	-.48	-.34	-.21	.65		.20	.34	.15	.50
10	-.60	-.74	-.72	-.74	-.60	-.22	-.05	-.14	.00	.20		.61	.63	.75
9	-.82	-.80	-.75	-.72	-.44	-.31	-.50	-.54	.44	.34	.61		.77	.81
7	-.75	-.76	-.72	-.69	-.40	-.25	-.33	-.28	.20	.15	.63	.77		.74
5	-.91	-.89	-.89	-.89	-.80	-.51	-.49	-.45	.36	.50	.75	.81	.74	

De un modo semejante, puede verse que las variables 8,3,12 y 11 están más altamente correlacionadas entre sí que las variables 6,2,4 y 1. En el otro extremo del Cuadro V, puede verse que las variables 10, 9,7 y 5 están altamente correlacionadas, en tanto que la 13 y 14 lo están mucho menos.

## CONCLUSIONES

Durante el último decenio el estudio de la geografía ha sufrido una transformación notable. Ha sido tal vez, la década más apasionante e innovadora de la historia geográfica. En lo que atañe a la geografía cuantitativa se ha producido un florecimiento extraordinario de nuevas ideas y métodos, como hemos analizado. Del examen realizado ¿qué puede decirse sobre el futuro de la geografía cuantitativa?.

En el panorama que hemos presentado cabe enumerar las tendencias que más han de influir en el desarrollo de la disciplina en la década futura. Estas son:

a) El número creciente y la complejidad de las técnicas cuantitativas hace que la *especialización* en el campo de la geografía cuantitativa sea inevitable. En el futuro inmediato ningún geógrafo cuantitativo será capaz de estar al día y de asimilar todos los avances que experimente la disciplina en este campo.

b) Debido a la especialización creciente será preciso dedicar más atención a la *organización* de los geógrafos cuantitativos. Existe el peligro de que el especialista, aislado en su universidad, pierda el contacto con los avances en su disciplina, a no ser que se reúnan e intercambien ideas e información periódicamente. Estos encuentros no deberían reducirse al ámbito español, sino también promover reuniones con los geógrafos de otros países, así como con otros colegas pertenecientes a otros campos como matemáticos, estadísticos, programadores, etc.

c) La próxima década se caracterizará más por la *consolidación y empleo* de las técnicas existentes que por el desarrollo de otras nuevas líneas y áreas de análisis.

d) Con el descenso continuo de los precios

reales de los ordenadores, los geógrafos podrán disponer de estos instrumentos con gran facilidad. Especialmente de los *micro-ordenadores* que son capaces hoy en día, de analizar el 90 % de los problemas que se suscitan en la geografía cuantitativa.

e) La tendencia en la industria de los ordenadores es a crear *sistemas de programas de fácil uso*. Por lo tanto, en el futuro se dispondrá de un número creciente de técnicas que puede utilizar el no especialista.

f) La tendencia, dentro de la programación es crear *programas interactivos* que permiten al investigador alimentar y dar respuestas y decisiones durante la ejecución del programa.

g) Se dará mas importancia a los *problemas que susciten los datos* que al empleo de técnicas complejas. Por lo tanto, el uso de análisis exploratorio de datos o la preocupación por los problemas que originan las unidades especiales modificables, serán líneas de investigación de gran importancia.

h) Existe una preocupación creciente por el uso de técnicas cuantitativas para *resolver problemas* más que estudiar las técnicas en sí mismas.

i) Hay mayor interés por los lazos entre las técnicas cuantitativas y los *logros teóricos* en el resto de la geografía. La geografía cuantitativa se considera cada vez más como un campo de investigación que esta contribuyendo en gran medida al desarrollo de otras ramas de la geografía y no como una disciplina separada que intenta crear su propia ciencia espacial.

Considero que todas estas tendencias son muy saludables para la geografía cuantitativa y que en los próximos años ofrecerán perspectivas muy sugerentes e innovadoras. En efecto, no carecemos de "problemas espaciales" para que el geógrafo cuantitativo investigue y trate de comprenderlos. Parece verosímil que el geógrafo cuantitativo en el próximo decenio desempeñará un creciente e importante papel en el desarrollo de la geografía tanto en sus aspectos teóricos como aplicados.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDERBERG, M.R. (1973): "Cluster analysis for applications". New York, Harcourt, Brace, Jovanich.
- BAYES, T. (1763): "Essay towards solving a problem in the doctrine of chances". *Philosophical Transactions of the Royal Society (London)* Vol. 53 páginas 370-418.
- BEAUMONT, J.R. y GATRELL, A.C. (1982): "An introduction to Q-analysis". (CATMOG 34) Norwich, Geo Abstracts.
- BERRY, B.J.L. (1971): "Introduction: the logic and limitations of comparative factorial ecology" *Economic Geography* Vol. 47 num. 2 (supplement), p. 209-219.
- BOX, G.E.P. (1973): "Bayesian inference in statistical analysis". Reading, Mass., Addison-Wesley.
- CARLSTEIN, T. PARKES, D.N. y THRIFT, N. J. (1977): *Timing space and spacing time in socio-economic systems*. London, Arnold.
- CLIFF, A.D. y ORD, J.K. (1980): *Spatial processes: models and applications*. London, Pion.
- CLIFF, A.D. y ORD, J.K. (1981): "Spatial and temporal analysis: autocorrelation in space and time" p. 104-110 en N. WRIGLEY y R.J. BENNETT *Quantitative Geography*. London, Routledge Kegan and Paul.
- DAVIS, J.A. (1971): *Elementary survey analysis*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall.
- DEVEREUX, B.J. (1978): "Grip—a geographical retrieval and information processing package". *Computer Application* vol. 5 num. 1 + 2 p. 839-859.
- DOERING, T.R. y HUBBARD, R. (1979): "Measurement and statistics: the ordinal interval controversy and geography". *Area* vol. 11 num. 3 p. 237-243.
- DRAPER, N.R. y SMITH, H. (1966): "Applied regression analysis". New York, Wiley.
- ELFERS, H. (1980): "On uninterpretability of factor analysis results" *Transactions, Institute of British Geographers (New Series)* Vol. 5 num. 3 p. 318-329.
- ESTEBANEZ, J.G. y BRADSHAW, R.P. (1979): *Técnicas de cuantificación en geografía* Madrid, Tebar Flores.
- FIELDING, A. (1977): "Binary segmentation: the automatic interaction detector and related techniques for exploring data structure" p. 221-258 en C.A. O' MUIRCHEARTAIGH y C. PAYNE *Exploring data structures*, volume 1, Chichester, Wiley.
- GIGGS, J.A. y MATHER, P.M. (1975): "Factorial ecology and factor invariance: an investigation". *Economic Geography* Vol. 51 p. 366-382.
- GOODMAN, L.A. y KRUSKAL, W.H. (1954): "Measures of association for cross classification" *Journal of the American Statistical Association* Vol. 49 p. 732-764.
- GOWER, J.C. (1971): "A general coefficient of similarity and some of its properties". *Biometric* Vol. 23 p. 623-637.
- HAYTER, R. (1975): "Farmers" crop decisions and the frost hazard in east-central Alberta". *Tijdschrift voor Econ. en Soc. Geografie* Vol. 66 p. 93-102.
- HENDERSON, H.V. y VELLEMAN, P.F. (1981): "Building multiple regression models interactively" *Biometrics* Vol. 37 p. 391-411.
- HEPPLE, L.W. (1981): "Spatial and temporal analysis: time series analysis" p. 92-96 en N. WRIGLEY y R.J. BENNETT *Quantitative geography*. London, Routledge Kegan and Paul.
- JOHNSTON, R.J. (1978): *Multivariate statistical analysis in Geography*. London, Longman.
- KMENTA, J. (1971) *Elements of econometrics*. New York, MacMillan.
- LABOVITZ, S. (1970): "The assignment of numbers to rank order categories". *American*

*Sociological Review* Vol. 35 p. 515–524.

LAZARFIELD, P.F. y HENRY, N.W. (1968): *Latent structure analysis*. New York, Houghton Mifflin.

LEIK, R.K. y GOVE, W.R. (1971): "Integrated approach to measuring association" p. 271–301 en H.L. COSTNER *Sociological methodology 1971*: San Francisco, Jossey Bass.

MATHER, P.M. (1976): *Computational methods of multivariate analysis in physical geography*. London, Wiley.

MATHER, P.M. (1981): "Factor analysis" p. 144–150 en N. WRIGLEY y R.J. BENNETT *Quantitative Geography*. London, Routledge and Kegan Paul.

MUELLER, J.H. y SCHUESSLER, K.F. (1961): *Statistical reasoning in sociology*. Boston, Houghton–Mifflin.

OPENSHAW, S. y TAYLOR, P.J. (1981): "The modifiable areal unit problem" p. 60–69 en N. WRIGLEY y R.J. BENNETT *Quantitative Geography*. London, Routledge Kegan and Paul.

POOLE, M.A. y O' FARRELL, P.N. (1971): "The assumptions of the linear regression model". *Transactions of the Institute of British Geographers* num. 52 p. 145–158.

PRINGLE, D.G. (1980): "Causal modelling: the Simon–Blalock approach" (CATMOG 27). Norwich, Geo Abstracts.

PHILIPS, L.D. (1973): *Bayesian statistics for social scientists*. London, Nelson.

RIPLEY, B.D. (1981): *Spatial statistics*. New York, Wiley.

SAVAGE, L.J. (1972): *The foundations of statistics*. New York, Dover.

TUKEY, J.W. (1977): *Exploratory data analysis*. Reading, Mass., Addison–Wesley.

UNWIN, D.J. (1978): "Quantitative and theoretical geography in the United Kingdom". *Area* Vol. 10 num. 5 p. 337–344.

WILSON, A.G. (1974): *Urban and regional models in geography and planning*. London, Wiley.

WILSON, A.G. (1971): "Catastrophe theory and bifurcation" p. 192–201 en N. WRIGLEY y R. J. BENNETT *Quantitative geography*. London, Routledge and Kegan Paul.

WRIGLEY, N. (1976): "Introduction to the use of logit models in geography" (CATMOG 10). Norwich, Geo Abstracts.

WRIGLEY, N. (1979): "Developments in the statistical analysis of categorical data". *Progress in Human Geography* num. 3 p. 315–355.

WRIGLEY, N. y BENNETT, R.J. (1981): *Quantitative Geography*. London, Routledge and Kegan Paul.

