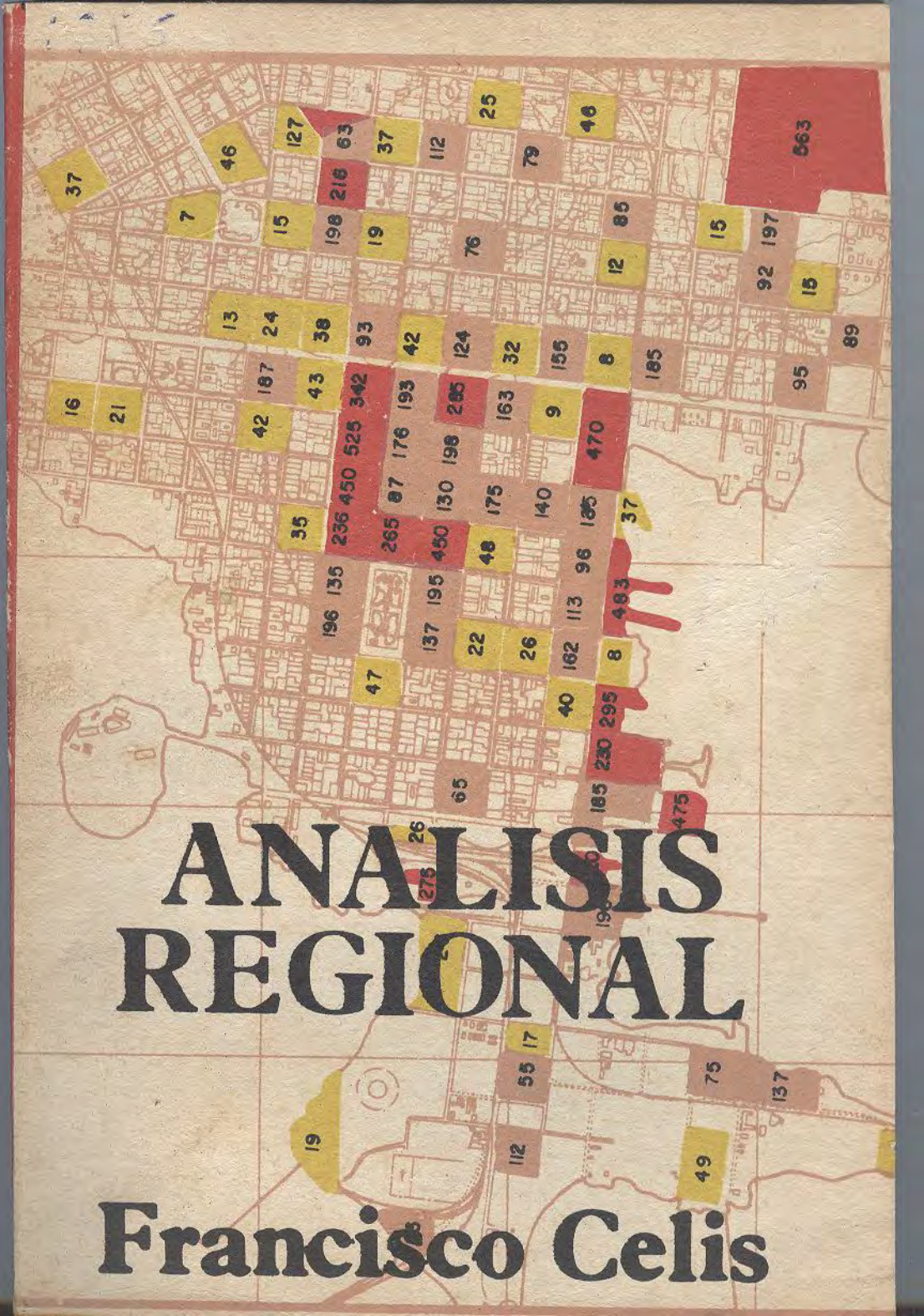




ANALISIS REGIONAL

Francisco Celis

ANALISIS REGIONAL

Francisco Celis

EDICIÓN



INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES SOCIALES Y ECONÓMICAS

ANALISIS REGIONAL

Francisco Celis

ECONOMIA



EDITORIAL DE CIENCIAS SOCIALES, LA HABANA, 1988

Edición: Rina Caballero
Redacción: Vivian Cepero
Diseño: Antonio Canet
Realización: Xiomara Gálvez
Corrección: Natacha Fajardo

Francisco Celis

- © Francisco Celis Mestre, 1988
- © Sobre la presente edición:
Editorial de Ciencias Sociales, 1988

Estimado lector, le estaremos muy agradecidos si nos hace llegar su opinión, por escrito, acerca de este libro y de nuestras ediciones.

Editorial de Ciencias Sociales, calle 14 no. 4104 entre 41 y 43, Playa, La Habana, Cuba.

ÍNDICE

Prólogo / 1

Introducción / 5

1. El espacio, la región y la regionalización / 11
 2. La matriz de información espacial / 24
 3. Técnicas del análisis demográfico / 45
 4. Caracterización territorial a través del tiempo / 60
 5. Análisis y evaluación integral del territorio / 66
 6. Los coeficientes del análisis regional / 72
 7. Técnicas del análisis de urbanización / 82
 8. La región homogénea / 127
 9. Las regiones nodales / 152
 10. La estructura regional / 184
 11. Los métodos taxonómicos / 204
 12. Técnicas estadístico-matemáticas
para la pronosticación / 225
- Bibliografía general / 241

PRÓLOGO

El presente texto se elaboró como respuesta a la necesidad de conformar la base material mínima para un curso de posgrado acerca de las técnicas del Análisis Regional.

La fuente de la cual se alimentó fue la experiencia adquirida durante varios años, impartiendo la esencia del mismo en pregrado tanto en la facultad de Geografía como en la de Arquitectura, de la Universidad de La Habana, lógicamente a través de un prisma diferente, en cuanto a extensión y complejidad se refiere. Históricamente, el contenido y desarrollo de los recursos impartidos se basaron en la búsqueda, modelación y actualización de técnicas para el estudio de los fenómenos regionales, en lo fundamental de naturaleza cuantitativa, puestas a punto en el transcurso de la enseñanza y matizadas por los objetivos de estudio de cada situación particular enfrentada.

En cuanto a su tónica, ordenamiento y nivel de profundidad, los cursos impartidos influyeron de manera decisiva, el primero en el Escambray, en 1971, y el segundo en La Habana al año siguiente. Ambos resultaron rica fuente de experiencias, toda vez que no fueron abordados exclusivamente los aspectos teóricos, sino que se aplicaron y calibraron en la práctica, dentro del taller investigativo que se desarrolló paralelamente en los mismos territorios de actuación.

Con las perspectivas abiertas, en esos años viajé al exterior, donde obtuve bibliografía, tanto en librerías como en bibliotecas; conté asimismo con la valiosa ayuda del profesor William Alonso, quien nos propició otras fuentes bibliográficas que por nuestros medios no habríamos podido conseguir.

Respecto al carácter del texto, se ha tratado de que fuese, por decirlo de alguna manera, autosuficiente, en el buen sentido de la palabra, es decir, que en él se encuentren aquellas nociones necesarias para la aplicación de las técnicas expuestas.

Para un entendimiento pleno —en especial el capítulo sobre la Matriz de Información Espacial— se requiere cuando me-

nos un semestre de Estadística General. Aunque no resulte óbice para continuar adelante los estudios de los demás capítulos, no es así en el quehacer diario, cuando en el diseño de una investigación haga falta definir las variables relevantes que es necesario emplear para solucionar un problema determinado: ello representaría un fuerte impedimento.

El contenido del texto se basa en la lectura y análisis de más de cien títulos, algunos de ellos aparecen en la bibliografía complementaria. Tengo el hábito al leer, de subrayar y apostillar los libros, y así pude entresacar, reelaborar y estructurar los materiales más significativos, con miras a conformar cada uno de los temas del texto, mediante su "selección y montaje". Cuando encontraba párrafos apropiados para cada tópico, sin requerir adaptaciones, los tomé textualmente.

En este trabajo utilicé la forma menos académica del procedimiento de la información: no cité directamente las fuentes en cada una de las ocasiones en que me servía de ellas —fuesen ideas, extractos, interpretaciones— con las llamadas bibliográficas, buscando fluidez en la lectura, de esta manera sacrifiqué el rigor de las citas. Si he cometido algún sinsabor, es de mi responsabilidad intelectual, la cual asumo en aras de los objetivos perseguidos. La mayoría de las fuentes empleadas, en general, son textos únicos, muchos de los cuales no se encuentran en las bibliotecas públicas, donde pudiesen consultarse directamente para ampliar de esa manera las exposiciones emitidas en las conferencias. Dada la anterior limitación, pienso que el solucionarla puede ser el valor real de la presente obra, ya que reúne lo básico de las obras revisadas y acrecienta la comodidad para su consulta.

Cabe señalar que las fuentes, en su mayoría, provienen del área capitalista, sin embargo, considero que ello no constituye un obstáculo para la utilización de las técnicas planteadas, las cuales se presentan desideologizadas como un instrumento de trabajo de carácter universal.

Esta compilación representa un momento de la investigación temática, pudiéndose enriquecer mediante el concierto de diferentes especialistas en otras tantas ramas de la investigación regional. Faltan técnicas sobre todo, del análisis sociológico. Este trabajo les servirá de punto de partida.

Una aclaración válida: el texto por sí sólo no supe al papel del profesor en el adiestramiento de los alumnos; falta la anotación como elemento importante de la labor individual del asistente a las conferencias, la cual infunde disciplina y hace más activa su atención. Elaborar el resumen de la conferencia

asegura la posibilidad de compaginar la percepción activa, visual y motora. Asimismo, asegura aun la concentración de la atención, la retención mucho más firme del material en la memoria del alumno, no importa qué clase de memoria tenga.

En las etapas iniciales de búsqueda bibliográfica, tutoré un trabajo de diploma del alumno (hoy arquitecto) del pueblo heroico de Vietnam, Hang Trang, quien aplicó las técnicas aquí comprendidas a un estudio sobre la regionalización, con brillantes resultados y al cual le concedieron la calificación de excelente. A pesar de su modestia, debo destacar, el papel que desempeñó la arquitecta Rita Ramírez Delgado en la concepción y desarrollo de esta obra.

Estoy muy de acuerdo con lo planteado por el profesor Jurgin, quien —según su práctica docente— afirma que no es lo mismo hablar con un público que escribir para ese público, entendiendo por hablar el sentido más riguroso del término con el acto de retroalimentación que conlleva. Retamar por su parte afirma: Más de uno ha dicho ya que a veces el pensamiento se hace en la boca, que no se sabe del todo lo que se piensa sobre algo hasta que no se está en obligación de decirlo, lo cual nos parece una acotación muy importante.

Otra cuestión y no por ello menos significativa, conceptualmente hablando, la posición del texto es cuantitativa, como resultado de las últimas décadas en los estudios territoriales en el ámbito internacional es la llamada "revolución cuantitativa", donde el "lenguaje de las cifras" se ha hecho evidente, no sólo como un medio de presentación sintética de la información, sino, y ello es la más importante, como un instrumento del analista y toma de decisiones en problemas de optimización.

Los métodos cuantitativos, en especial los estadísticos, posibilitan el manejo de grandes masas de información; su presentación se torna de esta manera más rigurosa, así se conoce la representatividad de los datos, la correlación entre variables o características y sus tendencias, entre otras cuestiones.

No es menos cierto que la posibilidad de medir determinados fenómenos aporta una nueva dimensión a los procesos, este hecho ya había sido señalado por Marx. A pesar de lo anterior, la óptica cuantitativa debe presentarse en las conclusiones, ligada a la óptica cualitativa; la unidad dialéctica entre cantidad y cualidad debe regir los estudios de los hechos socioeconómicos en su ámbito espacial, dado que los métodos cuantitativos no se aplican al estudio de la cantidad en general, sino a la cantidad de una determinada calidad presente.

Debe tenerse en cuenta que los métodos cuantitativos utilizados sin el debido adiestramiento o superficialmente, o por sí

mismos, en el peor de los casos pueden desaprovecharse sus grandes posibilidades o conducir a conclusiones triviales e incluso a errores conceptuales, como lo sería la conocida falacia de la correlación.

Los métodos cuantitativos (la matemática) deben emplearse en aquellos problemas en que resultan ser los mejores, sin buscarlos insistentemente, a los efectos de aparentar cientificidad. Debe contemplarse como un momento de la abstracción del problema investigado, donde se separa la cantidad y la cualidad a los efectos de la indagación.

El estudioso de los fenómenos espaciales regionales, independientemente de su especialidad concreta, como ciencia social, deberá ser capaz de emplear aquellas técnicas que lo guíen o conduzcan al pleno conocimiento de la realidad bajo el microscopio del método de la investigación científica y, sobre la base de los objetivos perseguidos, podrá establecer los aspectos inseparables en el diseño de toda investigación: determinación de variables más relevantes, de las áreas de estudio y las hipótesis de partida, matizado todo ello por la teoría que sustenta la investigación misma.

No podía terminar sin referirme a Vidal Villa, ex profesor invitado del Instituto de Economía de la Universidad de La Habana, quien desarrolló la asignatura sobre Planificación Regional, mientras yo lo hacía en la Escuela de Geografía de esta misma Universidad; en aquel entonces, ambos bebimos de la misma fuente.

Los estudiantes, todos, en los diferentes cursos, han aportado lo mejor de la enseñanza con sus inquietudes e interrogantes. Las experiencias futuras, frutos de la enseñanza y la aplicación del contenido del texto a trabajos concretos, permitirán superar la calidad y funcionalidad del presente texto.

Para finalizar este largo prólogo, quiero dedicar el esfuerzo realizado a mis hijos: TzoTzil, Tonatiuh y Paquito.

EL AUTOR

INTRODUCCIÓN

La revolución científico-técnica no sólo influye en la esfera de la producción material, sino que también actúa de modo directo en la infraestructura social y sobre todo en el modo de vida del hombre. Se acelera rápidamente la velocidad con que avanza el progreso científico-técnico y la profundidad de las modificaciones que provoca. Desde el punto de vista del desarrollo de la ciencia y la técnica, un decenio de nuestros días no se puede comparar incluso con cientos de años del pasado.

Hace alrededor de medio siglo, ninguna enciclopedia del mundo recogía el término "planificación de la economía nacional". Aun cuando en las lenguas europeas tienen la palabra "plan", su acepción nunca se extendía a todo un país, a sus principales sectores económicos, sino a campos reducidos, como establecimientos, fábricas, etc., solo con el devenir del socialismo tal definición. El desarrollo económico en el socialismo no es un proceso espontáneo, sino consciente, requiriéndose a los efectos de la dirección de la sociedad, la necesidad de conocer sus leyes objetivas; en el plano territorial, sus regularidades.

La profundización de la división social del trabajo eleva siempre el grado de su socialización. La socialización de la producción se manifiesta en el desarrollo de las formas de organización: concentración, especialización, cooperación y combinación.

La concentración es la forma fundamental y rectora de la organización social de la producción y los servicios. Ya que, como resultado del progreso técnico, la concentración es, a la vez, una premisa de dicho progreso.

La concentración en un mismo territorio disminuye los costos de localización y funcionamiento a causa de las ventajas aglomerativas, independientemente de que se requiere un balance con los costos del transporte. La estructura territorial de las fuerzas productivas se conforma de acuerdo con un plan, de forma tal que garantice la localización óptima, en atención al

logro de la máxima eficiencia de la actividad económica y social.

El proceso de satisfacción de las demandas de la sociedad se torna cada vez más complejo, incluye las tareas del mejoramiento, tanto cualitativo como cuantitativo de las condiciones de vivienda y de trabajo, así como la protección del medio ambiente, del empleo del tiempo libre, etc., todo ello con la óptica de la ley fundamental del socialismo, la elevación constante del nivel de vida material y cultural de la sociedad.

Las relaciones territoriales de la actividad económica tienen un carácter objetivo, lo cual se debe tener en cuenta a la hora de acometer los análisis territoriales.

Como principio, la población, en su categoría laboral y las fuerzas productivas materiales, deben emplearse en sus localizaciones, a los efectos de disminuir los costos para su posible traslado y reubicación, esto conduce al aprovechamiento máximo de las estructuras territoriales existentes, dentro de lo posible.

En el ámbito territorial, la planificación física se ocupa de su análisis y proyección. La planificación física (o territorial) en el socialismo, se diferencia, tanto en sus objetivos, como en sus medios principales de los intentos de regulaciones capitalistas, al tratar de solucionar los problemas estructurales del territorio. Ello se debe a que la planificación es consustancial al modo de producción socialista.

Mientras que la política socialista de localización o distribución territorial de la actividad económica, se orienta al cumplimiento de los objetivos principales del desarrollo de la economía en el plano nacional, la política del orden espacial de los Estados capitalistas se orienta en la obtención de beneficios cada vez mayores para los monopolios.

En cuanto a la investigación, en la práctica se destacan contradicciones esenciales entre la investigación espacial en el socialismo y en el capitalismo. Estas diferencias se ponen de manifiesto nítidamente en cada una de las conferencias y congresos internacionales sobre la materia.

Los estudios realizados por los científicos regionalistas burgueses no pasan de ser meras descripciones pasivas de los fenómenos espaciales; este hecho promueve cada vez con más intensidad el desarrollo de nuevas y más sofisticadas técnicas del análisis regional, especialmente los modelos del transporte.

Un problema tanto teórico como práctico para la actividad de la planificación física, radica en el hecho, de que la actividad económica no concuerde con las unidades político-admini-

nistrativas. Esta dificultad se obvia en la práctica, en Cuba, al tomar las provincias como unidades geográficas de planificación.

En general, las nuevas provincias cubanas cuentan con características geográficas y económicas que les permiten funcionar como eslabones de la planificación y su constitución facilitará la política de desarrollo regional del país tendiente a equilibrar las diferentes zonas y aprovechar al máximo los recursos naturales y humanos disponibles.

La distribución territorial de los asentamientos poblacionales no corresponde, en gran medida, a las exigencias del pleno desarrollo del modo de producción socialista y a su modo de vida consecuente.

Estas contradicciones entre las estructuras territoriales heredadas y los requerimientos de un modo de producción socialista, sólo pueden superarse en un plano perspectivo, el cual implica, además, la paulatina igualación de las condiciones de vida del campo y la ciudad, lo cual únicamente es posible en el socialismo.

Sobre este aspecto, podríamos decir que en el proceso de las transformaciones socialistas en la URSS, con el triunfo de la colectivización del campo se formaron las relaciones socialistas de producción del mismo tipo que en la ciudad, basadas en la propiedad social sobre los medios de producción. Entre la ciudad y el campo surgieron relaciones de ayuda mutua, amistad y cooperación, teniendo la ciudad el papel dirigente. Esto significa que la ciudad dejó de ser explotadora del campo.

La ciudad socialista, centro económico, administrativo, político, cultural y científico, se convirtió en fuerza vigorosa para el desarrollo de las fuerzas productivas y para la elevación cultural y educacional de los trabajadores del campo.

El equipamiento de infraestructura social de los asentamientos poblacionales, tanto pueblos como ciudades, así como la población dispersa, es hoy día, muy diferenciado de acuerdo con el legado histórico y sobre todo en las ciudades medianas y pequeñas.

El desarrollo perspectivo de la infraestructura social deberá, por lo tanto, tomar en consideración los siguientes aspectos:

- La reducción, por etapas, de las diferencias del nivel de equipamiento de los diferentes territorios, especialmente la dicotomía ciudad-campo.

- El mejoramiento gradual de las condiciones técnicas (estado físico) y funcionales de las instituciones.

- La eliminación, por etapas, de las diferencias territoriales, en cuanto a la calidad y tipología de las viviendas.

El desarrollo planificado de la sociedad socialista es, pues, un proceso dinámico de crecimiento cuantitativo y de cambios cualitativos de las fuerzas productivas, de perfeccionamiento constante de las relaciones económicas y de todas las formas de vida social.

En los estudios de economía regional, como en los territoriales se van separando cada vez más la contraposición del principio teleológico (de las causas finales) y el enfoque genético (el cual arranca de las regularidades y las posibilidades objetivas).

El enfoque genético expresa la interconexión dialéctica y la condicionalidad obligatoria de los procesos tanto económicos como territoriales. Para ello, se requieren investigaciones analíticas en gran escala, orientadas a conocer "lo existente", así como la "dinámica del pasado".

El estudio profundo del pasado y del presente proporciona las bases para el estudio del futuro y la valorización de las acciones. Aquí el investigador puede encontrar graves inconvenientes. Marx dice en el prólogo de **El capital**: para el análisis de las formas económicas, no sirven el microscopio ni los reactivos químicos. El único medio de que disponemos en este terreno es la capacidad de abstracción. Entendemos que lo anterior también es válido en los estudios territoriales o geoeconómicos.

Hasta aquí el contexto conceptual más amplio del estudio que se acometerá sobre el Análisis Regional (territorialmente) o sea, el conocimiento objetivo de la problemática territorial de los fenómenos socioeconómicos en la primera fase del conocimiento, como método lógico, el análisis, el cual debe fungir como elemento de partida al binomio "conocer para transformar".

BIBLIOGRAFÍA DE LA INTRODUCCIÓN

1. OSWALD, W.: "La configuración a largo plazo de la estructura territorial en la RDA, como contribución en el aumento de la eficiencia de la reproducción social", en revista **Temas de Planificación Física**, año 3, no. 2, La Habana, 1978.
2. KIRICHENKO, V.: **La planificación a largo plazo de la economía socialista**, Editorial Progreso, Moscú, 1981.
3. ITIN, L. I.: **Economía de la industria socialista**, Editorial Progreso, Moscú, 1981.

4. AMVRÓSOV, A.: **Estructura social de la sociedad soviética**, XXV Congreso del Partido Comunista de la Unión Soviética, Editorial Progreso, Moscú, 1977.
5. PARTIDO COMUNISTA DE CUBA: **DPA (División político-Administrativa)**, La Habana, 1975.

Capítulo 1

EL ESPACIO, LA REGIÓN Y LA REGIONALIZACIÓN

Para iniciar un curso sobre técnica del Análisis Regional, obviamente algunas de ellas, resulta conveniente hacerlo, tratando en el plano más teórico, como aspecto inicial del conocimiento, dos nociones sobre las cuales caen de lleno estas técnicas: el concepto de **espacio** y de **región**, así como la extensión de esta última: **regionalización**.

EL FACTOR ESPACIO Y SU PAPEL EN LA ECONOMÍA

Hoy día, los estudios económicos y las investigaciones dedican cada vez mayor atención a las diversas relaciones en el espacio, a la dinámica de la economía espacial, y a los problemas relacionados con ello. A causa de ésto, el factor espacio y su papel en las actividades económicas, adquiere mayor importancia.

El espacio con el cual se desarrolla la problemática planteada es concreto, no abstracto, como lo sería el espacio matemático, por ejemplo. El espacio está cualitativamente diferenciado y está compuesto por un gran número de elementos, tanto naturales como antropogénicos, de los cuales cada uno ejerce de manera concreta, cierta influencia sobre las actividades sociales y económicas del hombre.

El planificador del espacio, consecuentemente, es quien debe dominar los conceptos sobre su estructura cualitativa, tanto en el aspecto de recurso, como en la categoría de obstáculo a vencer: la fricción del espacio.

Por esta razón, el presente capítulo trata las características cualitativas del espacio en las cuales se desarrollan actividades humanas, pues sus efectos sobre las referidas actividades son muy variadas.

El problema, en sí, encierra varias cuestiones. Durante muchos años, ha motivado el interés de los investigadores y existe gran variedad de estudios realizados por economistas, geógrafos, sociólogos, urbanistas, entre otros especialistas. Ya que es

imposible ofrecer una discusión sistemática de la literatura disponible, o presentar las diferentes opiniones en el cuerpo de un solo capítulo, se decidió estructurar un breve resumen de los problemas más importantes relacionados con el espacio concreto y el papel que asume en las actuales actividades económicas.

EL ESPACIO GEOGRÁFICO. CARACTERÍSTICAS

El espacio geográfico está cualitativamente diferenciado. Constituye el medio ambiente natural, donde vive, trabaja y descansa el hombre. Pero el hombre no ocupa de manera permanente todo el espacio geográfico, pues las actividades humanas permanentes sólo afectan algunas partes del espacio geográfico.

Estas actividades se extienden por áreas cada vez más amplias y al mismo tiempo tienden a concentrarse en partes cada vez más pequeñas de espacio. Por tanto, además de los espacios geográficos, cartográficos, se necesita también el concepto de espacio económico. Este es el espacio donde el hombre produce, donde vive en relación con el lugar de producción y cómo se localiza, en relación con ambos, la infraestructura social. Todos los asentamientos humanos están localizados en el espacio económico, el cual tiene como basamento al espacio geográfico.

Cada espacio geográfico está contenido dentro de límites más o menos convencionales. Posee un determinado tamaño, medido en valores absolutos, generalmente en kilómetros cuadrados o en valores relativos, es decir, como un porcentaje de una mayor unidad espacial.

El carácter de cada espacio geográfico está definido por su situación geográfica. Esta no sólo comprende la localización matemática en la superficie de la tierra o de un país, sino ofrece al mismo tiempo las posibilidades para un análisis cualitativo. De la situación geográfica de cierta área, resultan relaciones con las áreas adyacentes.

Es obvio, que cada espacio geográfico tenga ciertos rasgos físicos, como por ejemplo: relieve, suelos, etc. El espacio geográfico también está caracterizado por los rasgos naturales o factores tales como clima, agua, flora, fauna, etc. Cada factor ejerce cierta influencia sobre las actividades económicas del hombre, sobre todo en determinadas ramas, por ejemplo, la agricultura. Estos componentes son espacialmente diferenciados.

Junto a estas influencias y mediante actividades, el hombre modifica, cambia los componentes particulares. Los otros son covariantes, es decir, que el cambio de un componente causa

cambios en los otros componentes. Si un componente fundamental está sometido a un cambio considerable, todo el medio ambiente puede experimentar una variación significativa.

Por tanto, al considerar las posibilidades de desarrollo de un área o territorio, se hace necesario tomar en cuenta el papel y los efectos de otros determinados espacios geográficos.

EL ESPACIO ECONÓMICO. CARACTERÍSTICAS

Por lo general dentro de un determinado país, el espacio económico es más pequeño que el espacio geográfico, el mismo comprende todas las áreas en las cuales se localizan los asentamientos humanos, e incluye la industria, la infraestructura social, etc., de carácter permanente o temporal, las áreas de producción agropecuaria, los embalses de agua, las áreas cubiertas por la infraestructura técnica (vías férreas, autopistas, corredores eléctricos, etc.) que posibilitan la cooperación y el intercambio regional.

Es conocido que el medio ambiente natural ejerce una influencia definitiva sobre la vida social y económica del hombre como ser social, pero al mismo tiempo las actividades humanas la afectan como un todo. De esta manera surge un lazo de **feed back** (retroalimentación); cada actividad humana deforma en un determinado grado al medio ambiente y a su vez, éste modifica o afecta las actividades del hombre. El hombre introduce constantemente elementos antropogénicos en el medio ambiente natural. Tan pronto el número de elementos antropogénicos es suficientemente grande, para ejercer una importancia decisiva, se produce un nuevo tipo cualitativo de medio ambiente compuesto por elementos naturales y antropogénicos que podría denominarse **medio ambiente geográfico**. En la actualidad se trata, en los estudios territoriales, mayormente con un medio ambiente geográfico en vez de uno puramente natural.

Como ha sido mencionado anteriormente, todas las actividades del hombre están localizadas dentro del espacio económico, el cual tiene como base el geográfico. La localización de las actividades económicas constituye un determinado sistema espacial, denominado **estructura espacial** de la economía nacional (regional-urbano). Por lo general toma la forma de una red de nodos y cintas rodeados de planos donde los nodos representan las concentraciones de población (aglomeraciones urbanas), producción industrial e infraestructura social; las cintas representan los sistemas de infraestructura técnica y los planos de la producción agropecuaria.

Además de su importancia teórica, los estudios acerca de la estructura espacial de la economía, tienen importancia práctica sobre los realizados por la planificación territorial, es decir, ayudan a la identificación de la distribución más racional de los objetivos de la economía nacional, sobre las partes individuales del país (provincias, ciudades, etc.).

Dentro de la estructura espacial de la economía de cada país, es factible diferenciar factores internos y externos. Los factores internos son constantes y variables. Uno de los factores constantes, en un determinado estudio, es la situación geográfica del área objeto del análisis. Entre los elementos relativamente constantes, también se clasifican las inversiones existentes y la población.

Los factores variables incluyen el crecimiento poblacional, el incremento en la productividad, y el aumento del ingreso, del nivel de vida, entre otros.

Existen también factores externos relacionados con la situación internacional, política, económica y estratégica. La situación político-económica define las posibilidades de colaboración internacional. Algunas influencias sobre la estructura económica-espacial, tienen también origen estratégico.

Casi todos los países muestran cierto atraso en su estructura espacial, respecto a las necesidades actuales, sobre todo, con el desarrollo futuro. Por lo que se debe modificar la estructura espacial, adaptarla a las exigencias contemporáneas y a las necesidades de la sociedad y de la economía.

LAS TRES NOCIONES DE ESPACIO

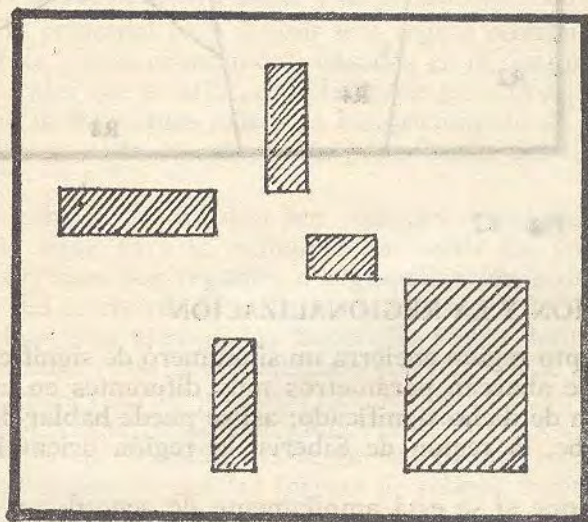
Desde el punto de vista económico, existen tres nociones de espacio, pertenecientes a otros tantos objetivos.

En primer lugar, el espacio puede caracterizarse por su mayor o menor **uniformidad**, el espacio es más o menos homogéneo. En segundo, puede estudiarse desde el punto de vista de su mayor o menor **coherencia**, es decir, de la interdependencia de sus diversas partes, según se encuentre más o menos polarizado, es el espacio nodal. Puede, en fin, contemplarse de acuerdo con el **objetivo** que se persiga, el programa de que se trate, es el espacio programa o espacio plan.

DIFERENCIAS ENTRE ESPACIO Y REGIÓN

La diferencia fundamental entre los conceptos de espacio y región, lo constituyen la integrabilidad y la contigüidad de las unidades territoriales que las conforman.

El **espacio** no es necesariamente contiguo; podríamos hablar de espacio cafetalero de Cuba, como aquel compuesto por las unidades geográficas cuya producción fundamental es el café. Sin que dichas unidades geográficas sean, desde el punto de vista espacial, contiguas; por ejemplo, se tienen zonas de café en la Sierra Maestra, el Escambray, Pinar del Río, etc., que no son contiguas, pero sí conforman a nivel del país un espacio económico destinado a la producción cafetalera. Sin embargo, la región sí está conformada por unidades geográficas contiguas. De esta manera, la región es un espacio continuo y contiguo. Puede representarse tal como aparece en la Figura 1.1.



Elementos que componen el espacio-económico.

Fig. 1.1

Sin embargo, la graficación de las regiones bajo el principio de la contigüidad, es como se observa en la figura 1.2, es decir, que la regionalización cubre todo el territorio.

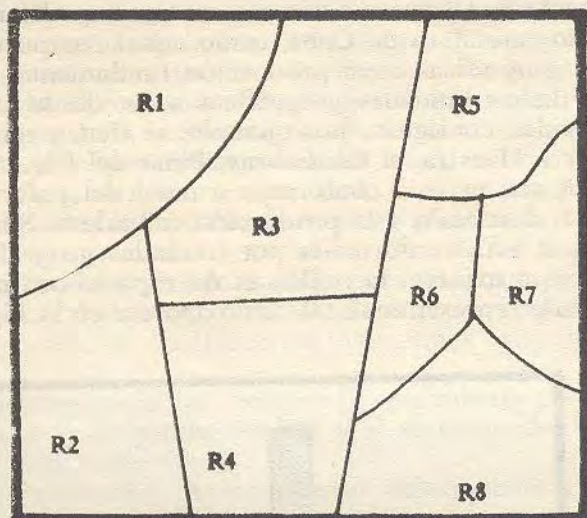


Fig. 12

LA REGIÓN Y LA REGIONALIZACIÓN

El concepto región encierra un sinnúmero de significados, en el mismo se abarcan parámetros muy diferentes en cuanto a la extensión de dicho significado; así se puede hablar de la región del Caribe, la región de Siberia, la región oriental de Cuba, etcétera.

En lo que sí se está ampliamente de acuerdo, es que la región es una porción o unidad de un todo mayor. La región por regla general sin ninguna especificidad, significa cualquier parte del territorio menor al del país en su conjunto, el cual cuenta con especificidades concretas que le imprimen unidad.

Es casi imposible elaborar una definición general de región válida para todos los propósitos y todos los tiempos, fuera de los conceptos anteriores. Este tema, ha sido muy discutido en reuniones y congresos internacionales.

Sin embargo, es necesaria una definición operativa, a los fines de la Planificación Territorial y más la correspondiente al Análisis Regional; dicha definición debe hacerse tomando los conceptos primarios anteriores e introducir en la misma el concepto de dinamismo propio de la región, es decir, que contemple las características y los límites regionales con elementos sujetos a cambios a través del tiempo.

Esto es especialmente importante para los países en vías de desarrollo, donde los cambios son más radicales, hay mayor dinamismo, por la necesidad misma del desarrollo.

DEFINICIONES

¿Qué es una **región económica**? Es un territorio dentro de un país con condiciones naturales más o menos similares y con la tendencia característica del desarrollo de las fuerzas productivas sobre la combinación de un conjunto de recursos naturales con la correspondiente base técnico-material existente y perspectiva, y la infraestructura social y de producción consecuente.

El criterio principal para definir una región económica es la comunidad de tareas económicas, basadas en el conjunto de riquezas naturales que se utilizan o planifican para la explotación, así como en la estructura existente históricamente de la actividad económica o de la estructura planificada del desarrollo económico.

¿En qué consiste la división por regiones económicas y qué importancia tiene para la economía nacional? En general, se denomina división por regiones o **regionalización** económica a la división del territorio de un país atendiendo a determinadas características. Por ejemplo, la Geografía Física define las regiones de acuerdo con la semejanza o diferencias de las condiciones naturales y de los procesos que se operan en la naturaleza; la Agrología determina las regiones según los tipos de suelos predominantes; la Climatología según las condiciones climáticas; la Geomorfología, por las formas de relieve, etcétera.

La Geografía Económica subdivide al territorio del país en regiones económicas partiendo de las condiciones económicas, de los vínculos existentes en este campo, de la especialización de la producción, etc. Como indica la propia denominación, la esencia de la división de un país en regiones económicas, hay que buscarla en los fenómenos económicos.

Este tipo de división en regiones económicas, contribuye a la confección de los planes de desarrollo de la economía nacional y sirve de base para crear, en el plano local, el sistema de organismos territoriales —en Cuba, provincias— que dirigen la economía regional asignada por la dirección central.

La regionalización económica de un país varía de acuerdo con el desarrollo de la economía nacional, así como con el propio desarrollo del potencial económico del sistema de regiones y de la asimilación económica de nuevas zonas.

A pesar de todas las diferencias existentes entre la división en **regiones económicas y físico-geográficas**, no se puede olvidar el gran peso que tienen las condiciones y recursos naturales en el desarrollo económico, y en la estructura y organización del mismo. La actividad económica del hombre se desarrolla en un determinado medio natural. Los recursos naturales —minerales, tierras agrícolas, forestales, etc.— tienen una gran importancia como fuerzas productivas naturales, además, su influencia se hace sentir mediante la dinámica impuesta por el desarrollo científico-técnico.

Por lo general, la industria y la agricultura, dentro de un país, están distribuidas de manera irregular. Los recursos naturales de los diversos lugares son diferentes y no se les aprovecha con la misma intensidad. La densidad de población de las regiones también es distinta, así como su especialización.

En el mapa económico que muestra la especialización de diferentes lugares, se puede observar un mosaico complejo y a veces caprichoso, donde se puede juzgar hasta qué grado es variada la actividad económica de la población, incluso en pequeñas extensiones, sin hablar ya de todo el país.

Cada rama de la economía plantea requerimientos específicos a las regiones de localización. Las ramas de la industria se vinculan por lo general con las regiones en las cuales existen grandes concentraciones de población; aquellas que demandan grandes volúmenes de insumos tales como energía, agua, materias primas, etc. Buscan regiones con amplias fuentes de esos insumos. La localización científicamente fundamentada de las ramas principales de la economía, ejerce una influencia decisiva en la imagen económica y social de la región.

Las regiones de un país deben estar entrelazadas por la **división territorial del trabajo**, y producir para el país lo más ventajoso de cada una de ellas. La división territorial del trabajo permite economizar trabajo social y ampliar el surtido de materiales, productos y artículos.

Al igual que todo el desarrollo de la economía, la división territorial del trabajo se regula mediante los **planes de la economía nacional**. El desarrollo de la economía conforme a un plan único se debe orientar en cada lugar de la manera más ventajosa y eficaz para el país en su conjunto y para la población del lugar en cuestión. Los organismos de planificación determinan dónde y en qué proporción conviene localizar determinados tipos de industria, y desarrollar determinadas producciones agropecuarias, etcétera.

La **planificación de la localización** de la producción representa una tarea de alta complejidad. Para lograr resultados óptimos es necesario determinar, con el mayor grado de exactitud para cada una de las regiones del país, la combinación más ventajosa de las ramas de la economía, partiendo de las necesidades de la economía nacional en su conjunto.

No es más simple la **organización de la dirección** de la economía nacional. Todos los objetos económicos localizados en el territorio nacional, se encuentran estrechamente vinculados entre sí en el aspecto económico, suministrándose unos a otros diferentes elementos materiales; materias primas, combustible, artículos industriales, etcétera.

La división en regiones económicas no sólo se basa en lo existente, sino que lleva en sí, la idea del desarrollo ulterior de las regiones y de la coordinación entre ellas. Por lo tanto, incluye, si bien en forma general, la planificación del futuro desarrollo de la economía nacional por regiones. Determinar estas regiones y sus límites, significa trazar en rasgos generales el camino fundamental de su desarrollo.

En los países socialistas, la división en regiones está estrechamente vinculada con la aplicación del principio leninista del centralismo democrático. El centralismo democrático combina la gestión centralizada con la máxima participación de los organismos locales y de las masas trabajadoras en la dirección de la economía nacional.

Por todo lo anterior, la región económica no es sólo un territorio señalado en un mapa. Es una parte territorial de la economía nacional, con la producción especializada, la cual posee vínculos económicos internos especializados y se encuentra ligada, indisolublemente a las demás partes del territorio del país, mediante la división social y territorial del trabajo.

Por su naturaleza, las regiones económicas se diferencian esencialmente en las distintas formaciones sociales.

En el capitalismo, las regiones se desarrollan espontáneamente, y se conforman de acuerdo con las leyes vigentes de la sociedad capitalista. Los estudiosos de la **ciencia regional** en el capitalismo, sólo pueden hacer constatar el fenómeno, lo que existe; pero no puede inmiscuirse en el proceso de su formación y desarrollo.

En las condiciones propias de la economía socialista, el desarrollo de las regiones y la coordinación existente entre ellas se efectúa sobre la base de un plan único y son regulados por el Estado. En estas condiciones, los organismos de planificación tienen la posibilidad de trazar las vías de desarrollo de las re-

giones económicas, formar otras nuevas e influir en el desenvolvimiento de uno u otro aspecto de la economía. En la sociedad socialista, las regiones económicas se desarrollan de acuerdo con un plan único, como unidad económica integral, cuyos elementos se forman en rigurosa sucesión, observándose las proporciones necesarias.

Todo esto se refiere a la división general o integral del país en regiones económicas, es decir, la regionalización económica del país. Existe, además, la **división regional según las ramas de la economía**.

La diferencia entre ambas regionalizaciones consiste en que la división integral delimita las regiones tomando en cuenta la economía en su conjunto, con todas sus ramas y vínculos económicos. En este caso, las regiones económicas no son consideradas en forma unilateral, desde el punto de vista de una rama determinada, sino en todos los sentidos, prestando especial atención a las ramas fundamentales de la industria o la agricultura en que se especializa la región dentro del país.

La división en regiones por ramas de la economía delimita las distintas partes del país, tomando como base las exigencias de la rama, o sea, los determinantes **locacionales**.

Puede tener en cuenta únicamente la agricultura, y la división en regiones energéticas. La división por ramas de la economía, tiene sus peculiaridades y tareas limitadas, las cuales rebasan los fines de este trabajo.

FACTORES QUE DETERMINAN LA FORMACIÓN DE REGIONES

Como se ha dicho, la división regional está vinculada estrechamente con el desarrollo de la economía nacional.

Las regiones económicas no son invención del hombre, sino fenómenos objetivos, son un resultado del desarrollo económico del país, las cuales existen independientemente de la voluntad y de los conocimientos de los investigadores.

La regionalización económica pone al descubierto la unidad que forma la economía del país, permite mirar hacia el futuro, ver las vías de desarrollo de las regiones y sus cambios hasta el surgimiento de nuevas regiones económicas, con perspectivas favorables para su desarrollo ulterior, debido al aprovechamiento de otros recursos naturales, de la creación de nuevas vías de transporte y del progreso científico-técnico.

¿Qué procesos económicos objetivos sirven de base a la formación de regiones? ¿Qué fuerzas dividen la economía del país en partes vinculadas entre sí? ¿Qué une o vincula estas distin-

tas partes del país transformando cada una de ellas en una unidad económica? ¿Qué condiciones influyen en la composición y los límites de las regiones, en el surgimiento y desarrollo de sus vínculos internos e interregionales?

Responder a esas interrogantes equivale a explicar qué factores de la economía nacional determinan la formación de las regiones económicas. Estos factores son múltiples y variados y su influencia es diversa. Se examinarán solamente los fundamentales:

— El factor principal, el más importante, el determinante, es la **división socio-territorial del trabajo**.

Esta división es una poderosa fuerza económica que subdivide el país en partes específicas, en el sentido económico, diferentes entre sí y que conforman las regiones económicas. A la vez la división territorial del trabajo agrupa en un todo las regiones mediante los vínculos económicos y las transforma en eslabones del organismo económico único del país: el sistema regional.

La división socio-territorial del trabajo bajo ese enfoque sistémico hace que las regiones se complementen entre sí y se manifiesta, ante todo, en la especialización de la producción regional, al desarrollar con preferencia determinadas ramas económicas. Esta especialización de las diferentes regiones, en una u otra rama de la economía, está vinculada a los recursos naturales que propician el desarrollo de la referida rama; a la situación geográfica del lugar, a la existencia de fuerza de trabajo, etcétera.

En las condiciones propias de la economía socialista, la especialización de las regiones tiene un carácter unilateral o sea el desarrollo de una sola rama, solamente en casos excepcionales, pues es más común que las regiones se especialicen en varias ramas de la producción, vinculadas entre sí por relaciones tecnológicas o económicas.

— Entre los factores que contribuyen a la formación de las regiones figuran las **ciudades**, hacia las cuales se sienten atraídas económicamente los asentamientos humanos circundantes. Las ciudades, sobre todo las grandes, ejercen una influencia considerable en la conformación de las regiones. Cada ciudad, como centro económico, actúa sobre la vida y desarrollo de los asentamientos adyacentes; las grandes ciudades siempre influyen sobre los centros poblacionales más pequeños. Son como imanes. De la misma manera que la fuerza del imán atrae los trozos de hierro, las ciudades polarizan a los núcleos vecinos. Pero cada pequeña ciudad sometida a la influencia de una grande,

ejerce su influencia propia en las localidades menores. Las ciudades, por analogía, tienen su "campo magnético de atracción". Estos campos forman la periferia cuyos núcleos son las ciudades. Por ello es frecuente que al conformar las regiones económicas, se parta de la localización de las ciudades grandes, a manera de nodos estructurales del sistema de regiones y se vincule a cada ciudad, la región de atracción económica.

La atracción económica hacia los centros industriales está relacionada en grado considerable con la división territorial del trabajo, sin la cual es inconcebible la existencia de dichos centros. Esto se manifiesta ante todo en la presencia de estrechas relaciones económicas entre el centro de la región y su periferia. El centro de la región, donde se concentran grandes fuerzas productivas, recibe de la periferia las materias primas, los productos semielaborados, productos del agro, etc.; a su vez, la periferia recibe de su centro artículos industriales, servicios especializados, etcétera.

— En la formación de las regiones **el transporte** desempeña un papel importante, pues asegura los vínculos económicos entre las regiones y dentro de ellas mismas.

En muchos casos, las condiciones del transporte determinan las posibilidades de especialización de una u otra rama de la producción en lugares determinados. Las líneas férreas, los nudos ferroviarios y los puertos, tienen su campo de atracción con los que se funde en un todo económico inseparable y desempeñando un importante papel en la formación de las regiones.

De la configuración de la red de transporte depende mucho la distribución geográfica de la producción, los vínculos económicos dentro y entre las regiones y por ende los límites de las regiones económicas.

TIPOS DE REGIONES ECONÓMICAS

Desde el punto de vista del Análisis Regional, se destacan tres tipos de regiones: la homogénea, la nodal y la de plan o programa.

REGIÓN HOMOGÉNEA

La noción de región homogénea es la más clásica y, a la vez, la más simple. Desde hace mucho tiempo, es conocida por los geógrafos, demógrafos y economistas. Corresponde a un espacio continuo en el que cada una de las partes o unidades territoriales o geográficas constituyentes presentan características pa-

recidas a las demás. También se denomina región uniforme o estructural.

REGIÓN NODAL

En este tipo de región fundamentalmente se responde a la pregunta ¿qué pasa dentro de las regiones? Su característica fundamental es la heterogeneidad entre los elementos que la componen, lo que significa que dichos elementos se complementen de manera funcional. La ciudad se vincula con el campo y con ciudades satélites que gravitan en su entorno. De tal manera se forma una región alrededor de una capital regional. La región nodal es una integración. El desarrollo polarizado supone una división territorial del trabajo entre las ciudades y las regiones. Las ciudades de una región se jerarquizan de acuerdo con la diversidad de sus funciones.

REGIÓN DE PLANIFICACIÓN O REGIÓN PROGRAMA

Una región de planificación es un área territorial sobre la cual se aplica un conjunto de decisiones socioeconómicas; este hecho es el que le confiere carácter de unidad a la región, es decir, todos sus componentes participan en la decisión, es decir del plan. El tamaño de estas unidades territoriales depende del horizonte temporal de dicho plan. A corto plazo, las decisiones pueden tomarse dentro de áreas pequeñas; sin embargo, a largo plazo se utilizan grandes áreas.

BIBLIOGRAFÍA DEL CAPÍTULO I

1. **Spatial Planning and Policy. Theoretical Foundations**, Polish Scientific Publishers, Varsovia, 1974.
2. BOUDEVILLE, J. R.: **Los espacios económicos**, Eudoba, Buenos Aires, 1968.
3. ALAMPIEV, P.: **Las zonas económicas de la URSS**, Editorial Progreso, Moscú, s/f.
4. CELIS, FRANCISCO: **Teoría de la planificación regional y urbana**, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1971.

Capítulo 2

LA MATRIZ DE INFORMACIÓN ESPACIAL

El presente capítulo trata acerca de la matriz de información espacial como tal. Los datos que se localizan en la matriz de información espacial, o simplemente, matriz geográfica, dependen del objetivo de los estudios planteados y ellos a su vez condicionan, en cierto modo, las técnicas que se van a emplear.

La matriz de información espacial no es otra cosa que una conveniente disposición de datos. Parte del análisis del tipo de información que se emplea en los análisis regionales su selección y posibles empleos.

Definido el concepto, se tratará, en primer lugar, acerca del carácter de los datos y en un segundo plano se profundizará en el contenido de la matriz de información espacial. Por último, estudiaremos, qué se puede hacer con la matriz de referencia.

CARACTER DE LOS DATOS

Los datos con que se opera en el Análisis Regional pueden adoptar formas diferentes; sin embargo, dicha forma siempre presenta una estructura básica común en todos los problemas de la investigación científica. Esta estructura está compuesta de las partes siguientes: la forma tripartita de los datos, los elementos del análisis y las dimensiones o variables.

LA FORMA TRIPARTITA DE LOS DATOS

Existen diversas denominaciones de las partes que componen dicha estructura; en el trabajo presente utilizaremos la más común, es decir, la más generalizada.

ELEMENTOS DEL ANÁLISIS

En primer lugar se tienen los **elementos del análisis**, denominados asimismo **unidades territoriales de análisis**, las que dentro

de los estudios territoriales reciben el nombre genérico de **lugares**; estos pueden ser provincias, municipios, ciudades, sectores de una ciudad o, simplemente, cuadrículas sobre el territorio, los cuales constituyen el **objeto de la investigación**.

DIMENSIONES O VARIABLES

En segundo lugar, se tienen las **dimensiones** o **variables**, las cuales dentro del territorio suelen denominarse **características**, que se desean conocer, respecto a las unidades de análisis; estas, asimismo, pueden ser de naturaleza diversa, tales como: densidad de población, ingreso per cápita, población menor de 5 años, viviendas terminadas en el período, etcétera.

Es decir, las variables son el conjunto de condiciones mediante las cuales van a estudiarse las unidades de análisis.

VALORES DE LAS UNIDADES DE ANÁLISIS

En tercer lugar, se tienen los valores que alcanzan las unidades de análisis, según las variables estudiadas, por ejemplo, 60 habitantes por kilómetro cuadrado, 600 pesos per cápita, 25 % y 2 000 unidades, etcétera.

De esta manera se tienen las tres partes, que constituyen la estructura de los datos, expresados en el lenguaje de las variables y de las condiciones. Resumiendo:

Término general	Unidades	Dimensiones	Valores
Término específico	Unidad de análisis	Variables estudiadas	Valores de las variables

Para su manejo conveniente, resulta práctico utilizar una notación simbólica, ella se indica a continuación:

	Variable estudiada	Unidad de análisis	Valores de las variables
Simbología para un elemento	X	Y	A
Simbología para el número	n	m	a

Ejemplifiquemos el manejo de la terminología y la notación simbólica de la misma:

En el plano más simple y parcial, una investigación a partir de la definición de su objetivo, comienza seleccionando (m) unidades de análisis (Y) y n variables (X), de forma tal que para cada variable (X) y para cada unidad (Y), existen (a) valores.

Definida la composición tripartita de los datos, se puede pasar al análisis del próximo concepto, el cual consiste en la mejor forma de ordenar los datos, de manera tal que su estructura se visualice con facilidad.

La manera más operativa de ordenamiento de los datos en su estructuración tripartita la constituye la forma **matricial**, de la cual se dijo con anterioridad que consistía en un arreglo rectangular de datos o números, con filas y columnas. Matriz esta que puede denominarse **matriz de datos**, en su expresión más abstracta, o para el contexto que nos ocupa **matriz de información espacial**, la cual analizaremos a continuación.

LA MATRIZ DE INFORMACIÓN ESPACIAL

Según lo expuesto la matriz de información espacial, ordena las variables que actúan sobre una determinada unidad de análisis territorial, reflejando en un momento dado el valor de esa variable. A esta interacción se le puede denominar **hecho geográfico**, el que usualmente puede estar representado por un conjunto de observaciones, ya sea de una misma variable en un conjunto de unidades de análisis, o por un conjunto de variables en una sola unidad.

MATRIZ 2.1

	X_1	X_2	X_j	X_n
Y_1	a_{11}	a_{12}	a_{1j}	a_{1n}
Y_2	a_{21}	a_{22}	a_{2j}	a_{2n}
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
Y_i	a_{i1}	a_{i2}	a_{ij}	a_{in}
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
Y_m	a_{m1}	a_{m2}	a_{mj}	a_{mn}

La Matriz de información espacial puede tener distintas formas: las variables pueden estar dispuestas en las columnas o en

las filas, de la misma manera que las unidades de análisis pueden estar localizadas en las filas o en las columnas, es decir, son intercambiables. En lo adelante se convendrá en disponer las unidades de análisis en las filas y las variables estudiadas en las columnas, salvo que determinadas condiciones indiquen lo contrario.

Los números (a_{ij}) representan los elementos de la matriz A, los cuales muestran el valor de la variable (j) en la unidad de análisis (i) dentro del campo de los números reales.

La matriz de información espacial, proporciona para cada par en el producto cartesiano de Y por X, el valor correspondiente; es decir, sólo debe existir un valor, (a_{ij}) para cada combinación (Y, X).

PRINCIPIOS DE LA ORDENACIÓN DE LOS DATOS

De la forma de la matriz misma y de la definición anterior, se desprenden los siguientes principios sobre la ordenación de los datos:

1. Principio de comparabilidad: Los (a_{ij}) deben ser comparables entre sí, es decir, estar expresados en las mismas unidades dimensionales según cada variable o característica.

Principio de clasificación: Para cada (X_j) la serie de valores (a_{ij}) debe permitir una clasificación de las (Y_i) para $i = 1, 2, \dots, m$.

Principio de integridad: Para cada par (Y_i, X_j) debe haber un valor empírico (a_{ij}) , es decir, no debe haber ninguna casilla vacía. Este principio, tan fácil de enunciar, en la práctica, en ocasiones, no se cumple con tanta facilidad por carencia de informe de (X_j) en (Y_i) .

Por tanto se puede decir que las casillas de la matriz A, sin ningún dato (a), debe mantenerse lo más bajo posible como paliativo, se podría eliminar aquellas $Y_i - X_j$ que presenten muchas casillas vacías.

Como regla general de tipo práctico, un 10 % es el máximo absoluto de casillas vacías admisibles en cualquier columna o en cualquier fila, dependiendo del uso ulterior en el análisis, es decir, depende de si se comparan distribuciones de los valores entre las variables, o entre lugares en la matriz A, siendo el 5 % un valor más aconsejable.

Como se definió anteriormente (m) es el número de unidades de análisis, (n) el número de variables introducidas para

el análisis y (a) el número de valores. Con ellos se puede plantear:

$$(W = m \cdot n \cdot r)$$

representa la característica de la matriz A; (W) es el número que proporciona una idea de cuánto trabajo hay en un proceso de recolección de datos.

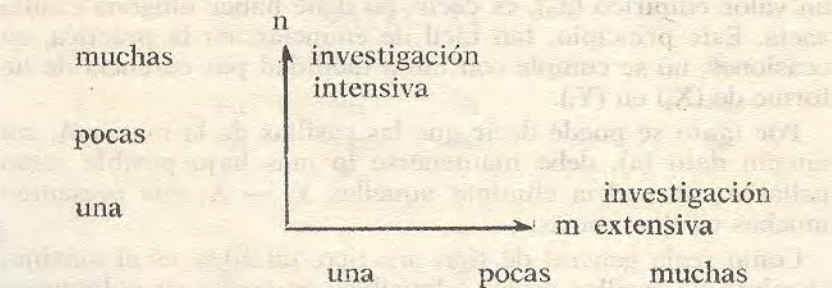
La elección crítica en un programa de investigación, radica en la determinación (m, n) dado que, en última instancia, resulta obvio que un programa de (14,6) es diferente a uno de (6,4), por lo que al par ordenado (m, n), se denomina **la estrategia de la investigación** del programa.

La importancia del (m, n)

Con anterioridad se apuntó la importancia de (m, n) para cualquier tipo de investigación, tanto geográfico como de otra índole, ya sea desde el punto de vista teórico como práctico.

El valor más bajo de (m) es uno, como podría ser la investigación global de un asentamiento poblacional. Asimismo, el valor más bajo de (n) es uno, podría ser la distribución de la densidad poblacional en un conjunto de asentamientos humanos.

En general, existen nueve posibilidades de combinar m y n, gráficamente se puede apreciar:



Ejemplos de los productos (m, n) en el gráfico anterior podrían ser:

— Pocas (n) y una sola (m): Proyecto de una zona de viviendas (p.e., un microdistrito).

— Pocas (n) y pocas (m): Caracterización de las 14 provincias (m) con pocas variables (n); salud pública (camas/1 000 habitantes), cine (número de lunetas/ 1 000 habitantes), escuelas secundarias (matrícula/ 1 000 habitantes).

Los estudiosos de la problemática territorial, de las combinaciones posibles, prefieren las de muchas (m) y muchas (n). Siendo **muchas** un concepto relativo, (n) depende de la información disponible en el banco de datos, y de la posibilidad computacional posterior; **muchas m** significa tener unidades de investigación con el número máximo posible de subdivisiones.

Ningún principio de investigación puede discriminar a ninguna de las posibilidades de investigación (m, n). Las combinaciones aparecen en la siguiente tabla:

n		
una-muchas	pocas-muchas	muchas-muchas
una-pocas	pocas-pocas	muchas-pocas
una-una	pocas-una	muchas-una
		m

Ejemplo:

Densidad poblacional por región	Estudio de la localización educacional media en el sistema urbano	El sistema urbano en su conjunto
Educación pre-universitaria en un conjunto de localidades del mismo nivel	Instalación de institutos educacionales en localidades de un mismo nivel	Análisis urbano en las aglomeraciones secundarias
Factor de uso del suelo en una ciudad	Índices urbanísticos de una ciudad	Proyecto específico de una región

—Aquí (m, n) dependen directamente de los objetivos concretos que persigue la investigación.

Si se analizan las combinaciones posibles y sus efectos sobre la matriz de información espacial:

Si $m = 1$, o $n = 1$, la matriz deviene **vector fila** o **vector columna**, respectivamente.

Supóngase que $n = 1$ (por ejemplo, densidad de población expresada en habitantes por kilómetro cuadrado) y $m = 14$ (las provincias de Cuba) se tendría entonces un vector columna.

m	n
1. Pinar del Río	59
2. La Habana	103
3. Ciudad de La Habana	2 700
4. Matanzas	49
5. Villa Clara	96
6. Cienfuegos	78
7. Sancti Spíritus	60
8. Ciego de Ávila	49
9. Camagüey	46
10. Las Tunas	58
11. Holguín	102
12. Granma	87
13. Santiago de Cuba	144
14. Guantánamo	74

Si por el contrario tomamos $m = 1$ y $n = 17$, se tendría un vector fila, que representara, por ejemplo, el **inventario** de un conjunto de variables de una determinada unidad territorial de investigación.

Notación:

$n =$ (1, extensión; 2, temperatura media; 3, lluvia total media; 4, humedad relativa; 5, población residente; 6, índice de masculinidad; 7, población menor de 5 años; 8, natalidad; 9, mortalidad infantil; 10, mortalidad general; 11, población en la cabecera; 12, producción bruta de construcción; 13, viviendas terminadas; 14, superficie útil de vivienda; 15, líneas de transporte intermunicipal; 16, densidad telefónica; 17, cines de 35 mm.

Por ejemplo, m es la provincia de Ciego de Ávila, según las variables anteriormente definidas.

1	6 448 km ²
2	25,7 °C
3	906,9 mm
4	80%

5	316 675 hab.
6	1.13
7	8,6 %
8	15,5/1 000 hab.
9	20,4/1 000 hab.
10	5,8/1 000 hab.
11	70 267 hab.
12	41,6 millones de pesos
13	802 unidades
14	46,5 mm ²
15	320
16	24/1 000 hab.
17	22 unidades

Como ejemplo general, simplificado, se podría tener una matriz de información espacial, correspondiente a las 14 provincias y 6 características.

Las provincias aparecen numeradas en el vector columna anterior y las características son las siguientes:

1. Densidad poblacional (hab/km², 1970).
2. Población menor de 5 años (%).
3. Producción bruta de construcción (millones de pesos, 1979).
4. Viviendas terminadas en 1979 (unidades).
5. Densidad telefónica (unidades/1 000 hab).
6. Cines de 35 mm (unidades).

(Ver matriz 2,2).

DIFERENTES TIPOS DE ANÁLISIS DE LA MATRIZ

Dada una matriz de información espacial, tal como ha sido descrita, se pueden examinar los diferentes tipos de análisis, factibles de elaboración por medio del análisis estadístico:

- a) La disposición de las casillas dentro de una fila o parte de ella.
- b) La disposición de las casillas dentro de una columna o parte de ella.

MATRIZ 2.2

$\begin{matrix} i \\ j \end{matrix}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	59,0	103,0	2700,0	49,0	96,0	78,0	60,0	49,0	46,0	58,0	102,0	87,0	144,0	74,0
2	9,2	7,4	6,5	7,6	7,3	7,6	7,6	8,6	8,8	9,6	9,7	9,7	9,5	10,6
3	103,1	124,9	397,4	82,5	169,8	66,9	44,7	41,6	119,5	41,0	123,0	63,2	134,7	33,4
4	1653,0	638,0	3009,0	1207,0	987,0	402,0	657,0	802,0	1434,0	320,0	1141,0	500,0	746,0	195,0
5	15,8	24,0	108,7	28,4	22,9	22,5	18,9	24,1	28,5	8,7	11,1	8,2	18,9	7,5
6	43,0	38,0	102,0	57,0	43,0	24,0	27,0	22,0	32,0	16,0	32,0	21,0	33,0	10,0

El proyecto del sistema de información en el proceso de la planificación física, representa uno de los aspectos críticos y condiciona la toma de decisiones.

El primer caso (a) representa la distribución espacial de las variables o características estudiadas mediante una **distribución de frecuencias**; su caracterización, por medio de los **valores centrales**, así como su forma de distribución, sea homogénea o heterogénea, visto ello a través de la **dispersión** de los valores de las características.

Por ejemplo, tomemos las viviendas terminadas en 1979, como característica y las 14 provincias como unidades de análisis o lugares y realizamos la representación de la distribución de frecuencias (Ver figura 2.1).

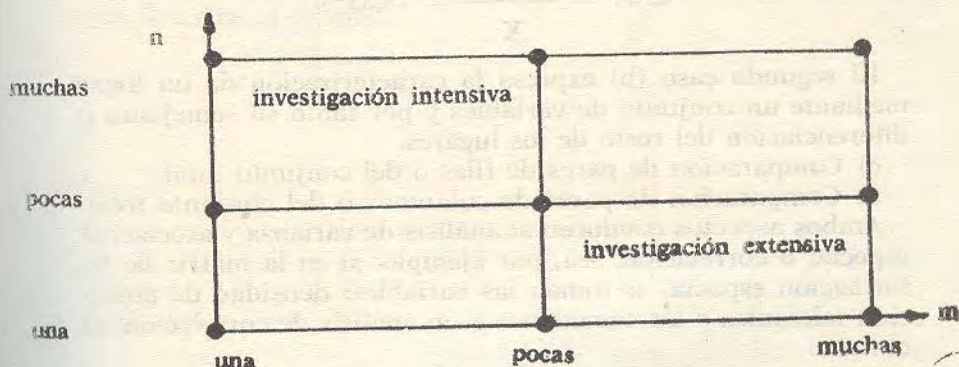


Fig. 2.1

El conjunto de valores puede caracterizarse según el valor central, calculando la media aritmética de dicho conjunto:

**Viviendas terminadas
por provincia**

1) 1 653	8) 802
2) 638	9) 1 434
3) 3 009	10) 320
4) 1 207	11) 1 141
5) 987	12) 500
6) 402	13) 746
7) 657	14) 195

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = 977.9$$

Valor este que representa el valor medio de la cantidad de viviendas terminadas por provincia en 1979.

$X_1 = 13\,691$; o sea, la cantidad de viviendas terminadas en Cuba, en 1979.

Obviamente, al observar el **polígono de frecuencias** se aprecia la heterogeneidad de la cantidad de viviendas por provincia, o sea, que se infiere una considerable **dispersión**, la cual se puede calcular mediante la expresión siguiente:

$$S = \sqrt{\frac{(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = 722,04$$

Cuyo coeficiente de variación asociado es:

$$C.V. = \frac{100 \cdot S}{X} = 73,83 \%$$

El segundo caso (b) expresa la caracterización de un lugar mediante un conjunto de variables y por tanto su semejanza o diferenciación del resto de los lugares.

c) Comparación de pares de filas o del conjunto total.

d) Comparación de pares de columnas o del conjunto total.

Ambos aspectos conducen al análisis de varianza y asociación especial o correlación. Así, por ejemplo, si en la matriz de información espacial se toman las variables: densidad de población telefónica y las sometemos a un análisis de correlación, se obtiene:

$$r_{12} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (Y_i - \bar{Y})^2}} = 0,955$$

Se obtiene un resultado significativo con menos del 1 % de error, el cual se puede interpretar como que a densidades poblacionales mayores, mayor densidad telefónica, dado que el coeficiente de correlación es positivo.

Si se toman todas las columnas de la matriz de información espacial, se llegará al conocimiento integral de la diferenciación espacial de los lugares.

e) El estudio de una submatriz, involucra los análisis anteriores, atendiendo exclusivamente a un subconjunto de características y a un subconjunto de lugares.

Por ejemplo, se podría tomar las provincias orientales de Cuba, y en ellas analizar la distribución del empleo por sectores, es decir: industria, agricultura, construcción y servicios y así conformar la submatriz.

Sabemos que la matriz de información espacial representa un determinado momento en el tiempo, evidentemente puede ser el pasado, el presente o el futuro —el estado anterior de las características, su aspecto, estado actual y el estado pronosticado o planeado—, esto conduce a un posible análisis tridimensional (ver figura 2.2).

El sistema en estudio es dinámico, cambia a través del tiempo. Se describe mediante la observación de su estado en intervalos, preferentemente regulares.

Viendo cada momento T como un sistema, para su descripción se podría imaginarlos como un vector, un solo lugar, el cual describe al sistema:

a_i

b_i

.

.

.

Z_i

Una secuencia de vectores para una serie de tiempos, describen la manera en que cambia el sistema, o sea, su trayectoria, es decir:

Tiempo	T_1	T_2	T_3	
	a_1	a_2	a_3	
	b_1	b_2	b_3	
	.	.	.	
	.	.	.	
	.	.	.	
	S_1	S_2	S_3	Trayectoria del Sistema
	.	.	.	
	.	.	.	
	.	.	.	
	Z_1	Z_2	Z_3	

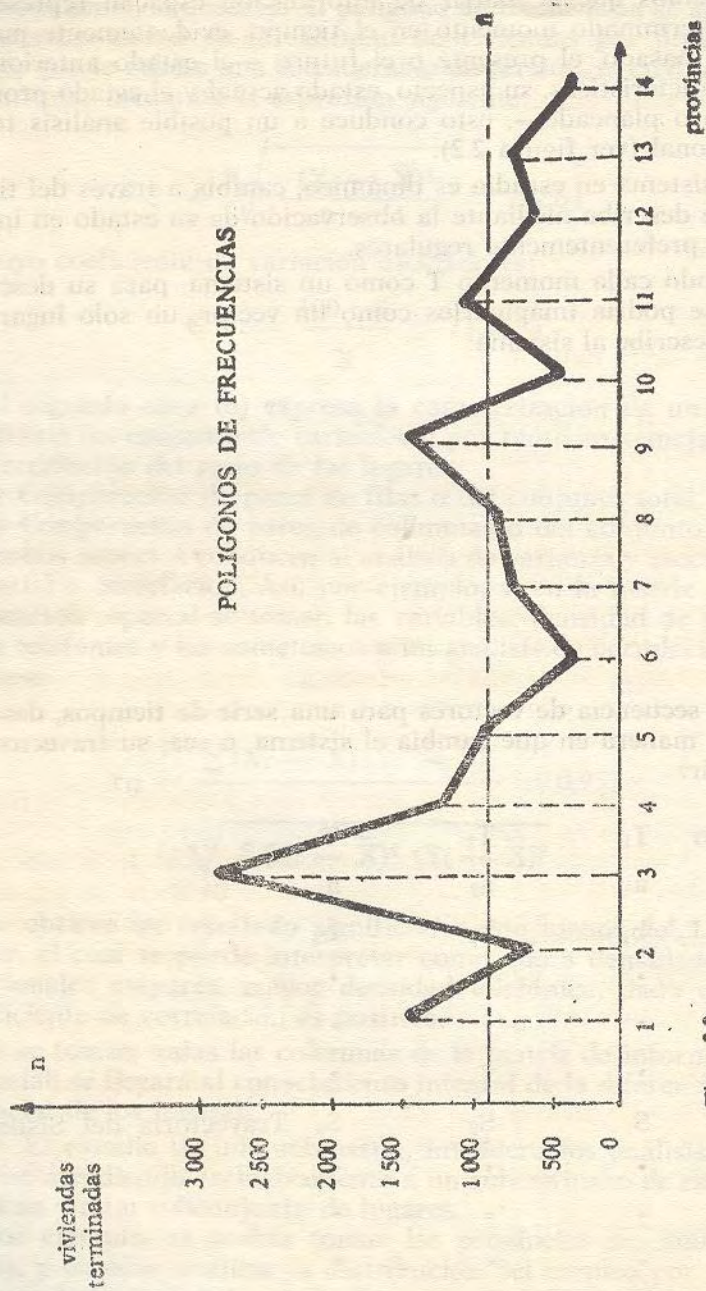


Fig. 2.2

Un ejemplo numérico podría ser el siguiente, en el cual se toma como lugar la antigua provincia de Camagüey:

Características	T ₁	T ₂
Densidad	38,7	39,6
Población menor de 5 años	11,8	11,5
Construcción		
Producción bruta	105,6	131,0
Viviendas terminadas	2 500	2 700
Densidad telefónica	19,4	19,9
Cines de 35 mm	48	50

El análisis diacrónico de la matriz de información espacial, conduce al conocimiento de las variaciones temporales de los lugares y de las características espacialmente, mediante los estudios siguientes:

Comparación de una fila: La comparación de una fila o parte de ella (incluso de una sola casilla) a través del tiempo, conduce al conocimiento de las variaciones en la distribución espacial de las características.

Comparación de una columna: La comparación de una columna o parte de ella a través del tiempo, induce al conocimiento de la variación en el carácter de un lugar determinado en una serie de estudios.

A partir de los estudios enumerados hasta ahora es factible realizar:

a) Análisis de la variación espacio-temporal de la asociación de características y lugares geográficos; es decir, se puede realizar un análisis de correlación entre características a través del tiempo y de clasificación geográfica entre lugares.

b) Análisis de la caracterización territorial.

c) Análisis de una submatriz en el plano temporal que posibilita el análisis integral de las variaciones en un subconjunto de características así como su reflejo en el desarrollo de un subconjunto de lugares.

Para finalizar este punto, volvemos a insistir sobre lo siguiente: los lugares pueden ser cualquier unidad territorial desde una simple cuadrícula hasta una provincia entera, pasando por una ciudad o parte de ella, incluso una manzana. Resulta obvio señalar que a menor dimensión territorial de los lugares, se obtendrá un mayor grado de precisión en la caracterización y estudio de los mismos. La restricción a esta aseveración está

impuesta por el nivel territorial de la información, sea su base censal o sus inventarios.

En el plano temporal, en la categoría de la planificación urbana; los diferentes tiempos, serían el análisis prerrevolucionario (T_1), el análisis de la situación actual (T_2) y por último, el esquema urbano (T_3).

UTILIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Las variables características pueden expresarse según su expresión dimensional normal, la propia de la variable, o mediante una transformación previa; transformación consistente en **estandarizar** o **normalizar** la variable.

Para las comparaciones, ya sea entre características o lugares, las variables deben estar expresadas en las mismas unidades, como esto no ocurre así, con frecuencia es necesario transformarlas mediante la previa estandarización de las mismas.

Las variables o características estandarizadas son unidades de medidas iguales y como su valor es independiente de la distribución, constituyen una herramienta muy útil en las comparaciones. La expresión formal para su cálculo es la siguiente:

— La estandarización (valores Z) se realiza mediante:

$$Z \equiv \frac{X_i - \bar{X}}{S}$$

Donde:

$\bar{X}$, valor central de la variable;

S, desviación típica.

Aplicando la transformación a la matriz de información espacial, se produce una matriz de datos estandarizados como la que se muestra a continuación:

Para evitar los números negativos se puede operar la transformación de Z en una variable T, la cual se define con:

$$T = \frac{X_i - \bar{X}}{S} = (10) + 50$$

Los valores de T oscilan entre 20 y 80 con una media de 50.

MATRIZ 2.3

$\begin{smallmatrix} j \\ i \end{smallmatrix}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	-0,389	-0,222	3,738	-0,304	-0,233	-0,260	-0,288	-0,306	-0,309	-0,291	-0,224	-0,246	-0,160	-0,266
2	0,416	-0,898	-1,555	-0,752	-0,971	-0,752	-0,752	-0,022	0,124	0,708	0,781	0,781	0,635	1,438
3	-0,039	0,213	3,367	-0,278	0,733	-0,458	-0,715	-0,751	0,150	0,758	0,191	0,501	0,326	0,846
4	1,035	-0,453	3,023	0,382	0,059	-0,798	-0,447	-0,212	-0,714	-0,919	0,285	-0,655	-0,294	1,102
5	-0,337	0,007	3,561	0,192	-0,039	-0,056	-0,207	0,011	0,196	-0,635	-0,534	-0,656	-0,207	-0,685
6	0,416	0,193	3,048	1,041	0,416	-0,431	-0,298	-0,521	-0,074	-0,788	-0,074	-0,565	-0,030	-1,056

Matriz de información especial con las variables o características tipificadas; valores (Z)

MATRIZ 2.4

$\begin{smallmatrix} j \\ i \end{smallmatrix}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	52,8	52,2	87,4	53,0	52,3	52,6	52,9	53,1	53,1	52,9	52,2	52,5	51,6	52,7
2	54,2	59,0	65,6	57,5	59,7	57,5	57,5	50,2	51,2	57,1	57,8	57,8	56,4	64,4
3	50,4	52,1	83,7	52,8	57,3	54,6	57,2	57,5	51,5	57,6	51,9	55,0	53,3	58,5
4	60,4	54,5	80,2	53,8	50,6	50,6	54,5	52,1	57,1	59,2	52,9	56,5	52,9	61,0
5	53,4	50,1	85,6	51,9	50,4	50,6	52,1	50,1	52,0	56,4	55,3	56,6	52,1	56,9
6	54,2	51,9	80,5	60,4	54,2	54,3	53,0	55,2	50,7	57,9	50,7	55,7	50,3	60,6

Tenidos los valores (Z) se puede hacer la transformación a valores (T)

Matriz de Información Espacial con características tipificadas; valores (T)

Para confeccionar la Matriz de información espacial con valores estandarizados que posibilitan comparaciones y análisis de asociaciones espaciales, se reemplazan los valores brutos, es decir, la dimensión de cada una de las variables por los estandarizados, pudiéndose realizar ello toda vez que la expresión

$$Z = \frac{X_i - \bar{X}}{S}$$

tiene una media igual a cero y una desviación típica igual a la unidad.

Con el objetivo de evitar números negativos, dado que ello acarrearía confusiones a la hora de efectuar los cálculos, así como el exceso de las cifras decimales, se realiza una transformación convencional, que consiste en multiplicar por diez y sumarle cincuenta a la expresión anterior, o sea,

$$T \equiv \frac{X_i - \bar{X}}{S} (10) \pm 50$$

con lo cual se tendrán valores comprendidos entre 20 y 80 con media aritmética de 50. En ocasiones no se cumple el rango planteado, ello se debe a que el valor está fuera de (3 S). (Los valores de 10 y 50 son arbitrarios, significan únicamente un cambio de escala.).

De esta manera, la matriz de información espacial original A de (n • m), filas y columnas, la cual dará paso a una matriz de correlación de (n • n), muestra los coeficientes de correlación simples de cada una de las variables con el resto de las otras.

El proceso de preparación del análisis cuantitativo espacial se presentan en las figuras 2.3 y 2.4.

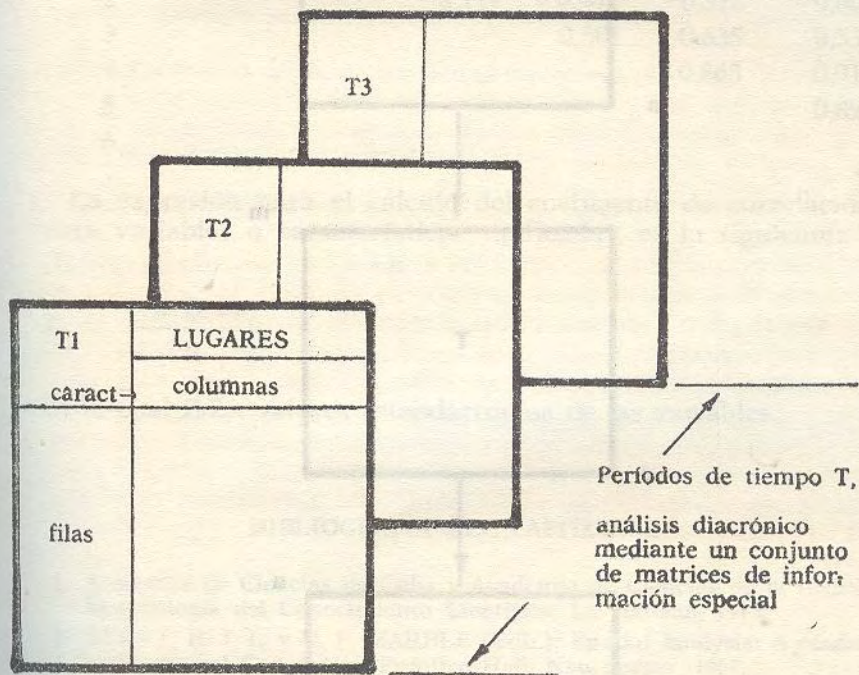


Fig. 2.3

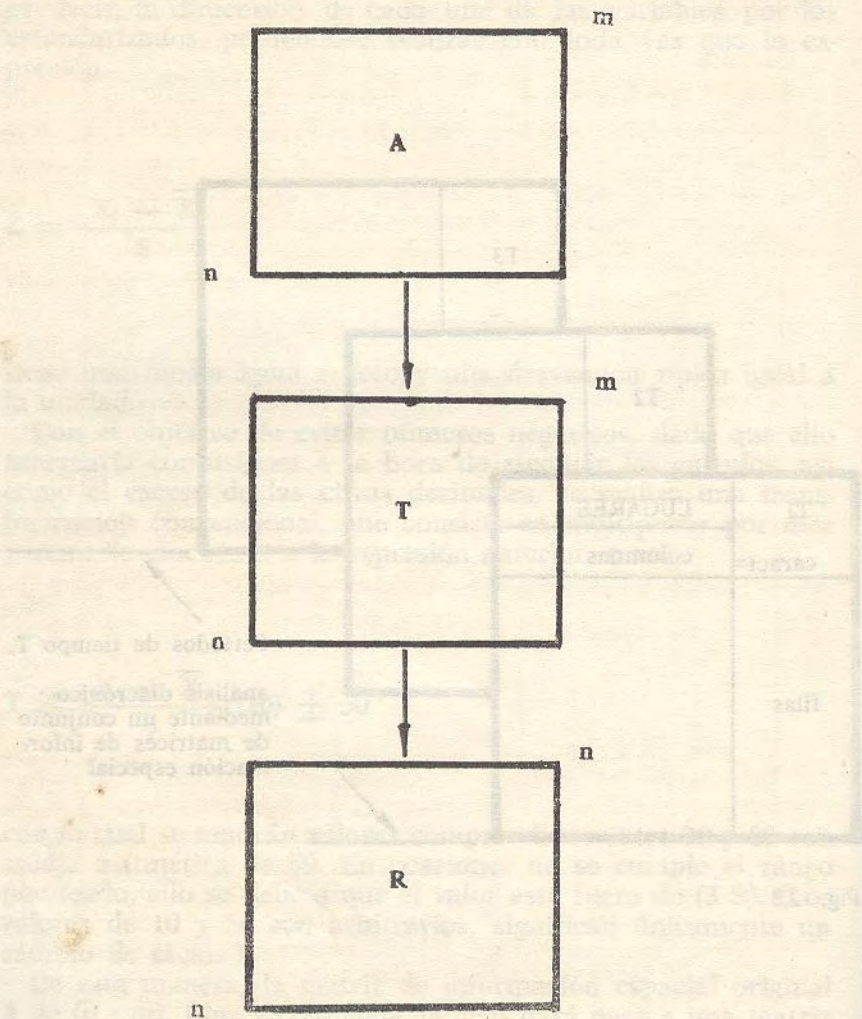


Fig. 2.4

La matriz de correlaciones R representa el paso obligado para el análisis multivariado, en sus diferentes expresiones.

La matriz de correlaciones correspondientes al ejemplo que estamos empleando es la siguiente:

Características	1	2	3	4	5	6
1	—	-0,413	0,918	1,567	0,953	0,762
2		—	-0,114	-0,444	-0,572	-0,604
3			—	0,501	0,635	0,539
4				—	0,865	0,910
5					—	0,893
6						—

La expresión para el cálculo del coeficiente de correlación para variables o características tipificadas, es la siguiente:

$$I_{xy} = \frac{\sum Z_x Z_y}{n}$$

en la cual $Z_x Z_y$: valores estandarizados de las variables.

BIBLIOGRAFÍA DEL CAPÍTULO 2

1. Academia de Ciencias de Cuba y Academia de Ciencias de la URSS: **Metodología del Conocimiento Científico**. La Habana, 1975.
2. BERRY, B. J. L. y D. F. MARBLE (Edit.): **Spatial Analysis: A reader in Statistical Geography**, Prentice Hall, New Jersey, 1967.
3. Comisión de Investigaciones de la Universidad de La Habana: **La investigación científica: un panorama**. La Habana, 1963.
4. COLO J. y C. KING: **Quantitative Geography**, J. Wiley and Sons Ltd.
5. CHORLEY, R. J. y P. HAGGETT (Edit.): **Models in Geography, the Second Malingley Lectures**, London, 1967.
6. DE GORTARI, ELI: **Lógica General, tratados y manuales**, Grijalbo, México, 1971.
7. ENGELS, FRIEDRICH: **Dialéctica de la Naturaleza**, Editorial Grijalbo, México.
8. ———: "Introducción a la crítica de la Economía Política", en: Karl Marx y Friedrich Engels: **Obras Escogidas**, Editorial Progreso, Moscú, 1970.
9. GALTUNG, J.: **Teoría y métodos de la investigación social**. Ediciones Previas, Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1966.

10. GOLOVANOV, W.: **Los métodos y las formas del conocimiento científico**, La Habana, 1976.
11. GORSKI y TRAVANS: **Lógica**. Imprenta National de Cuba, La Habana, s/f.
12. HAGGETT, P.: **Location analysis in human geography**, Arnold, London, 1965.
13. HOHN, E. FRANZ: **Elementary matriz algebra**, Instituto del Libro, La Habana, 1969.
14. KUPRIAN, A.P.: **Problemas metodológicos del Experimento Social**, La Habana, 1978.
15. LENIN, V. I.: **Materialismo y empiriocriticismo**. Editorial Cartago, Buenos Aires, 1956.
16. MARX, CARLOS: **Contribución a la crítica de la economía política**, La Habana, 1973.
17. Ministerio de Educación Superior, Universidad de La Habana y Facultad de Filosofía e Historia: **Metodología de la investigación social**. La Habana, s/f.
18. PLASENCIA, A.: **Lecturas escogidas de metodología**. Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 1965.
19. RACINE, J. B. y H. REYMOND: **L'Analyse quantitative en Géographie**. Press Universitaires de France, 1973.
20. SOKAL, R. R.: **Numerical Taxonomy**. *Scientific American*, number 6.
21. ZDRZVOMISLOV, A. G.: **Metodología y procedimientos de las investigaciones sociales**, La Habana, 1975.

Nota: El empleo de la estadística como técnica para el tratamiento de la información contenida en la matriz de información espacial, puede ser encontrada en multitud de textos recomendados:

SILVA, R., A. BEBELAGUA y H. FERNÁNDEZ: **Estadística General**, Editorial Libros para la Educación, La Habana, 1981.

Capítulo 3

TÉCNICAS DEL ANÁLISIS DEMOGRÁFICO

Este capítulo constituye el conjunto de conocimientos básicos en la Demografía para su posible utilización en un momento dado, como herramienta de trabajo dentro del contexto del Análisis Regional por un técnico no especializado en la materia. Consta de tres partes fundamentales: el crecimiento demográfico, el análisis de las migraciones y el análisis demolaboral.

CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO

En demografía, para medir los cambios experimentados por las variables demográficas se utilizan, por lo general, las llamadas **tasas**, que son más que razones matemáticas multiplicadas por una constante. Debe tenerse en cuenta que los cambios deben medirse en relación con un período de tiempo, casi siempre correspondiente a un año calendario.

Por lo general, se considera que los hechos demográficos, como la mortalidad o la fecundidad se distribuyen de manera uniforme en un cierto intervalo de tiempo, siguiendo una distribución lineal.

La estructura por edades de una población no es más que una relación entre las personas de determinada edad y el total de la población. Una de sus representaciones gráficas se conoce como "pirámide de edades".

El aumento o disminución experimentado por una población, determina su crecimiento. El crecimiento de una población puede ser de dos tipos según las variables demográficas que intervengan en el mismo:

Crecimiento vegetativo o natural. Es cuando el cambio en la magnitud de la población se determina exclusivamente por la diferencia entre los nacimientos y las muertes ocurridas durante un período de tiempo en determinado lugar.

Crecimiento total o neto. Se entiende como tal cuando la variación en la magnitud se debe no sólo a las diferencias entre nacimientos y muertes, sino también por las diferencias entre salidas y entradas de personas durante el espacio y en el tiempo considerados.

Medidas de crecimiento

Para medir el crecimiento de una población se utilizan las tasas, o ritmos de crecimiento que pueden calcularse de varias formas:

a) Tasas de crecimiento aritmético o tasa promedio

$$r = \frac{N^t - N^0}{N^0 \cdot t} \cdot K$$

Donde:

r, tasa de crecimiento;

N^0 , población al inicio del período;

N^t , población al final del período;

t, tamaño del intervalo o tiempo en años;

K, constante, por lo general 100 o 1.000.

b) Tasa de crecimiento geométrico o tasa de interés compuesto

$$r = \sqrt[t]{\frac{N^t}{N^0}} - 1$$

La cual puede también calcularse de forma aproximada mediante la expresión siguiente:

$$r = \frac{2 [N^t - N^0]}{t [N^0 + N^t]}$$

Medidas de la mortalidad

Las principales medidas de la mortalidad son: la tasa bruta de mortalidad y la tasa específica de mortalidad, así como la esperanza de vida al nacer.

a) **La tasa bruta de mortalidad.** Se define como la relación entre el total de muertos ocurridos durante un año calendario de una población y la población total a mitad del año calendario (30 de junio).

Por lo general, para evitar en las tasas los efectos en las fluctuaciones aleatorias de la mortalidad en un año, se acostumbra a calcular las tasas con el promedio de los muertos ocurridas en tres años, relacionándolo con el promedio de la población durante esos años. La tasa se expresa por cada mil habitantes.

$$m = \frac{D^{-1} + D^0 + D^{+1}}{N^{-1} + N^0 + N^{+1}} \cdot 1000$$

b) **La tasa específica de mortalidad por edades.** Es la relación entre las defunciones ocurridas en la población de determinada edad, o grupos de edades y la población a mitad del año en esas mismas edades. Esta tasa se conoce también con el nombre de **tasa central de mortalidad**.

$${}_n m_x = \frac{{}_n D_x}{{}_n N_x} \cdot 1000$$

Donde:

n , tamaño del intervalo de edad;

x , edad al inicio del intervalo;

${}_n D_x$, defunciones en un año calendario de personas entre las edades x y $(x + n)$.

c) **Mortalidad infantil.** En demografía se calcula también la mortalidad de niños menores de un año de edad. La tasa de mortalidad infantil se expresa relacionando las defunciones de menores de un año, en un año calendario, con los nacimientos ocurridos ese mismo año.

$$m_0 = \frac{D^0}{B_0}$$

Donde:

m_0 , tasa de mortalidad infantil;

D_0 , defunciones de menores de un año;

B_0 , nacimientos

Medidas de los niveles de fecundidad

Se utilizan fundamentalmente las siguientes tasas:

a) **Tasa bruta de natalidad.** Es la relación entre el total de nacimientos de niños vivos, ocurridos en un año calendario y la población a mitad de año.

$$b^z = \frac{B^z}{N^z} \cdot 1\,000$$

Donde:

z , año;

B , total de nacimientos;

N , población total de ambos sexos.

Aquí también para evitar los efectos aleatorios, se halla previamente el promedio de tres años.

b) **Tasa de fecundidad general.** Es la relación entre los nacimientos ocurridos en un año calendario y la población media femenina en edad fértil (entre 15 y 49 años de edad) en ese año.

$$TFG^z = \frac{B^z}{N^z F(15 - 49)} \cdot 1\,000$$

Donde:

TFG^z , tasa de fecundidad en general en el año Z ;

$N^z F(15-49)$, población media femenina desde 15 hasta 49 años de edad en el año Z .

c) **Tasa de fecundidad por edad.** Esta tasa es el resultado de la relación entre los niños nacidos y las madres de determinada edad en el año específico.

$$f_x^z \equiv \frac{B_x^z}{N^z F(x)}$$

Donde:

f_x^z , tasa de fecundidad de las mujeres de edad x en el año z ;

B^z_x , niños nacidos de madres en edad x en el año z ;

$N^zF(x)$, población media femenina de edad x en el año z .

d) **Tasa global de fecundidad.** Para su cálculo se suman las tasas de fecundidad por edades.

$$TGF^z \equiv \sum_{x=15}^{49} f^z_x$$

Índice de masculinidad

Es definido como la relación entre la población masculina y la femenina. Puede calcularse total y específica por edades, nivel educacional, ocupación, etcétera.

$$IM = \frac{{}_nN^m_x}{{}_nN^f_x}$$

Donde:

${}_nN^m_x$, población masculina entre las edades (x) y $(x + n)$;

${}_nN^f_x$, población femenina entre las edades (x) y $(x + n)$

Proyección de población

Existen diversos métodos para estimar la magnitud y la composición futura de la población. En este caso se tratará sobre los dos más utilizados: **global** y **componentes**. Mediante el primero solamente se estima la magnitud futura de la población y el segundo permite proyectar la magnitud y composición de la población, en una forma más refinada.

a) **Global.** El método más sencillo para calcular la magnitud futura de la población consiste en aplicar al número de habitantes determinado, en una fecha más o menos reciente, una tasa hipotética de incremento durante el período de tiempo para el cual se prepara la proyección.

La tasa puede establecerse basándose en observaciones del crecimiento de esa misma población en el pasado o por analogía con tasas que se ha comprobado existen en otras poblaciones en circunstancias similares.

La proyección global está asociada a la utilización de una función matemática, en la cual la tasa de crecimiento es un parámetro, el tiempo una variable. El uso de tales funciones para proyectar presenta la ventaja de la rapidez de su cálculo; las desventajas están implícitas en los supuestos de que parte:

—Se desconoce la ley de cambio de la población.

—Hace abstracción de consideraciones demográficas, es decir, de las variables demográficas.

A causa de ésto, las funciones matemáticas se usan cada vez menos para proyectar. La selección de la función dependerá de los datos de que se disponga y de la extensión y objetivo que se persiga en la proyección.

Ahora se analizarán las funciones que requieren el conocimiento de solo dos puntos, por ejemplo, la población total en dos momentos, 1960 y 1970.

La recta. La expresión matemática de la recta es:

$$N^t = N^0 + (rN^0) t$$

Donde:

N^t , población en el año t ;

N^0 , población en el año base o cero;

r , tasa de crecimiento de la población;

t , intervalo en años.

El uso de la recta para proyectar la población, tiene algunas implicaciones. Desde el punto de vista analítico se consideran incrementos absolutos constantes. Desde el punto de vista demográfico, supone una constancia absoluta del crecimiento de la población. Aunque, en rigor, al considerar incrementos de población constantes, sucede que:

$$B - D + I - E = r \cdot N^0 = \Delta N = \text{constante}$$

Donde:

B , nacimientos;

D , defunciones;

I , inmigraciones;

E , emigraciones;

N , incremento de población.

En general, la recta se utiliza para plazos muy cortos, para obtener estimaciones de población a mitad de año por ejemplo.

Exponencial. Una de las representaciones de la función exponencial es la siguiente:

$$N^t = N^0 (1 + r)^t$$

Una fórmula más sencilla que arroja resultados similares es:

$$N^t = \frac{N^0 (2 + rt)}{2 - rt}$$

Método de componentes. Se denomina así cuando en el cálculo se tienen en cuenta las proyecciones parciales de las variables demográficas que inciden en la estructura por sexo y edades de la población (mortalidad, fecundidad y migraciones). Este método permite, asimismo, proyectar por separado el número de hombres y mujeres en cada grupo de edad.

Los datos necesarios para confeccionar una proyección de población por componentes es la siguiente:

— Población inicial o base preferiblemente por grupos quinquenales de edad (para obtener proyecciones con intervalos de 5 años calendario).

— Ley de mortalidad, dada por una tabla de mortalidad.

— Ley de fecundidad, dada por una serie de tasas de fecundidad femenina, por edad (n^t_x).

Por su mayor grado de complejidad, el método de componentes sobrepasa el alcance de este texto.

LAS MIGRACIONES

Para poder proyectar y estimar la población, es necesario el análisis de las migraciones, entre otros, este es el objetivo del presente acápite.

El problema migracional depende en grado sumo de la participación direccional del Estado. Cuando éste participa decisivamente, el problema se reduce a una programación de movimientos, en otros casos, es necesario recurrir a proyecciones o estimados.

TOTAL DE MIGRACIONES NETAS Y BRUTAS

Estos métodos de análisis pueden clasificarse en dos tipos: Uno, solamente para la migración neta, por medio del método resi-

dual, el cual incluye la sobrevivencia; y el segundo método que proporciona información tanto para la inmigración como para la emigración y, por diferencia, para las migraciones netas. Este tipo de estudio incluye los métodos de natividad y residencia, y utiliza procedimientos especiales, tales como el registro continuo de la población. Este método es el preferible, pero en muchos de los casos es inaplicable debido a la restricción de datos.

Método residual. Con este método se asume que ante la ausencia de migraciones, el crecimiento de la población de una unidad geográfica, en el período de tiempo determinado, es igual a la diferencia entre los nacimientos y las muertes en esa unidad geográfica. La discrepancia entre las variaciones teóricas y las reales, se definen como las migraciones netas, durante el período:

$$M_0 = (P_{t+\theta} - P_t) - N_0$$

Donde:

M_0 , migración neta durante el período;

$P_{t+\theta}$, población de la unidad geográfica en estudio en el año $(t + \theta)$;

P_t , población total del área en estudio en el año (t) ;

N_0 , incremento neto natural durante el período θ .

La validez del método depende de la actualidad que tenga el incremento natural en el período considerado. Si se tiene por estadísticas, los nacimientos y las muertes, se obtiene el incremento natural de la manera siguiente:

$$M_0 = (P_t + \theta - P_t) - (B_0 - D_0)$$

Donde:

B_0 , nacimientos de la población original durante el período;

D_0 , defunciones de la población original durante el período.

También puede calcularse mediante:

$$M_0 = (P_{t+\theta} - P_t) - (P_t - \beta P_t)$$

Donde:

P_t — índice bruto de nacimientos en el período.

βP_t — índice bruto de defunciones en el período.

MIGRACIONES DIFERENCIALES

En algunas ocasiones se requiere conocer, cuando se estudian los movimientos poblacionales, algunas características específicas, tales como edad y sexo de los migrantes o su ocupación, o ambos.

Para ello se pueden aplicar las expresiones anteriores, introduciéndoles las modificaciones pertinentes. Así, para cualquier componente diferencial (X) de la población de una unidad geográfica, la migración neta diferencial de un período, puede expresarse de la manera siguiente:

$${}_xM_\theta = ({}_xP_{t+\theta} - {}_xP_t) - {}_xN_\theta$$

Donde:

${}_xM_\theta$, migración neta durante el período θ , del componente diferencial (x), de la población total estudiada ($x = 1, 2, \dots, n$);

${}_xP_{t+\theta}$, número total de personas contenidas en el componente (x) en el año ($t + \theta$);

${}_xP_t$, número total de personas contenidas en el componente (x) en el año (t);

${}_xN_\theta$, incremento neto natural del componente (x) durante el período (θ).

Por tanto, la migración neta total es de:

$$\begin{aligned} M_\theta &= (1 P_{t+\theta-1} P_t) + (2 P_{t+\theta} - 2 P_t) + \dots + \\ M_\theta &= (1 P_{t+\theta-1} P_t) + (2 P_{t+\theta} - 2 P_t) + \dots + \\ &({}_n P_{t+\theta} - {}_n P_t) - 1 N_\theta + 2 N_\theta + \dots + n N_\theta \end{aligned}$$

o lo que es lo mismo:

$$M_\theta = \sum_{x=1}^n ({}_xP_{t+\theta} - {}_xP_t) - {}_xN_\theta$$

Cuando se tienen los datos correspondientes a los nacimientos y a las defunciones, la expresión cobra la forma siguiente:

$$M. \sum_{x=1}^n ({}_xP_{t+1} - {}_xP_t) = \sum_{x=1}^n ({}_xB. - {}_xD.)$$

Donde:

${}_xB.$, nacimiento del componente (x) durante el período (0);

${}_xD.$, defunciones del componente (x) durante el período 0;

Cuando se utilizan índices vitales, entonces la ecuación se torna:

$$M. = \sum_{x=1}^n ({}_xP_{t+1} - {}_xP_t) = \sum_{x=1}^n (Xx \cdot {}_xP_t - xB \cdot {}_xP_t)$$

Donde:

Xx , índice de nacimientos del componente (x) durante el período (0).

$x\beta$, defunciones del componente (x) en el período (0).

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

La población económicamente activa (PEA) está constituida por todas las personas de uno u otro sexo, que suministran la fuerza de trabajo disponible para la producción de bienes materiales y de servicio.

Comprende tanto las personas ocupadas como las desocupadas. El volumen de la oferta de fuerza de trabajo en un país, depende de las condiciones demográficas, económicas y sociales que lo caracterizan en un momento determinado.

El tamaño y la estructura por sexo y edad de la población, condicionados por las tendencias a largo plazo de la fecundidad, la mortalidad y los movimientos migratorios, son los factores demográficos que determinan los límites máximos, respecto al número de personas que pueden participar en la actividad económica. Asimismo, el tipo de producción, el grado de progreso técnico, la organización de la economía, la extensión y prolongación de la escolaridad, la legislación laboral y la extensión del sistema de seguridad social, como factores socioeconómicos,

imponen limitaciones a la cantidad de fuerza de trabajo disponible por razón de los factores exclusivamente demográficos.

Es costumbre establecer un límite mínimo de edad para considerar a la población económicamente activa, el cual varía entre los diferentes países. En Cuba, la edad mínima para el inicio de la actividad económica, según la legislación laboral vigente es de 17 años.

La estructura por sexo de la población económicamente activa varía según las ramas de actividad, por tanto conforme al grado de desarrollo económico, la composición por sexo de la población económicamente activa, será distinta. A mayor desarrollo económico, corresponde una mayor proporción de mujeres que oscila entre 240 % en los países más desarrollados y en los países de escaso desarrollo económico, esta cifra oscila entre el 11 al 18 %.

La composición o estructura de las ocupaciones de la población económicamente activa, está estrechamente vinculada a la distribución, por ramas de actividad económica. La proporción de agricultores, artesanos, operarios de fábricas, conductores de medios de transporte, oficinistas, profesionales y técnicos, evidencia el grado de desarrollo económico alcanzado por un país. A mayor desarrollo, menos proporción de agricultores y mayor proporción en las otras ocupaciones.

El análisis de la estructura de las ocupaciones por sexos, refleja en los varones que a mayor desarrollo corresponde la mayor proporción de trabajadores vinculados a las ocupaciones de la industria, con pocas diferencias entre las proporciones en otras ocupaciones. En cuanto al sexo femenino el desarrollo va acompañado de la más alta proporción en las ocupaciones de la infraestructura social y una muy escasa proporción en la agricultura.

Medidas de la participación de la población en la actividad económica

a) **Tasa bruta por actividad.** En relación con el volumen de la población total, el tamaño de fuerza de trabajo se expresa mediante la tasa bruta de actividad que debe calcularse por sexos. Esta tasa revela el grado de participación de hombres y mujeres en la actividad económica.

$$A = \frac{N_a}{N} \cdot K$$

Donde:

- A, tasa bruta de actividad;
 N_a , población activa;
N, población total;
K, constante, por lo general, 100.

La limitación fundamental de esta tasa estriba en que el denominador de la misma, comprende a toda la población y no a la que efectivamente esté en edad de trabajar (17 a 54; 17 a 59 años femenina y masculina respectivamente) y que la participación en la actividad económica se realiza dentro de una determinada edad.

b) **Tasa refinada de actividad.** Para obviar la limitación de la tasa bruta se acostumbra a calcular la llamada tasa refinada de actividad (A'), que sí mide la participación de la población según sus edades de entrada y salida de la actividad económica,

$$A' = \frac{N^a}{N_{17} \text{ y más}}$$

("más", hasta 54 las mujeres y hasta 59 los hombres).

c) **Tasa de actividad por edades.** La participación de la población en la actividad económica no es uniforme en todos los sectores de la economía, al contrario, varía significativamente según el sexo y la edad, niveles extremos muy próximos al 100 % en algunas edades, sobre todo en la población masculina y en otros casos, próximos a 0 % en la población femenina. Estos hechos dan lugar al cálculo de tasas de actividad por edades (${}_nA_x$) como medida del grado de participación de la población en la actividad económica.

$${}_nA_x = \frac{{}_nN^a_x}{{}_nN_x} \cdot K$$

Donde:

- x, edad inicial del grupo;
n, tamaño del intervalo.

La estructura de las tasas de actividad por edad, difiere según el sexo y el tipo de economía considerados. En la población masculina, la estructura de las tasas de actividad por edad presenta diferencias notables, según el grado de desarrollo económico, en las llamadas edades marginales (por debajo de 20 años y por encima de 54). Entre las edades de 25 y 54 años, existe relativa igualdad en la participación, siempre alta en to-

dos los países, cualquiera que sea el nivel de desarrollo económico.

Internacionalmente, en cuanto a la población femenina, el valor máximo de las tasas ocurre en una edad bastante baja (entre 20 y 24 años) decreciendo entre los 35 y 40 años y con un nuevo ascenso hasta los 50 años. El nivel de desarrollo económico alcanzado por un país, incide notablemente sobre la participación de la población femenina en la actividad económica; según lo observado, a mayor desarrollo, más elevación en las tasas de actividad.

d) **Coefficiente de dependencia.** La relación entre población económicamente activa y población económicamente inactiva, mide el grado de dependencia o carga que en promedio tiene que soportar cada persona disponible para la producción de bienes. Esta relación no expresa de manera real el grado de dependencia o carga, ya que la población económicamente activa, está integrada tanto por personas ocupadas como desocupadas; la verdadera dependencia está dada mediante dos observaciones:

— La cantidad de población menor de 17 años y mayores de 65 relacionada con la población laborando activamente.

— Los desocupados (por edad, sexo, enfermedades crónicas, falta de empleo, etc.) entre los ocupados.

El valor de este coeficiente de dependencia o carga, está directamente vinculado con el grado de envejecimiento de la población. Es muy joven este coeficiente y toma por lo general sus valores más altos. Su expresión es la siguiente:

$$C \cdot D' = \frac{N^d}{N^o}$$

Donde:

N^d , población desocupada,

N^o , población ocupada.

También:

$$C \cdot D' = \frac{{}_xN_r}{N^o}$$

${}_xN_r$, población de menores de 17 años y mayores de 64.

e) **Coefficiente de envejecimiento.** Es la relación entre la población de más de 65 años respecto a la población total.

$$C \cdot E = \frac{N_x}{N}$$

Donde:

N_{65} , población de 65 años y más;

N , población total.

Factores del nivel de participación de la población en la actividad económica

El tamaño de la población económicamente activa, depende principalmente del número de personas en edades activas. Si ésta se fija entre 17 y 60 años —período en el cual está comprendido la mayoría de los trabajadores—, habrá una estrecha relación entre el número de personas entre esas edades y personas económicamente activas. Esta relación es aún más estrecha cuando se considera solamente el sexo masculino.

De lo anterior se infiere, que la estructura por edad de una población es un factor que incide de modo notable sobre la participación de la población en la actividad económica.

Al factor demográfico estructurado por edad, se unen factores de índole socioeconómico como limitantes de la participación sobre todo en las llamadas edades marginales. Entre estos factores, se pueden citar la asistencia escolar, actuando así en las edades más jóvenes (menores de 20 años) y la seguridad social, retiros, pensiones en las edades más avanzadas. Estos factores socioeconómicos tienen mayor peso a mayor desarrollo económico alcanzado por el país, y dentro del mismo, mayor en la población urbana que en la rural.

En la población femenina incide sobre su participación además de los factores anteriores, otros como la urbanización, el nivel educativo, el estado civil y la fecundidad.

—**La urbanización.** Es un factor que contribuye a aumentar la participación de la población femenina en la actividad económica, al ofrecer mayores oportunidades de empleo (servicios, manufactura, etcétera).

—**La educación.** Es un factor que si bien limita la participación en determinadas edades por la necesidad de asistencia escolar, resulta evidente que a mayor número de años de estudio aprobados por las mujeres, corresponde un nivel más alto de participación en la actividad económica, sobre todo cuando se pasa del nivel medio al universitario.

—**El estado civil.** Influye en la participación femenina, pues de acuerdo con lo observado en numerosos países, las solteras presentan el nivel más alto de participación, después las divorciadas, las viudas y por último, las casadas.

—**La fecundidad.** Es un factor negativo de acuerdo con la participación femenina; las tasas de actividad decrecen sistemáticamente al aumentar el número de hijos nacidos vivos.

BIBLIOGRAFÍA DEL CAPÍTULO 3

1. (CEDEM), UNIVERSIDAD DE LA HABANA: **Principios Elementales de la Demografía**, CENTRO DE ESTUDIOS DEMOGRAFICOS, Serie I, Estudios Demográficos número 1, junio de 1972.
2. PRESSAT, ROLAND: **El análisis demográfico**, Edición revolucionaria, Instituto Cubano del Libro, La Habana, 1970.
3. Naciones Unidas: **Manual I. Métodos de cálculo de la población total**, ST/SOA/Serie A. Estudios de Población, no. 10, New York, 1966.
4. ELIZAGA, JUAN y MOLLÓN, ROGER: **Población económicamente activa**, CELADE, serie B no. 30, Santiago de Chile, Septiembre de 1970.
5. ISARD, W.: **Método de análisis regional**, Ediciones Ariel, Barcelona, 1971.

Capítulo 4

CARACTERIZACIÓN TERRITORIAL A TRAVÉS DEL EMPLEO

Mediante el presente modelo econométrico se trata de caracterizar el espacio geográfico en función de las ramas fundamentales de la actividad económica.

Se utiliza como indicador el empleo, dado que este aparece con más frecuencia en los censos de población, que los referentes al volumen de producción, valor de la misma, aporte regional al producto nacional, etcétera.

Existen diferentes métodos y técnicas para un estudio específico de esta problemática. En este capítulo se desarrollará el denominado Método de Dunn.

EL MÉTODO. SUS OBJETIVOS

En lo fundamental, el método estudia dos aspectos:

La estructura interna por sectores del empleo, en el espacio geográfico considerado. Este aspecto se denominará efecto estructural o efecto proporcional, designado por (π).

El grado de heterogeneidad, o sea el ritmo diferente de crecimiento de los sectores económicos por separado, en cada espacio geográfico, se denomina **efecto diferencial** y se representa por (δ).

El Método de Dunn ayuda a distinguir entre el efecto proporcional (crecimiento igual al promedio nacional) y el efecto diferencial (desviación absoluta respecto al promedio nacional).

DESARROLLO ANALÍTICO DEL MÉTODO

En primer lugar, se requiere disponer de los datos nacionales correspondientes a un año del pasado, referente a los sectores económicos considerados, así como los datos del período actual.

Simbólicamente se tiene (considerando tres sectores, que pueden ser Primario, Secundario y Terciario).

CUADRO 4.1

Sectores	Empleo nacional en el año t-n	Empleo nacional en el año t	Índice de crecimiento
Primario	E_1^{t-n}	E_1^t	I_1
Secundario	E_2^{t-n}	E_2^t	I_2
Terciario	E_3^{t-n}	E_3^t	I_3
TOTAL	E_n^{t-n}	E_n^t	I_n

Seguidamente se construye una tabla (cuadro 4.2) perteneciente a las unidades geográficas (por ejemplo, las provincias, una tabla para cada una).

En este segundo paso (ámbito regional en el pasado) se cuantifican las diferencias entre el ritmo de crecimiento del año (t-n) el año (t); al cuantificar las diferencias, a su vez, se cuantifican las causas de las mismas; tal como se muestra en la siguiente tabla correspondiente a la provincia A.

CUADRO 4.2

Sectores	I	II	III	IV	V	VI	VII
Primario	e_1^{t-n}	e_1^t	i_1	I_1	e_{p1}^t	ed_1^t	R_1
Secundario	e_2^{t-n}	e_2^t	i_2	I_2	e_{p2}^t	ed_2^t	R_2
Terciario	e_3^{t-n}	e_3^t	i_3	I_3	e_{p3}^t	ed_3^t	R_3
Total	e_A^{t-n}	e_A^t	i_A	I_A	e_{pA}^t	ed_A^t	R_A

El significado de cada columna es el siguiente:

- I Empleo regional en el año (t-n)
- II Empleo regional en el año (t)
(I y II se obtienen del censo de población).
- III Índice de crecimiento del empleo regional en el período (t-n), t
Resulta de dividir II entre I y multiplicar el resultado por 100
- IV Índice de crecimiento del empleo nacional en el período (t-n), t
corresponde a la tercera columna de la tabla I.
- V Empleo regional en el año (t), en el supuesto de que durante el período (t-n), t, el empleo regional hubiese crecido a la tasa nacional. Se obtiene al multiplicar las columnas I y IV y el resultado dividirlo entre 100. En esta columna "ep", significa empleo proporcional.
- VI Diferencia del empleo entre el realmente observado en la unidad geográfica A y el calculado mediante la aplicación de la tasa nacional, se obtiene restando la columna V y la columna II. En esta columna "ed" significa empleo diferencial.

VII Relación entre los índices regionales y el nacional de crecimiento del empleo. Se obtienen por medio de los cocientes como resultado de la división de la columna III entre la IV, o lo que es lo mismo, la II entre la V y multiplicar el resultado por 100.

En el cuadro pueden observarse ciertas relaciones que encierran un significado interesante.

En la columna V (ep^t) se tiene que:

$$ep^t_1 + ep^t_2 + ep^t_3 \neq ep^t_A$$

siendo $ep^t > 0$

En esta la diferencia que posibilita el cálculo del efecto proporcional o estructural.

Se sabe que:

$$ep^t_A = e^{t-n}_A (I_n)$$

que indica el empleo total en la región A en el año (t), habiendo crecido la tasa nacional (I_n) respecto al año base (t-n).

Por otro lado se tiene que:

$$ep^t_1 + ep^t_2 + ep^t_3 = e^{t-n}_1 I_1 + e^{t-n}_2 I_2 + e^{t-n}_3 I_3$$

Lo cual significa la sumatoria de los empleos sectoriales en el año (t) habiendo alcanzado la tasa nacional sectorial (I) respecto al año base (t-n).

Con ello puede calcularse el efecto proporcional:

$$\pi = ep^t_1 + ep^t_2 + ep^t_3 - ep^t_A$$

Con la siguiente interpretación:

$\pi > 0$, indica que la estructura del empleo regional es más favorable para el crecimiento del empleo que la estructura nacional;

$\pi = 0$, indica que la estructura del empleo regional es igual a la estructura del empleo nacional;

$\pi < 0$, indica que la estructura del empleo regional es menos favorable para el crecimiento que la estructura nacional.

Asimismo, observando la columna VI de la tabla número 2, se tiene la siguiente desigualdad.

$$ed^t_1 + ed^t_2 + ed^t_3 = ed^t_A$$

en la cual (ed^t), puede ser mayor que cero, igual o menor. Así se obtiene que

$$ed_A^t = e_A^t - ep_A^t$$

(ed_A^t) indica la diferencia de crecimiento del empleo total entre el realmente observado en la región y el calculado mediante la aplicación de la tasa nacional. Por lo anterior (ed_A^t) significa el "efecto total" el cual se designa por T.

Para la interpretación de T se tienen las alternativas siguientes:

$T > 0$, indica que el empleo regional crece más que el empleo nacional

$T = 0$, igualdad de crecimiento entre la región y la nación;

$T < 0$, indica que el empleo regional ofrece menos que el empleo nacional.

Se tiene un segundo término en la igualdad:

$$ed_1^t + ed_2^t + ed_3^t = (e_1^t - ep_1^t) + (e_2^t - ep_2^t) + (e_3^t - ep_3^t)$$

el cual expresa las diferencias entre el empleo realmente observado y el cálculo mediante la tasa de crecimiento medio nacional.

Dichas diferencias no se deben propiamente a la estructura del empleo regional, sino a las tasas de crecimiento del empleo de cada sector en la región considerada (a), a esto se le denomina efecto diferencia (δ).

Interpretación de (δ).

$\delta > 0$, indica que la región contiene sectores con ritmos de crecimiento superiores a los nacionales;

$\delta = 0$, indica que los ritmos de crecimiento regional son iguales a los del país;

$\delta < 0$, indica que la región tiene ritmos de crecimiento inferiores a los del país.

Por último, se deberá cumplir la siguiente igualdad:

$$T = \pi + \delta$$

Caracterización del territorio (regiones, provincias o municipios) en base de los efectos proporcional y diferencial.

CUADRO 4.3

δ	π	Efecto proporcional	
		Favorable	Desfavorable
		$\pi > 0$	$\pi < 0$
Efecto diferencial $\delta > 0$	$ \delta > \pi $	N_1	N_5
	$ \delta < \pi $	N_2	N_6
$\delta < 0$	$ \delta > \pi $	N_3	N_7
	$ \delta < \pi $	N_4	N_8

En la tabla se tiene:

N_1 , regiones que crecen con más rapidez que la media nacional, o sea, que el efecto total (T) es positivo,

N_1 , regiones en las cuales el efecto total es negativo, o sea, que crecen más lentamente que la media del país.

EJEMPLOS

a) Datos nacionales para el período 1970-1980

CUADRO 4.1A

Sectores	Empleo nacional 1970	Empleo nacional 1980	Índice de creci- miento 1970-80
Primario	345	351	101,6
Secundario	517	632	122,2
Terciario	287	351	122,3
TOTAL	1 150	1 334	166,0

o sea:

$$I_1 = \frac{351}{345} (1) \equiv 101,6$$

$$I_n = \frac{1 334}{1 150} (100) = 116,0$$

t — 1980 t-n — 1970

b) Datos regionales para el período 1970-1980

CUADRO 4. 2A

Sectores	I	II	III	IV	V	VI	VII
Primario	138	149	108,0	101,6	140,2	8,8	106,3
Secundario	46	80	173,9	122,2	56,2	23,8	146,7
Terciario	46	57	127,9	122,3	56,2	0,8	101,7
TOTAL	230	286	124,3	116,0	267	19,0	107,2

$$\pi = (140,2 + 56,2 + 56,2) - 267 = -14,4$$

$\pi = -14,4$ o, desfavorable

$$T = 286 - 267 = 19$$

$T = 19 > 0$ favorable

$$\delta = (149 - 140,2) + (80 - 56,2) + (57 - 56,2) = 33,4$$

$\delta = 33,4 > 0$ favorable

$$T = -14,4 + 33,4 = 19$$

Resumen:

El análisis realizado muestra que el empleo original del año 1970 es desfavorable a la región, sin embargo, posee un efecto diferencial muy grande en el ritmo de crecimiento, lo cual le imprime una gran dinámica, siendo el efecto total superior a cero (es decir, positivo). Ello indica que el empleo regional crece con más rapidez que el del país en su conjunto.

$$|\delta| > |\pi|$$

y también:

$$\pi < 0 ; \delta > 0$$

Se tendría una región tipo N₅.

BIBLIOGRAFÍA DEL CAPÍTULO 4

1. VIDAL VILLA, J. M.: "Instrumentos para el análisis regional y la planificación regional", en **Temas de planificación**, serie I, planificación regional, no. 1.003.003, noviembre de 1970, Instituto de Planificación Física.
2. BOUDEVILLE, J. R.: **Regional Economic Planning**, Edimburgo, 1966.

Capítulo 5

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL TERRITORIO

El objetivo metodológico de la Evaluación Integral del Territorio, consiste en la determinación de las ventajas que ofrece un territorio, para los diferentes usos del mismo.

Por ventajas deben entenderse las potencialidades que presenta un territorio dado; los usos pueden ser, de una manera general: construcción, agricultura, descanso y recreación, pudiéndose incluir también la planificación del medio.

FACTORES NATURALES

Los factores naturales están representados por las condiciones y recursos naturales presentes en el territorio; en el análisis y evaluación deberán deslindarse los recursos renovables y los irrenovables. En el primer plano del análisis se deberá definir y describir exhaustivamente el territorio. Los principales factores naturales están representados por:

Recursos climáticos. Temperatura, humedad, radiación solar, vientos, precipitaciones, etcétera.

Factor ingeniero-geológico. Define los tipos y volúmenes de actividades ingenieriles a realizar en el territorio para un uso determinado; representa el factor determinante en los costos de asimilación del territorio; se incluyen los estudios del relieve, geológicos, accidentes topográficos, etcétera.

Recursos minerales. Representados por los diferentes tipos de yacimientos y sus características.

Recursos hidráulicos. Calidad y volumen de las aguas, condiciones hidrológicas del territorio, tanto de las aguas subterráneas como superficiales.

Suelos. Tipos y productividad.

Recursos forestales. Tipos, áreas, cantidades, etcétera. Para cada tipo de condición y recurso, se deberá definir su potencialidad.

LOS FACTORES ANTROPOGÉNICOS

En general, consisten en:

Transportación. Sobre el esquema vial del territorio, se estudian las áreas servidas por los diferentes tipos de vías y las relaciones de diferentes elementos. Se analizan entre otras cuestiones técnicas, el índice de lejanía, la densidad de arterias de transporte, la accesibilidad, etcétera (ver figura 5.1)

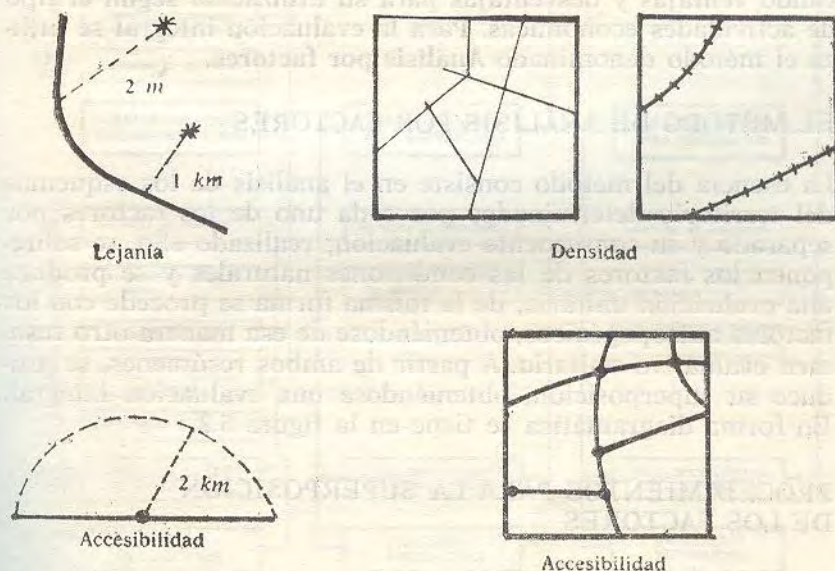


Fig. 5.1

Redes infraestructurales. Agua, energía eléctrica, comunicaciones, para ello se evalúa el área servida, el estado de la red, etcétera.

Condiciones higiénico-sanitarias. Evaluación de la calidad del medio según reglamentaciones e indicadores establecidos; se

definen zonas higiénico-sanitarias protegidas de la contaminación; zonas para el descanso, zonas de ruido (autopistas, líneas férreas, aeropuertos) bosques vedados, conservación del paisaje, etcétera.

Valoración arquitectónico-paisajística. A través del cual se define el valor estético-objetivo del paisaje y sus componentes.

LAS FASES DEL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN

Definidos tanto los factores naturales como los antropogénicos, se realizan las tres fases que comprende la evaluación:

— Primera y segunda fase: análisis y evaluación de los factores por separado.

— Tercera fase: Evaluación integral del territorio, especificando ventajas y desventajas para su utilización según el tipo de actividades económicas. Para la evaluación integral se utiliza el método denominado **Análisis por factores**.

EL MÉTODO DE ANÁLISIS POR FACTORES

La esencia del método consiste en el análisis de los esquemas del territorio determinados por cada uno de los factores por separado y su consecuente evaluación; realizado ello, se superponen los factores de las condiciones naturales y se produce una evaluación unitaria; de la misma forma se procede con los factores antropogénicos, obteniéndose de esa manera otro resumen evaluativo unitario. A partir de ambos resúmenes, se produce su superposición, obteniéndose una evaluación integral. En forma diagramática se tiene en la figura 5.2.

PROCEDIMIENTOS PARA LA SUPERPOSICIÓN DE LOS FACTORES

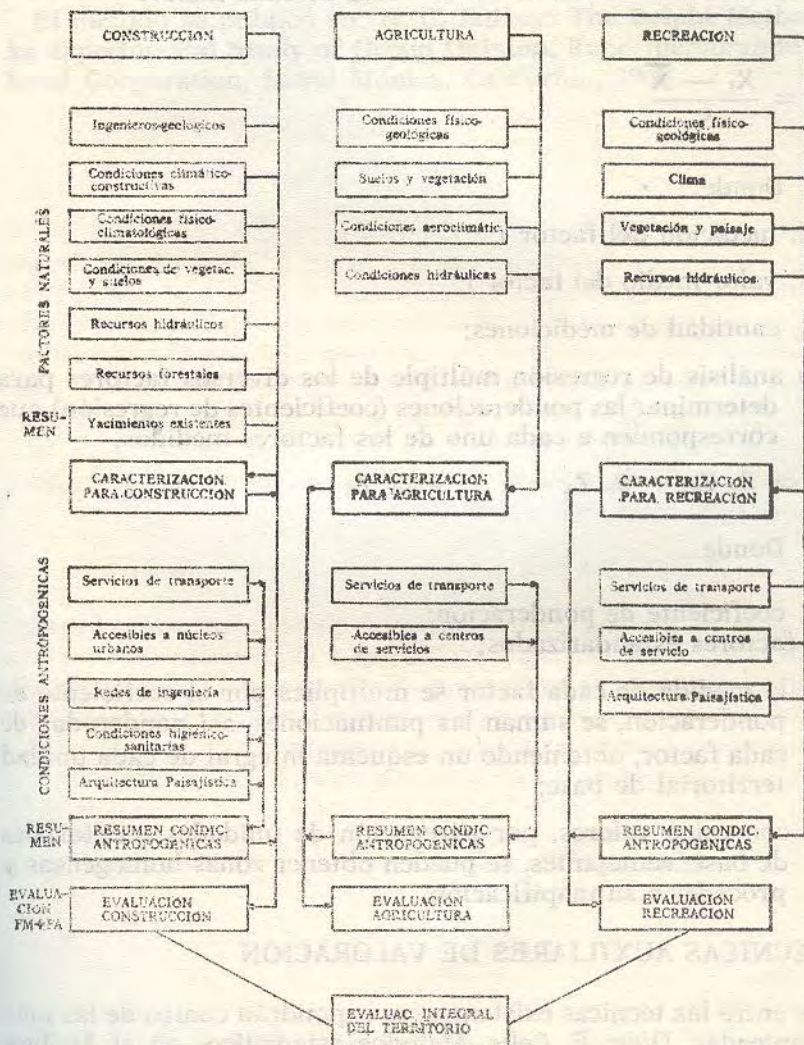
Se ha dicho que el método por factores implica el análisis y la evaluación de los mismos de una manera conjunta o sobrepuesta. Para ello, es necesario definir la forma de poder superponer dos o más factores expresados en unidades de medida diferentes.

Se define el siguiente procedimiento:

a) Identificación de las unidades territoriales de base (incluso de cuadrícula).

b) Determinación de los factores.

METODO: ANALISIS POR FACTORES ESQUEMATIZACION
GENERAL OBJETIVOS DE ESTUDIO



CUANDO UN MISMO TERRITORIO ES FAVORABLE PARA DOS
OBJETIVOS ¿CUAL UBICAR EN EL MISMO?

RESPUESTA EXOGENA.

c) Medición de cada factor (kilómetro, hectárea, porcentaje, metro cúbico, per cápita por habitante, habitantes por kilómetro cuadrado, etcétera).

d) Estandarización de las medidas de cada factor:

$$Z = \frac{X_i - \bar{X}}{S}$$

Donde:

X_i , medición del factor i ;

$\bar{X}$, valor medio del factor i ;

n , cantidad de mediciones;

e) análisis de regresión múltiple de los diversos factores para determinar las ponderaciones (coeficientes de regresión) que corresponden a cada uno de los factores medidos.

$$Z = \beta_2 Z_2 + \beta_3 Z_3 + \dots + \beta_k Z_k$$

Donde

β , coeficiente de ponderación;

z , factores estandarizados;

f) la medida de cada factor se multiplica por el coeficiente de ponderación, se suman las puntuaciones, así ponderadas de cada factor, obteniendo un esquema integral de cada unidad territorial de base;

g) con estos valores, por agregación de unidades territoriales de base, semejantes, se pueden obtener zonas homogéneas y proceder a su mapificación.

TÉCNICAS AUXILIARES DE VALORACIÓN

De entre las técnicas existentes, se expondrán cuatro de las más empleadas. (Ver: F. Celis, **Métodos estadísticos en el Análisis Regional**).

El método de Delphi. Cada participante en la evaluación, llena un cuestionario y con posterioridad recibe información sobre las respuestas de los demás componentes del grupo de expertos: datos que tendrá en cuenta para responder a un nuevo

cuestionario. Así se continúa el proceso en forma iterativa hasta conseguir consenso de opinión en todo el grupo o la identificación de los puntos conflictivos en las que es imposible alcanzar unanimidad.

El método se publicó en: N. C. Balkey: **The Delphi Method: An experimental Study of Group Opinion**, Rand memorandum. Rand Corporation, Santa Mónica, California, 1968.

Capítulo 6

LOS COEFICIENTES DEL ANÁLISIS REGIONAL

Uno de los primeros pasos en el ámbito del análisis regional lo constituye la determinación del papel de cada región dentro del contexto nacional, es decir, definir el lugar que ocupa cada región dentro de la economía nacional. Los instrumentos utilizados en esto deben permitir una clara clasificación y comparación; serán entonces técnicamente descriptivos.

En general, debe ser minuciosa la selección de los indicadores que a los efectos se empleen para evitar sesgos en el análisis; en este capítulo se ejemplificarán mediante el empleo sectorial en cada región y en el país.

LA MATRIZ DE DATOS

Los coeficientes del análisis regional, pueden calcularse respecto a numerosas variables económicas, demográficas, sociales, etc.; no obstante, la utilización del empleo como indicador, es generalmente, la más extendida, a causa de la relativa homogeneidad de la fuerza de trabajo en la economía del país. Sin embargo, la productividad de cada trabajador puede variar de región a región; por ello, es que se insiste en las reservas que se debe tener al considerar los resultados de los cálculos.

Matriz de información espacial del empleo, para el año base t .

MATRIZ 6.1

Año						
t	R_1	R_2	$\dots$	R_j	R_m	
S_1	E_{11}	E_{12}	$\dots$	E_{1j}	E_{1m}	N_1
S_2	E_{21}	E_{22}	$\dots$	E_{2j}	E_{2m}	N_2
$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$		$\cdot$		$\cdot$
$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$		$\cdot$		$\cdot$
$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$		$\cdot$		$\cdot$

S_i	E_{i1}	E_{i2}	$\dots$	E_{ij}	E_{im}	N_i
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$
S_n	E_{n1}	E_{n2}	$\dots$	E_{nj}	E_{nm}	N_n
Total	E_1	E_2	$\dots$	E_j	E_m	N

En la tabla se tiene (según notación de W. Isard):

S_i , sectores económicos;

R_j , regiones (preferiblemente económicas);

E_{ij} , empleo del sector i en la región j ;

N_i , empleo total del sector i en el país ($i = 1, 2, \dots, n$);

E_j , empleo total en la región j ($j = 1, 2, \dots, m$);

N , empleo total del país.

Luego se tiene:

$$\sum_{j=1}^m E_{ij} = N_i$$

También:

$$\sum_{i=1}^n E_j = \sum_{i=1}^n N_i$$

El empleo total será entonces:

$$N = \sum_{j=1}^m E_j = \sum_{i=1}^n N_i$$

Definido lo anterior, se puede pasar a la determinación del conjunto de coeficientes del análisis regional.

COEFICIENTE DE LOCALIZACIÓN

Empleado por primera vez por S. Florence, y definido como la medida de concentración regional de un determinado sector económico, comparado con alguna magnitud nacional (de acuerdo con lo convenido, el empleo). Es útil para entre otras cuestiones, instrumentar una política de diversificación o de desarrollo regional, o ambas. Algunos autores, como P. Neff y R. M. Williams, lo denominan "ratio autosuficiente".

La expresión de cálculo es la siguiente:

$$C. L. = \frac{E_{ij}/N_i}{E_j/n}$$

En la cual, según Florence, si el Coeficiente de Localización es mayor que la unidad, el sector i está localizado preferentemente en la región j ; cuando el coeficiente de localización es menor que la unidad, el sector i no se encuentra con preferencia localizado en la región j .

De lo anterior se puede apreciar cómo el coeficiente de localización expresa el grado de concentración económica. Formalmente, para su computación, se puede emplear un esquema.

Organización de los datos para el cálculo A			B	A/B	
R_1	E_{11}	E_1	E_{11}/N_1	E_1/N	CL_{11}^1
R_2	E_{12}	E_2	E_{12}/N_1	E_2/N	CL_{12}^1
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
R_j	E_{ij}	E_j	E_{ij}/N_1	E_j/N	CL_j^1
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
R_m	E_{im}	E_m	E_{im}/N	E_m/N	CL_m^1
			100	100	

COEFICIENTE DE DISTRIBUCIÓN O CONCENTRACIÓN

El coeficiente de distribución expresa el grado de distribución geográfica o de concentración espacial del sector i . Como se puede observar, el coeficiente de distribución no es otra cosa que una variante del coeficiente de localización (Hoover). Su cálculo es:

A	B	A/B
E_{11}/N_1	E_1/N	$A_1 - B_1$
E_{12}/N	E_2/N	$A_2 - B_2$

•	•	•
•	•	•
•	•	•
E_{im}/N	E_n/N	$A_m - B_m$
		$\Sigma = 0$

En la tabla, la suma de las diferencias es igual a cero (valores negativos y positivos), o sea:

$$\Sigma (A_j - B_j) > 0 = \Sigma (A_j - B_j) < 0$$

formando cualquiera de las sumatorias, se tiene la siguiente expresión:

$$CD = \frac{\Sigma (A_j - B_j)}{100}$$

donde $0 < CD < 1$, lo cual significa que, a mayor valor del coeficiente, próximo a la unidad, indica la mayor concentración geográfica del sector i en la región. Ello nos indicaría que ese sector está menos distribuido geográficamente que el empleo total del país. El caso contrario se produce cuando el coeficiente tiende a cero, lo cual indicaría que la distribución geográfica del sector i , es similar o cercana a la distribución geográfica del empleo nacional.

Dado que el resultado viene expresado en porcentajes, se puede utilizar para analizar de manera comparativa el comportamiento espacial, con otros indicadores, por ejemplo, empleo e ingreso.

COEFICIENTE DE REDISTRIBUCIÓN

Este coeficiente se obtiene mediante el cálculo de la columna A (tabla de cálculo del coeficiente de localización), en el año t . de esa misma serie de datos en el año $t + n$.

F	G	F — G
año t	año $t + n$	
E_{i1}/N_1	E_{i1}/N_1	$F_1 - G_1$
E_{i2}/N_1	E_{i2}/N_1	$F_2 - G_2$
•	•	•
•	•	•
•	•	•

E_{ij}/N_i	E_{ij}/N_i	$F_j - G_j$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
E_{im}/N_i	E_{im}/N_i	$F_m - G_m$
100	100	0

$$\sum (F_j - G_j) > 0 = \sum (F_j - G_j) < 0$$

Tomando cualquiera de las diferencias y dividiendo por 100 se obtiene:

$$CRD = \frac{\sum (F_j - G_j)}{100}$$

en donde:

$$0 < CRD < 1$$

Cuando el coeficiente de redistribución está próximo a la unidad, indica una gran redistribución geográfica del sector i , al pasar del año t al $t + n$, por otro lado, cuando el valor se aproxima a cero, indica que la distribución se ha mantenido estable.

COEFICIENTE DE ESPECIALIZACIÓN (O DIFERENCIACIÓN)

Este coeficiente se calcula, para la región dada, haciendo las siguientes operaciones: 1) restar el numerador del denominador (o sea, $E_{ij}/E_j/N_i/N$) en cada uno de los segundos ratios; 2) sumar todas las diferencias positivas (o negativas), y 3) dividir la suma, sin hacer caso del signo, por 100. Los límites del valor de este coeficiente son 0 y 1. Si la región posee una composición proporcional de industria (u otro sector) idéntica a la del sistema (país), el coeficiente será 0. Por el contrario, si todo el empleo de la región se concentra en una sola industria el coeficiente se acercará a la unidad. Este coeficiente, por tanto, sirve para medir hasta qué punto la distribución del empleo por clases de industria en la región dada, se desvía de la misma distribución para el país. Al igual que el coeficiente de localización, este coeficiente es de utilidad para el análisis regional que trata de implementar una política de diversificación.

La característica básica del coeficiente de especialización —la comparación de dos distribuciones de porcentajes aplicables a

un conjunto dado de unidades de clasificación— puede extenderse a la comparación de cualquiera de las dos distribuciones porcentuales significativas para una región dada con respecto al país.

Junto al coeficiente de especialización de una región, puede considerarse también la **curva de especialización** (o diversificación). Esta curva se obtiene básicamente de la misma manera que la de localización.

C	D	C — D
E_{1j}/E_j	N_1/N	$C_1 - D_1$
E_{2j}/E	N_2/N	$C_2 - D_2$
⋮	⋮	⋮
E_{nj}/E	N_n/N	$C_n - D_n$
		$\Sigma = 0$

Aquí también se tiene:

$$\Sigma (C_i - D_i) > 0 \quad = \quad \Sigma (C_i - D_i) < 0$$

por lo que:

$$CE = \frac{\Sigma C_i - D_i}{100}$$

Donde:

$$0 < DE < 1$$

Cuando el valor del coeficiente tiende hacia la unidad, es un indicador de que la estructura sectorial de la región estudiada es bastante diferente de la estructura sectorial nacional. Cuando se aproxima a cero, la estructura sectorial de la región estudiada es bastante similar a la estructura del país.

Nota: Hasta aquí se ha trabajado con regiones ya conformadas de antemano, y como tal se han tomado en los análisis estructurales, sin embargo, como indicadores tienen otra utilidad.

Por ejemplo, si se toman las unidades geográficas más pequeñas, digamos, el municipio, y se les calcula su coeficiente de locali-

zación, esos valores determinados pueden fungir como pauta para una agregación de aquellos municipios semejantes, lo cual es útil a la hora de una conformación regional (para los estudios sobre homogeneización).

LA CURVA DE LOCALIZACIÓN

En determinadas ocasiones, la curva de localización resulta más efectiva que el mismo coeficiente de localización y de especialización, a esta curva se le conoce también como curva de Lorenz, la curva de localización la desarrolló Hoover en 1936.

Para su determinación, se siguen los pasos que a continuación se enuncian:

1. Partiendo de las tablas de coeficientes de localización del sector i -ésimo, se ordenan los coeficientes de mayor a menor acumulándolos. Supongamos que tenemos cuatro regiones (ver figura 6.1).

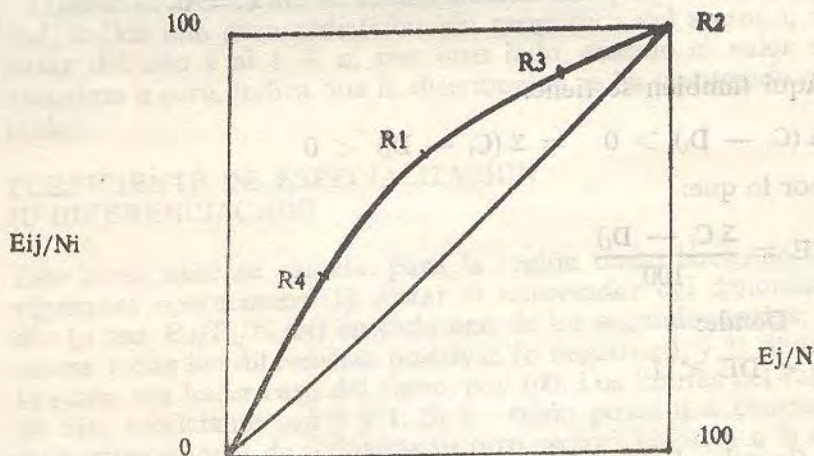


Fig. 6.1

Si los índices de localización fuesen iguales, caerían sobre la diagonal, pero como no son iguales, se obtiene una curva que pasa por encima de la recta diagonal. Existen tantas curvas como sectores existen en la economía del país. Análogamente, se puede construir la curva de especialización (ver figura 6.2).

Esta curva muestra la estructura sectorial de la unidad geográfica estudiada. Existen tantas curvas como regiones tenga el país.

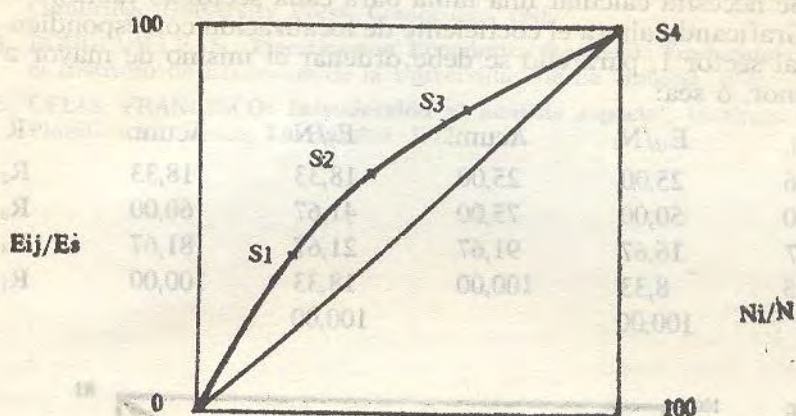


Fig. 62

En cualquiera de las dos curvas, mientras mayor sea el área entre la curva y la recta diagonal, mayor será la diferencia entre la distribución geográfica del sector, o estructura sectorial de la región y la correspondiente distribución del empleo nacional.

EJEMPLOS NUMÉRICOS

Supóngase el país estructurado en 4 grandes regiones económicas y con sólo tres sectores económicos:

	R_1	R_2	R_3	R_4	N_i
S_1	115	345	690	230	1 380
S_2	460	115	1 150	345	2 070
S_3	690	805	1 035	920	3 450
E_j	1 265	1 265	2 875	1 495	6 900

Dados los datos anteriores, se determinará el coeficiente de localización. Calculándolo para el sector 1:

	E_{ij}	E_j	E_{ij}/N_i	E_j/N_i	CL_{ij}
R_1	115	1 265	0,0833	0,1833	0,45
R_2	345	1 265	0,250	0,1833	1,36
R_3	690	2 875	0,50	0,4167	1,20
R_4	230	1 495	0,1667	0,2167	0,77
	1 380	6 900	100	100	

Se necesita calcular una tabla para cada sector (3 tablas).
 Graficando ahora el coeficiente de localización correspondiente al sector 1, para ello se debe ordenar el mismo de mayor a menor, o sea:

CL_1	E_{ij}/N_1	Acum.	E_j/N	Acum.	R
1,36	25,00	25,00	18,33	18,33	R_2
1,20	50,00	75,00	41,67	60,00	R_3
0,77	16,67	91,67	21,67	81,67	R_4
0,45	8,33	100,00	18,33	100,00	R_1
	100,00		100,00		

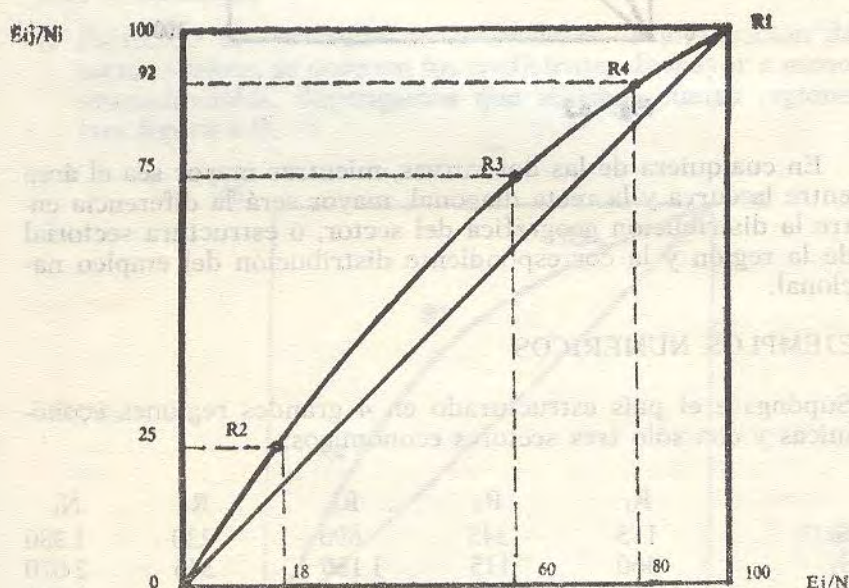


Fig. 6.3

BIBLIOGRAFÍA DEL CAPÍTULO 6

1. ISARD, W.: *Métodos del Análisis Regional*, Ediciones Ariel, Barcelona, 1971.
2. ———: *The General Theory of Location and Space Economy*.
3. VIDAL VILLA, J.M.: "Instrumentos para el Análisis Regional y la Planificación Regional. Serie I, Planificación Regional", en *Temas de Planificación*, no. 1,003,003, noviembre de 1970.

4. FLORENCE, P. SARGANT: **Investment, Location and Size of Plan.** Cambridge University Press, Cambridge, 1948.
5. BOUDEVILLE, S.: **Planificación Económica Regional.** Traducido por el Instituto de Economía de la Universidad de La Habana, 1970.
6. CELIS, FRANCISCO: **Introducción al análisis espacial,** Instituto de Planificación Física, La Habana, 1972.

DEFINICIONES Y CONCEPTOS BÁSICOS

El análisis espacial es un método de investigación que se utiliza para estudiar la distribución espacial de los fenómenos y las relaciones entre ellos. Este método se basa en la observación y el análisis de los datos espaciales, con el fin de identificar patrones y tendencias. El análisis espacial es una herramienta importante en la geografía, la sociología, la economía y la planificación urbana.

EL ANÁLISIS ESPACIAL

El análisis espacial es un método de investigación que se utiliza para estudiar la distribución espacial de los fenómenos y las relaciones entre ellos. Este método se basa en la observación y el análisis de los datos espaciales, con el fin de identificar patrones y tendencias. El análisis espacial es una herramienta importante en la geografía, la sociología, la economía y la planificación urbana.

El análisis espacial se puede dividir en dos tipos principales: el análisis cuantitativo y el análisis cualitativo. El análisis cuantitativo se centra en la medición y el análisis de los datos espaciales, mientras que el análisis cualitativo se centra en la interpretación de los datos espaciales.

El análisis espacial es una herramienta importante en la geografía, la sociología, la economía y la planificación urbana. Este método se utiliza para estudiar la distribución espacial de los fenómenos y las relaciones entre ellos. El análisis espacial es una herramienta importante en la geografía, la sociología, la economía y la planificación urbana.

Capítulo 7

TÉCNICAS DEL ANÁLISIS DE LA URBANIZACIÓN

Sobre la necesidad de aunar el objetivo de las ciencias sociales ante el análisis de determinadas realidades, se ha escrito mucho.

En particular, en el ámbito estudiado por el presente trabajo, cobra una vigencia muy grande ese hecho, sobre todo en problemas como la ciudad y el proceso de urbanización por tanto nos detendremos en ese aspecto.

EL ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO

Los intensos procesos que buscan la integración, típicos del desarrollo de la ciencia en los últimos años, son tanto más fecundos cuanto más exactamente está definida la materia de estudio de cada uno de los sectores de la ciencia. Esta definición excluye el paralelismo, la repetición y el estudio de los mismos objetos por distintos sectores del conocimiento científico y determina con mayor exactitud el lugar y el papel que le corresponde a cada ciencia en el enfoque múltiple, en el conocimiento y en la transformación de los correspondientes fenómenos, procesos y esferas del ser social. Ahora bien, el interés por trazar "con rigidez" los límites de cada sector del conocimiento científico haciendo caso omiso de los procesos de la interpretación moderna de las ciencias, puede conducir a que cada sector se aísle de la investigación integral de los complicados objetos sistémicos, que recaban que se les atribuya atención y se apliquen los esfuerzos de varias ciencias. En síntesis, trata de los límites sensatos de diferenciación e integración de las ciencias, que por sí solos exigen una investigación científica; se trata de la definición científica de la materia misma de la ciencia, de sus nexos e interacción con otras ciencias en el proceso del conocimiento de los complicados y polifacéticos objetos que son de interés general. Esta cuestión no es, en modo alguno, tan sencilla como puede parecer a primera vista.

La unión de los esfuerzos de diferentes ciencias para estudiar los problemas y sus recíprocas influencias e integración, es signo de nuestra época. La tendencia a colaborar entre ciencias aparentemente distantes, a investigar los terrenos colidantes del conocimiento situados en el punto de enlace de diversas materias, caracteriza la actual revolución científico-técnica.

DEFINICIONES Y CONCEPTOS GENERALES

Sobre el proceso de urbanización, se define otro proceso de concentración (actividades y población) de la población en dos niveles.

1. Multiplicación de los puntos de concentración.
2. Aumento en la dimensión de cada una de las concentraciones.

La concentración puede ser tanto en asentamientos urbanos como en rurales. Se puede precisar que el proceso de urbanización es un proceso por el cual una proporción significativamente importante de una población humana, se agrupa en el espacio formando aglomeraciones (asentamientos) funcional y socialmente interrelacionadas desde el punto de vista interno. Estas aglomeraciones se denominan aglomeraciones urbanas.

Este proceso es uno de los fenómenos universales del momento. Quiere ello decir que apenas puede señalarse parte o región del mundo que no se enfrente en mayor o menor medida con los considerables cambios en el modo de vida y la organización que conlleva al crecimiento de las ciudades, así como sus zonas de influencia cada vez más amplias.

— Las condiciones en que se produce este fenómeno son muy diversas y hasta opuestas, por una parte la atracción de las grandes ciudades, especialmente la capital, por otra en muchos países de América Latina, Asia y África, constituyen una derivación lógica del bajo nivel de desarrollo existente en el campo, resultando de esta forma las migraciones masivas hacia la ciudad en busca de fuentes de empleo, lo que acarrea un crecimiento desmesurado, del sector terciario de las ciudades más importantes y por lo tanto, un incremento de la población urbana que se corresponde con las verdaderas necesidades socio-económicas de dichos países.

— En los países industrialmente desarrollados (no socialistas) donde el proceso de urbanización es más antiguo, la mecanización de la agricultura y la elevación de la productividad del trabajo, crea un excedente de fuerza de trabajo, la cual se traslada a las ciudades donde espera exista una industria capaz de absorberlo.

El concepto de urbanización ha sido desde hace largo tiempo objeto de estudio, de diversas ciencias y como tal ha hallado reflejo en obras de diversos investigadores de las más diversas escuelas y tendencias. Ello es la causa por las cuales el término "Urbanización" ha adquirido multitud de significados.

El interés hacia los problemas de la urbanización, ha crecido sobre todo en la actualidad, cuando la revolución científico-técnica ejerce gran influencia sobre los procesos que tienen lugar a la urbanización contemporánea y sobre su carácter general.

El estudio de la urbanización, la concretización y la precisión del concepto viene a ser una importante tarea de las ciencias sociales en la etapa actual de la sociedad socialista desarrollada, cuando se acentúa cada vez más la necesidad de investigar el fenómeno en su complejidad e integridad.

La unión de los esfuerzos de diferentes ciencias para estudiar los problemas, su recíproca influencia e integración, es signo de la época. La tendencia a colaborar entre ciencias aparentemente distantes, a investigar los terrenos colindantes del conocimiento, situados en el punto de enlace de diversas materias, caracterizadas a la hora actual de la revolución científico-técnica.

— Dada esta problemática es por lo que hoy la urbanización constituye uno de los indicadores más estudiados por los efectos e interrelaciones que tiene con el resto de las variables e indicadores demográficos y con el nivel de desarrollo económico-social de un país o región determinada.

— Como factores principales en el proceso de urbanización, están aquellos relacionados con aspectos económicos, pero indiscutiblemente que no son los únicos, también debe dársele importancia a otros tipos de factores con características culturales, sociales, hasta políticas y ecológicas.

— Es en relación con la posición de que la urbanización es sinónimo de desarrollo y como tal actúa en un complicado fenómeno de causa y efecto con respecto a aquel.

— En realidad, esta afirmación podría tomar validez en el contexto de la formación de la economía y social en que ocurre. El hipertrofiado crecimiento de las ciudades del continente latinoamericano, lleva a meditar sobre este tema.

— La Cuba prerrevolucionaria, con su economía dependiente, no estuvo exenta del proceso de urbanización, el cual se manifestó a través de un crecimiento hipertrofiado de su población urbana y por ende del surgimiento y proliferación de

barrios insalubres en las zonas marginales de las grandes ciudades y la concentración excesiva de la población en su capital.

— En 1958, en Cuba, la población en localidades de 2 000 y más habitantes, representaba el 54 %, cifra de elevada magnitud para un país de economía básicamente agrícola.

— A partir del triunfo de la Revolución y como base para el desarrollo armónico y proporcional de la economía, se diversifica la producción con la creación de nuevas industrias de todo tipo, la explotación de mayores números de renglones agrícolas y notables incrementos en las actividades extractivas mineras y pesqueras, así como la construcción de innumerables obras de salud, escolares y sociales de diversa índole.

— Todos estos cambios socioeconómicos proporcionan fuentes de empleo a todas las regiones del país, esto hace mudar las viciadas corrientes migratorias y el proceso de urbanización comienza a manifestar otro sentido, en correspondencia con el principio de la reducción progresiva de las diferencias entre la ciudad y el campo.

— La creación de nuevos pueblos y comunidades con características de asentamientos urbanos, manifiesta una tendencia paulatina a la absorción de la población rural dispersa y el proceso anárquico de la urbanización pasa a ponerse en función del desarrollo económico y social del país.

¿Qué se entiende por Población Urbana?

Muchas son las disparidades de criterios respecto al concepto de población urbana en los distintos países. Se han contado más de treinta definiciones al respecto, las cuales se pueden encasillar en las siguientes categorías.

a) De acuerdo con la magnitud de la población residente en localidades.

b) Por condiciones político-administrativas de las comunidades.

c) Con base a la estructura laboral, agrícola o no, de los residentes.

d) Combinaciones entre las definiciones anteriores.

DEFINICIONES DE CUBA

Según los diferentes censos desde el de 1907 hasta el de 1981, se utilizaron los criterios que a continuación se exponen a fin de determinar la población urbana.

1907-1919: Población que reside en núcleos de 1 000 habitantes o más.

1931-1943: Se considera habitado en distrito urbano a todo aquel que apareciera reportado viviendo en una casa que tuviera una dirección expresada en el número de la casa —o sin número— y nombre de una calle, y considerar rural a todo el que apareciera habitando una finca, una casa que no estuviera situada en una calle.

1953: Se considera a los núcleos poblacionales de 150 habitantes y más, siempre que dichos núcleos o aglomeraciones tuvieran las características siguientes:

a) Existencia de fluido eléctrico y servicios médicos, legales y de esparcimiento.

b) Que esté próximo a otro centro de población que tenga la condición de urbano según la regla anterior, siempre que dicha proximidad implique una relación funcional o de interdependencia entre ambos núcleos de población.

1970: Población urbana es la residente en lugares habitados de 2 000 habitantes y más, así como en las de menos de 2 000 o 500 habitantes que contaban con cuatro de las características siguientes: alumbrado público, calles pavimentadas, acueducto, red de alcantarillado o cloacas, servicio médico asistencial y centro educacional.

No obstante, mediante el registro previo de lugares habitados se definió excepcionalmente como población urbana algunos pueblos construidos por la Revolución, que no tenían población planteada, pero contaban con las condiciones exigidas.

1981: Se consideró como urbano a los núcleos de población de 2 000 habitantes y más o entre 500 y 1 999 habitantes con cuatro de las siguientes características: alumbrado público, calles pavimentadas, acueducto, red de alcantarillado o cloacas, servicio médico asistencial, centro educacional.

Entre 200 y 499 con las seis características mencionadas.

DEFINICIONES DE PAÍSES SELECCIONADOS

México: Localidades de 2 500 habitantes y más.

Costa Rica: Centros administrativos cantones.

República Dominicana: Centros administrativos de municipios y distritos municipales, algunos de los cuales son zonas suburbanas de características rurales.

Nicaragua: Centros administrativos de departamentos o municipios.

Colombia: Población viviendo en núcleos de 1 500 y más habitantes.

Venezuela: Centros de población de 2 500 habitantes y más.
Perú: Centros de población con 100 y más viviendas.
Bulgaria: Localidades legalmente establecidas como urbanas.
RDA: Comunidades de 2 000 habitantes y más.
Hungría: Budapest y todos los pueblos legalmente designados.
Polonia: Pueblos y poblados de tipo urbano, como pueden ser poblados de trabajadores, de pescadores, sanitarios, etcétera.
URSS: Ciudades y localidades urbanas oficialmente designadas, usualmente de acuerdo con el criterio de número de habitantes y predominio de la agricultura, o número de trabajadores no agrícolas y sus familias.

TENDENCIAS DE LA POBLACIÓN URBANA, SU CRECIMIENTO RESPECTO AL PAÍS

En el mundo se consideraba, en 1950, que el 28 % de la población total residía en zonas catalogadas como urbanas, hacia 1960 se había incrementado hasta el 33 % y hacia el año 2000 se calcula que en regiones más desarrolladas económicamente, esta cifra será del orden del 55-67 % contra el 31 % en las menos desarrolladas.

Mundialmente entre 1900 y 1950, la población residiendo en núcleos mayores de 20 000 habitantes creció en un 240 %, mientras que la población apenas se duplicó.

En total, las ciudades, en el plano mundial, con 100 000 habitantes o más se distribuían de la manera siguiente:

Región	1900	1950	2000
África			100
América del Norte			227
América Central			39
América del Sur			91
Asia			409
Europa			341
Oceanía			15
URSS			187
TOTAL			1 409

De las ciudades enumeradas, una de cada 10 pasa del millón de habitantes.

En cuanto a los asentamientos (metrópolis, como se les suele denominar) de un millón de habitantes o más, evolucionaron de la forma siguiente:

Año	Total de Asentamientos	Población en millones
1870	7	13
1900	20	24
1920	30	70
1939	57	140
1951	95	205
1964	140	362

En Cuba, según el último censo de población y vivienda, realizado en septiembre de 1981, la población que residía en zonas clasificadas como urbanas alcanzó el 69 % de la población total. En ciudades de más de 20 000 habitantes vivía el 48 % (42 ciudades) y en las de 20-50 000, 7,6 (26 ciudades).

Este proceso evidenciado en el censo de 1970, refleja la política de reforzar la importancia de las ciudades intermedias, acorde con los planes de regionalización económica y de la estrategia de desarrollo económico y social en general del país.

A continuación, se presenta una tabla que recoge para las seis antiguas provincias el porcentaje de población urbana a través de los diferentes censos de población:

CUADRO 7.1

Provincias	1907	1919	1931	1943	1953	1970	1981
Pinar del Río	17,67	19,61	22,05	24,52	31,11	36,49	47,54
La Habana	74,65	77,28	82,38	84,96	90,70	91,53	92,39
Matanzas	45,72	44,88	45,87	46,68	53,44	62,27	74,28
Las Villas	36,69	36,20	38,88	39,23	44,99	53,06	66,37
Camagüey	37,03	44,71	38,68	39,55	46,55	60,74	70,47
Oriente	29,26	28,97	32,63	31,77	34,81	42,13	53,52
CUBA	43,85	44,40	47,12	48,46	53,62	59,90	69,00

TRANSFORMACIÓN DEL SISTEMA URBANO

En este apartado seguimos los estudios de Carlos García Pleyán.

La modificación de las condiciones de vida en el campo generan un notable descenso de los procesos migratorios hacia las

ciudades. Las tasas de migración hacia la parte urbana del país fue en el último período capitalista (1943-1958) del 1,4 %, mientras que en 1958-1970 bajó a un 0,6 % y en 1970-1975, descendió a 0,4 %.

De 1943 a 1958, en ocho de las quince ciudades principales, el crecimiento migratorio era mayor que el crecimiento natural. En 1958-1970, solamente dos ciudades presentaban una tasa migratoria superior al crecimiento natural (Holguín y Bayamo) reduciéndose a una (Bayamo) en el último período.

COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA

La capital, que como peso relativo venía aumentando dentro del conjunto, invierte esta tendencia con el triunfo de la Revolución y se mantiene en el mismo porcentaje en el último período, a causa de una acción consciente de limitar el proceso inversionista en la capital.

El peso de las grandes ciudades sufre un aumento considerable en el primer período revolucionario analizado. La parte rural del país va disminuyendo su peso relativo paulatinamente, producto del propio proceso de urbanización.

En el período 1953-1970, se redujo en un 13,6 % la proporción de la población dispersa o residente en localidades menores de dos mil habitantes en el país, produciéndose una disminución en todas las provincias.

En la siguiente tabla se muestra la distribución de los incrementos porcentuales de la población urbana.

CUADRO 7.2

Población en miles	1943-1953	1953-1958	1958-1970	1970-1975
> 500	39,9	36,5	23,6	19,8
50 - 500	28,9	31,0	54,8	25,4
5 - 50	31,2	32,7	21,6	54,8
Σ	689	633	1 319	835

NUTRIENTES DE LA POBLACIÓN URBANA

El objetivo del desarrollo urbano es sin duda la población. Esto ha dado motivos para considerar, a lo largo de muchos años, que el problema urbano es demográfico. Sin embargo, esto se complica cada vez más bajo la influencia de otros factores tales como los económicos y los sociales en primer lugar,

que han hecho que el factor demográfico poco a poco disminuya su acento.

La población urbana, representa en cierta forma un reflejo del nivel de vida; sobre esto, Lenin escribió: "Es sabido (...) que las ciudades representan en sí los centros de la vida económica, política y espiritual del pueblo y son los principales propulsores del progreso."

Con lo anterior, surge una interrogante, como planteamiento de la investigación: ¿Hasta qué grado el desarrollo urbano en la sociedad socialista contribuye a la elevación del nivel de vida de la población y al perfeccionamiento del modo de vida socialista? La respuesta tendrá que ser dada en el plano de la investigación interdisciplinaria, de la geografía urbana, la sociología urbana, la economía urbana, la urbanometría, etcétera.

Las formas de asentamiento de la población y en su conjunto, la sociedad, esquemáticamente en el plano universal son:

Rurales	— dispersión
	— asentamientos agrícolas
	— asentamiento no agrícolas
Urbanos	— pequeños asentamientos
	— ciudades
	— metrópolis
	— región urbana

Dado el escalograma anterior, se puede percibir a simple vista que el concepto ciudad le queda estrecho al proceso de urbanización. En la actualidad, el problema no radica en el crecimiento de las ciudades en sí mismas, sino en la concentración de la población y sus actividades en grandes o muy grandes ciudades.

En 1800 no existía ninguna ciudad mayor de un millón de habitantes. Actualmente existen más de 120.

Hacia 1962, la distribución porcentual de la población era como aparece en el cuadro 7.3.

CUADRO 7.3

Región	Población mayor de un millón de habitantes	Población mayor de cien mil habitantes
América del Norte	27,2	49,7
América Latina	14,7	27,4
Europa (con URSS)	12,5	29,6
Asia	6,2	12,3
África	2,6	8,1
Oceanía	23,6	43,3
TOTAL	9,6	19,9

Asimismo, el desproporcionado crecimiento de las capitales nacionales, es característico de la mayoría de los países en vías de desarrollo.

De todas maneras, el problema planteado acerca del contenido de la ciudad, se aleja de los alcances presentados en esta obra.

FACTORES DEL CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN URBANA

- 1) Crecimiento de la población urbana misma (crecimiento natural o vegetativo).
- 2) Crecimiento de la población urbana a costa de la rural (crecimiento mecánico).
- 3) Surgimiento de nuevos asentamientos urbanos.
- 4) Inclusión en la población urbana, la correspondiente a territorios suburbanos supeditados a una ciudad (movimientos pendulares).
- 5) Transformación de los lugares o asentamientos rurales en urbanos.

Los ritmos de crecimiento vegetativo y mecánico para Cuba, se pueden observar en los cuadros 7.4, 7.5 y 7.6.

CUADRO 7.4

Provincias	Superficie (km ²)	%	Población (habitantes)	%	Densidad (hab/km ²)
Pinar del Río	10 861,47	10,0	634 728	6,6	58,4
La Habana	5 691,1	5,3	579 251	6,0	101,8
Ciudad Habana	727,36	0,7	1 931 325	20,0	655,2
Matanzas	11 739,31	10,9	553 213	5,7	47,1
Villa Clara	7 943,87	7,4	764 558	7,9	96,2
Cienfuegos	4 177,17	3,9	325 170	3,4	77,8
Sancti Spíritus	6 731,91	6,2	401 224	4,3	59,6
Ciego de Ávila	6 320,92	5,8	318 102	3,3	50,3
Camagüey	14 158,08	13,1	659 853	6,8	46,6
Las Tunas	7 584,02	7,0	433 539	4,5	57,2
Holguín	9 294,59	8,6	867 796	9,0	93,4
Granma	8 362,12	7,7	733 914	7,6	87,8
Santiago de Cuba	6 100,85	5,6	908 411	9,4	148,9
Guantánamo	6 183,80	5,7	467 304	4,9	75,6
Isla de la Juventud	2 199,59	2,1	55 056	0,6	25,0
Cuba*	108 076,16	100,0	9 633 444	100,0	89,13

* Sin los cayos adyacentes.

CUADRO 7.5

TASA DE CRECIMIENTO DE LAS CIUDADES MAYORES DE 50 000 HABITANTES

Provincias	1943-1958			1958-1970			1970-1975		
	Total	Nat.	Migr.	Total	Nat.	Migr.	Total	Nat.	Migr.
Pinar del Río	4,1	1,6	3,0	3,7	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0
La Habana	2,7	1,4	1,6	2,0	1,7	0,3	1,5	1,3	0,2
Matanzas	1,5	1,5	0,0	1,7	1,8	-0,2	1,9	1,5	0,4
Cárdenas	1,6	1,7	-0,1	1,3	2,0	-0,8	1,1	1,5	-0,4
Santa Clara	3,7	1,8	2,3	3,0	2,1	1,1	3,3	1,7	1,7
Cienfuegos	1,2	2,3	-1,3	2,3	2,4	-0,2	2,4	1,7	0,8
Sancti Spiritus	3,0	2,2	1,0	2,3	2,4	-0,2	1,6	1,7	-0,2
Camagüey	3,5	2,0	1,9	3,3	2,1	1,4	1,9	1,6	0,3
Ciego de Ávila	3,9	1,9	2,5	2,9	2,2	0,8	3,0	1,6	0,3
Las Tunas	6,3	2,3	5,1	4,4	2,6	2,4	2,9	2,3	0,7
Holguín	4,9	2,1	3,6	4,9	2,4	3,1	4,0	2,1	2,1
Guantánamo	4,3	2,3	2,6	4,1	2,6	2,0	3,7	2,3	1,5
Manzanillo	2,2	2,2	0,0	2,9	2,5	0,5	1,2	2,1	-0,1
Bayamo	4,0	2,2	2,3	7,8	2,5	6,5	4,1	2,1	2,2
Santiago de Cuba	3,3	2,0	1,7	3,1	2,3	1,0	2,3	2,2	0,1
Cuba Urbana	2,9	1,8	1,4	2,6	2,2	0,6	2,0	1,6	0,4
Cuba Total	2,3	2,4	-0,1	2,0	2,5	-0,6	1,8	1,8	0,0

En el cuadro 7.6 se muestran las cifras correspondientes a las localidades que arribaron a más de mil habitantes, con su población y significación relativa en la urbanización:

CUADRO 7.6

Períodos intercensales	Localidades	Población	Porcentaje en el incremento de la urbanización
1907-1919	46	88 649	23,1
1919-1931	44	75 001	12,8
1931-1943	18	25 035	5,6
1943-1953	63	101 613	12,5
1953-1970	74	158 671	7,9
1970-1981	147	276 976	18,5

LA POBLACIÓN RURAL

Se comporta de la manera siguiente:

— Comparando las cifras del Censo de 1970 con las del pre-censo de 1980, se constata un éxodo considerable de la población rural.

— Viven en el campo unas 300 000 personas menos... que en 1970, siendo la primera vez en este siglo que la población rural disminuye en forma absoluta.

— Tomando en cuenta el crecimiento natural de la población rural, se evidencia que emigraron hacia la parte urbana casi un millón de personas, es decir, unas cien mil por año, (población en miles):

— Población rural (1970)	3 382
— Población rural (1980)	3 071
— Población en 1980 por crecimiento natural	(4 042 — 3 071 = 971)
— Saldo migratorio (1970-1980)	971

Si se analiza ese éxodo rural en función del tamaño de los lugares habitados de origen, se constata que la salida de la población se sitúa fundamentalmente en aquellos lugares inferiores a 200 habitantes, los mayores de ese tamaño crecen por encima de su crecimiento natural.

CUADRO 7.7

Tamaño del lugar habitado	20	20-200	20-500	500-1	1 000-2 000	Total
Población 1970	1 685	974	382	345	96	3 382
Población 1980	1 204	839	591	304	133	3 071
Migraciones 1970-1980	— 810	— 325	134	11	18	— 971

EL CRECIMIENTO URBANO. SUS CONSECUENCIAS

Uno de los problemas que más preocupan a los círculos gobernantes y a los especialistas burgueses en los países capitalistas desarrollados, es el relativo a las consecuencias que se desprenden de la urbanización espontánea y del crecimiento acelerado de las grandes ciudades, proceso que se inició hace mucho tiempo, y exhibe en la última década su mayor pujanza.

El carácter espontáneo de la urbanización, unido estrechamente a los antagonismos sociales, la agudización de la lucha entre el trabajo y el capital, el aumento de la pobreza, la discriminación racial, la delincuencia, el vicio y la prostitución, etc., constituyen hoy en día, uno de los problemas más serios de la sociedad capitalista.

El crecimiento ilimitado de las ciudades y las consecuencias que de éste se derivan es algo consustancial al capitalismo, algo que el sistema es incapaz de conjurar.

El crecimiento de las ciudades es un proceso sujeto a leyes objetivas y la urbanización, en términos universales, refleja el avance progresista de la humanidad. Pero ello no contradice la necesidad y posibilidad de que estos procesos sean regulados, cuestión esta que sin duda solamente es posible en el modo de producción socialista.

En una de sus primeras obras filosóficas, **La ideología alemana**, Marx y Engels demuestran que la urbanización es una fase del proceso de la división del trabajo entre la ciudad y el campo, que acompaña a la división en clases de la sociedad. Al respecto plantearon: "La división del trabajo dentro de una nación se traduce, ante todo, en la separación del trabajo industrial y comercial con respecto al trabajo agrícola y, con ello, en la separación de la ciudad y el campo en la contradicción de los intereses entre una y otra."

La liquidación y el antagonismo entre la ciudad y el campo, que se inscribe como una condición básica para eliminar las contradicciones de clases, sólo es posible en el socialismo y

merced a un ingente esfuerzo que conduzca, no solamente a la eliminación de las clases explotadas y del sistema de explotación, sino que será necesario además la creación de una poderosa base técnico-material que permita liquidar el atraso, la miseria y la ignorancia que hace del campo un apéndice de la ciudad.

La esencia de los cambios a largo plazo en el asentamiento y crecimiento de las ciudades se explica porque la tendencia hacia la eliminación de las diferencias entre la ciudad y el campo conduce a la formación de un sistema uniforme de asentamientos, cuya regulación planificada puede impedir el crecimiento espontáneo e incontrolable de las ciudades. Y este proceso en modo alguno, significará la absorción del campo por la ciudad, como algunos malintencionados pudieran interpretar, sino la fusión de estas dos formas dentro de un sistema uniforme de asentamientos. Ello es necesario, desde el punto de vista económico, sociológico y ecológico, y se inscribe, además, dentro de las urgentes tareas del desarrollo social.

Federico Engels escribió en su obra **Anti-Duhring**: "... la abolición del antagonismo entre la ciudad y el campo no sólo es posible: se ha convertido en una necesidad directa tanto de la producción industrial como de la agrícola, y además, de la salubridad pública.

"Solo fundiendo la ciudad y el campo podrá acabarse con la actual intoxicación del aire, del agua y de la tierra..."

EL CASO DE AMÉRICA LATINA

La urbanización en América Latina se aparta del campo clásico. Constituye un proceso que marcha por delante de las transformaciones industriales y en general ocurre sin estas. Se trata entonces, de un proceso que discurre en circunstancias distintas a aquellas que existieron para los países pioneros del desarrollo económico capitalista.

El crecimiento demográfico de América Latina precede al proceso de industrialización, o por lo menos, se aparta notablemente de este, y no es su resultado directo. No hubo ni evolución técnica ni superproducción agrícola que desatara el proceso de urbanización.

Los factores actuantes, fundamentalmente, fueron los mismos que operaron en Europa: migraciones rurales hacia las ciudades y crecimiento demográfico de estas, pero las fuerzas que desencadenaron estos resortes fueron diferentes. La población rural acude a las ciudades no por el dinamismo alcan-

En el siglo xx, este proceso continúa incrementándose, tal como se refleja en las informaciones recogidas en los diferentes censos desde 1907 hasta la fecha.

Por períodos, puede observarse que el ritmo de incremento fue mínimo entre 1907 y 1919, llegando incluso a ser negativo para la Ciudad de La Habana, única en aquella época que era superior a los 100 000 habitantes, esto parece indicar que una masa importante de los inmigrantes que llegaron en esos años a Cuba no se asentaron en la capital.

Entre los años 1943 y 1953, se registra un crecimiento considerable como consecuencia de las fuertes migraciones internas desde las zonas rurales y pequeños poblados hacia las ciudades mayores, a causa del desempleo y las deplorables condiciones de la vida en el campo.

En el último período intercensal, el ritmo de incremento aumentó respecto a los anteriores, incidiendo en el mismo la amplia política de construcción de localidades con características urbanas en el campo y el consecuente agrupamiento de la población dispersa, además del reforzamiento de las ciudades intermedias en cuanto al número de viviendas disponibles y la migración hacia las ciudades de población residente en zonas rurales.

EL CRECIMIENTO DE LAS CIUDADES

En la etapa actual de la urbanización, cobra gran importancia el papel que desempeñan las ciudades y, sobre todo, las grandes ciudades en todas las esferas de la vida social, en la organización espacial de la producción y de la distribución, y en la estructura territorial de la economía. La evidencia de este problema está dada por el aumento que se observa en el número de las grandes ciudades (más de 100 000 habitantes) y de las ciudades millonarias en el plano mundial.

En los últimos tiempos, el ritmo de aumento de las grandes ciudades ha sido muy superior al ritmo de incremento en la población del mundo. Pues en el siglo xx, los ritmos de crecimiento de la población que habita en las ciudades es tanto mayor, cuanto más grande es su población. Según cálculos elaborados por la Comisión de Población de las Naciones Unidas, entre 1920 y 1960, la población de las ciudades aumentó en la forma siguiente:

Ciudades de 20 a 100 mil habitantes	2,3 veces
Ciudades de 100 a 500 mil habitantes	2,9 veces
Ciudades de 500 a 2 500 mil habitantes	3,0 veces
Ciudades mayores de 2 500 mil habitantes	casi 5 veces.

Como resultado de este proceso, en 1960 vivían en ciudades de más de 100 mil habitantes el 57 % de la población urbana en el mundo (48 % en 1920) y en las gigantescas ciudades con más de 2,5 millones de habitantes, el 17 % (10 % en 1920).

Según los últimos censos levantados en el mundo, más del 80 % del incremento de la población tiene lugar en ciudades con más de 100 000 habitantes.

Asimismo, cabe destacar el aumento de la importancia de las grandes ciudades o ciudades millonarias.

A mediados del siglo XIX	4
Alrededor de 1900	12
Alrededor de 1950	90
Alrededor de 1970	150

En Cuba, según los distintos censos, desde el 1907 al de 1970, la situación era la siguiente:

Según los rasgos de 20 000 y 100 000 habitantes de los núcleos poblacionales a través de los distintos censos de población, la situación es la que se muestra en el cuadro 7.10.

CUADRO 7.9

Año del censo	Localidad 20 000 habi- tantes	Población residente	Porcentaje de la población total	Localidad 100 000 habi- tantes	Población residente	Porcentaje de la población total
1970	31	3 684 707	43,00	6	2 607 799	30,5
1953	22	2 214 642	38,00	3	1 484 545	25,5
1943	19	1 491 922	31,20	3	898 312	18,8
1931	14	1 078 375	27,20	2	622 012	15,7
1919	10	672 088	23,30	1	363 506	12,6
1907	6	462 634	22,60	1	297 159	14,5

NOTA: Se unen varios núcleos, construyendo la Habana Metropolitana de aquel entonces, la Ciudad de La Habana actual.

Además, se puede presentar la distribución de la población según el rango de tamaño de los asentamientos en Cuba.

RESUMEN PARCIAL

Carlos García llega en sus estudios a las siguientes conclusiones:

En el período comprendido entre 1953 y 1970, se observa la tendencia a la concentración, destacándose los aspectos siguientes:

a) La proporción de población dispersa o residente en localidades inferiores a los 2 000 habitantes se redujo en el período en un 13,6 %.

b) Los núcleos comprendidos entre 100 000 y 500 000 habitantes duplicaron su peso (al incorporarse las ciudades de Holguín, Santa Clara y Guantánamo).

c) La capital del país disminuyó ligeramente su participación.

d) En 1970, el 37,7 % de la población reside en núcleos mayores de 50 000 habitantes, mientras que en 1953 era del orden del 31 %.

e) En 1970, el 43 % de la población del país residía en localidades de más de 20 000 habitantes y el 30,5 % en núcleos mayores de 100 000 habitantes, habiéndose duplicado en ambos casos los porcentajes correspondientes al censo de 1907.

f) El período intercensal de más débil urbanización es el de 1907-1919, al parecer por el asentamiento de muchos de los inmigrantes que arribaron a Cuba en esos años en zonas rurales o poco urbanizadas. Asimismo, en los años 1943-1953, se supone que por efecto de las migraciones internas, se produjo un aumento considerable del porcentaje de población residente en núcleos mayores de veinte mil habitantes.

g) La proporción dispersa o residente en núcleos menores de 2 000 habitantes descendió sin excepción en todas las provincias.

h) La población que habitaba en núcleos entre 20 y 50 000 habitantes, descendió en el 1970 respecto al año 1953 con el pase de ciudades a un rango superior.

Lo anterior puede verificarse en el cuadro 7.10.

CUADRO 7.10

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA POBLACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE LOS NÚCLEOS POBLACIONALES

Tamaño de las localidades en número de habitantes		1953	1970
		1953	1970
500 000 y más	20,8	10,2	20,4
100-499 999	4,7		10,1
50-99 999	5,5		7,2
20-44 999	7,0		5,3
10-19 999	4,0	10,5	4,5
2-9 999	9,4		10,5

menos de 2 000 y población dispersa

PERSPECTIVAS DEL SISTEMA URBANO

Las perspectivas sobre la evolución del sistema urbano son las siguientes:

a) La política restrictiva respecto al crecimiento de la capital debería mantenerse, no sólo para frenar la hipertrofia capitalina heredada, sino incluso por los problemas que presenta el desarrollo de La Habana (de estructura, contaminación, abasto de agua, transporte, etc.) localizándose en ella únicamente inversiones industriales o de servicios que demanden poca área, alta calificación y ofrecimiento de una fuerte densidad de trabajadores por hectárea.

b) Durante un tiempo —mientras no exista otra alternativa— todavía las capitales provinciales deberán asumir la localización de gran parte de los programas industriales y de servicios de nivel provincial pues aunque necesitan de profundas transformaciones estructurales, brindan en general buenas posibilidades físicas de crecimiento.

c) Los núcleos intermedios —unos 140—, cabeceras de sub-sistemas urbanos, deberán ir desempeñando progresivamente un papel cada vez más importante en el necesario proceso de “difusión” territorial de la industria y los servicios (de nivel

intermedio o periódico) para constituir los pivotes donde se articule el mayor esfuerzo en la lucha por superar la contradicción ciudad-campo.

d) El papel de los núcleos de base (alrededor de 750) debería ser fundamentalmente el de asumir la concentración de la población dispersa, producto del proceso de transformación del territorio agropecuario, ya en curso. De todas formas, la estructuración de este nivel, debería estudiarse conjuntamente con la aparición de nuevas formas de organización social de la producción y la enseñanza.

e) Por último, la distribución de la población dispersa dependerá, en el llano, de los recursos que pueden destinarse para su urbanización y, en la montaña, de la base económica que pueda estructurarse en esta última

SISTEMA DE INDICADORES

El conjunto de indicadores que se estudiarán está compuesto por los siguientes: densidad, grado de urbanización, tasa de urbanización, índice de ruralidad, índice de primacía, índice de urbanización y tasa del índice de urbanización.

DENSIDAD (DE POBLACIÓN Y DE ASENTAMIENTOS)

Densidad de población: representa el cociente de relacionar la población total (P_t) y una unidad de área, frecuentemente el km^2 .

Su expresión formal es la siguiente:

$$D_p = \frac{P_t}{\text{Área } \text{km}^2} \quad (1)$$

La densidad de población y el nivel de urbanización presentan, por lo general, una estrecha relación pues todo centro urbano significa el agrupamiento de cierta cantidad de personas en un espacio reducido, lo que necesariamente conlleva a una elevada densidad.

Sin embargo, a medida que se consideran áreas mayores, este principio puede dejar de cumplirse, pues el grado de urbanización es una relación entre personas (P_u y P_t), mientras que la densidad es una relación entre el número de personas y el espacio que habitan. Así, por ejemplo, un país como Australia presenta un alto porcentaje de población urbana y una reducida densidad de población. En el caso de Cuba es Camagüey, alto porcentaje de P_u y baja densidad.

En la siguiente tabla se presentan las densidades poblacionales para las provincias de Cuba y el municipio especial de Isla de la Juventud, en la cual puede apreciarse el valor medio de Cuba, 89,13 hab/km² y solamente es sobrepasado por cinco provincias incluyendo la Ciudad de La Habana, (2 655,2 hab/km²) siendo la Isla de la Juventud quien manifiesta la densidad más baja (25 hab/km²).

CUADRO 7.11

POBLACIÓN DE CUBA 1899-1970

Calculada según la parábola de segundo grado
(Superficie del archipiélago cubano: 110 920 km²)

Años	Población	Densidad	Años	Población	Densidad
1899	1 572 800	14,2/km ²	1924	3 367 500	30,3/km ²
1900	1 628 400		1925	3 457 800	
1901	1 685 400		1926	3 546 300	
1902	1 743 500		1927	3 633 100	
1903	1 801 200		1928	3 718 100	
1904	1 862 700	16,2	1929	3 801 200	34,2
1905	1 923 800		1930	3 882 700	
1906	1 986 100		1931	3 962 300	
1907	2 049 000		1932	4 040 100	
1908	2 113 600		1933	4 176 200	
1909	2 178 900	19,6	1934	4 190 500	37,6
1910	2 245 300		1935	4 262 900	
1911	2 312 700		1936	4 333 700	
1912	2 381 200		1937	4 402 600	
1913	2 450 600		1938	4 469 700	
1914	2 521 200	22,7	1939	4 535 100	40,8
1915	2 592 700		1940	4 598 600	
1916	2 665 400		1941	4 660 400	
1917	2 739 000		1942	4 720 400	
1918	2 813 700		1943	4 778 600	
1919	2 899 000	26,0	1944	4 866 900	43,8
1920	2 988 200		1945	4 958 700	
1921	3 085 800		1946	5 054 300	
1922	3 181 400		1947	5 153 800	
1923	3 275 300		1948	5 257 000	
1949	5 364 000	48,3/km ²	1960	6 790 900	
1950	5 474 800		1961	6 943 300	
1951	5 585 600		1962	7 099 500	
1952	5 707 800		1963	7 259 500	
1953	5 829 000		1964	7 423 200	66,8
1954	5 955 800	53,6	1965	7 590 800	68,3
1955	6 081 800		1966	7 762 200	69,9
1956	6 219 000		1967	7 937 200	71,5
1957	6 356 400		1968	8 116 200	73,1
1958	6 497 400		1969	8 298 900	74,7
1959	6 642 200	59,8	1970	8 485 300	76,4

De acuerdo con los diferentes censos efectuados en Cuba desde fines del siglo pasado, la densidad de población del país ha crecido de la forma que se observa en la tabla siguiente. Puede apreciarse que entre 1899 y 1970 la densidad de población del país se ha multiplicado casi cinco veces y media.

El ritmo de crecimiento de la densidad, que está en función del de la población, fue muy elevada hasta 1931, lo cual debe atribuirse fundamentalmente a la influencia de la inmigración que recibió el país a principios de siglo. En el período 1931-1943, época de crisis económica, el nivel baja de manera extraordinaria comenzándose a recuperar en el siguiente período.

En la etapa 1953-1970, a pesar de la emigración de apátridas ocurrida en la década del sesenta, el incremento medio anual de la densidad aumentó en más del 15 % respecto al período intercensal anterior.

COMPARACIÓN INTERNACIONAL

Aunque la densidad por sí sola no tiene un valor absoluto, sino está relacionada con factores socioeconómicos concretos dentro de los cuales existe y resulta interesante una comparación respecto a otros países:

CUADRO 7.12

País	Año	Población (millones de personas)	Áreas (miles de km ²)	Densidad de población (hab/km ²)
Puerto Rico	1971	2,76	8,9	310,1
Panamá	1971	1,48	75,6	19,5
Rep. Dominicana	1971	4,19	48,7	86,0
Perú	1971	14,01	1 285,2	10,9
Brasil	1971	95,41	8 512,0	11,2
USA	1971	207,01	9 362,4	22,1
Holanda	1971	13,19	33,6	392,5
Checoslovaquia	1971	14,50	127,9	118,9
Rumania	1971	20,47	237,5	86,1
URSS	1971	245,07	22 402,2	10,9
RPD Corea	1971	46,20	122,5	377,1
Colombia	1971	21,77	1 138,3	19,1
Australia	1971	12,73	7 703,3	1,6

RESUMEN DE LOS ASPECTOS MAS IMPORTANTES SOBRE LA DENSIDAD

— La densidad de población del país en 1981 era de 69 habitantes por kilómetro cuadrado, habiéndose multiplicado más de cinco veces desde inicios del siglo.

— Cuba presenta una densidad de población aproximadamente intermedia entre la correspondiente a los extensos países norte y sudamericanos y la de los pequeños y fuertemente poblados restantes Islas del Caribe.

— La densidad rural, que para Cuba toma el valor de 31,7 habitantes por kilómetro cuadrado, presenta menor rango de variación por municipios que la densidad total.

— En el período intercensal (1953-1970), la provincia de Oriente tuvo el mayor porcentaje de incremento, tanto de la densidad total como de la rural, lo cual debe atribuirse a su relativamente alta tasa de crecimiento vegetativo.

DENSIDAD DE NÚCLEOS URBANOS

Es la relación entre la totalidad de núcleos poblacionales considerados como urbanos, en un territorio y el área del mismo expresada en km^2 (100 km^2).

$$D_u = \frac{\text{No. núcleos}}{\text{Área } \text{km}^2} \quad (2)$$

Si se considera de forma aproximada las siguientes cifras (1975)

13 capitales de provincias

140 cabeceras de subsistemas

750 núcleos de base

903 núcleos; se tiene la densidad siguiente:

$$D_u = \frac{903}{1\,109.00} = 0,8 \text{ núcleos}/100 \text{ km}^2$$

GRADO DE URBANIZACIÓN (GU)

Se define como la relación entre la población urbana (P_u) y la población total (P_t); generalmente se expresa como porcentaje, formalmente:

$$GU = \frac{P_u}{P_t} \cdot 100 \quad (3)$$

Por ejemplo, en el cuadro 7.13 se definen dos momentos para Cuba.

CUADRO 7.13

Año	T_0 1970	T_1 1981
Población Urbana	5 169 420	6 698 571
Población total	8 569 121	9 706 369
n	11 años	
GU	60,3	69,0

A continuación se muestran dos tablas que contienen el grado de urbanización: 1) conjunto de países socialistas de Europa; 2) países seleccionados, así como contienen la densidad de población.

CUADRO 7.14

País	Superficie (1 000 km ²)	Total (miles)	Población Ciudad GU %	Campo GR %	Densidad demográ- fica/km ²
Albania	28,7	1 865	33,2	66,8	65
Bulgaria	110,9	8 207	46,5	53,5	74
Checoslovaquia	127,9	14 159	61,0	39,0	111
RDA	108,3	17 028	73,1	26,9	157
Yugoslavia	225,8	19 511	28,3	71,7	76
Polonia	312,5	31 496	49,7	50,3	101
Rumania	237,5	19 027	33,9	66,1	80
Hungría	93,0	10 148	43,1	56,9	108
URSS	22 402,2	230,508	53,8	46,2	10

La URSS (país muy grande) de baja densidad y grado medio de urbanización, en cambio en la RDA se tiene el más alto

grado de urbanización del conjunto de los países europeos, así como la densidad demográfica, a más de que estas cifras se encuentran en el primer grupo a nivel mundial, sobre todo el grado de urbanización.

CUADRO 7.15

Países	Años del censo o estimación	Porcentaje de urbanización
MEXICO	1970	58,7
	1980	65,5
COSTA RICA	1973	40,6
REPUBLICA DOMINICANA	1980	45,7
	1976	56,5
NICARAGUA	1971	47,7
	1980	53,8
COLOMBIA	1973	59,5
	1980	66,3
VENEZUELA	1971	73,1
	1980	76,2
PERÚ	1972	50,5
	1980	63,4
CUBA	1970	60,3
	1980	69,0
BULGARIA	1965	46,5
	1978	60,5
RDA	1971	73,8
	1976	76,5
HUNGRÍA	1970	45,2
	1977	51,8
POLONIA	1970	52,3
	1977	57,0
URSS	1970	56,3
	1975	60,9

En las siguientes tablas se muestran la evolución del grado de urbanización según los diferentes decenios a partir de 1840 hasta 1960. Además en Estados Unidos se manejan dos criterios diferentes para clasificar los nudos poblacionales como urbanos. También se agrega la correlación entre el grado de urbanización y la población activa por sectores de la economía que arroja una íntima correlación.

CUADRO 7.16
GRADO DE URBANIZACIÓN

Decenio	USA (%)	
1840-1850	13,4	
1850-1860	17,9	
1860-1870	23,0	Población
1870-1880	27,1	viviendo
1880-1890	32,1	en localidades
1890-1900	37,6	de más de
1900-1910	43,0	2 500 habitantes
1910-1920	48,6	
1920-1930	49,2	Zonas urbanizadas
1930-1940	56,3	que ordena a
1940-1950	57,8	las ciudades de
1950-1960	67,8	5 000 habitantes
		o más

CUADRO 7.17
CORRELACION ENTRE GU Y POBLACIÓN ACTIVA/SECTORES

País	Secundario	Terciario
Estados Unidos	0,930	0,968
Francia	0,432	0,922
Japón	0,928	0,923

TASA DE URBANIZACIÓN (TU)

La tasa de urbanización tiene un doble desarrollo. Uno encaminado a medir el incremento medio-anual mediante el grado de urbanización, tomando la población total urbana en relación con la total del país. El otro, consiste en analizar el cambio porcentual a través de dos momentos de la población urbana exclusivamente:

$$TU = \frac{2 (G. U._1 - G. U._0)}{(G. U._0 + G. U._1)} \cdot \frac{1}{n} \cdot 100 \quad (4)$$

Donde:

G. U.₀, grado de urbanización al inicio del período;

G. U.₁, grado de urbanización al final del período;

n, número de años del período considerado.

Ejemplo: Tomando los índices contenidos en la tabla anterior, se tiene:

$$TU = \frac{2 (69 - 60,3)}{(60,3 + 69)} \frac{1}{11} 100 = 1,22$$

La TU también puede calcularse mediante las cifras absolutas de la población urbana para cada momento:

$$TU = \frac{2 (P_1 - P_0)}{(P_0 + P_1)} \frac{1}{10} 100$$

Sustituyendo valores se tiene:

$$TU = \frac{2 (6\,698\,571 - 5\,169\,420)}{(5\,169\,420 + 6\,698\,571)} \frac{1}{11} 100 = 2,34$$

Se aprecian dos valores, el de 1,22 que mide como se fue concentrando la población y el segundo de 2,34 que expresa como crecen los núcleos urbanos.

ÍNDICE DE RURALIDAD

La expresión formal de cálculo:

$$IR = \frac{1}{n} \left(\frac{R_1}{P_t} + \frac{R_2}{P_t} + \dots + \frac{R_n}{P_t} \right) 1000 \quad (5)$$

Donde:

P_t , población total;

n , número de relaciones $R_n P_t$;

R_1 , población que habita en rangos menores que:

$R_1 < 200$ habitantes

$R_2 < 500$ habitantes

.

.

.

$R_n < 2\,200$ habitantes

ÍNDICE DE PRIMACÍA

Consiste en la relación de la ciudad mayor con el resto de las ciudades (o cualquier subconjunto que se tome), su expresión es la siguiente:

$$IP = \frac{P_1}{P_2 + P_2 + \dots + P_k} = \frac{P_1}{\sum_{k=2}^n P_k} \quad (6)$$

Donde:

P_1 , población de la ciudad mayor;

P_k , población de las sucesivas ciudades según su magnitud.

Para Cuba, tomando subconjuntos de 4 y 11 ciudades se tiene la siguiente evolución del índice de primacía.

CUADRO 7.18

ÍNDICE DE PRIMACÍA

Censos	4 ciudades	11 ciudades	
1907	2,88	2,54	Mientras mayor
1919	2,92	2,73	es el índice de
1931	3,01	2,92	primacía, mayor
1943	3,29	3,08	es la despropor-
1953	3,20	3,12	ción entre la
1970	2,89	2,79	ciudad primal y
1981	2,41	2,40	el resto.

El índice de primacía (Cuba) presenta un comportamiento muy similar cuando se aplica a 4 ciudades, que cuando se aplica a 11. La tendencia del índice expresa un aumento en la desproporción hasta 1943-1953, para de ahí bajar a niveles en 1981 menores de los que existían anteriormente.

Esta tendencia a una mejor proporción entre las mayores ciudades y la capital se debe en lo fundamental a la reducción paulatina de la migración hacia la ciudad de La Habana, motivado en gran medida por el esfuerzo realizado por la Revolución en el interior del país, donde la oferta de empleos y servicios ha crecido con mayor celeridad.

ÍNDICE DE URBANIZACIÓN (IU)

El índice de urbanización consiste en la formalización de la cuantificación de los efectos de la estructura de los niveles urbanos en un territorio.

De dos países o dos regiones con igual proporción de población urbana, se considera que está más "urbanizado" aquel cuya población urbana resida en ciudades de mayor tamaño. Este razonamiento supone que una mayor concentración de población urbana en un punto geográfico, particularmente si corresponde a una ciudad grande, conlleva características más intensamente "urbanas" que las presentes en un grupo de ciudades pequeñas. En otros términos, diez ciudades de 100 000 habitantes no equivalen a una de un millón (el supuesto).

Veamos el siguiente ejemplo, en el cual se tienen dos territorios con la siguiente estructura urbana (ver figura 7.1)

Los indicadores generales de las dos ilustraciones aparecen en los cuadros 7.20 y en el cuadro 7.21 la distribución por rangos poblacionales.

CUADRO 7.19

Territorio	a	b
Población total (miles)	182,7	182,7
Población urbana	156	156
Población rural	31,2	31,2
Grado de urbanización	83	83
Números de núcleos	2	4

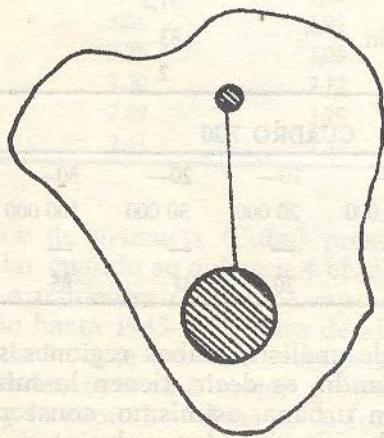
CUADRO 7.20

Territorio	2— 5 000	5— 10 000	10— 20 000	20— 50 000	50— 100 000	100 000 —
a	6	—	—	—	—	150
b	10	—	20	41	85	—

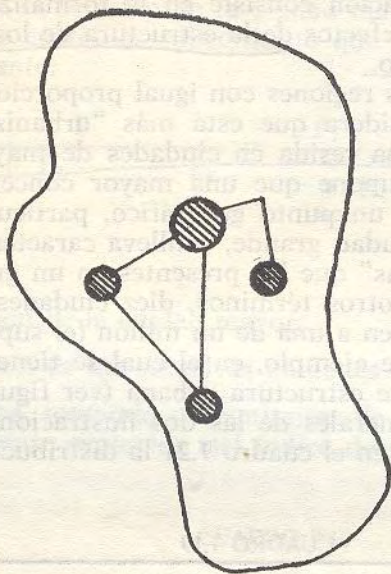
En el primer plano de análisis, ambas regiones son iguales demográficamente hablando, es decir, tienen la misma población total. La población urbana, asimismo, consecuentemente posee el mismo grado de urbanización, es decir:

$$GU = \frac{P_u}{P_t} K = \frac{156}{187,2} 100 = 83 \%$$

Fig. 7.1



(a)



(b)

Sin embargo, la composición poblacional y su estructura son medidas por el índice de urbanización, el cual tiene la formulación siguiente:

$$IU = \frac{I}{n} \sum_{i=1}^n \frac{PU_i}{P_t} \quad (8)$$

Donde:

PU_i , población urbana que habita en localidades mayores que un cierto rango poblacional i ;

P_t , población total del universo considerado;

n , número de rangos poblacionales considerados.

De acuerdo con la tabla número 18, se tienen 6 rangos ($n = 6$) es decir: 2 000, 5 000, 10 000, 20 000, 50 000, 100 000 habitantes.

Aplicando la expresión anterior al territorio (a):

$$IU = \frac{1}{6} \left(\frac{156}{187,2} + \frac{150}{187,2} + \frac{150}{187,2} + \frac{150}{187,2} + \frac{150}{187,2} + \frac{150}{187,2} \right) = 0,807$$

Como se puede apreciar, en el primer rango se incluye toda la población que vive en localidades de más de 2 000 habitantes, la cual por definición es la población urbana total, es decir, 156 mil habitantes, el segundo rango incluye a la población que vive en núcleos de más de 5 000 habitantes, así sucesivamente.

Aplicando la expresión al territorio (b) se tiene:

$$IU = \frac{1}{6} \left(\frac{156}{187,2} - \frac{146}{187,2} - \frac{146}{187,2} - \frac{126}{187,2} - \frac{85}{187,2} - \frac{0}{187,2} \right) = 0,807$$

$$IU = 0,587$$

Como se puede observar, el primer rango contiene toda la población del sistema urbano regional, de forma semejante al territorio (a), se continúa el procedimiento hasta el sexto grado ($n = 6$) en este último no se tiene ningún núcleo, la población consecuentemente es cero.

Dados los valores del índice para ambos casos y toda vez que el valor oscila entre cero (dispersión total) y uno (concentración máxima), se concluye que el territorio (a) tiene una estructura urbana más fuerte que el territorio (b) es decir (a) es más "urbanizado".

SOBRE EL PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Los subsistemas o sistemas urbanos que se comparen, deben tener el mismo número de rangos, e igual amplitud, tal como se muestra en el ejemplo siguiente:

Se tienen cuatro subsistemas urbanos, los cuales poseen el mismo grado de urbanización (100 %), variando únicamente la población total y la composición de la estructura urbana (ver cuadro 7.21).

CUADRO 7.21

Rangos (miles hab)	a	Tipos de estructuras			d
		b	c		
20	20	20	20	—	—
50	—	50	50	—	—
100	—	100	100	—	—
200	—	—	200	400	400
PU	20	170	370	400	400
PT	400	400	400	400	400
GU	5	42,5	92,5	100,0	100,0
IU	0,0125	0,263	0,763	1,000	1,000
GR	95	57,5	7,5	0	0

Los cálculos son los siguientes:

$$a \text{ -- IU} = \frac{1}{4} \left(\frac{20}{20} + \frac{0}{20} + \frac{0}{20} + \frac{0}{20} \right)$$

$$b \text{ -- IU} = \frac{1}{4} \left(\frac{170}{170} + \frac{150}{170} + \frac{100}{170} + \frac{0}{170} \right)$$

$$c \text{ -- IU} = \frac{1}{4} \left(\frac{370}{370} + \frac{350}{370} + \frac{300}{370} + \frac{300}{370} \right)$$

$$d \text{ -- IU} = \frac{1}{4} \left(\frac{400}{400} + \frac{400}{400} + \frac{400}{400} + \frac{400}{400} \right)$$

De los casos de (a) y (d) se comprueba que los efectos de concentración son diferentes ante el tamaño relativo del núcleo en el conjunto de casos de estudio. Supóngase que se considere una diferencia entre la (P_i) y la (P_n) (ver cuadro 7.22).

CUADRO 7.22

Rangos (miles hab)	Tipos de estructuras			
	a	b	c	d
20	20	20	20	—
50	—	50	50	—
100	—	100	100	—
200	—	—	200	400
PU	20	170	370	400
PT	400	400	400	400
GU	5	42,5	92,5	100,0
IU	0,0125	0,263	0,763	1,000
GR	95	57,5	7,5	0

Hasta aquí el procedimiento de cálculo.

Analizando ahora la expresión en manera más detallada, estructuralmente hablando:

$$IU = \frac{1}{n} \left(\frac{PU_1}{P_t} + \dots + \frac{PU_n}{P_t} \right) \quad (a)$$

$\frac{PU_1}{P_t}$, es el grado de urbanización;

$\frac{PU_n}{P_t}$ es una variante del índice de primacía, toda vez que indica el peso de la ciudad primal dentro de la población total.

TASA DEL ÍNDICE DE URBANIZACIÓN (IU)

Teniendo el cálculo del índice de urbanización (IU), se puede calcular la tasa anual de urbanización, la cual tiene la expresión siguiente:

$$IU = \frac{2(IU_1 - IU_0)}{(IU_0 + IU_1)} \cdot \frac{1}{n} \cdot 100 \quad (10)$$

Donde:

IU_0 , índice de urbanización al inicio del período;

IU_1 , índice de urbanización al final del período;

n , número de años del período considerado.

Esta tasa indica la evolución hacia la concentración urbana que en el sistema de asentamientos tiene en cuenta la estructura demográfica del núcleo. Ver ejemplo en el cuadro 7.23.

CUADRO 7.23

Índice	Censo	1899	1907	1919	1931	1943	1953	1970
	IU	0,66	0,667	0,711	0,771	0,803	0,835	0,867

CUADRO 7.24
INDICADORES PARA TODOS LOS PAISES

POBLACIÓN URBANA				PORCENTAJE POBLACIÓN URBANA				No. de ciudades de más de 500 000	
	Porcentaje población total 1960	Tasa crecimiento medio anual 60-70	Tasa crecimiento (%) 70-80	En la ciudad mayor 1960	1980	En ciudades de más de 500 000 1960	1980	1960	1980
Bajo Ingreso	15 w	17	3,8	3,7	11	13	31	42	58
China e India	15	17	3,8	3,2	7	6	33	42	48
Otros de Bajo Ingreso	12 w	19	4,7	5,0	24	27	23	42	10
1 Kampuchea, Dem.	11	19	3,6	5,0	24	27	23	42	10
2 Lao, PDR	8	14	4,1	4,8	69	48	0	0	0
3 Bhután	3	4	4,1	4,5	69	48	0	0	0
4 Bangladesh	5	11	6,3	6,8	20	30	20	51	1
5 Chad	7	18	6,7	6,5	20	39	0	0	0
6 Etiopía	6	15	6,1	6,6	30	37	0	37	0
7 Nepal	3	5	4,3	4,7	41	27	0	0	1
8 Somalia	17	30	5,3	5,0	41	34	0	0	0
9 Malí	11	20	5,4	5,5	32	34	0	0	0
10 Burma	19	27	3,9	3,9	23	23	23	29	1

CUADRO 7.24 (cont.)

	POBLACION URBANA			PORCENTAJE POBLACION URBANA					No. de ciudades de más de 500 000	
	Porcentaje población total 1960	Porcentaje población total 1980	Tasa crecimiento medio anual 60-70	Tasa crecimiento anual (%) 70-80	En la ciudad mayor 1960	En la ciudad 1980	En ciudades de más de 500 000 1960	En ciudades de más de 500 000 1980	1960	1980
11 Afganistán	8	15	5,5	5,9	33	17	0	0	0	1
12 Viet-Nam	15	19	5,3	3,3	32	21	32	50	1	4
13 Burundi	2	2	1,6	2,5	32	21	0	0	0	0
14 Alto Volta	5	9	5,3	3,8	32	41	0	0	0	0
15 India	18	22	3,3	3,3	7	6	26	39	11	36
16 Malawi	4	10	6,6	6,8	7	19	0	0	0	0
17 Ruanda	2	4	5,6	5,9	7	19	0	0	0	0
18 Sri Lanka	18	27	4,3	3,6	28	16	0	16	0	1
19 Benin	10	14	5,3	3,9	28	63	0	63	0	1
20 Mozambique	4	9	6,6	6,9	75	83	0	83	0	1
21 Sierra Leona	13	25	5,5	5,6	37	47	0	0	0	0
22 China	13	13	5,5	3,1	6	6	42	45	38	70
23 Haití	16	28	4,0	4,9	42	56	0	56	0	1
24 Pakistán	22	28	4,0	4,3	20	21	33	51	2	7

CUADRO 7.24 (cont.)

	POBLACIÓN URBANA			PORCENTAJE POBLACIÓN URBANA				
	Porcentaje población total 1960	Porcentaje población total 1980	Tasa crecimiento medio anual 60-70	Tasa crecimiento anual (%) 70-80	En la ciudad mayor 1960	En la ciudad 1980	En ciudades de más de 500 000 1960	En ciudades de más de 500 000 1980
37 Kenya	7	14	6,4	8,8	40	57	0	57
38 Ghana	23	36	4,6	5,1	25	35	0	48
39 Rep. Árabe del Yemen	3	10	7,5	7,2	25	25	0	0
40 Senegal	23	25	2,9	3,3	53	65	0	65
41 Angola	10	21	5,1	5,7	44	64	0	64
42 Zimbabue	13	23	6,8	6,4	40	50	0	50
43 Egipto	38	45	3,3	2,8	38	39	53	53
44 Yemen, PDR	28	37	3,2	3,7	61	49	0	0
45 Liberia	21	33	5,6	5,6	61	49	0	0
46 Zambia	23	38	5,4	5,5	61	35	0	35
47 Honduras	23	36	5,4	5,5	31	33	0	0
48 Bolivia	24	33	3,9	4,1	47	44	0	44
49 Camerún	14	35	5,6	7,5	26	21	0	21
50 Tailandia	13	14	3,5	3,3	65	69	65	69
51 Filipinas	30	36	3,8	3,6	27	30	27	34

CUADRO 7.24 (cont.)

	POBLACION URBANA				PORCENTAJE POBLACION URBANA				No. de ciudades de más de 500 000			
	Porcentaje población total		Tasa crecimiento medio anual		En la ciudad mayor		En ciudades de más de 500 000		1960		1980	
	1960	1980	60-70	70-80	1960	1980	1960	1980	1960	1980	1960	1980
52 Congo PR	30	45	4,7	4,1	77	56	0	0	0	0	0	0
53 Nicaragua	41	53	4,2	4,5	41	47	0	47	0	0	1	1
54 Papúa Nueva Guinea	3	20	15,2	8,7	41	25	0	0	0	0	0	0
55 El Salvador	38	41	3,2	3,3	26	22	0	0	0	0	0	0
56 Nigeria	13	20	4,7	4,7	13	17	22	58	2	2	9	9
57 Perú	46	67	4,9	4,3	38	39	38	44	1	1	2	2
58 Marruecos	29	41	4,2	4,6	16	26	16	50	1	1	4	4
59 Mongolia	36	51	5,2	4,1	53	52	0	0	0	0	0	0
60 Albania	31	37	3,7	3,4	27	25	0	0	0	0	0	0
61 Rep. Dominicana	30	51	5,8	5,3	50	54	0	54	0	0	1	1
62 Colombia	48	70	5,2	3,9	17	26	28	51	3	3	4	4
63 Guatemala	33	39	3,6	3,7	41	36	41	36	1	1	1	1
64 Rep. Árabe Siria	37	50	4,8	5,0	35	33	35	55	1	1	2	2
65 Costa de Marfil	19	38	7,3	8,5	27	34	0	34	0	0	1	1

CUADRO 7.24

(cont.)

	POBLACIÓN URBANA			PORCENTAJE POBLACIÓN URBANA				No. de ciudades de más de 500 000	
	Porcentaje población total 1960	Porcentaje población total 1980	Tasa crecimiento medio anual (%) 60-70	Tasa crecimiento medio anual (%) 70-80	En la ciudad mayor 1960	En la ciudad mayor 1980	En ciudades de más de 500 000 1960	En ciudades de más de 500 000 1980	
66 Ecuador	34	45	4,5	4,5	31	29	0	51	2
67 Paraguay	36	39	3,0	3,5	44	44	0	44	1
68 Túnez	36	52	3,8	3,9	40	30	40	30	1
69 Rep. Dem. Corea	40	60	5,0	4,3	15	12	15	19	2
70 Jordania	43	56	4,5	4,7	31	37	0	37	1
71 Líbano	44	76	6,2	2,8	64	79	64	79	1
72 Jamaica	34	50	3,5	3,4	77	66	0	66	1
73 Turquía	30	47	5,1	4,6	18	24	32	42	4
74 Malasia	25	29	3,6	3,1	19	27	0	27	1
75 Panamá	41	54	4,4	3,6	61	66	0	66	1
76 Cuba	55	65	2,9	2,2	38	32	38	32	1
77 Rep. de Corea	28	55	6,3	4,8	35	41	61	77	7
78 Argelia	30	44	3,9	5,8	27	12	27	12	1
79 México	51	67	4,8	4,8	28	32	36	48	7

CUADRO 7.24 (cont.)

POBLACIÓN URBANA				PORCENTAJE POBLACIÓN URBANA				No. de ciudades de más de 500 000		
	Porcentaje población total 1960	Tasa crecimiento medio anual (%) 60-70	70-80	En la ciudad mayor 1960	1980	En ciudades de más de 500 000 1960	1980			
80 Chile	68	80	3,1	2,3	38	44	38	44	1	1
81 Africa del Sur	47	50	2,8	3,1	16	13	44	53	4	7
82 Brasil	46	65	4,8	3,7	14	16	35	52	6	14
83 Costa Rica	37	43	4,2	3,3	67	64	0	64	0	1
84 Rumania	34	48	2,8	2,5	22	17	22	17	1	1
85 Uruguay	80	84	1,3	0,6	56	52	56	52	1	1
86 Irán	34	50	4,7	4,9	26	28	26	47	1	6
87 Portugal	23	31	1,3	2,9	47	44	47	44	1	1
88 Argentina	74	82	2,0	2,1	46	45	54	60	3	5
89 Yugoslavia	28	42	3,2	2,9	11	10	11	23	1	3
90 Venezuela	67	83	4,7	4,2	26	26	26	44	1	4
91 Trinidad-Tobago	22	22	1,7	1,3	26	26	0	0	0	0
92 Hong-Kong	89	90	2,6	2,7	100	100	100	100	1	1
93 Singapur	100	100	2,4	1,4	100	100	100	100	1	1

Cuadro 7.24 (cont.)

	POBLACION URBANA			PORCENTAJE POBLACION URBANA			No. de ciudades de más de 500 000 1960	1980
	Porcentaje población total 1960	Tasa crecimiento medio anual (%) 60-70	En la ciudad mayor 1960	En la ciudad mayor 1980	En ciudades de más de 500 000 1960	En ciudades de más de 500 000 1980		
108 U. S. A.	67	1,7	13	12	61	77	40	65
109 Noruega	32	3,5	50	32	50	32	1	1
110 Bélgica	66	1,2	17	14	28	24	2	2
111 Rep. Fed. Alemana	77	1,4	20	18	48	45	11	11
112 Dinamarca	74	1,5	40	32	40	32	1	1
113 Suecia	73	1,8	15	15	15	35	1	3
114 Suiza	51	2,2	19	22	19	22	1	1
Capital Surplus exp. pet.	37w	7,4w	33w	42w	22w	53w	1t	6t
115 Iraq	43	6,2	35	55	35	70	1	3
116 Arabia Saudita	30	8,4	15	18	0	33	0	2
117 Libia	23	8,0	57	64	0	64	0	1
118 Kuwait	72	10,4	75	30	0	0	0	0
Econo. Ind.								
No. de Mercado	49w	2,5w	9w	7w	23w	32w	35t	64t
119 Bulgaria	39	3,8	23	18	23	18	1	1

Cuadro 7.24 (cont.)

	POBLACIÓN URBANA			PORCENTAJE POBLACIÓN URBANA				No. de ciudades de más de 500 000		
	Porcentaje población total 1960	Porcentaje población total 1980	Tasa crecimiento medio anual (%)	En la ciudad mayor		En ciudades de más de 500 000 más 1960	1980	1960	1980	1980
				1960	1980					
120 Polonia	48	57	1,8	17	15	41	47	5	8	
121 Hungría	40	54	1,7	45	37	45	37	1	1	
122 U.R.S.S.	49	65	2,8	6	4	21	33	25	50	
123 Checoslovaquia	47	63	2,1	17	12	17	12	1	1	
124 R. D. Alemana	72	77	0,1	9	9	14	17	2	3	

FUENTE: World Development Report, 1981. The World Bank, Washington, D. C., agosto de 1981.

Tomando el **IU** correspondiente a los censos del 1953 y 1970, se tiene la tasa de urbanización siguiente:

$$TU = \frac{2 (0,867 - 0,835)}{(0,835 + 0,867)} \cdot \frac{1}{17} \cdot 100 = 0,22 \%$$

siendo la del inicio de la serie de censos la siguiente (1899-1907).

$$TU = \frac{2 (0,667 - 0,66)}{(0,66 + 0,667)} \cdot \frac{1}{8} \cdot 100 = 0,13 \%$$

Y la del período 1931-1943:

$$TU = \frac{2 (0,803 - 0,771)}{(0,771 + 0,803)} \cdot \frac{1}{12} \cdot 100 = 0,34 \%$$

BIBLIOGRAFIA DEL CAPITULO 7

1. CASTELL, M.: **Problemas de investigación en sociología urbana.**
2. REISSMAN: **El proceso urbano.**
3. VALENTEI: **La teoría marxista-leninista de la población.**
4. C.E.E.: **Apuntes sobre la urbanización en Cuba, desde 1907 a 1981.**
5. GARCIA PLEYAN, C.: **La transformación de la estructura urbana en Cuba 1959-1975,** Instituto de Planificación Física, La Habana.
6. JUCEPLAN: **Densidad de población y urbanización.**
7. PAVÓN GONZALEZ: **Algunas consideraciones sobre la urbanización y el crecimiento de las ciudades.**
8. STANCHEV: **Sistema Urbano.** Editorial Científico-Técnica, La Habana, 1982.
9. SHUBKIN, V. N.: **Cuestiones metodológicas de Sociología Aplicada,** Editorial de Ciencias Sociales, La Habana.
10. KINGSLEY, D.: **Cities.**
11. ARRIAGA, D.: **Selected mensurement of urbanization projection of urban population.**
12. Instituto de Estudios de Administración Local: **Problemas de las áreas metropolitanas.**

Capítulo 8

LA REGIÓN HOMOGÉNEA

Como se ha señalado en el capítulo I, las regiones económicas tienen una existencia objetiva debido a los vínculos productivos que en ellas se desenvuelven.

Sin embargo, sus límites, es decir, las zonas geográficas en las cuales se produce el paso de una región a otra, no son tan evidentes como el paso de un país a otro, donde la frontera está claramente establecida.

La determinación de las regiones económicas requiere por tanto de la aplicación de métodos que permitan destacar su existencia y en particular sus límites (el perímetro que envuelve a la región).

La división del espacio nacional en regiones homogéneas, se realiza en lo fundamental para describir la realidad, poder conocerla, interpretarla y así poder enfrentar ulteriores transformaciones en cuanto a la estructuración de los espacios económicos y sociales que la conforman.

Regiones homogéneas: En el capítulo I se definió la región homogénea, así como sus características fundamentales, mediante los conceptos de homogeneidad y contigüidad; sobre la base de la consideración de estas dos nociones, se puede determinar sus límites.

LA HOMOGENEIDAD

La homogeneidad es el grado de similitud o semejanza entre diversas unidades geográficas que permiten agruparlas para conformar regiones. Dicha similitud u homogeneidad pueden ser de naturaleza diversa, tales como las económicas (estructura de la producción, empleo, ingresos, niveles de consumo, índice de especialización, etc.), geográficas (clima, suelos, topografía, hidrología, etc.). Ahora bien, las áreas que son similares en algunos aspectos, pueden ser diferentes en otros, esto

es lo que hace que la determinación de este tipo de región, deba contemplar estas dificultades.

Producto de lo anterior, el principal problema consiste en definir las características respecto a las cuales se va a determinar la homogeneidad.

LA CONTIGÜIDAD

La segunda consideración en el estudio de la determinación de las regiones homogéneas, la representa la contigüidad o vecindad de las unidades geográficas que las estructuran. Se dice que dos unidades geográficas son contiguas entre sí, cuando poseen un límite común, gráficamente, como aparece en la figura 8.1.

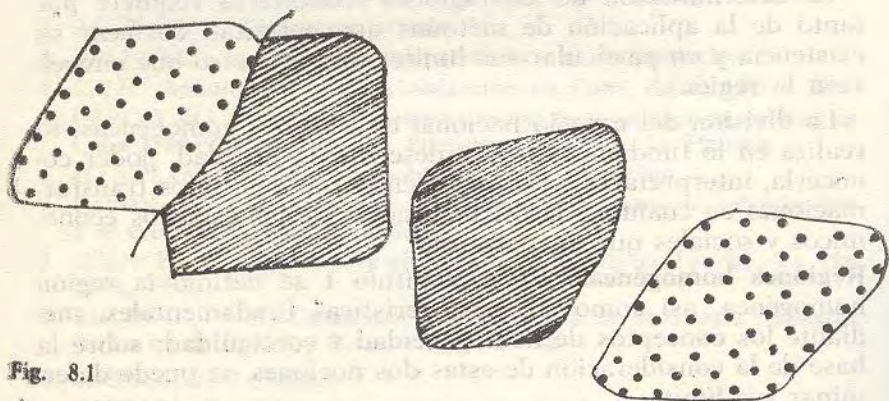


Fig. 8.1

Dos unidades geográficas contiguas. Dos unidades geográficas no contiguas.

LÍMITES DE LAS REGIONES HOMÓGENEAS

Dentro del concepto de límite no se debe considerar únicamente la línea o franja que separa una región de otra, sino también la determinación del número de unidades geográficas que conforman cada región y así será factible dividir al país.

NÚMERO DE REGIONES HOMOGÉNEAS EN FUNCIÓN DEL PLANO TEMPORAL DEL PLAN Y DEL OBJETIVO

Se ha afirmado que las regiones homogéneas tienen una realidad objetiva; pero no es menos cierto que el número de regiones homogéneas en que se subdivide el país, depende de la característica o características que se seleccionen como indicadores, así como el número de niveles que se le asigne a cada característica.

Por ejemplo, se podría estudiar la división del país en dos grupos, agrícolas e industriales, clasificación cuya realidad objetiva es fácil de evidenciar, sin negar la existencia de, por ejemplo, cinco tipos de regiones homogéneas: cañeras, cítrícolas, ganaderas, arroceras e industriales. En este caso se ha ampliado el número de regiones, al aumentar el grado de detalle de la característica elegida. Por tanto, se puede afirmar que a mayor grado de detalle de la característica, mayor será el número de regiones homogéneas.

Por ejemplo, si tomamos la característica Densidad de Población y definimos un valor medio nacional de $\bar{x}$ y otro menor que $\bar{x}$, tendrán dos tipos de regiones, pero si hacemos:

$$D > \bar{X} > 88 \text{ hab/km}^2$$

$$D = \bar{X} = 88 \text{ hab/km}^2$$

$$D < \bar{X} < 88 \text{ hab/km}^2$$

se tendrán consecuentemente tres tipos de regiones.

Hasta aquí se ha hablado de dos grupos de regiones homogéneas, las provenientes de la determinación del grado de detalle de las características seleccionadas y de la estratificación del valor de dichas características, sin embargo, falta aún profundizar en el número de regiones.

Volvamos al ejemplo, teníamos cinco tipos de regiones; ahora bien, las regiones homogéneas deben estar conformadas por unidades contiguas por definición. Puede darse el caso de que existan unidades geográficas que reúnan la condición de ser fundamentalmente cítrícolas, en tres lugares del país alejados entre sí (digamos por ejemplo en Cuba: Guane, Jagüey y Ceballos), estas tres unidades geográficas no conforman la región cítrícola de Cuba, sino el espacio cítrícola, pues falta el princi-

pio de contigüidad; asimismo, el número de regiones homogéneas es siempre igual o mayor que el número de valores que se le asigne a la característica elegida.

Ahora bien, ¿qué es lo que determina el grado de detalle de las características elegidas? Fundamentalmente, el objetivo que se persiga. Si el objetivo es describir una situación actual, el número dependerá de lo que se quiera destacar.

Por ejemplo, ¿cuáles son las regiones con menos del 50 % de grado de urbanización y el resto? Más importante es el hecho de la elección del número de regiones cuando el objetivo es la territorialidad del plan de desarrollo socioeconómico. El número de regiones en este caso depende del horizonte temporal del plan.

Para planes a corto plazo, el número de regiones puede ser grande —es decir, el grado de detalle de los indicadores es mayor y más preciso— pues en este período las transformaciones en la estructura regional puede no ser muy grande; no siendo así en el mediano y sobre todo en el largo plazo, períodos en los cuales las transformaciones serán mucho más significativas, para este horizonte, conviene regiones grandes y pocas.

En resumen, cuanto mayor o más amplio sea el horizonte temporal, menor grado de detalle de los indicadores, y menor número de regiones. De esto se deduce que a menor número de regiones homogéneas, mayor cantidad de unidades geográficas en las mismas (ver figura 8.2).

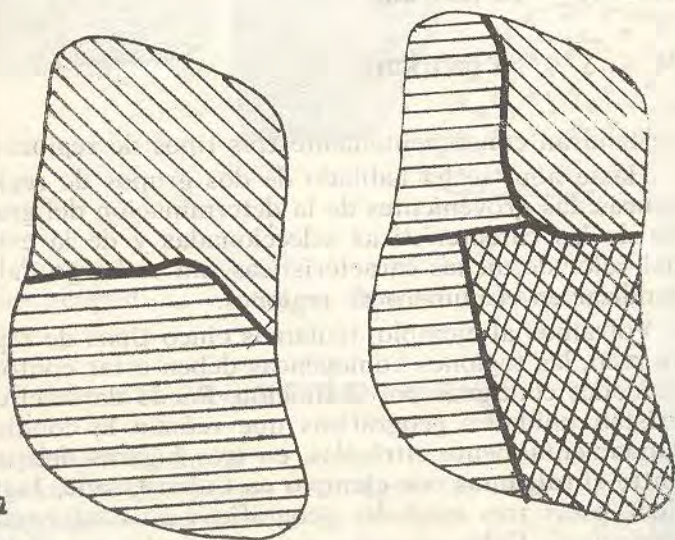


Fig. 8.2

ELECCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS

La elección de las características o variables para determinar la homogeneidad de las unidades geográficas con objeto de conformar regiones homogéneas, depende en última instancia, del objetivo que se persiga, ya sea descriptivo fundamentalmente o como base para la planificación. Si es descriptivo, obviamente puede ser cualquiera, lo cual nos producirá una estructuración espacial de la característica considerada (es el análisis de una fila de la matriz de información espacial); si es de planificación serán aquellas características de carácter biyectivo con las del plan.

MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS REGIONES HOMOGÉNEAS

Los métodos están en función del número de características consideradas, las cuales, pueden ser una o más de una.

El caso de una sola característica. Un método simple para determinar el número de unidades geográficas que debe conformar cada región y además determinar los límites regionales pueden tener dos caminos:

1. Utilización de la desviación típica

Tomemos por ejemplo la densidad de población como característica y supongamos que para los fines descriptivos se requiere dividir al país en tres tipos de regiones homogéneas respecto a este indicador.

Respetando el principio de contigüidad, se parte primero de una agrupación arbitraria de unidades geográficas y a estas agrupaciones se les calcula la desviación típica, seguidamente se cambia la agrupación de determinadas unidades geográficas y se vuelve a efectuar el cálculo anteriormente dicho. Si la desviación típica es menor en esta segunda, tercera o cuarta agrupación, estará más próxima a la solución deseada, o sea, la de máxima homogeneidad; teóricamente, este proceso es largo. No obstante, en la práctica no lo es tanto, pues la distribución inicial puede ser elegida con un grado de aproximación bastante elevado, a causa de la influencia de la contigüidad y de la observación de los valores de la característica, prácticamente.

Cuando se obtienen las tres (en nuestro ejemplo hipotético) desviaciones típicas mínimas, tendremos como resultado tres regiones homogéneas respecto a la densidad de población. Asi-

mismo se conocerá el número de unidades geográficas de cada región y sus límites correspondientes, que son los límites de las unidades geográficas que las forman.

Supongamos el ejemplo hipotético siguiente: se tiene un determinado país conformado por 30 unidades geográficas base de la información estadística de los valores de la característica (X) que se indica en el gráfico. A los fines de la descripción del territorio, de acuerdo con los objetivos históricos concretos, se requiere producir la partición del territorio en tres partes buscando la máxima homogeneidad de las mismas.

Efectuando el 1er. agrupamiento.

a) Formado por las unidades geográficas siguientes:

1-15

2-10

5-18

3-14

4-17

6-16

7-14

12-10

19-16

18-14

20-15

Este grupo tiene una desviación típica de:

$$S = 2,54$$

b) Formado por las unidades geográficas siguientes:

13-20

21-22

22-19

14-26

8-22

9-20

15-22

23-27

16-29

24-28

26-24

Este agrupamiento tiene una desviación típica de:

$$S = 3,74$$

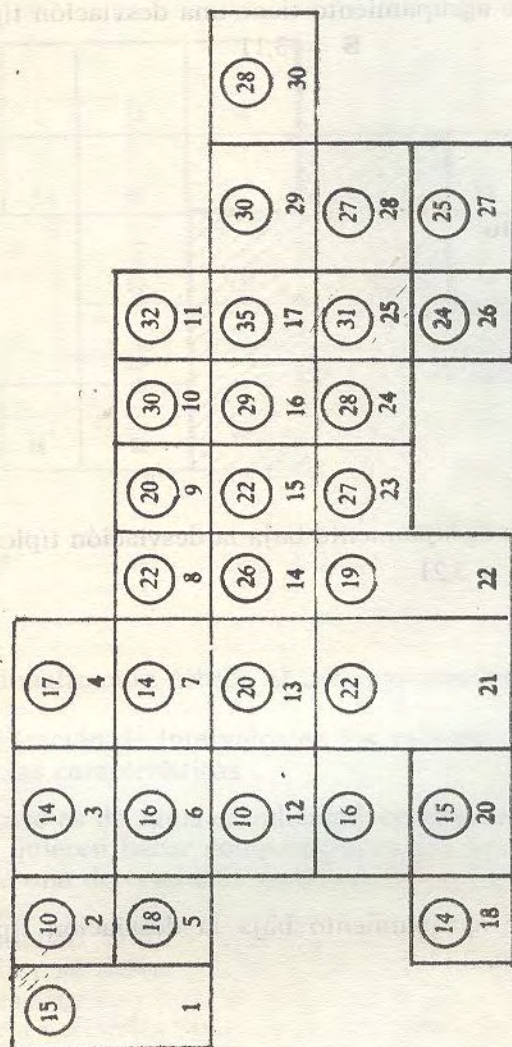


Fig. 8.3

c) Formado por las unidades geográficas siguientes:

10-30

11-32

17-35

25-31

Este agrupamiento tiene una desviación típica de:

29-30

$$S = 3,11$$

28-27

27-25

30-28

2do. agrupamiento

a) Se mantiene igual

b) 13-20

21-22

22-19

14-26

8-22

23-27

Este agrupamiento baja la desviación típica de:

18-22

3,47 a 3,21

9-20

24-28

26-24

27-25

28-27

30-28

c) 10-30

11-32

16-29

Este agrupamiento baja la desviación típica de:

17-35

3,11 a 2,14

29-30

25-31

De los resultados obtenidos en el 2do. agrupamiento se infiere que las tres regiones tienen una estructura interna más homogénea respecto al 1er. agrupamiento.

¿Se podría lograr aún mayor homogeneidad? Queda al lector estudiarlo.

El resultado del 2do. agrupamiento es el que aparece en la figura 8.4.

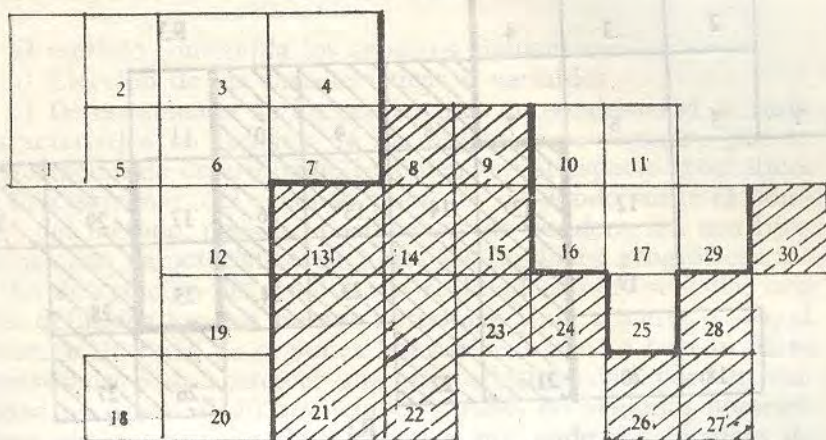


Fig. 8.4

Regionalización debido al 2do. agrupamiento.

2. Utilización de intervalos en los valores de las características

Este caso es de suma simplicidad, comúnmente se utiliza cuando se quieren hacer comparaciones del comportamiento espacial de una determinada característica a través de valores prefijados.

Siguiendo con el ejemplo utilizado en el método antes descrito: se desea determinar la subdivisión de un territorio en tres regiones homogéneas; según los objetivos del estudio interesa definir las de acuerdo con los siguientes valores:

$$R_1 < 20$$

$$20 \leq R_2 \leq 30$$

$$R_3 > 30$$

esto quiere decir que el método se reduce a agrupar las unidades geográficas de acuerdo con sus valores respetando el principio de contigüidad, por tanto, el resultado es el siguiente.

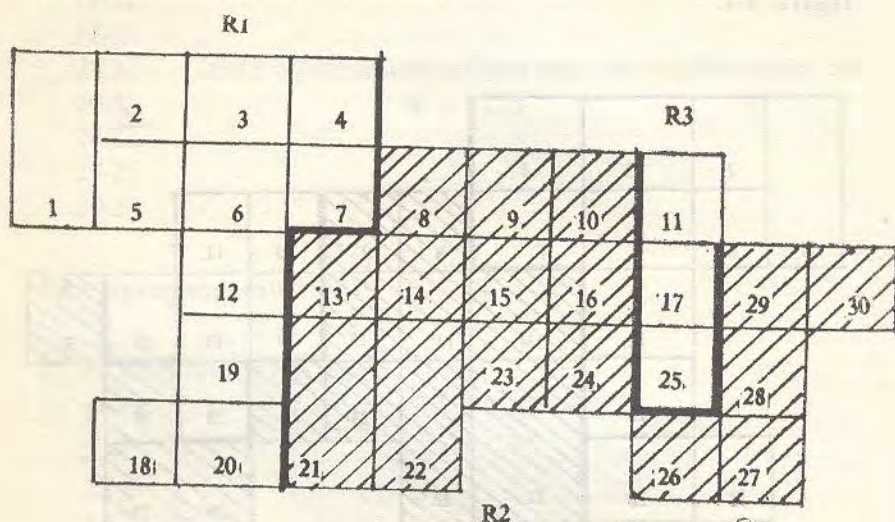


Fig. 8.5

EL CASO DE MÁS DE UNA CARACTERÍSTICA

En este caso se trata de la determinación de las regiones homogéneas bajo el efecto combinado de más de una característica (de 2 hasta n). Aquí se pueden presentar dos situaciones diferentes:

1- Que todas las características consideradas posean distintos pesos en la caracterización.

2- Que todas las características seleccionadas tengan el mismo peso en la caracterización de la homogeneidad.

Lo anterior es un problema a considerar. En segundo lugar, se tiene que resolver el problema relativo a que las características de las mismas pueden estar expresadas en unidades diferentes (este problema fue tratado en el capítulo referente a la matriz de información espacial, en lo relativo a la estandarización o normalización de las características).

Consideraremos el primer caso, es decir, que todas las características tengan el mismo peso en la caracterización de la ho-

mogeneidad, pero las mismas se encuentran expresadas en diferentes unidades.

Planteado de esta forma solamente tenemos que resolver el problema de la dimensionalidad de las características.

MÉTODOS DE LOS ÍNDICES FIJOS

El método contempla los aspectos siguientes:

- a) Elección de las características o variables
- b) Determinación de los coeficientes de ponderación de cada característica en función de los objetivos perseguidos por la descripción de determinado fenómeno en el espacio geográfico.

Precisamente, del segundo punto es de donde surge el nombre del método, pues los coeficientes de ponderación son fijos para cada característica en todas las unidades geográficas.

La descripción del método, en realidad es muy sencilla: una vez definidos los dos puntos anteriores y un tercero, o sea, el número de tipos de regiones homogéneas que se buscan. Esto insistimos, podría parecer una gran arbitrariedad, pero en realidad no es así, dado que, como se sabe, las regiones homogéneas son meramente descriptivas y por ende, las técnicas de homogenización son técnicas para la descripción.

Por tanto, cuando se hace una descripción es en función de un determinado objetivo y si además se agrega que es una descripción en base a la homogeneidad o similitud, ello se entiende en comparación con algún parámetro.

Por eso, cuando se habla de regiones de gran dinamismo y regiones de bajo dinamismo, ello es en función de la dinámica media del país (p) de ahí que se busquen:

- regiones de gran dinamismo : $y > p$
- regiones de dinamismo medio : $y = p$
- regiones de poco dinamismo : $y < p$

quedando con ello establecido el número de regiones.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

a) Determinación de las unidades geográficas como base para la agregación.

b) Determinación de los valores de las características para cada una de las unidades geográficas.

c) Dado que los valores de las características pueden estar expresados en diferentes unidades, tales como: \$/hab, km^2 , etcétera es necesario normalizar sus valores para ello existen dos posibilidades.

d) Se determina una unidad geográfica como unidad de comparación y se dividen los valores de las demás entre ella, con esto se torna una expresión relativa. La unidad geográfica tomada como unidad para una característica debe ser la misma para el resto de las características, la que siempre tendrá el **valor de uno** (por haber sido dividida entre ella misma). Por ejemplo, un área dividida en 12 unidades geográficas, sobre cada una se expresa el valor de la característica X (ver figura 8.6).

X_1	X_2	X_3	X_4		
X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
	X_{11}	X_{12}			

Fig. 8.6

Se selecciona una unidad geográfica arbitrariamente (la cual comúnmente se denomina pivote); tomamos la X_1 como unidad de referencia y efectuamos:

$$\frac{X_1}{X_1} = 1 = Z_1$$

$$\frac{X_2}{X_1} = Z_2$$

.

.

.

$$\frac{X_{12}}{X_1} = Z_{12}$$

Donde los Z_i representan el valor normalizado de la característica, de manera relativa mediante la expresión:

Otro procedimiento de mayor rigor ya conocido es la estandarización o normalización de las características mediante la expresión:

$$T_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S_i} = (10) + 50$$

e) Definidos los coeficientes de ponderación (en caso de considerarse las características con diferentes pesos) se efectúa la operación para cada característica, en todas las unidades geográficas.

f) Ponderadas las características se suman los valores de cada unidad geográfica, para obtener un solo indicador (W), o sea:

$$W_i = A_1Z_1 + A_2Z_2 + \dots + A_nT_n$$

Donde:

W_i , valor consolidado en la unidad geográfica uno;

A_i , coeficiente de ponderación de la característica uno;

T_i , valor normalizado de la característica uno.

g) se definen los límites de agregación de las unidades geográficas, bien sea aplicando el procedimiento de la desviación típica, o el de los parámetros pre-establecidos.

Con el objetivo de ejemplificar la aplicación del método en sus dos categorías: características de igual peso y características con pesos diferentes, utilizaremos dos ejemplos: el primero será hipotético, siendo el segundo un caso real de estudio el cual se acometió en el Instituto de Planificación Física en 1971.

EL CASO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE IGUAL PESO

Supongamos un país dividido en 20 unidades geográficas; se calcula el índice per cápita promedio (en cada una de ellas) sobre el ingreso y el índice de industrialización (porcentaje de obreros industriales respecto al total de ocupados en cada unidad geográfica).

Se tienen que calcular los índices relativos respecto a una unidad geográfica de referencia o base para nuestras comparaciones. En el ejemplo y como vía de simplificación, se han tomado valores de fácil conversión, al contar con una unidad

geográfica con valores unitarios. Los gráficos siguientes muestran los índices normalizados de los valores de las características.

2.00	1.90	3.57	4.41
1.67	2.32	3.90	5.44
2.19	2.75	3.50	10.20
2.56	2.94	9.10	9.10
2.71	3.27	9.05	8.52

Fig. 8.7

El siguiente paso es hallar las regiones homogéneas, de acuerdo con las dos características consideradas, para lo cual en primer término sumamos los valores de las características normalizados (ver figura 8.7).

	R1		
		R2	
			R3

Fig. 8.8

A los fines de la descripción se desea establecer tres regiones homogéneas, por lo cual habrá de agruparse las unidades geográficas por similitud de sus índices, a tales efectos se han definido los intervalos siguientes:

$$\begin{aligned} R_1 &\leq 2,50 \\ 2,5 &\leq R_2 \leq 3,50 \\ R_3 &> 3,50 \end{aligned}$$

Llegándose a la delimitación regional que aparece en la figura 8.9.

Si el intervalo no incluyese a 3,50 en la región dos con el signo de "menor" o "igual que", habría que comprobar si esa unidad geográfica pertenece a R_2 o R_3 por homogeneidad; ello se puede hacer calculando la desviación típica de los valores correspondientes a cada región incluyéndole la unidad geográfica que se cuestiona o simplemente hallando la desviación respecto a la media, es decir:

$$R_2; \bar{X} = 3,50 \cdot \cdot \text{dm} = 3,5 - 3,5 = 0$$

$$R_3; \bar{X} = 8,25 \cdot \cdot \text{dm} = 3,5 - 8,25 = -4,75$$

Es evidente que el valor 3,5 pertenece a R_2 .

EL CASO DE LAS CARACTERÍSTICAS CON DIFERENTES PESOS: UNA EXPERIENCIA

El siguiente estudio se realizó en 1971, por lo que se ajusta a la información disponible en aquel entonces, así como la División Político-Administrativa de Cuba vigente en aquel momento.

Como base geográfica se tomaron las 39 regiones político-administrativas existentes, suponiendo que lo que se buscaba era delimitar "provincias", grandes regiones homogéneas.

En segundo plano se acometió la determinación de las características, éstas son funciones de los objetivos del estudio, esto último consistía en la determinación de regiones homogéneas desde el punto de vista demo-laboral.

Se contaba con 31 características disponibles, las cuales eran las siguientes:

- 1— Población total.
- 2— Grado de urbanización.
- 3— Índice de masculinidad.
- 4— Densidad población total.
- 5— Edad prelaboral.
- 6— Edad laboral.
- 7— Edad poslaboral.
- 8— Recursos laborales.
- 9— Recursos en edad laboral.
- 10— Recursos fuera de edad laboral.
- 11— Población activa.
- 12— Índice de integración al trabajo.
- 13— Población activa agrícola.
- 14— Población activa en la construcción.
- 15— Población activa en la industria.
- 16— Población activa en los servicios.
- 17— Población activa masculina.
- 18— Población activa femenina.
- 19— Población activa fuera de edad laboral.
- 20— Población activa prelaboral.
- 21— Población activa poslaboral.
- 22— Estructura por sexo en cada sector.
- 23— Población inactiva.
- 24— Población inactiva prelaboral.
- 25— Población inactiva poslaboral.
- 26— Reserva laboral.
- 27— Reserva laboral masculina.
- 28— Reserva laboral femenina.
- 29— Incapacitados.
- 30— Grado de integración femenina al trabajo.
- 31— Población femenina por sector económico.

De las 31 características señaladas con anterioridad se seleccionaron 13. El criterio seguido consistió en eliminar aquellas que no aportaban ninguna información nueva respecto a otras ya tomadas (por ejemplo, el porcentaje de población inactiva respecto a la población activa) o bien aquellas que se consideraron menos decisivas para el estudio de homogeneidad (como el porcentaje de incapacitados, o el índice de masculinidad, que es prácticamente uniforme en todo el país).

Las trece variables seleccionadas fueron las siguientes:

- 1— Grado de urbanización.
- 2— Densidad de población.
- 3— Porcentaje de población prelaboral.
- 4— Porcentaje de Recursos laborales.
- 5— Porcentaje de población activa.
- 6— Índice de integración al trabajo.
- 7— Porcentaje de población activa agrícola.
- 8— Porcentaje de población activa en la construcción.
- 9— Porcentaje de población activa en la industria.
- 10— Porcentaje de población activa en los servicios.
- 11— Porcentaje de población activa fuera de edad laboral.
- 12— Porcentaje de reserva laboral.
- 13— Índice de integración femenina al trabajo.

Con posterioridad, se añadieron las características siguientes:

- 14— Porcentaje de área agrícola respecto al área total.
- 15— Densidad agrícola.

En cuanto a la ponderación de las características, se siguieron los siguientes criterios:

Ponderación	Características
11	Urbanización
11	Densidad
11	A. Agrícola/A. Total
11	Integración femenina
11	Agropecuaria
7	Prelaboral
6	Construcción
6	Industria
6	Servicios
4	Recursos
4	Reserva
3	Población activa
3	Integración
3	Fuera de edad
3	Densidad agrícola

a) La densidad se ponderó alta, dado que de hecho resume dos variables importantes para el estudio: población y superficie del área de la unidad geográfica.

b) La urbanización y el porcentaje de área agrícola dado que se supone son buenos indicadores del desarrollo regional.

c) La integración femenina porque es uno de los mejores indicadores, pues depende del nivel de servicios, de la población prelaboral existente, etcétera.

d) El sector agropecuario, a causa de la estructura económica del país.

e) La población prelaboral, debido a que determina la edad de una región e indirectamente el porcentaje de recursos laborales, entre otras cosas.

f) La población activa se ponderó baja, dado que de hecho se ha ponderado alta mediante los sectores de actividad económica.

Seguidamente se pasó a la aplicación del método de los índices fijos cuyos resultados se plasman en el cuadro 8.1.

Del análisis de los primeros resultados, aparecieron algunas inconsistencias tales como que el Segundo Frente se parecía más a la Habana que a Santiago de Cuba, lo cual resulta insostenible bajo cualquier concepto.

Analizando los datos de todas las características una a una, se supuso que el que había deformado el dato era la densidad por área agrícola, pues al no haber en el Segundo Frente más que 42 km² de área agrícola, la cifra de densidad agrícola era exageradamente alta.

Al mismo tiempo, se pensó que otro factor podía haber deformado los resultados: el hecho de que algunas variables eran en cierto modo indicadores, de un desarrollo económico de la región (como urbanización, integración femenina al trabajo, etcétera) y otras indicaban un subdesarrollo efectivo o potencial (reserva laboral, porcentaje de población activa agrícola, etcétera).

Por ejemplo, una región con un valor de 80 en urbanización y de 20 de reserva (región "desarrollada") y otra con un dato de 20 de urbanización y de 80 en reserva (región "subdesarrollada") podían resultar dos regiones homogéneas, pues según el método se norman simplemente los valores. En este caso, las dos regiones obtendrían un resultado de 100, lo que interpretaría como un indicador de la homogeneidad de las dos regiones, conclusión evidentemente falsa. Para paliar esta deformación, se pensó asignar un signo positivo a las características indicadoras de desarrollo y un signo negativo a las otras, y llevar a cabo la suma algebraica. En el ejemplo anterior, por este procedimiento, habríamos obtenido 60 para la primera región y 60 para la segunda, valores estos que indican la heterogeneidad entre ambas.

CUADRO 8.1

Regiones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1 Guane	110	110	110	110	110	70	70	70	70	40	40	30	30	30
2 Pinar del Río	291	134	134	109	83	199	115	105	63	42	43	31	30	25
3 Consolación del Norte	218	90	87	38	98	221	79	75	68	40	43	28	28	23
4 San Cristóbal	197	178	97	23	82	182	118	109	65	40	42	29	29	28
5 Artemisa	559	224	121	166	52	510	114	132	60	42	45	31	29	21
6 Ariguanabo	634	253	124	174	55	505	71	135	55	45	45	33	25	19
7 San José de las Lajas	398	219	126	156	59	538	95	114	53	45	46	33	30	23
8 Mayabeque	366	221	105	137	68	365	77	123	54	45	50	32	28	26
9 Habana Metropolitana	1 496	369	175	116	18	529	122	212	52	44	45	33	30	19
10 Isla de la Juventud	65	233	116	95	63	308	187	124	67	41	41	30	29	25
11 Matanzas	460	272	120	147	44	470	133	152	51	44	47	32	29	21
12 Cárdenas	346	262	119	160	51	365	122	153	57	42	47	30	28	21
13 Colón	276	181	94	105	69	348	137	110	59	42	48	30	28	21
14 Jovellanos	302	210	97	166	74	300	137	105	57	43	47	30	28	23

CUADRO 8-1 (Cont.)

Regiones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
15 Jagüey Grande	34	160	106	27	91	118	124	98	57	43	46	31	29	26
16 Sagua La Grande	250	183	89	149	73	331	90	106	58	42	48	29	28	23
17 Caibarién	371	154	106	151	75	420	71	98	56	43	46	31	29	26
18 Sancti Spiritus	277	212	115	124	70	389	115	104	56	44	47	32	29	24
19 Santa Clara	547	233	129	154	54	440	133	133	57	43	46	31	29	21
20 Cienfuegos	406	222	90	166	63	361	134	121	61	41	48	28	27	21
21 Escambray	248	151	98	72	90	291	101	75	63	42	46	30	29	27
22 Morón	182	188	66	133	83	378	63	90	60	43	46	30	28	28
23 Ciego-Jatibonico	205	192	96	154	80	339	77	96	58	43	47	31	29	25
24 Florida-Esmeralda	134	171	92	154	103	151	61	81	62	42	43	31	29	30
25 Nuevitas	122	203	83	100	69	326	105	107	63	42	45	30	29	26
26 Guáimaro	141	159	72	175	100	208	74	77	68	41	47	29	28	29
27 Canagüey-Vertientes	224	278	109	164	55	262	159	148	59	43	47	30	28	24
28 Amancio-Santa Cruz	143	128	81	154	97	317	38	75	71	40	42	29	29	32

CUADRO 8-1 (Cont.)

Regiones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
29 Las Tunas	253	134	66	151	84	284	92	100	69	40	45	27	27	26
30 Holguín	452	166	76	146	78	245	90	104	66	41	45	26	26	23
31 Banes	425	121	86	130	86	278	93	93	66	40	45	27	27	21
32 Mayarí	314	142	83	76	73	411	117	97	74	38	48	25	26	23
33 Baracoa	250	53	72	20	96	125	118	90	77	36	51	23	26	22
34 Segundo Frente	282	8	77	1	129	50	41	36	80	37	48	26	28	36
35 Palma	496	122	89	120	88	249	120	84	72	39	43	26	27	25
36 Bayamo	267	141	77	129	87	201	85	109	72	41	48	27	27	26
37 Manzanillo	438	141	72	123	87	249	112	89	74	38	46	25	26	20
38 Santiago de Cuba	819	292	128	47	31	306	209	192	64	41	48	27	27	18
39 Guantánamo	440	186	116	108	68	232	172	122	72	38	44	26	27	22

Leyenda: 1-Densidad

2-Urbanización

3-Integración femenina

4-% de área agrícola respecto al área total.

5-Agropecuaria

6-Industria

7-Construcción

8-Servicios

9-Población prelaboral

10-Recursos

11-Reserva

12-Población activa

13-Integración al trabajo

14-Población activa fuera de edad laboral.

Variables positivas: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 13.

Se eliminó además, la variable de densidad agrícola dado su comportamiento absolutamente heterogéneo respecto a los demás. Se volvieron a realizar los cálculos, y se plasmaron los resultados en cuatro mapas.

- 1— Resultados positivos.
- 2— Resultados negativos.
- 3— Resultados sumados algebráicamente.
- 4— Resultados sumados simplemente.

Para comparar el tercero y el último, se hizo un cálculo de correlación que dio un resultado de 0,99. Es decir, la hipótesis de que el factor "positivo-negativo" podría influir en los resultados era equivocada, por tanto el factor deformante era únicamente la característica densidad agrícola.

La ponderación definitiva que se usó fue la siguiente:

Característica	Ponderación
Densidad	11
Urbanización	11
Integración femenina	11
A. Agr./A. Total	11
Agropecuaria	11
Industria	7
Construcción	7
Servicios	7
Prelaboral	7
Recursos	4
Reserva	4
Población activa	3
Integración	3
Fuera edad	3

A continuación aparecen los mapas de referencia, siendo el último el resultado positivo.



CUADRO 8.2

Municipio	Resultados positivos	Resultados negativos	Resultados sumados algebrai- camente	Resultados sumados simplemente
1 Guane	750	250	500	1 000
2 Pinar del Río	1 190	214	976	1 404
3 Costa Norte	904	232	672	1 136
4 San Cristóbal	1 002	217	785	1 219
5 Artemisa	1 928	178	1 750	2 106
6 Ariguanabo	1 999	174	1 825	2 173
7 S. José de las Lajas	1 754	181	1 573	1 935
8 Mayabeque	1 499	198	1 301	1 697
9 Hab. Metro- politana	3 126	134	2 992	3 260
10 Isla de Pinos	1 228	196	1 032	1 424
11 Matanzas	1 895	163	1 696	2 022
12 Cárdenas	1 627	176	1 451	1 803
13 Colón	1 351	197	1 154	1 548
14 Jovellanos	1 418	201	1 217	1 619
15 Jagüey Grande	770	220	550	990
16 Sagua La Grande	1 347	202	1 145	1 549
17 Caibarién	1 474	203	1 271	1 677
18 Sancti Spiritus	1 441	197	1 244	1 638
19 Santa Clara	1 872	178	1 696	2 050
20 Cienfuegos	1 546	193	1 353	1 739
21 Escambray	1 137	226	911	1 363
22 Morón	1 201	217	984	1 418
23 Ciego-Jatibonico	1 262	210	1 052	1 472
24 Florida-Esmeralda	946	238	708	1 184
25 Nuevitas	1 147	203	944	1 350
26 Guáimaro	1 004	244	760	1 248
27 Camagüey-Ver- tientes	1 465	185	1 280	1 650
28 Amancio- Santa Cruz	1 034	242	792	1 276
29 Las Tunas	1 174	224	950	1 398
30 Holguín	1 372	212	1 160	1 584
31 Banes	1 320	218	1 102	1 538
32 Mayarí	1 329	218	1 111	1 547
33 Baracoa	813	246	567	1 059
34 Segundo Frente	586	293	293	879
35 Palma	1 372	228	1 144	1 600
36 Bayamo	1 104	233	871	1 337
37 Manzanillo	1 313	227	1 086	1 540
38 Santiago de Cuba	2 088	161	1 927	2 269
39 Guantánamo	1 467	206	1 261	1 673

BIBLIOGRAFÍA DEL CAPÍTULO 8

1. J. R. BOUDEVILLE: **Regional economic planning**. Edinburg.
2. J. M. VIDAL VILLA: "Determinación de las regiones económicas", en **Temas de planificación**. Serie I: Planificación Regional, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1970.
3. FRANCISCO CELIS: **Introducción al análisis Espacial**, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1972.
4. C. GARCÍA Y F. CELIS: "Determinación de las regiones homogéneas", en **Boletín de Planificación Física**, v. 1, no. 2, julio de 1971, La Habana.



Capítulo 9

LAS REGIONES NODALES

La región homogénea estudiada en el capítulo anterior, como se ha visto, se forma sobre la base de características similares entre unidades geográficas consideradas.

Los fenómenos que permiten afirmar o descubrir la existencia de regiones nodales, son precisamente la existencia de los modos (asentamientos poblacionales) y las áreas de influencia de dichos nodos (ver figura 9.1).

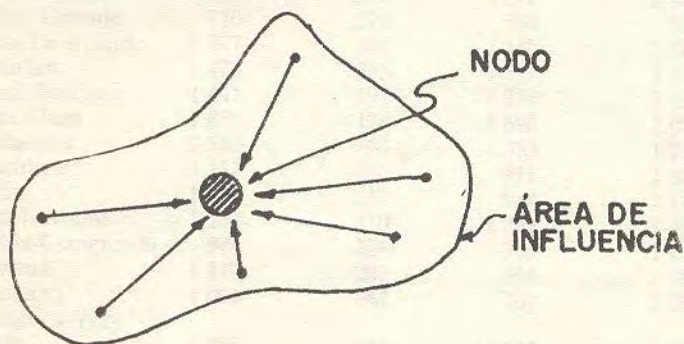


Fig. 9.1

La relación entre el área de influencia y el nodo (el centro y la periferia) se puede interpretar como la existencia de polarización (en el sentido analógico) de la actividad socioeconómica en su materialización más compleja referente a la industria y a la infraestructura social.

Además, en la conformación de la región nodal, al igual que en el caso de la homogénea, está presente el concepto y requi-

sito de contigüidad de las unidades geográficas que conforman la región nodal. (ver figura 9.2).

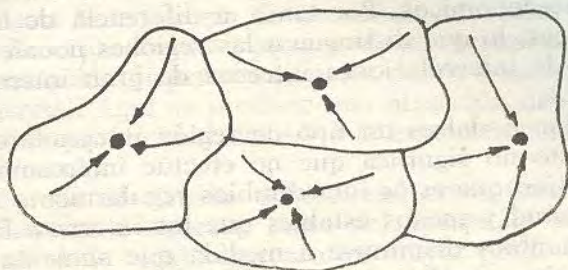


Fig. 9.2

LA NODALIDAD

La nodalidad o polarización, como fenómeno socioeconómico, significa el hecho de la concentración fundamental de desarrollo, en determinados puntos del país.

La concentración territorial es una potencia importante en el vínculo de los logros de la Revolución Científico-Técnica y las ventajas del modo de producción socialista.

Estos puntos de concentración, están representados fundamentalmente por las aglomeraciones urbanas.

Las regiones nodales, polarizadas o de concentración poseen una organización y estructura territorial, las cuales tienen ventajas sobre las de otro tipo. Estas ventajas en líneas generales son:

- a) Formación racional de la división territorial del trabajo y de la vida social.
- b) Aprovechamiento máximo de la infraestructura.
- c) Concentración de la población, fuerza de trabajo y cuadros calificados acompañado del decremento del transporte con su rebaja consecuente de los costos y su influencia en el consumo de recursos energéticos a la luz de la crisis energética mundial.
- d) Aprovechamiento máximo del desarrollo científico-técnico y su vínculo con la producción.

sito de contigüidad de las unidades geográficas que conforman la región nodal. (ver figura 9.2).

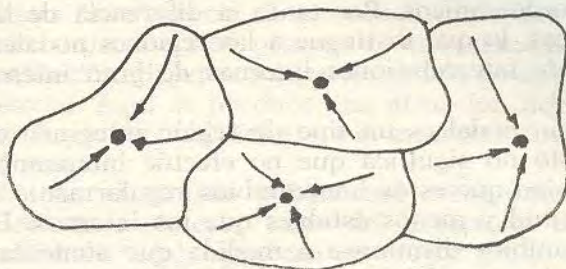


Fig. 9.2

LA NODALIDAD

La nodalidad o polarización, como fenómeno socioeconómico, significa el hecho de la concentración fundamental de desarrollo, en determinados puntos del país.

La concentración territorial es una potencia importante en el vínculo de los logros de la Revolución Científico-Técnica y las ventajas del modo de producción socialista.

Estos puntos de concentración, están representados fundamentalmente por las aglomeraciones urbanas.

Las regiones nodales, polarizadas o de concentración poseen una organización y estructura territorial, las cuales tienen ventajas sobre las de otro tipo. Estas ventajas en líneas generales son:

- a) Formación racional de la división territorial del trabajo y de la vida social.
- b) Aprovechamiento máximo de la infraestructura.
- c) Concentración de la población, fuerza de trabajo y cuadros calificados acompañado del decremento del transporte con su rebaja consecuente de los costos y su influencia en el consumo de recursos energéticos a la luz de la crisis energética mundial.
- d) Aprovechamiento máximo del desarrollo científico-técnico y su vínculo con la producción.

DEFINICIONES

La región nodal es el conjunto de ciudades y pueblos, con sus correspondientes áreas rurales que mantienen entre sí, y sobre todo con el núcleo nodal, un máximo volumen de intercambios socioeconómicos. Por tanto, a diferencia de las regiones homogéneas, lo que distingue a las regiones nodales, es su estructura de interrelaciones internas de gran intensidad y estabilidad.

La región nodal es un tipo de región integrada estructuralmente, esto no significa que no efectúe intercambios con el exterior, sino que estos intercambios regularmente son de menor magnitud y menos estables que los internos. El volumen de intercambios disminuye a medida que aumenta la distancia, es decir, con el incremento de la distancia la fricción del espacio es mayor (costos de transporte).

Para desarrollar armónicamente las regiones nodales, se debe, en primer lugar, clasificarlas mediante diferentes criterios, de acuerdo con su estructura, por ejemplo, según el grado de industrialización, el tamaño poblacional total y la del nodo principal, o ciertos indicadores de aprovechamiento del suelo como puede ser la densidad poblacional entre otros.

Tipos de regiones nodales. Según los diferentes grados de concentración de la población, de la ciencia, de la producción y de la infraestructura por un lado y según las funciones de las unidades geográficas conformantes por el otro, pueden diferenciarse tres categorías:

a) **Núcleos polarizadores:** Dentro de las regiones nodales, las grandes ciudades incluyendo sus zonas periféricas, representan los núcleos nodales o polarizadores.

b) **Zonas polarizadoras:** Las partes de la regiones que no constituyen integrantes de los núcleos polarizadores, en los cuales por lo general se encuentran localizados los grandes complejos industriales.

c) **Regiones polarizadoras marginales:** Estas regiones tienen un grado menor de concentración territorial, de la producción y urbanización, en comparación con las zonas polarizadoras. Dentro de esta categoría, pueden distinguirse tres subcategorías:

— Regiones polarizadoras marginales con un perfil industrial.

— Regiones polarizadoras marginales sin especialización en ninguna rama en particular.

— Regiones polarizadoras marginales con una estructura fundamentalmente agrícola.

DETERMINACIÓN DE LOS RANGOS DE LOS NODOS

Cualquier núcleo poblacional del país puede desempeñar el papel de nodo polarizador respecto a otros de inferior categoría o rango. En los niveles más bajos de la jerarquía (núcleos de base), basta la existencia de pequeños comercios para que en un pueblo se produzca un proceso de atracción hacia el mismo de la población dispersa o caseríos donde no existe la actividad comercial. Aquí se produce una atracción debido exclusivamente a la proximidad física y a la atracción comercial del núcleo polarizador.

A medida que el tamaño poblacional crece (tomando esta característica como síntesis, tanto del desarrollo económico, como del nivel de vida), aparecen en mayor grado las economías aglomerativas, las de escala y de urbanización.

Al elevarse el rango de los nodos polarizadores, la actividad nodal va dejando de ser exclusivamente comercial, diversificándose tanto la infraestructura social, como la producción; esto sucede en las aglomeraciones urbanas con alto grado de diversificación que caracteriza tanto al nodo principal del sistema urbano como a las aglomeraciones secundarias.

Se dice que un núcleo es "satélite" de otro cuando las relaciones económicas y sociales del primero respecto al segundo, son más fuertes que con el resto de los núcleos del subsistema.

Una ciudad A es satélite de otra ciudad B cuando los flujos desde A hacia B, son mayores que los flujos de B con A.

Asimismo, si la ciudad A es satélite de la ciudad B y ésta lo es respecto a C, por transitividad, A lo es también.

MATRICES DE DOMINANCIA

En las ciencias sociales se utiliza un tipo especial de matriz, denominadas matrices de dominancia, cuyos elementos en notación binaria son cero o uno, cuando se realizan estudios sobre el análisis de las estructuras de dominancia.

Se emplea la notación $A_1 \gg A_2$ para indicar que el elemento A_1 domina al elemento A_2 .

El conectivo $\gg$ significa una relación de dominancia, siempre y cuando se satisfagan las relaciones siguientes:

- 1) Es falso que $A_1 \gg A_1$, es decir, ningún elemento puede, o no tiene sentido, que se denomine a sí mismo.
- 2) En todo par de elementos A_1 y A_2 , o, $A_1 A_2$, o, $A_2 A_1$, pero no los dos, es decir, en todo par de elementos sólo existe uno que sea denominado.

3) Si $A_1 \gg A_2$ y $A_2 \gg A_3$, entonces $A_1 \gg A_3$, o sea, se acepta la ley transitiva (como se apuntó anteriormente). La transitividad puede utilizarse en los estudios del sistema urbano que es lo que aquí se trata, no así, en el caso de su aplicación, por ejemplo, en sociología, cuando se trabaja con matrices socio-métricas.

Un método útil para la descripción de relaciones de dominancia es el que emplea grafos dirigidos, por ejemplo (ver figura 9.3).

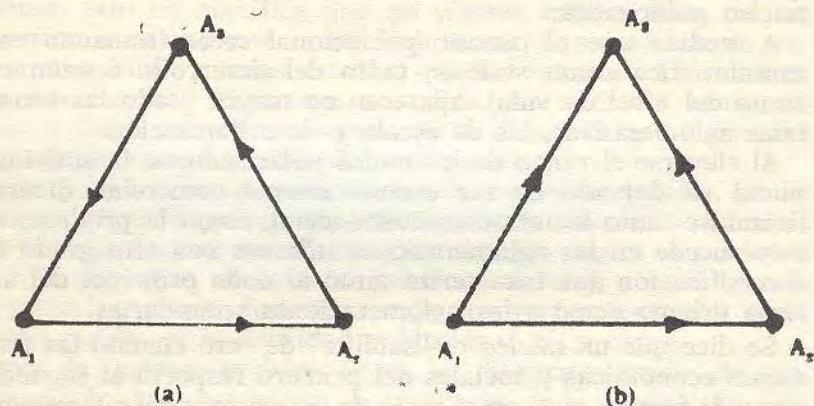


Fig. 9.3

En los grafos anteriores, los puntos situados en los vértices significan los elementos (núcleos poblacionales) que intervienen en el análisis de la estructura de dominancia; el sentido del dominio viene dado por los segmentos dirigidos.

Las matrices de dominancia correspondientes a los grafos anteriores son respectivamente:

	A_1	A_2	A_3		A_1	A_2	A_3
A_1	0	1	0	A_1	0	1	1
A_2	0	0	1	A_2	0	0	1
A_3	1	0	0	A_3	0	0	0

Una ubicación de 1 en la fila del elemento A_i y en la columna del correspondiente A_j , significa que el elemento A_i domina el elemento A_j , es decir, $A_i \gg A_j$; de igual forma, un cero en las mismas consideraciones, significa que A_i no domina a A_j .

Dado que una matriz de dominancia es consecuencia de una relación de dominancia, se investigan el efecto de las consideraciones 1) y 2) sobre las distintas ubicaciones en la matriz.

La condición 1) implica que las ubicaciones sobre la diagonal principal de la matriz deben ser cero. La condición 2) significa que siempre que exista una ubicación de 1 arriba de la diagonal principal, la casilla simétrica a ella será cero y viceversa.

Formalmente supongamos que existen (n) elementos y que D significa la matriz de dominancia con posiciones d_{ij} , así se tiene:

a) $d_{ii} = 0$, para $i = 1, 2, \dots, n$

b) $S_{ii} \neq j$, se tiene $d_{ij} = 1$, sólo si $d_{ji} = 0$

Las ubicaciones uno en la i-ésima fila corresponden a los elementos dominados por A_i y las ubicaciones uno en la columna j-ésima corresponden a los elementos que dominan a A_j .

Siendo la matriz de dominancia D, una matriz cuadrada, se puede calcular las potencias de la misma; llamaremos $E = D^2$ y consideraremos la ubicación en la i-ésima fila y en j-ésima columna, entonces:

$$e_{ij} = d_{i1} d_{1j} + d_{i2} d_{2j} + \dots + d_{in} d_{nj}$$

Consecuentemente un término de la forma $d_{ik} d_{kj}$, solamente puede ser diferente de cero, es decir, sólo que ambos factores sean igual a uno. Pero si $d_{ik} = 1$, el elemento A_i domina a A_k y si $d_{kj} = 1$, el elemento A_k domina a A_j . En otras palabras, $A_i \gg A_k \gg A_j$, a una relación de dominancia de este tipo se le denomina relación de dominancia en dos etapas, siendo $A_i \gg A_j$ una relación de dominancia en una etapa.

La posición E_{ij} expresa el número de relaciones de dominancia en dos etapas que el elemento A_i tiene sobre el elemento A_j .

Por ejemplo, sea D, la matriz siguiente:

$$D = \begin{array}{cccc} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}$$

y la matriz consecuente D^2 será (ver anexo)

$$D^2 = \begin{array}{ccccccc} 0 & 0 & 1 & 2 & A_1 & A_2 & A_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & A_1 & A_2 & A_4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & A_1 & A_3 & A_4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & A_2 & A_3 & A_4 \end{array}$$

El grafo dirigido correspondiente, es el que aparece en la figura 9.4.

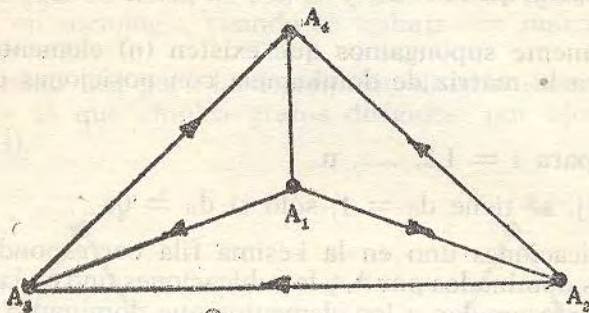


Fig. 9.4

TEOREMA

Sea $\succcurlyeq$ una relación de dominancia en un conjunto de (n) elementos $A_1, A_2, \dots, A_n$; de ser así, existirá por lo menos un elemento que pueda dominar en una o dos etapas a cualquier elemento que pertenezca al grupo. También existe por lo menos un elemento que es dominado, ya sea en una o dos etapas por uno de cada dos en el grupo.

En el lenguaje matricial: sea $S = D + D^2$, luego entonces, por lo menos habrá una fila y una columna de S , que tenga todas sus ubicaciones, excepto una (la diagonal principal) diferente de cero (ver anexo 2).

Por ejemplo:

$$D = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}; \quad D^2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

entonces la matriz S será el reflejado en la fig. 9.5.

$$S = D + D^2 = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

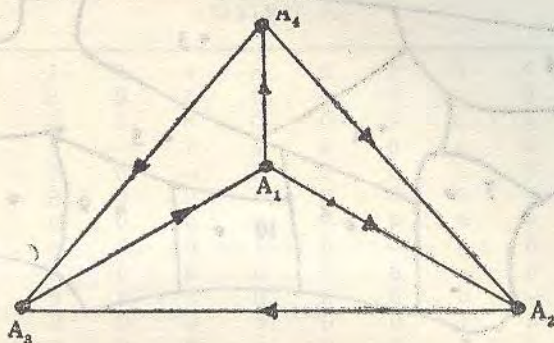


Fig. 9.5

Por último trataremos el concepto: **el poder de un elemento** (nodalidad) en una situación de dominancia, es el número total de dominancias en una o dos etapas que puede ejercer un elemento. El número total de relaciones de dominancia ejercida por A_i es la suma de ubicaciones en la fila i -ésima de la matriz D , y la dominancia en dos etapas es la suma en la fila (i) de la matriz D^2 ; en el ejemplo anterior, sea S :

$$\begin{array}{rcl}
 & 0 & 2 & 2 & 1 & 5 = A_1 \\
 & 1 & 0 & 1 & 0 & 2 = A_2 \\
 S = & 1 & 1 & 0 & 1 & 3 = A_3 \\
 & 1 & 1 & 2 & 0 & 4 = A_4
 \end{array}$$

siendo A_1 el nodo principal:

DETERMINACIÓN DE LOS FLUJOS PRINCIPALES

Imaginemos el país dividido en 11 unidades geográficas (este número pequeño de unidades obedece a la simplificación del desarrollo), se conoce el flujo respecto a los movimientos del trabajo (por ejemplo) el cual se registra en la matriz correspondiente. Se desea determinar el número de regiones que se conforman, así como determinar el nodo principal. Gráficamente se tiene el territorio siguiente sobre el cual se marcan las aglomeraciones secundarias (ver figura 9.6).

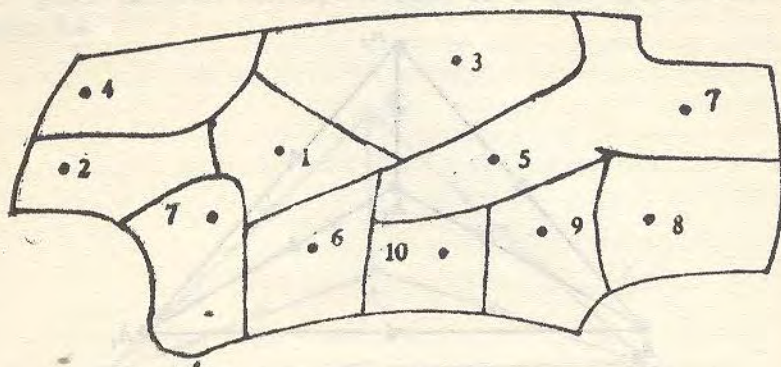


Fig. 9.6

La matriz de flujos entre los núcleos del sistema se muestra en la siguiente matriz 9.1.

MATRIZ 9.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	—	150	112	(212)	0	12	12	0	0	0	200
2	(150)	—	62	100	50	6	0	0	0	0	62
3	112	62	—	(200)	0	0	0	37	25	0	150
4	212	100	200	—	12	12	44	0	38	0	(262)
5	0	0	0	12	—	212	262	0	0	25	(300)
6	12	12	0	12	212	—	169	0	0	19	(275)
7	12	12	0	44	(262)	169	—	0	25	62	137
8	0	0	37	0	0	0	0	—	250	375	(525)
9	0	0	25	38	0	0	25	250	—	162	(287)
10	0	0	0	0	25	19	62	(375)	162	—	226
11	200	62	150	262	300	275	137	(525)	287	226	—
	700	431	587	881	862	706	712	187	787	881	2 437
Σ =	8	10	9	3	4	7	6	2	5	3	1

Encerrados entre paréntesis se encuentran los flujos principales o nodales.

En la matriz de flujos entre unidades geográficas (su núcleo principal) se selecciona el flujo mayor, el cual constituye el flujo nodal. Esta matriz es factible estructurarla en notación binaria, localizando unos en el flujo nodal correspondiente y el resto ceros, determinando la matriz de dominancia:

Matriz de dominancia:

MATRIZ 9.2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	—	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	—	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	1
7	0	0	0	0	1	0	—	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	—	0
11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	—
	1	0	0	2	1	0	0	2	0	0	5

Construyendo el grafo adjunto a la matriz de dominancia se tiene en la figura 9.7.

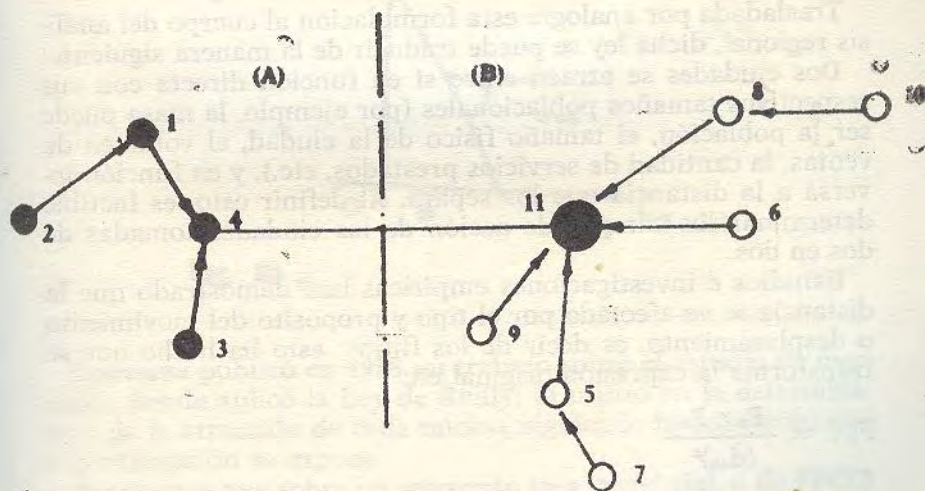


Fig. 9.7

RANGO DE LOS NODOS

Del análisis del conjunto en la matriz binaria se obtiene que el nodo principal es el 11 y el de segundo orden es el 4; por tanto tenemos dos regiones nodales o polarizadas A y B respectivamente.

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE LA REGIÓN NODAL

Establecer los límites de las regiones nodales representa determinar, o bien el número de asentamientos humanos (pueblos y ciudades) que conforman el sistema de polarización, o bien determinar el número de unidades geográficas que conforman la región.

MÉTODO DEL MODELO GRAVITACIONAL

Estos métodos en general se basan en analogías con los provenientes de la Física, en especial con la Ley de la Gravitación Universal de Isaac Newton, según la cual dos cuerpos se atraen entre sí en función directa de sus masas e inversamente proporcional, respecto a la distancia que los separa, es decir, de manera general:

$$F_{1-2} = \frac{M_1 M_2}{d_{1-2}^2}$$

Trasladada por analogía esta formulación al cuerpo del análisis regional, dicha ley se puede traducir de la manera siguiente:

Dos ciudades se atraen entre sí en función directa con sus respectivos tamaños poblacionales (por ejemplo, la masa puede ser la población, el tamaño físico de la ciudad, el volumen de ventas, la cantidad de servicios prestados, etc.), y en función inversa a la distancia que los separa. Al definir esto, es factible determinar los campos de acción de las ciudades tomadas de dos en dos.

Estudios e investigaciones empíricas han demostrado que la distancia se ve afectada por el tipo y propósito del movimiento o desplazamiento, es decir de los flujos; esto ha hecho que se transforme la expresión original en:

$$F_{a-b} = \frac{P_a \cdot P_b}{(d_{ab})^\alpha}$$

Donde:

F_{a-b} , intercambio entre la ciudad a y la ciudad b;

P_a ; P_b , respectivamente la población de la ciudad (a) y la población de la ciudad (b);

d_{a-b} , distancia entre las ciudades (a) y (b).

α , coeficiente empíricamente determinado.

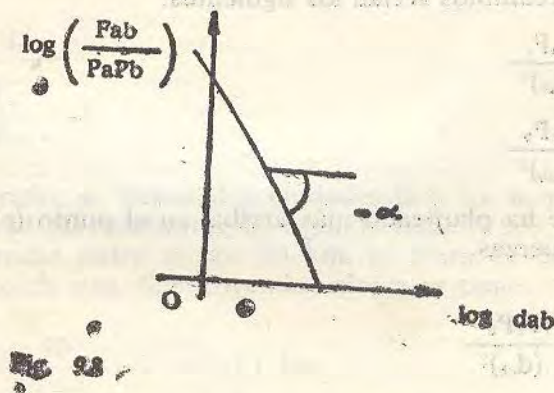
La expresión anterior se deriva de las investigaciones empíricas realizadas en 1929 sobre la atracción comercial de las ciudades norteamericanas, tomando como masa el volumen de ventas; el modelo se conoce como la Ley de Reilly.

Realmente, el coeficiente (α) puede determinarse calculando para cada tipo de actividad comercial una línea de regresión (en un papel doble logarítmico), es decir:

$$\log \left(\frac{F_{a-b}}{P_a \cdot P_b} \right) \equiv - \alpha \log d_{a-b}$$

Esto se representa mediante la figura 9.8.

Gráficamente:



Converse publicó en 1938 un trabajo sobre el estudio de mercados donde aplicó la Ley de Reilly; la utilizó en la determinación de la atracción de cada núcleo, siguiendo la deducción que a continuación se expone.

Supóngase que sobre un segmento (sea la red vial, o de FFCC) se tienen localizadas dos ciudades, tal cual se expone en la figura 9.9.

Imaginemos el punto (c) el cual actúa en el límite o frontera sobre la atracción de (a) y de (b), es decir, donde se equiparan las fuerzas de atracción ejercidas por (a) y por (b), en ese punto fingiremos que actúa una población ficticia (P_c) y que se ha determinado (α) como un valor de 2 (en la mayoría de las situaciones estudiadas, éste era el valor del coeficiente α , más representativo).

transponiendo términos:

$$\left(\frac{d_{ab} - d_{ac}}{d_{ac}} \right)^2 = \frac{P_b}{P_a}$$

extrayendo raíz:

$$\frac{d_{ab} - d_{ac}}{d_{ac}} = \sqrt{\frac{P_b}{P_a}}$$

efectuando:

$$\frac{d_{ab}}{d_{ac}} - 1 = \sqrt{\frac{P_b}{P_a}}$$

de donde:

$$d_{ac} = \frac{d_{ab}}{\sqrt{\frac{P_b}{P_a}} + 1}$$

Por ejemplo, se tienen dos ciudades (a y b), la primera de ellas tiene 50 000 habitantes, la segunda tiene 70 000, se encuentran separadas entre sí por 70 km, se trata de delimitar el campo de cada una. Sustituyendo valores se tiene:

$$d_{ac} = \frac{70}{\sqrt{\frac{70\,000}{50\,000}} + 1} = 32,1 \text{ km}$$

Es decir, el límite entre las ciudades a y b, se encuentran en el punto c a 32,1 km de a.

BIBLIOGRAFÍA DEL CAPÍTULO 9

1. VIDAL VILLA, J. M.: "Determinación de las Regiones Económicas", en *Temas de Planificación Física*, La Habana, 1970.
2. CELIS, FRANCISCO: *Planificación Regional y Urbana*, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1971.
3. CELIS, FRANCISCO: *Introducción al Análisis Espacial*, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1973.

4. RICHARDSON, W.: **Elements of Regional Economic**, Penguin Books.
5. BOUDEVILLE, J. R.: **Regional Economic Planning**, Edimburgo.
6. BONISCH, MOHS, OSTWALD: "La planificación de las regiones de la RDA", en **Temas de Planificación Física**, número especial de 1979, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1979.
7. NEKRASOV, N. N.: **Economía Regional**, Editorial Científico-Técnica, La Habana.
8. KEMENY, J. A.: **Introducción a las matemáticas finitas**, Instituto Cubano del Libro, La Habana, 1967.
9. BERRY, B. J. L. and GARRISON, W. L. A.: "Theory of the Range of a Good Economic Geography", en **A note on Central Place**, Vol. 34, 1958.
10. ULIMAN, E. L.: "A theory for location of cities", en **American Journal of Sociology**, volume 46, 1941.
11. WHITTLESEY, D.: "The regional concept and the regional method" en **American Geography: Inventory and Prospect**.

A este capítulo se le adjuntan dos anexos:

I. Teoría elemental de grafos.

II. Suma y multiplicación de matrices.

Debido a que el presente texto —como se señaló de forma general en el Prólogo— está dirigido a investigadores y planificadores con distintos niveles de formación matemática, además de tener un objetivo multidisciplinario (ingenieros, arquitectos, economistas, geógrafos, sociólogos, etc.), es por ello que se justifican estos dos anexos.

De manera intuitiva (o recordatoria), se ha manejado, la noción de grafo, de matriz (como una "tabla"), el grafo asociado a una matriz, la matriz de flujos y relaciones, la estructura del sistema de unidades geográficas, etcétera.

La relación matriz-grafo se utilizó a los efectos de visualizar las relaciones anteriormente enunciadas, en el plano espacial. Si bien este hecho reviste un alto grado de abstracción (el cual se manifestará durante el desarrollo del tema), permite por esa razón interpretar o calibrar diversos problemas, cuando los mismos pueden ser abstraídos en elementos y relaciones entre ellos.

ANEXO I Teoría Elemental de Grafos

En este acápite se aporta la noción de grafo y de sus partes componentes de una forma informal y operativa sin pretensión de rigurosidad y tratando de que sea fácilmente comprensible. El lector interesado en un tratamiento más profundo de estos temas puede consultar las obras: 5, 31, 38, 46, 50, 54, 83, 86 en la lista de referencias. Es conveniente destacar que el uso de un lenguaje excesivamente formal, a menudo sólo sirve para oscurecer las ideas básicas, y es una dificultad adicional para el científico que trabaja en disciplinas no matemáticas. Por tanto, se ha adoptado en este aspecto el punto de vista de que es preferible que se entiendan claramente los hechos fundamentales, aunque se pierda el rigor matemático (Scolnik).

DEFINICIONES Y EJEMPLOS

Elementos. Cuando se habla de un grafo se tiene en mente un conjunto de **elementos** o **nodos**, en un problema concreto, los cuales pueden ser la expresión de una gran variedad de componentes, puede tratarse de un conjunto de individuos, las organizaciones políticas o de masas, las redes de la infraestructura social, regiones económicas, ciudades, sistemas de centros, etcétera.

Relaciones. Por otro lado se tiene a la vez, un conjunto de líneas de relación o arcos que vinculan pares de los elementos, anteriormente mencionados, en el campo de un determinado problema, ejemplos concretos pueden ser desde una relación de dominancia, rutas de comunicación interurbana, hasta un diagrama decisional, etcétera.

Sobre esta base, se adelanta una definición de grafo: **Grafo.** Se denomina grafo (G) a toda representación gráfica constituida por un conjunto no vacío (V) puntos, nombrados elementos (puntos, nodos, vértices) del grafo y por un conjunto no vacío de (E) líneas provistas o no de orientación que respectivamente

se denominan arcos o aristas (la ausencia de orientación puede ser interpretada como una doble orientación) que vinculan o conectan, cada una de ellas, dos vértices.

Tanto los vértices o nodos como los arcos se consideran finitos.

Ejemplo: La figura representa el mapa de la red vial (carreteras) que unen entre sí el sistema de ciudades de la región oriental de Cuba.

A la dicha representación geográfica se le somete a una transformación topológica (consultar referencia 69).

La estructura topológica de una red implica la reducción del mapa o esquema de canales de índole diversa a una representación lo más elemental posible (ver figura 9A.2).

La figura (b) muestra la reducción topológica de una red de carreteras, figura (a) a un sistema de nodos ($V_1 - V_7$) y arcos ($E_1 - E_6$).

Lo fundamental de la reducción de una red a un grafo, es mantener la estructura de interconexiones entre los nodos y los arcos, como se muestra en la figura 9A.2, en la cual están representadas tres formas diferentes de una misma estructura (a) (b) y (c).

MEDIDAS TEÓRICAS ELEMENTALES

Una de las aplicaciones más simples de la Teoría de los Grafos, radica en su empleo, en la comparación de redes mediante la reducción topológica de la misma a un grafo y por la selección de tres medidas (índices) básicas.

Las medidas o índices son: número de grafos separados (no conectados) en la red (G), número de arcos en la misma (E) y número de vértices (V).

En la figura 9.4 se muestran cuatro redes independientes, en las cuales el número de subgrafos ($G = 1$) y el número de vértices ($V = 10$) se mantienen constantes, incrementándose únicamente el número de arcos sucesivamente (ver figura 9A.3.)

Una rápida comparación visual simplemente de los cuatro grafos, muestra que la red deviene sucesivamente más conectada mediante la secuencia: a, b, c, d.

Para el análisis de la complejidad de los grafos (consecuentemente de las redes iniciales) cuantitativamente se utilizan los índices del cuadro 9A.1 (medidas topológicas elementales de la estructura de un grafo [red]).

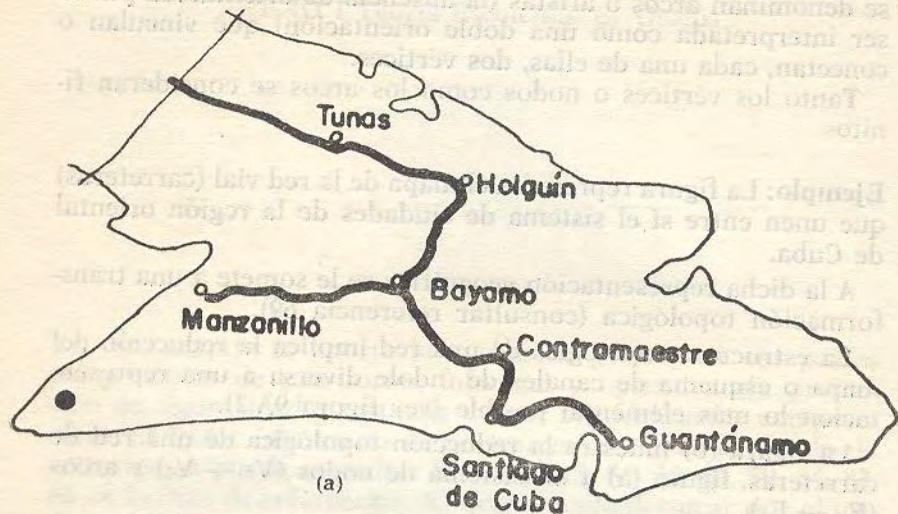


Fig. 9.A.1

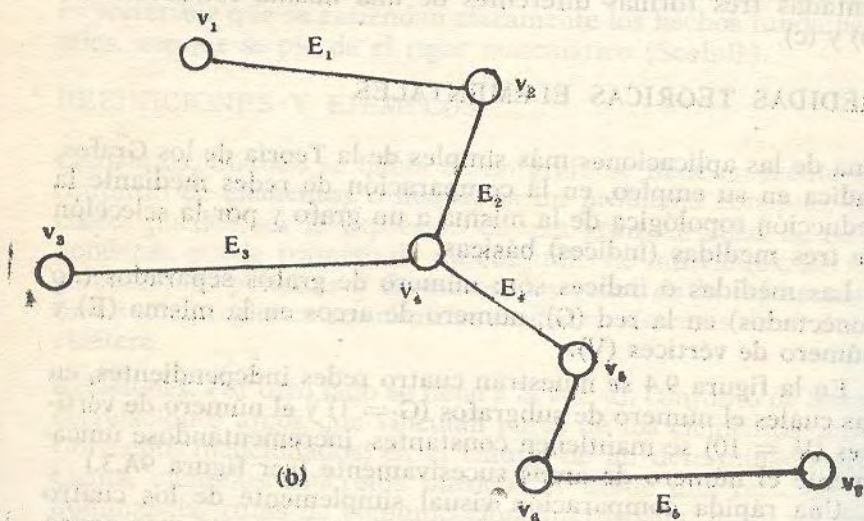


Fig. 9.A.1

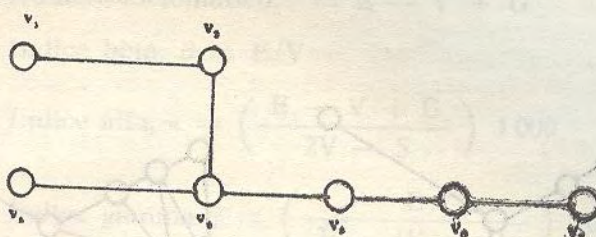


Fig. 9.A.2 (a)

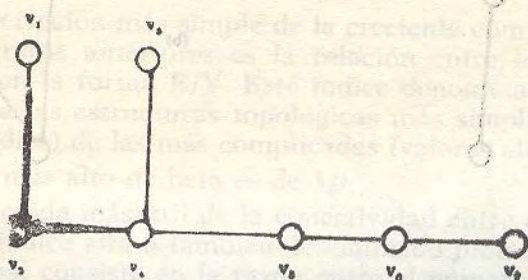


Fig. 9.A.2 (b)

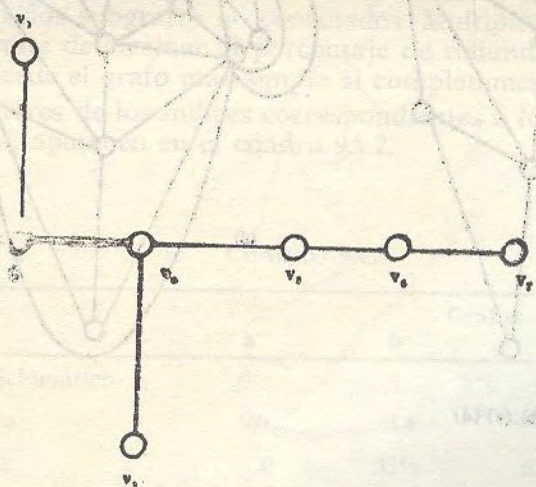


Fig. 9.A.2 (c)

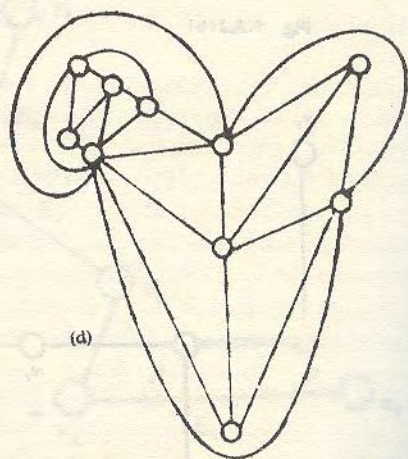
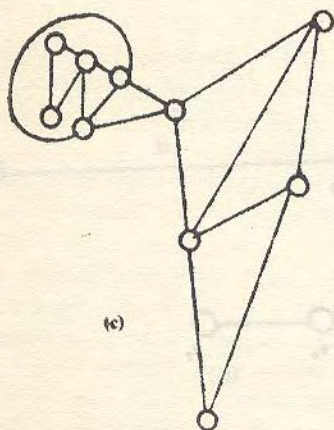
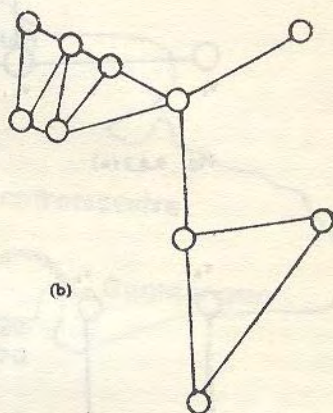
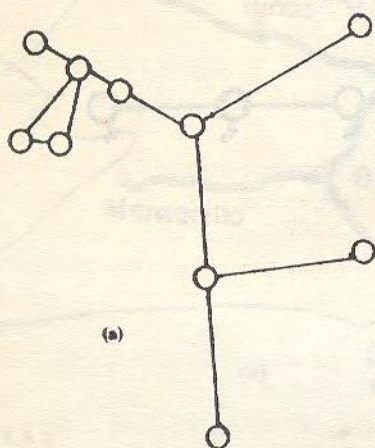


Fig. 9.A-3 (a) (b) (c) (d)

- 1 Número ciclomático, $= E - V + G$
- 2 Índice beta, $\beta = E/V$
- 3 Índice alfa, $\alpha = \left(\frac{E - V + G}{2V - 5} \right) 1000$
- 4 Índice gamma $\gamma = \left(\frac{E}{V - (V - 1)} \right) 100$

La descripción más simple de la creciente complejidad de los cuatro grafos anteriores es la relación entre los arcos y los vértices en la forma E/V . Este índice denominado índice beta diferencia las estructuras topológicas más simples (valores bajos de índice) de las más complicadas (valores altos del índice). El valor más alto de beta es de 3,0.

Una medida más útil de la conectividad entre redes lo representa el índice alfa o también denominado índice de redundancia, el cual consiste en la razón entre el número observado de circuitos fundamentales y el número máximo posible de circuitos representado por el denominador $2V-5$.

El grafo elemental (denominado árbol) es el de mayor valor de alfa, en el cual suprimiendo cualquier arco, el grafo se subdivide en dos subgrafos no conectados. Multiplicando alfa por 100, permite determinar el porcentaje de redundancia, de cero a cien, desde el grafo más simple al completamente conectado.

Los valores de los índices correspondientes a los grafos de la figura 9.4, aparecen en el cuadro 9A.2.

CUADRO 9A.2

Índice	Grafos			
	a	b	c	d
Número ciclomático	0	5	10	15
Índice beta	9,0	1,4	1,9	2,4
Índice alfa	0	33%	67%	100%
Índice gamma	37%	58%	79%	100%

ALGUNOS TIPOS DE GRAFOS

A continuación se exponen las definiciones de ciertos tipos de grafos, cuyas características resulta necesario exponer (en este acápite se definen dos tipos, el resto se definirá más adelante). Esto no agota todos los tipos, sino que solamente se tratan los más necesarios.

Grafo completo. Se denomina grafo completo aquel en el que entre todo par de vértices existe al menos un arco (a). En la figura 9A.4 (b) representa un grafo incompleto, falta el arco que relaciona V_1 con V_5 .

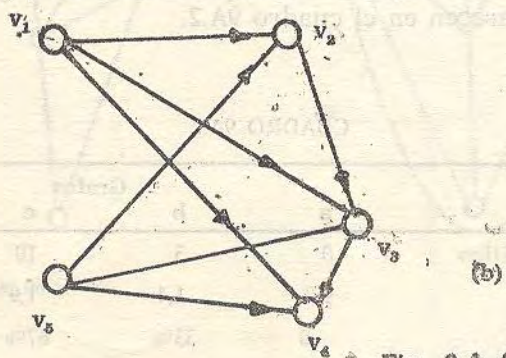
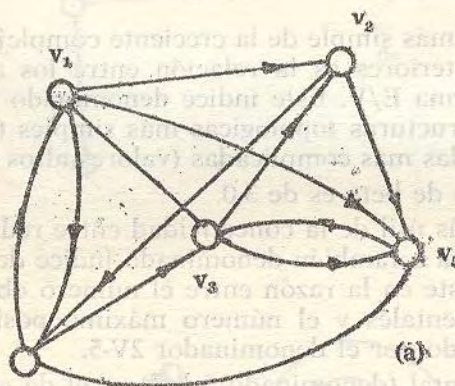


Fig. 9.A.4

Grafo Simétrico: Es aquel que puede poseer pares de vértices no vinculados mediante arcos (no se exige que sea completo); pero es condición de que siempre que exista un arco (E_i, E_j) también deberá existir un arco opuesto).

El grafo de la figura 9A.5 (a) es simétrico; pero el 9A.5 (b) no lo es,

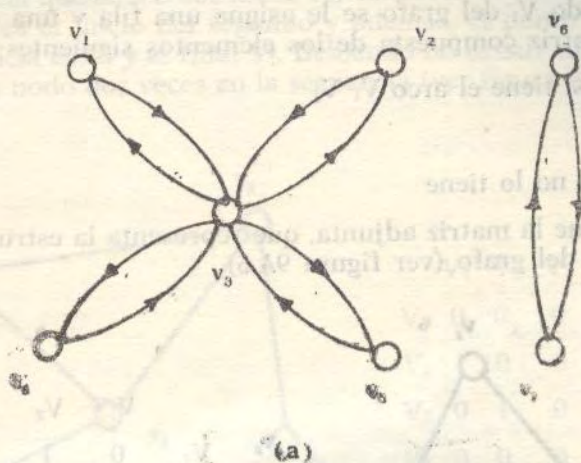
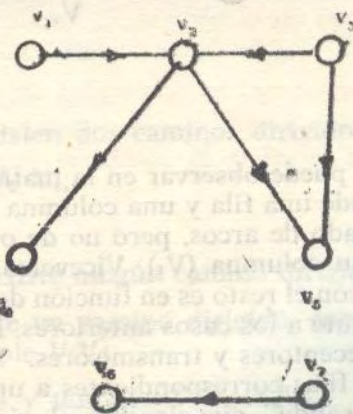


Fig. 9A.5



(Como se señaló anteriormente en el capítulo 8, se definirán otros tipos de grafos, cuando se hayan determinado una serie de conceptos que intervienen en sus definiciones.)

REPRESENTACIÓN MATRICIAL DE UN GRAFO

A todo grafo se encuentra asociada una matriz y viceversa; si a cada nodo V_i del grafo se le asigna una fila y una columna de una matriz compuesta de los elementos siguientes:

1, si tiene el arco $V_i V_j$

$A_{ij} =$

0, si no lo tiene

Se obtiene la matriz adjunta, que representa la estructura de relaciones del grafo (ver figura 9A.6).

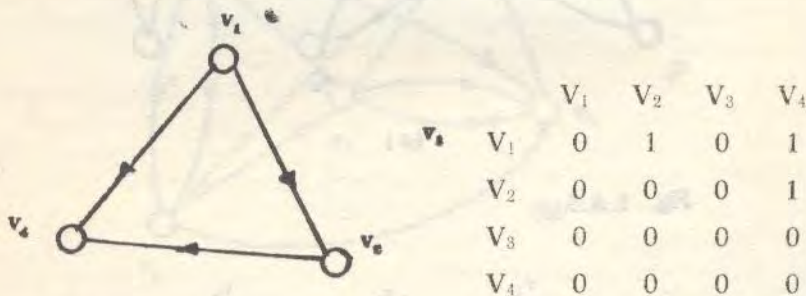


Fig. 9A.6:

Observaciones: Se puede observar en la matriz que a los nodos aislados corresponde una fila y una columna nula (V_3). Cuando un nodo es destinado de arcos, pero no de origen, su fila será nula, aunque no su columna (V_4). Viceversa para nodos cuya única vinculación con el resto es en función de orígenes de arcos (V_1). Respectivamente a los casos anteriores, los nodos se denominan: aislados, receptores y transmisores.

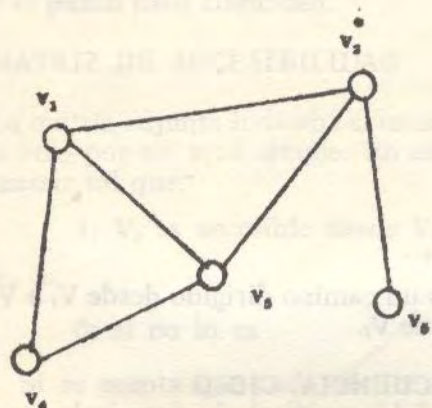
Si se suman las filas correspondientes a un elemento, se obtiene el "grado de salida", que significa el número de arcos originados en dicho nodo. En el ejemplo, 2 para V_1 y 1 para V_2 , cero para los demás; sumando columnas se obtiene el "grado de entrada", el cual indica el número de arcos que terminan en cada nodo: 2 para V_4 y 1 para V_2 , el resto cero.

CAMINOS DIRIGIDOS

Se denomina camino dirigido de V_i a V_j , al conjunto ordenado de arcos:

$$V_i V_1, V_1 V_k \dots, V_r V_t, V_t V_j$$

es decir, tal que dados dos arcos consecutivos el vértice final del primero es el inicio del segundo y además, el punto inicial de la secuencia es V_i y el final V_j . Debiendo no existir ningún arco o ningún nodo dos veces en la secuencia (ver figura 9A.7).



	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
V_1	0	0	0	1	1
V_2	1	0	0	0	0
V_3	0	1	0	0	0
V_4	0	0	0	0	1
V_5	0	1	0	0	0

Fig. 9A.7

Para $V_1 V_2$ — existen dos caminos dirigidos:

$V_1 V_4, V_4 V_5, V_5 V_2$,

$V_1 V_5, V_5 V_2$

para $V_1 V_3$ — no existe ningún camino dirigido.

para $V_1 V_4$ — existe un camino dirigido, consistente en el arco simple $V_1 V_4$.

para $V_1 V_5$ — $V_1 V_5$ y también $V_1 V_4, V_4 V_5$.

para $V_2 V_1$ — $V_2 V_1$.

para $V_2 V_3$ — no existe.

para $V_2 V_4$ — $V_2 V_1, V_1 V_4$.

para $V_2V_5 - V_2V_1, V_1V_5$ y V_2V_1, V_1V_4, V_4V_5

para V_3V_1, V_3V_2, V_2V_1

para $V_3V_2 - V_3V_2$.

para $V_3V_4, V_3V_2, V_2V_1, V_1V_4$

para $V_3V_5 - V_3V_2, V_2V_1, V_1V_5$ y $V_3V_2, V_2V_1, V_1V_4, V_4V_5$.

para $V_4V_1 - V_4V_5, V_5V_2, V_2V_1$.

para $V_4V_2 - V_4V_5, V_5V_2$.

para V_4V_3 — no existe.

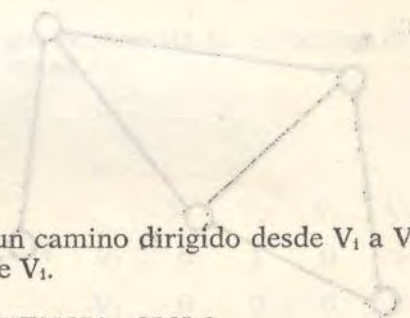
para $V_4V_5 - V_4V_5$.

para $V_5V_1 - V_5V_2, V_2V_1$

para $V_5V_2 - V_5V_2$.

para V_5V_3 — no existe.

para $V_5V_4 - V_5V_2, V_2V_1, V_1V_4$.



Cuando existe por lo menos un camino dirigido desde V_i a V_j se dice que V_j es accesible desde V_i .

LONGITUD, DISTANCIA, SECUENCIA, CICLO

Longitud: La longitud de V_i a V_j es un camino entre ellos de longitud mínima, así en el ejemplo anterior (9A.7) la longitud de V_2 a V_5 es V_2, V_1, V_5 , es decir de longitud 2.

Distancia: La distancia de V_i a V_j , está dada por la longitud entre V_i, V_j , obsérvese que la distancia entre V_i y V_j no necesariamente debe ser igual a la distancia entre $V_j - V_i$. Por ejemplo:

$$d(V_4V_5) = 1$$

$$d(V_5V_4) = 3$$

Si no existe camino entre V_i y V_j , convendrá en que:

$$d(V_iV_j) = \infty$$

La distancia de V_i a V_i se convendrá en que:

$$d(V_iV_i) = 0$$

Secuencia: Al definir un camino dirigido se convino en que ningún arco, ni ningún nodo se repitiera. Si se obvia esta res-

tricción, se llega al concepto de secuencia. Por ejemplo, en el grafo de la figura 9I.7 se tiene:

$V_3V_2 V_2V_1, V_1V_5, V_5V_2, V_2V_1 V_1V_4.$

se una secuencia de V_3 a V_4 , pero no es un camino (dado que se repite $V_2 V_1$), si bien toda secuencia encierra un camino.

Secuencia abierta: Una secuencia se denomina abierta, si el nodo inicial V_i y el nodo final V_j , son distintos; contrariamente será cerrado cuando $V_i = V_j$.

Ciclo: El ciclo está dado por un camino donde el punto inicial y el punto final coinciden.

MATRIZ DE ACCESIBILIDAD

La matriz adjunta indicaba si un nodo se encontraba o no unido a otro por un arco simple. En esta ocasión se construirá una matriz tal que:

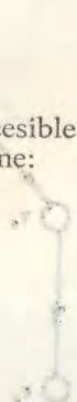
1; V_j es accesible desde V_i

$r_{ij} =$

0; si no lo es

Si se acepta que cada vértice es accesible desde sí mismo, para el ejemplo de la figura 9A.7 se tiene:

	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
V_1	1	1	0	1	1
V_2	1	1	0	1	1
V_3	1	1	1	1	1
V_4	1	1	0	1	1
V_5	1	1	0	1	1



Observaciones: Cuando una fila es unitaria, indica que el nodo correspondiente tiene acceso a los demás nodos (V_3).

— Cuando una fila es nula, salvo el elemento r_{ii} , indica que el nodo correspondiente no tiene acceso a ningún otro nodo.

— Cuando una columna es unitaria, el nodo correspondiente será accesible desde cualquier otro nodo. Cuando sea nula, salvo en el elemento r_{jj} , indicará que el nodo es inaccesible.

— Obsérvese que la relación de accesibilidad es transitiva, o sea, si V_j es accesible desde V_k , y V_k accesible desde V_i , entonces V_j es accesible desde V_i .

OTROS TIPOS DE GRAFOS

Otros tipos de grafos son los siguientes:

Grafo fuertemente conexo: Cuando dos nodos cualquiera de un mismo grafo son mutuamente accesibles, ello implica que la matriz de accesibilidad correspondiente deberá estar formada exclusivamente por elementos unitarios. Por definición se establece que un grafo con un solo vértice es fuertemente conexo.

Unilateralmente conexo: (o parcialmente conectado): Cuando para dos nodos cualquiera por lo menos uno es accesible para el otro.

Grafo débilmente conexo: Cuando dos nodos cualquiera están unidos, aun cuando pueden ser mutuamente inaccesibles. Dos nodos están unidos, cuando se encuentran involucrados en dos secuencias que tienen por lo mismo un punto en común.

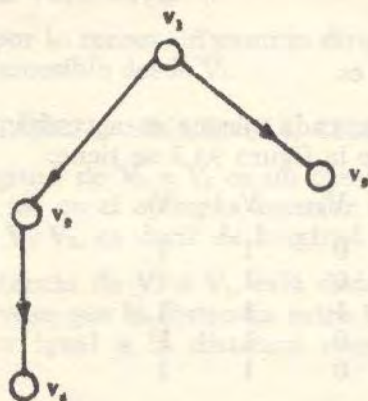


Fig. 9.A.8

SUBGRAFOS

Los diversos grafos de conectividad pueden utilizarse como criterios para la identificación de subgrafos significativos. Por ejemplo, si se desea determinar subgrafos de máxima conectividad, mediante el reordenamiento de filas y columnas de la

matriz de accesibilidad, se toma el ejemplo anterior, y se obtiene:

	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
V_1	1	1	1	1	0
V_2	1	1	1	1	0
V_4	1	1	1	1	0
V_5	1	1	1	1	0
V_3	1	1	1	1	1

el subgrafo de nodos V_1, V_2, V_4, V_5 , es fuertemente conexo.

ANEXO II Suma y Multiplicación de Matriz

En este punto es válido lo planteado en el anexo anterior, sobre la rigurosidad en la exposición; de la misma forma que se planteó allí, aquí se puede profundizar entre otros en las 12, 58, 64 y 94, de la lista de referencias.

1. Suma y Matrices

Para sumar dos matrices tienen que ser del mismo orden —respecto al número de filas (m) y al número de columnas (n)—. Por lo tanto la suma de matrices del orden ($m \cdot n$), será una matriz de igual forma ($m \cdot n$). Por ejemplo, se va a sumar $A + B$.

$$\begin{array}{ccc|ccc} 3 & 2 & 1 & 1 & 1 & 1 & = & 4 & 3 & 2 \\ 2 & 0 & 2 & + & 4 & 0 & 2 & = & 6 & 0 & 4 \\ 4 & 5 & 1 & & 5 & 1 & 3 & = & 9 & 6 & 4 \\ & (3 \times 3) & & & (3 \times 3) & & & & (3 \times 3) \end{array}$$

Teorema: La adición de matrices es tanto conmutativa como asociativa, es decir:

$$A + B = B + A$$

$$A + (B + C) = (A + B) + C$$

2. Multiplicación de Matrices

Para efectuar $A \cdot B$, el número de columnas de A debe ser igual número de filas de B , es decir:

$$\begin{array}{c} X_1 \ X_2 \ X_3 \cdot \begin{matrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \end{matrix} = X \cdot Y_1 + X_2 Y_2 + X_3 Y_3 \\ (1,3) \quad Y_3 \end{array}$$

o sea:

$$\begin{array}{ccccc} 3 & 2 & 5 & \cdot & \begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ 5 \end{array} = 3.1 + 2.2 + 5.5 = 32 \\ (1,3) & & & & (3,1) \end{array} \quad (1 \times 1)$$

y también:

$$\begin{array}{ccccc} 5 & 20 & 16 & 7 & 17 & 15 \\ 7 & 18 & 12 & 9 & 21 & \cdot & 8 = \\ 6 & 25 & 8 & 5 & 13 & 5 \\ & & & (3 \times 5) & & 1 \\ & & & & & 10 \\ & & & & & (5 \times 1) \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} 5.15 + 20.8 + 16.5 + 7.1 + 17.10 & = & 492 \\ 7.15 + 18.8 + 12.5 + 9.1 + 21.10 & = & 528 \\ 6.15 + 25.8 + 8.5 + 5.1 + 13.10 & = & 465 \end{array} \quad (3 \times 1)$$

además:

$$\begin{array}{cccc} & & 0 & 3 \\ & & & 14 & 4 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 1 & 2 \\ 3 & 2 & 1 & 0 & 2 & 1 \\ & & & & \cdot & = \\ & & & & & 4 & 14 \\ (2,4) & & 3 & 0 & (2,2) \\ & & & (4,2) \end{array}$$

Propiedades de la Multiplicación: En el producto $A \cdot B$, se dice que B esté premultiplicada por A y que A está postmultiplicada por B. Esta terminología es esencial, dado que ordinariamente $A \cdot B \neq B \cdot A$, si las matrices son de diferentes orden, o sea, si A tiene orden $(m \cdot p)$ y B tiene orden $(p \cdot n)$ siendo $m \neq n$. El producto $A \cdot B$ está definido, mientras que el producto $B \cdot A$ no lo está. En general la multiplicación de matrices no es conmutativa.

Capítulo 10

LA ESTRUCTURA REGIONAL

El tema fundamental de este capítulo es el sistema de ciudades y cómo puede usarse en la ordenación de la estructura regional. Las bases teóricas de este enfoque provienen de la geografía urbana, la economía regional y el urbanismo, fundamentalmente.

El urbanismo, como la propia ciudad objeto de su estudio, ha roto los límites del otrora casco urbano; la ciudad que antes era el nivel del límite de planeamiento, ha pasado a ser elemento dentro de un conjunto más amplio a planear: el sistema regional o nacional de ciudades.

El sistema de ciudades presenta regularidades empíricas en cuanto a su distribución sobre el territorio. Estas regularidades, posibilitan la construcción de una teoría y fundamentan la política de actuación, sobre el sistema de ciudades.

Hoy día, las variables que inciden en la conformación del espacio urbano no sólo son endógenas; pues no se puede controlar una ciudad desde dentro de ella misma.

Una corriente demográfica hacia la capital, no se contiene si no se realiza un programa de estructuración de las ciudades intermedias o medianas

Una cuestión en la que se puede estar de acuerdo sin grandes discusiones, es la que los problemas de una ciudad no se originan solamente en la misma y tampoco pueden ser resueltos únicamente desde "dentro" de la ciudad.

La planificación urbana está llena de efectos multiplicadores no locales y por ello la ciudad solamente se puede entender en el contexto de un sistema de ciudades; como Berry apuntó: "La ciudad como un sistema dentro del sistema de ciudades."

El ámbito del sistema de ciudades a considerar depende del problema en estudio. Si el problema es detener el crecimiento de una gran ciudad, el ámbito relevante es el sistema nacional de ciudades; y si de lo que se trata es de elevar el nivel de vida de la población dispersa, el ámbito relevante es el subsis-

tema regional de los lugares centrales (empleando la denominación de Christaller).

Actualmente las complicadas deseconomías externas causadas por el desarrollo económico, obligan a estudiar y planear el sistema de ciudades a nivel regional y nacional.

LA NOCIÓN DE SISTEMA

Para ello se necesitan bases teóricas y metodológicas. Una de las fundamentales es la noción del sistema. Se define el sistema como un conjunto de objetos, más las relaciones entre estos objetos y entre los atributos de los objetos. Los objetos son las partes o componentes del sistema: pueden ser de muchos tipos; en el presente caso son las ciudades. Los atributos son las propiedades de los objetos, en este caso los atributos de la ciudad son, por ejemplo, el tamaño físico (extensión en hectáreas o en kilómetros cuadrados), la forma de la ciudad (su diámetro máximo, su configuración lineal, concéntrica, estrellada, etc.), su tamaño poblacional, el tipo de actividades económicas que realiza (su especialización).

Las relaciones de un sistema son las posiciones relativas (relaciones estáticas) que estructuran el sistema y las interacciones (relaciones dinámicas) que comunican y dan cohesión al sistema. En el caso del sistema de ciudades, sus relaciones pueden ser la posición de las ciudades en el espacio (distancia entre ellas); el número de ciudades de cada tamaño que hay en el sistema; las complementariedades funcionales entre ellas a nivel productivo; la jerarquía de los lugares centrales, del equipamiento social existente entre ellas; las interacciones o flujos de información, de personas y artículos de comercio, etcétera.

Aplicando la noción de sistema a la ciudades de un país, se definirá el sistema nacional de ciudades. Esto supone determinar:

- 1— Las ciudades o elementos que la integran.
- 2— Los atributos o características de esas ciudades.
- 3— Las relaciones entre ellas.

Las magnitudes definitorias del sistema de ciudades serán unos indicadores que cuantifiquen:

- 1— Los atributos de sus elementos.
- 2— Las relaciones entre esos elementos.

Entre los indicadores que pueden emplearse para cuantificar los atributos de una ciudad son: el tamaño poblacional, el per-

fil del empleo o porcentaje del empleo total en cada una de las ramas de actividad, el ingreso per cápita, el nivel educativo superior, etcétera.

Para cuantificar las relaciones entre ciudades o sea lo que constituye propiamente la estructura del sistema de ciudades se han planteado entre otros tres indicadores de carácter general (según la literatura internacional):

1— El índice tamaño-rango, que cuantifica la distribución por tamaños.

2— El índice que cuantifica la distribución espacial.

3— El índice que cuantifica la distribución funcional del sistema.

El planteamiento de estos índices se desarrollará más adelante.

Antes de entrar en detalles, conviene definir dos conceptos: el de entorno y el de subsistema para un sistema dado. El entorno es el conjunto de todos los objetos que al cambiar sus atributos afectan al sistema; y también aquellos objetos cuyos atributos son cambiados por el comportamiento del sistema. Un sistema conjuntamente con su entorno forma el universo de objetos relevantes en un contexto dado.

La subdivisión de este universo relevante en dos conjuntos: el sistema y el entorno, se puede hacer de muchos modos arbitrarios y depende de las intenciones del estudio. Cualquier sistema se puede subdividir en subsistemas; los objetos pertenecientes a un subsistema se pueden considerar como parte del entorno de otro subsistema. Un caso particular de los subsistemas es la ordenación jerárquica, en la que los elementos de un sistema pueden ser a su vez sistemas de orden inferior.

EL SISTEMA NACIONAL DE CIUDADES

La hipótesis de trabajo de la cual se parte para demostrar que las ciudades de un país determinado conforman un sistema, es necesario demostrar primeramente que existe una conexión entre ellas.

En numerosas investigaciones de carácter internacional, se han utilizado dos indicadores para constatar si las ciudades de un país forman un sistema: el primero, a criterio de dichos investigadores, consiste en calcular cómo se ajusta la denominada Ley rango-tamaño —el otro indicador, el índice de distribución espacial, lo veremos posteriormente—.

LA CIUDAD

Antes de entrar en la exposición del referido indicador, resulta conveniente y necesario, metodológicamente hablando, definir el concepto de "ciudad", aunque la definición misma sea una definición de trabajo: "Todo asentamiento humano dotado de ciertas funciones económicas y de servicios y que supere un cierto umbral de población."

No existe un acuerdo internacional sobre cuáles deben ser las funciones que confieren el rango de ciudad. Tampoco existe unanimidad sobre el tamaño poblacional definitorio de la ciudad.

Es un lugar común e inexacto suponer que un cierto tamaño poblacional implica la existencia de las funciones que confieren el rango de ciudad, y tomar solamente la población como indicador definitorio de la ciudad. De esta manera, las Naciones Unidas en un estudio sobre la urbanización mundial (1969) llama ciudad a los asentamientos humanos mayores de 30 000 habitantes. En algunos países se llama ciudad a los núcleos de 20 000 habitantes y más (Cuba, por ejemplo), e incluso a los de 10 000.

LA LEY RANGO-TAMAÑO

La Ley rango-tamaño dice que el tamaño P_r de una ciudad de rango R' (ordenadas las ciudades de mayor a menor) de un sistema de ciudades, cuya ciudad mayor (La Habana) es tamaño P_1 por el rango R ; es decir:

$$P_r = \frac{P_1}{P_q}$$

en donde (q) es un exponente cercano a la unidad.

La regularidad rango-tamaño se ha contrastado normalmente a escala nacional, en los siguientes casos:

- 1— En países desarrollados con alto nivel de urbanización.
- 2— En países grandes en superficie.
- 3— En países que además de ser grandes tienen una antigua tradición urbana.

El sistema de ciudades opuesto, es el sistema desequilibrado y se caracteriza, bien porque la ciudad mayor es mucho más grande que las siguientes (de 5 a 10 veces mayor que la segunda; La Habana y Santiago de Cuba) bien porque un estrato de

ciudades pequeñas es dominado por una o varias ciudades grandes (el contexto provincial en Cuba) y existen menos ciudades de tamaño mediano que si se cumpliera la regularidad rango-tamaño.

Los sistemas desequilibrados se encuentran en países pequeños o en países subdesarrollados. Algunas investigaciones han evidenciado que las distribuciones de tipo desequilibrado van evolucionando hacia una distribución según el rango-tamaño.

La significación de la ley rango-tamaño puede ser la siguiente: en virtud de su tamaño y complejidad, los países con distribución rango-tamaño tienen muchos factores interaccionando de diversas maneras, de modo que la creciente en el espacio económico acerca la distribución al tipo rango-tamaño. Esta distribución no se da cuando el sistema urbano está moldeado por pocos factores (las relaciones son escasas, el sistema existe débilmente como tal), como sucede en países donde las economías de escala existen en una sola ciudad predominante.

Tomando esta interpretación como hipótesis de trabajo, se puede plantear que si las ciudades se ajustan a una distribución tipo rango-tamaño, se puede inferir que conforman un sistema integrado de ciudades; para ello, se puede ajustar por mínimos cuadrados la función.

$$P_r = \frac{P_1}{R^2}$$

lo cual poniéndolo en forma logarítmica:

$$\log P_r = \log P_1 - q \log R$$

y contrastar la hipótesis, calculando el coeficiente de correlación (r), entre la distribución de las ciudades y la ley rango-tamaño.

EL ÍNDICE DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

Otro de los indicadores empleados para cuantificar las relaciones entre ciudades es el denominado Índice de Distribución Espacial:

$$R_a = \frac{D_0}{0,5 \frac{A}{N}}$$

Donde:

D_0 , es la distancia media entre las ciudades de un mismo territorio;

A, superficie de dicho territorio;

N, número de ciudades.

Este índice compara a una distribución de ciudades en el espacio (medida por la distancia media entre ellas) con la distancia que se tendría si estuviesen distribuidas de modo aleatorio. Valores cercanos a 0 indican la máxima concentración; cercana a 2.15 indica distribución tipo Christaller; cercano a uno, la distribución es aleatoria.

Antes de pasar a la explicación del siguiente indicador, conviene esbozar la distribución tipo Christaller.

Christaller (1933) elaboró la teoría de los lugares centrales, según la cual la función principal de una ciudad es servir de **lugar central**, proporcionando bienes y servicios al ámbito rural que la rodea. Los **centros urbanos elementales** estarán dispuestos de tal modo que todo punto del territorio abastecido no deberá estar a más de 4 km de distancia al centro (o sea, una hora a pie).

Este principio de organización del espacio, conduce a una estructura elemental en triángulos equiláteros que se reagrupan en hexágonos regulares.

En la figura 10.1 los puntos A, B, C, representan tres centros elementales: pueblos en función básicamente comercial y de servicios primarios; forman entre ellos un triángulo equilátero cuyo ortocentro O no está alejado más de 4 km de cada uno de los vértices. La longitud del lado del triángulo elemental, o sea 4 km ($\sqrt{3}$) o 7 km aproximadamente, representa la distancia entre centros elementales.

Los triángulos unidos forman hexágonos. Los puntos D y E, situados en el centro de los hexágonos al igual que A, constituyen lugares centrales de orden superior separados por una distancia de 7 km ($\sqrt{3}$) o sea de unos 7 kilómetros.

En la figura 10.1 aparecen 13 centros elementales y tres lugares centrales de orden superior.

El razonamiento puede proseguirse: la distancia que separa a los centros sigue una progresión geométrica de razón 3, a las áreas de influencia y su población una progresión de razón 3.

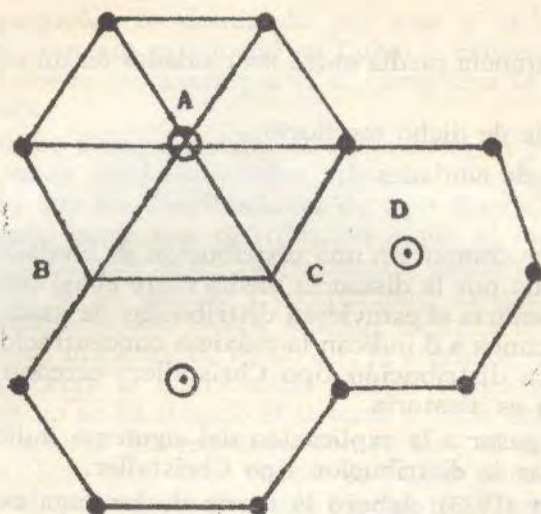


Fig. 10.1

FORMULACIÓN MATEMÁTICA DE BECKMANN

Esta formulación, publicada en **Structural proportions in a hierarchy of cities. Economic Development and Cultural Change**, en abril de 1958, volumen 6, Location Theory, Random House, 1968, y en la cual establece por medio de una fórmula de recurrencia la cifra de población de un área de influencia a cualquier nivel de la jerarquía urbana de Christaller.

— **A todos los niveles:** se supone la población urbana (P_u) en relación constante (K) con la población total (P_t) del área de influencia o sea:

$$P_u = KP_t$$

— **En el primer escalón** de la jerarquía urbana, la población total del área de influencia elemental se compone de la población urbana (P_u) y la población rural (P_r), o sea:

$$P_t = P_u + P_r = KP_t + P_r = \frac{P_r}{1 - K}$$

— **A un determinado nivel** de la jerarquía, llámesele (n) la población total, P^n_t representa el conjunto de la población de la

ciudad de orden (n), o sea (P_{u_n}), y de las poblaciones totales de las zonas satélites de nivel inmediatamente inferior (P_{n-1}^t).

Supóngase S zonas satélites (Christaller $s = 3$) se tiene:

$$P_n^t = P_n + SP_{n-1}^t = KP_n^t + SP_{n-1}^t = \frac{S}{1-K} p_t$$

Elevándose por recurrencia hasta el área elemental resulta:

$$P_n^t = \frac{S^{n-1}}{(1-K)^{n-1}} P_t$$

reemplazando p_t por su valor anterior, resulta:

$$P_n^t = \frac{S^{n-1}}{(1-K)^n} P_t$$

La población de la ciudad de orden n es:

$$P_{un} = KP_n^t \frac{KS^{n-1}}{(1-K)^n} P_t$$

LA DISTRIBUCIÓN FUNCIONAL

Un tercer indicador, lo constituye el índice que cuantifica la distribución funcional del sistema, su expresión es:

$$N^{ij} = \frac{A_{ij} - m_j}{T_j}$$

Donde:

A_{ij} , empleo en la ciudad (i) en la actividad (j);

m_j , promedio del empleo en (j);

T_j , desviación típica del empleo en el sector (j), de modo que N^{ij} nos da el número de desviaciones típicas en que una rama de actividad supera en cada ciudad el empleo medio de esa rama en todas las ciudades. Es un índice de especialización que identifica en qué actividad se especializa cada ciudad del sistema y con qué intensidad. Asimismo es aplicable el estudiado coeficiente de especialización en el

Capítulo 7.

ESTRUCTURA DEL ESPACIO URBANO

Las diferentes investigaciones consideran que existe una relación entre la estructura urbana espacial y el desarrollo económico, considerando el sistema urbano como un elemento causal del desarrollo espacial y no su mera consecuencia en los estados actuales.

Para determinar cuál es la estructura espacial óptima o morfológica del sistema urbano que más conviene a un país en un momento determinado, hay que tomar la estructura espacial del sistema de ciudades como variable pendiente y relacionarla con las variables determinantes:

- 1— Desarrollo económico.
- 2— Tamaño geográfico del país.
- 3— Sistema de ciudades preexistente.
- 4— Especialización económica del país (actividades predominantes).
- 5— Intercambio económico del país con el exterior.

Estudios sobre los anteriores aspectos han conducido a una serie de conclusiones de tipo general:

a) Cuanto más desarrollado sea un sistema, más debe parecerse la distribución de ciudades a la distribución rango-tamaño.

Suponiendo que esta hipótesis sea cierta (una fuerte suposición no contrastada a nivel mundial), no indica la morfología inicial que ha de tener el sistema: un sistema urbano podría tener las ciudades repartidas por tamaños según la ley rango-tamaño, pero todas concentradas en un extremo del país, con lo que el sistema sería desequilibrado espacialmente, aunque fuera equilibrado según los tamaños urbanos.

b) El paso de una economía agrícola a una economía industrial en vías de desarrollo implica un cambio de estructura espacial por lo cual el sistema urbano pasa de estar generado por factores locacionales de tipo lugar central, a estar configurado por factores locacionales del tipo localización industrial, es decir, por factores tales como: orientación hacia la materia prima, hacia las economías de aglomeración, hacia núcleos con fuerza de trabajo, hacia centros de transporte, etcétera.

Las ciudades son complementarias unas de otras, por tanto, han de intercambiar recursos y productos.

Según el tamaño del país, las relaciones de complementariedad entre ciudades son más fuertes o más débiles. Sólo en un país muy grande, los sistemas urbanos regionales son autár-

quicos en su estructura económica. En los países medianos y con más razón, en los pequeños, los sistemas urbanos regionales son complementarios y se apoyan unos a otros.

c) Las perspectivas del desarrollo económico a largo plazo permiten sacar algunas indicaciones sobre cómo puede ser la estructura espacial urbana a largo plazo. La maduración tecnológica de la industria permite desconcentrarla y que se localicen en ciudades grandes, como sucede hoy día, sino en ciudades de todos los tamaños, según sus necesidades locacionales, a los efectos de lograr un equilibrio en el orden espacial del sistema urbano.

d) Las consideraciones de crecimiento limitado y los factores del medio tienden hacia una estructura espacial urbana descentralizada, es decir, un sistema urbano con ciudades de todos los tamaños, localizadas de modo equilibrado y ecológicamente inofensivas para el territorio nacional.

MORFOLOGÍA DE LAS ESTRUCTURAS ESPACIALES

Entre todas las configuraciones que pueden adoptar las ciudades sobre un territorio, ¿cuál es la forma o estructura espacial del sistema que mejor apoye los procesos de desarrollo?

La respuesta viene en parte esclarecida en un estudio realizado en 1974, de la morfología de los sistemas urbanos de 40 países de diferente tamaño, continentes y niveles de desarrollo.

Sobre la base de los isomorfismos observados, se confeccionó la tipología siguiente, considerando las ciudades de más de 100 000 habitantes.

Concentrados: son sistemas con gran proximidad espacial de las ciudades agrupadas en un ámbito limitado del territorio, dejando el resto del país desprovisto de ciudades. El índice de distribución espacial es próximo a cero.

En esta categoría se incluyen países con pocas ciudades pero con una capital muy grande en proporción a la población total del país, lo cual forma un subtipo de los concentrados, que se denominan macrocéfalos (p.e. Argentina y Grecia entre los 40 estudiados donde no se encontraba Cuba). Los países con este tipo de distribución son: Grecia, Etiopía, Nigeria, Chile, Libia, Perú, Filandia y Noruega.

Lineales: Son sistemas cuyas ciudades se localizan a lo largo de un eje. Tienen sistemas urbanos como: Egipto, Australia, Canadá, Israel, Venezuela, etcétera.

Dendríticos: son sistemas causados por la urbanización colonialista, en los cuales las ciudades están a lo largo de ejes perpendiculares a la costa, con una gran ciudad y puerto para enviar a la Metrópoli, las riquezas del país. Este sistema lo poseen: Marruecos, Brasil, Argelia, etcétera.

Anulares: Son un caso particular de los lineales en los que el eje es curvo en vez de rectilíneo; el caso típico es el "Randstad" holandés y Dinamarca, etcétera.

Aglomerados: son sistemas que presentan constelaciones de ciudades agrupadas en diversos puntos del país. Suelen darse en países muy urbanizados o desarrollados o con una larga tradición urbana, como tiene Inglaterra, Alemania, etcétera.

Radioconcéntricos: son un caso particular de los aglomerados, en el cual las distintas constelaciones de ciudades gravitan hacia un centro principal a causa de que las mallas viales y el sistema de dirección es central, como España, Francia, etcétera.

Regulares: son sistemas cuya estructura espacial se aproxima a la teorizada por Christaller con el índice de la distribución espacial alrededor de 2. Estos se encuentran en China, India, etcétera.

Dispersos: son sistemas cuyas ciudades están aleatoriamente repartidas en el territorio. Como en México, Irán, Irak, etcétera.

Se han definido de esta forma ocho tipos de estructuras urbanas, morfológicamente hablando. Estas configuraciones forman un espectro que va desde sistemas concentrados a dispersos, que representan los tipos extremos; o bien las ciudades concentradas en un rincón del territorio, o bien dispersas aleatoriamente por el mismo. Estos serían los casos opuestos. Entre estos dos tipos hay otros seis. Más próximo al tipo concentrado son los lineales que constituyen una concentración axial en una franja del territorio. Sus casos particulares son el dendrítico colonialista y el anular. Después está el tipo aglomerado o de constelaciones de ciudades repartidas por el territorio y su caso particular radioconcéntrico. Por último, ya próximo a la dispersión, tenemos el tipo regular.

Las causas que justifican por qué en un país se produce uno u otro tipo de estructuras regionales o nacionales, nos conduciría a adentrarnos a la discusión de la teoría de la localización de ciudades, lo cual cae fuera de la esfera de este trabajo. Sin embargo, cabe señalar que los diferentes estadios del proceso productivo configuran un determinado modelo estructural es-

pacial, ya sea la agricultura a los procesos extractivos, la manufactura o fabriles, las distributivas o el transporte. A cada uno de estos tipos le corresponden distintos tipos de asentamientos urbanos.

El sistema de ciudades de un país tendrá ciudades extractivas, manufactureras o distributivas, muchos serán híbridos de estas funciones. La estructura espacial del sistema de ciudades de un país será resultado de fuerzas de atracción locacional que atrajeron a cada ciudad o asentamiento al lugar donde se asienta.

De modo que la estructura espacial que nos encontramos en un país, refleja un proceso compuesto para dos aspectos: una selección espacial, por la cual las ciudades, según sus actividades predominantes, se asentaron en un lugar o en otro; y una selección temporal por la cual los cambios exógenos de la coyuntura histórico-económica, favorecieron el crecimiento de unas ciudades (las cuales tenían ventajas comparativas en cada coyuntura) y estancaron el de otras.

MODELOS GRAVITACIONALES

Supuestos:

a) Se tiene una región de población P , se subdivide la región en subáreas, se conoce también el número total de desplazamientos interiores realizados por los habitantes de dicha región representados por la constante T . Se establece que no existen diferencias significativas en cuanto a gustos, ingresos, distribución de edades, estructura ocupacional, etc., entre las poblaciones de las subáreas. Se considera que la población tiene un comportamiento racional.

b) Supóngase ahora que se quiere determinar el número de desplazamientos que se originan en la i -ésima subárea y terminan en la j -ésima. Imaginemos que la fricción de la distancia es cero (es decir, se hipotetiza que el desplazarse de una subárea a otra no implica consumo de costos o de tiempo).

c) En referida situación hipotética, se puede establecer que para un individuo representativo de la subárea i el porcentaje de viajes que terminan en la subárea j será igual, *ceteris paribus*, a la relación (P_j/P) (población de la subárea j , respecto a la población total de la región metropolitana). Es decir, si $p = 1\,000\,000$ habitantes y la subárea j cuenta con $100\,000$ habitantes, se puede esperar que el individuo i haga el 10 % de sus viajes a j .

d) Además, puesto que un individuo representativo de la subárea i es, por la homogeneidad de los supuestos, idéntico a un individuo representativo de cualquier otra subárea y dado que su costo de tiempo de transporte es cero, se puede estimar que el número de viajes que él emprenda es el promedio del número de desplazamientos per cápita para la región entera. Este promedio es igual a:

$$(T/P) = K$$

designado el promedio como K , se halla que el número absoluto de desplazamientos de un individuo i (representativo) hacia j , o sea:

$$K (P_i/P)$$

e) Esto es, si el 10 % de la población reside en la subárea j , el individuo de la subárea i tenderá a realizar el 10 % de sus desplazamientos a la subárea j ; si el promedio de desplazamientos por individuo es 20, este individuo hará dos viajes a j .

f) Este razonamiento se aplica a un individuo i . Sin embargo, existen (P_i) individuos que residen en la subárea i . Por lo tanto el número de desplazamientos que estos (P_i) individuos harán a la subárea j , será (P_i) veces el número de viajes que el individuo representativo de i hace a la subárea j . Así:

$$T_{ij} = \frac{T}{P} \left(\frac{P_i P_j}{P} \right)$$

o también

$$T_{ij} = K \frac{P_i P_j}{P} \quad (1)$$

Aquí (T_{ij}) representa el número total de desplazamientos realizados por los individuos i (o sea viajes originados en la subárea i con destino a j).

g) De la misma forma se puede estimar el número total de viajes esperados para cada posible combinación de subárea de origen y subárea final. De este modo se obtiene una estructura del volumen de desplazamiento entre subáreas (número total de viajes), esperados e hipotéticos, para la región.

h) El próximo paso consiste en determinar el efecto que la distancia real que media entre las dos subáreas puede tener

sobre el número de desplazamientos que se producen entre ellas.

i) En primer lugar, se deberá obtener los datos sobre el número de desplazamientos entre cada par de subáreas de una región cualquiera.

j) Divídase el número real de desplazamientos por la cantidad esperada o hipotética y de esta forma obtener el ratio de la cantidad actual de desplazamiento que es: I_{ij}/T_{ij} . Teniendo en cuenta la distancia real entre i y j, denotado por (d_{ij}).

k) Por último, en un gráfico de escala logarítmica, se traza en el eje de las ordenadas el ratio (I_{ij}/T_{ij}) y en el de las abscisas la distancia d_{ij} (ver figura 10.2).

l) En el gráfico aparece una relación lineal entre el logaritmo del ratio y la distancia por otro, pudiéndose ajustar una recta de regresión a los datos, considerados mediante mínimos cuadrados.

m) Puesto que las variables son el logaritmo del ratio del volumen real de desplazamientos respecto al esperado (variable dependiente) y el logaritmo de la distancia (variable independiente), la ecuación de la recta es:

$$\log \frac{I_{ij}}{T_{ij}} = a - b \log \cdot d_{ij} \quad (2)$$

Dónde:

a, intersección con el eje de las ordenadas;

b, pendiente de la recta de regresión.

n) Suprimiendo el logaritmo en (2) y haciendo el antilogaritmo de a teniéndose entonces:

$$\frac{I_{ij}}{T_{ij}} = \frac{c}{d_{ij}^b}$$

o bien:

$$I_{ij} = \frac{c T_{ij}}{d_{ij}^b} \quad (3)$$

o) Sustituyendo en (3) el valor de T_{ij} dado en (1) introduciendo la constante $G = \frac{CK}{P}$, se obtiene

$$I_{ij} = G \frac{P_i P_j}{d_{ij}^b} \quad (4)$$

p) Esta sencilla relación puede aceptarse, *ceteris paribus*, para describir la forma elemental, el nivel actual del volumen de desplazamientos en el interior de la región como una función de las poblaciones de las subáreas y la variable distancia cuando esta interacción se refleja en los desplazamientos.

q) Supóngase que se estudia, por un lado, las relaciones entre la magnitud real y la esperada, y por otro, la distancia para una serie de fenómenos que reflejan las interacciones de los individuos dentro de la masa regional y entre las masas regionales.

Se pueden examinar las llamadas telefónicas, los mensajes telegráficos, los transportes por ferrocarril, los flujos monetarios, las migraciones, etc. Supongamos que para todos estos fenómenos hallamos como en el gráfico anterior una fuerte correlación lineal entre el logaritmo del ratio de la cantidad real y la esperada y el logaritmo de la distancia pudiéndose concluir que (4) refleja la estructura y los sistemas de áreas regionales.

r) La ecuación (4) puede convertirse en otra forma útil. Supóngase que interesa en la interacción de una sola área i y todas las demás subáreas. Por tanto, se puede calcular la interacción de i con la primera subárea (I_{i1}) más la interacción de i con la segunda subárea (I_{i2}) más..., y finalmente la interacción de i con la n -ésima subárea (I_{in}) partiendo de (4).

$$I_{i1} + I_{i2} + I_{i3} + \dots + I_{in} = G \frac{P_i P_1}{d_{i1}^b} + G \frac{P_i P_2}{d_{i2}^b} + G \frac{P_i P_3}{d_{i3}^b} + \dots + G \frac{P_i P_n}{d_{in}^b}$$

o bien:

$$\sum_{j=1}^n I_{ij} = G \sum_{j=1}^n \frac{P_i P_j}{d_{ij}^b}$$

dividiendo ambos términos por P_i se obtiene:

$$\frac{\sum_{j=1}^n I_{ij}}{P_i} = G \sum_{j=1}^n \frac{P_j}{d_{ij}^b} \quad (5)$$

s) Al observar el lado izquierdo de la ecuación (5), notamos que el numerador es la intersección total de i con todo el resto de las subáreas, la cual dividida por la población de i (P_i) pro-

duce interacción con todas las áreas en términos per cápita, o más estrictamente, en términos por unidad de masa.

t) La interacción sobre estas bases se denomina como **potencial de i**, lo cual se designa por iV , por definición:

$$iV = \frac{\sum_{j=1}^n I_{ij}}{P_i}; \text{ y partir de (5) se tiene:}$$

$$iV = G \sum_{j=1}^n \frac{P_j}{d_{ij}^b} \quad (6)$$

LA GEOMETRÍA DEL ESPACIO (ANEXO)

Áreas ilimitadas de movimiento: el concepto de territorio. Existen tres tipos geométricos en atención a la eficiencia de los límites de las unidades de áreas que influyen directamente en los costos de transporte.

a) **Los polígonos regulares son unas formas más económicas que los polígonos irregulares.** Si se considera, por ejemplo, que el polígono de cuatro lados con una superficie de un km^2 , el movimiento más largo (desde el centro al lugar más alejado) es de 0,707 km , el perímetro es de 4 km .

Si se transforma el área del cuadrado en un rectángulo, el movimiento más largo es de 1,031 km y el perímetro es de 5 km . La experiencia muestra que a medida que el rectángulo es más alargado, tanto desde el punto de vista de la accesibilidad como del perímetro, este es menos económico.

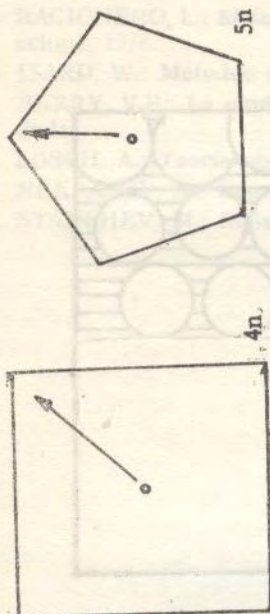
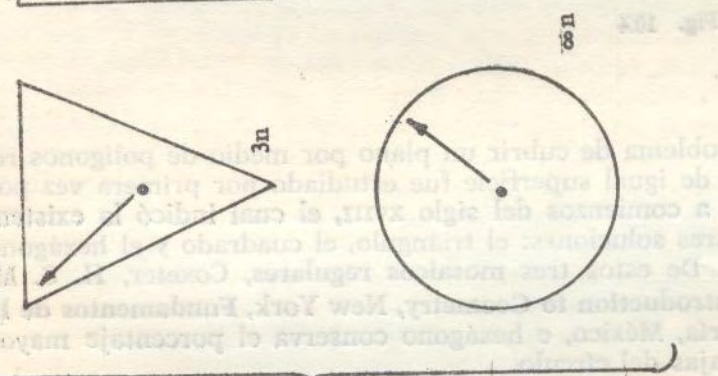
b) **Los círculos son los polígonos regulares más económicos.** Si se imagina una serie continua de polígonos regulares comenzando por el triángulo y siguiendo por el cuadrado, el pentágono, el hexágono, etc., vemos que en cada estadio aumenta en uno el número de lados y vértices.

El caso límite obviamente es el círculo, que puede ser considerado como un polígono regular en un número infinito de lados y vértices (ver figura 10.3).

La eficiencia del cuadrado es aproximadamente la mitad del círculo y la eficacia del decágono es aproximadamente igual a un 90 % de la del círculo.

Fig. 10.3

$$A = Km^2$$



c) Los hexágonos son las polígonos regulares que permiten el mejor mosaico de una superficie. En cuanto a minimización de los costos de movimiento y de almacenamiento (ver figura 10.3).

c) Los hexágonos son los polígonos regulares que permiten el mejor mosaico de una superficie. En cuanto a minimización de los costos de movimiento y de límites es la figura más recomendable (ver figura 10.4).

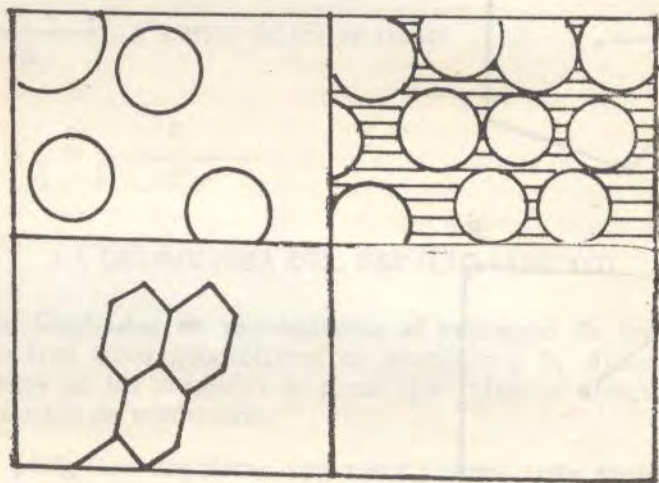


Fig. 10.4

El problema de cubrir un plano por medio de polígonos regulares de igual superficie fue estudiado por primera vez por Kepler, a comienzos del siglo XVIII, el cual indicó la existencia de tres soluciones: el triángulo, el cuadrado y el hexágono regular. De estos tres mosaicos regulares, Coxeter, H. S. M. 1961, *Introduction to Geometry*, New York, *Fundamentos de la Geometría*, México, e hexágono conserva el porcentaje mayor de ventajas del círculo

El hexágono ha fascinado a los naturalistas y a los matemáticos desde la época de los griegos. Los conceptos de simetría hexagonal han desempeñado un papel clave en el desarrollo de la cristalografía, etc. Por consiguiente, no debe sorprendernos que dos de las principales obras teóricas sobre el poblamiento, Christaller y Lösch hayan utilizado el hexágono como módulo unidad en sus modelos sobre la estructura de poblamiento.

BIBLIOGRAFÍA DEL CAPÍTULO 10

1. DZIEMUNSKI, K.: "Teoría de las redes de asentamientos", contenido en *Spatial Planning and Police*. Theoretical Foundation, Warsaw, 1974.
2. RACIONERO, L.: **Sistema de ciudades y ordenación del territorio**, Barcelona, 1978.
3. ISARD, W.: **Métodos de análisis regional**.
4. BERRY, V.B.: **La ciudad como un sistema dentro del sistema de ciudades**.
5. LÖSCH, A.: **Teoría económica espacial**.
6. NEKRASOV, N.: **Economía regional**.
7. STANCHEV, M.: **Sistema urbano**.

Capítulo 11

LOS MÉTODOS TAXONÓMICOS

Los métodos taxonómicos, como se entienden en la actualidad, son métodos matemáticos de investigación experimental de base estadística, diseñados para el análisis de un conjunto de elementos (en nuestro caso, unidades geográficas) a través de un conjunto de características o variables; tienen una larga historia (en el contexto científico y han sido ampliamente utilizados tanto en el campo de las ciencias naturales (la biología por ejemplo) como en las sociales (sicología, sociología, geografía, economía, etc.) y han sido preocupación de reuniones y coloquios internacionales, tales como el de la Unión Geográfica Internacional, realizado en Polonia sobre los métodos de Regionalización Económica. Los métodos más empleados de manera resumida, son los que manejan la "distancia taxonómica" y los que se elaboran mediante el análisis factorial, el análisis discriminante y el análisis de cadenas, o "linkage analysis". (Ver: J. Celis, Métodos Estadísticos en el Análisis Regional). Así como es muy frecuente ver el empleo del método gráfico, basado en el triángulo equilátero y sus propiedades, cuando se trata de graficar y comparar las clasificaciones en función de tres coordenadas (características) cuando el número de variables es parte de un todo integral de suma cien.

Los que aquí se tratarán son básicamente los siguientes:

- Distancia taxonómica; como extensión generalizada de la distancia entre dos puntos.
- El análisis factorial: análisis de factores comunes y específicos y el análisis de componentes principales.
- El triángulo clasificacional.

LA DISTANCIA TAXONÓMICA

Este método se aplica en el análisis de un universo, en el cual cada elemento o individuo del conjunto (unidades geográficas) se define como un punto dentro del espacio multidimensional

y las características o variables, como coordenadas de dichos puntos.

Esta técnica de clasificación introduce el concepto de proximidad, es decir, se basa en el supuesto de que dos puntos serán más semejantes cuando más próximos se encuentren uno del otro, lo que es lo mismo que decir, mientras presentan distancias menores entre sí.

Tiene ventajas sobre el método conocido por "Linkaje tree" desde el momento que resulta más fácil su cómputo y construcción y presenta una mayor objetividad en su representación gráfica.

La expresión de la distancia es válida cuando las características normalizadas no se encuentran correlacionadas entre sí.

LA DISTANCIA ENTRE DOS PUNTOS

La geometría analítica proporciona el andamiaje para la determinación de la distancia entre dos puntos en un espacio euclidiano (ver figura 11.1).

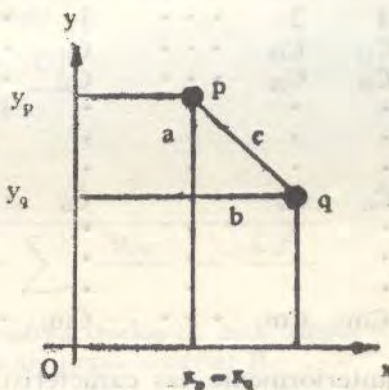


Fig. 11.1

En el gráfico según el Teorema de Pitágoras, se tiene:

$$C^2 = a^2 + b^2$$

Sustituyendo valores:

$$C^2 = (Y_p - Y_q)^2 + (X_q - X_p)^2$$

sacando raíz:

$$C = \sqrt{(Y_p - Y_q)^2 + (X_q - X_p)^2}$$

expresión que permite conocer la distancia entre p y q.

EL MÉTODO

A continuación se describe el método empleado en la Distancia Taxonómica.

— Definición de las unidades geográficas intervinientes en el análisis.

— Definición de las características o variables a través de las cuales se analizará el fenómeno.

Después de definir el conjunto de puntos (provincias, regiones, ciudades, etc.) y sus coordenadas (características ya sea población, empleo, etc.), se estructura la matriz de información espacial siguiente:

Matriz de Información Espacial A

i / j	1	2	...	j	...	n
1	C ₁₁	C ₁₂	...	C _{1j}	...	C _{1n}
2	C ₂₁	C ₂₂	...	C _{2j}	...	C _{2n}
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
i	C _{i1}	C _{i2}	...	C _{ij}	...	C _{in}
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
m	C _{m1}	C _{m2}	...	C _{mj}	...	C _{mn}

Como se dijo anteriormente, las características (C_{ij}) pueden ser de naturaleza diversa: porcentaje de empleos industriales, habitantes por kilómetro cuadrado, per cápita por habitante, camas hospitalarias por cada mil habitantes, etcétera.

NORMALIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS

Dado que cada característica está o puede estar expresada en unidades diferentes (no sumables), se requiere, de ser éste el caso, su transformación o estandarización, antes de su empleo.

Se tienen n-puntos, en un espacio de n-dimensiones, en el que:

$$C_1 = (C_{11}, C_{12}, \dots, C_{1j}, \dots, C_{1n})$$

son las coordenadas en ese referido espacio en el cual:

$i = 1, 2, \dots, m$; número de unidades geográficas.

$j = 1, 2, \dots, n$; número de características.

Como se recordará (Capítulo II: Matriz de Información Espacial), el valor de una característica normalizada se calcula mediante la expresión siguiente:

$$T_{ij} = \frac{\overline{C_{ij}} - \overline{C_j}}{S_j} \quad (10) + 50$$

Donde:

T_{ij} , valor normalizado de la característica j -ésima, en la i -ésima unidad geográfica;

C_{ij} , valor de la característica j -ésima, en la i -ésima unidad geográfica;

C_j , valor central de la característica j -ésima.

S_j , desviación típica de la característica j -ésima.

Para lo anterior:

$$\overline{C_j} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m C_{ij}$$

por otro lado:

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{m} \sum (C_{ij} - \overline{C_j})^2}$$

Los valores estandarizados de esta forma (transformados) se introducen en la siguiente matriz: B.

i/j	1	2	...	j	...	n
1	T_{11}	T_{12}	...	T_{1j}	...	T_{1n}
2	T_{21}	T_{22}	...	T_{2j}	...	T_{2n}
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
i	T_{i1}	T_{i2}	...	T_{ij}	...	T_{in}
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
m	T_{m1}	T_{m2}	...	T_{mj}	...	T_{mn}

CÁLCULO DE LA DISTANCIA TAXONÓMICA

Se entiende por distancia taxonómica, aquella existente entre dos puntos, en un espacio n-dimensional, cuyas coordenadas las constituyen los valores estandarizados de las características (T_{ij}).

Como se planteó al inicio de la sección presente, se calcula por extensión del Teorema de Pitágoras, es decir:

$$d_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (T_{ij} - T_{kj})^2}$$

Donde:

$i = 1, 2, \dots, n$

$k = 1, 2, \dots, m$

resulta obvio que:

$d_{ik} = d_{ki}$

y también que:

$d_{ik} = 0$ cuando $i = k$

Los datos sobre la distancia entre puntos así calculados se introducen en la matriz C, la cual es una matriz cuadrada simétrica con valores iguales a cero en la diagonal principal.

Matriz de Distancias Taxonómicas. Matriz C.

i/k	1	2	...	k	...	m
1	0	d_{12}	...	d_{1k}	...	d_{1m}
2	d_{21}	0	...	d_{2k}	...	d_{2m}
.	.	.	0	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
i	d_{i1}	d_{i2}	...	0	...	d_{im}
.	.	.	.	.	0	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
m	d_{m1}	d_{m2}	...	d_{mk}	...	0

CONSTRUCCIÓN DEL ÁRBOL DE CLASIFICACIÓN

Posteriormente, siguiendo el método que a continuación se expone, se asocia a la matriz C un árbol de clasificación:

— En las columnas se selecciona el valor menor diferente de cero.

— Se determina sobre la base de la casilla seleccionada la fila que corresponde a dicha intersección, relacionando de este modo la unidad geográfica vinculada con la primera.

— Se trazan, sobre la base de formar un grafo (árbol) las dos unidades geográficas y se unen por un segmento; la longitud de dicho segmento es proporcional a la distancia entre las dos unidades geográficas.

— Las vinculaciones de los puntos se continúa hasta que todas las unidades geográficas han sido seleccionadas.

— Al ser un árbol, los segmentos de vinculación nunca deben formar un circuito.

— Cada punto representa un nodo en el grafo.

— Los puntos se representan por círculos proporcionales al tamaño de la población o del área correspondiente a la unidad geométrica analizada (salvo que exista otro criterio).

EJEMPLO HIPOTÉTICO DEL TRAZADO DEL ÁRBOL

Para un ejemplo real ver: Celis, Francisco y García C.: Métodos Taxonómicos en el Sistema de Ciudades. Boletín del Instituto de Planificación Física, número 123, La Habana, 1971.

Supongamos por simplicidad un conjunto de ocho unidades geográficas:

A, B, ..., H, y una matriz de distancias taxonómicas entre ellas.

i/k	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0	0,45	1,90	3,93	1,91	3,94	1,92	3,95
B	0,45	0	1,80	3,83	1,76	3,79	1,73	3,71
C	1,90	1,80	0	2,03	3,41	5,44	3,42	5,45
D	3,93	3,83	2,03	0	5,44	7,47	5,45	7,48
E	1,91	1,76	3,41	5,44	0	2,03	3,32	5,46
F	3,94	3,79	5,44	7,47	2,03	0	3,32	7,49
G	1,92	1,73	3,42	5,45	3,32	3,32	0	2,03
H	3,95	3,76	5,45	7,48	5,46	7,49	2,03	0

Dada la matriz anterior, se procede a la lectura de las columnas y consecuentemente se determinan las relaciones entre unidades geográficas "más próximas".

— Columna A: Se lee la distancia menor, o sea 0,45, correspondiente a la fila B; por lo tanto se grafican los nodos A y B y se unen por el segmento $\overline{AB}$ de valor 0,45 o por proporcional.

— Columna B: La distancia menor es de 0,45, correspondiente a la fila A; como ya fue seleccionado este par de unidades geográficas, se pasa al valor menor siguiente, el cual resulta ser 1,76, que define la relación B — G.

— Columna C: Se determina 1,8 $\overline{CB}$.

— Columna D: Se determina 2,03 $\overline{DC}$.

— Columna E: Se determina 1,76 $\overline{EB}$.

— Columna F: Se determina 2,03 $\overline{EF}$.

— Columna G: Se determina 1,73 $\overline{GB}$, como ya ha sido seleccionada se toma 1,92; sin embargo, este valor cierra el circuito $\overline{ABG}$, por lo que se toma un nuevo valor, 2,03, $\overline{GH}$.

Con los resultados así obtenidos se puede definir el árbol de relaciones taxonómicas tal como aparece en la figura 11.2).

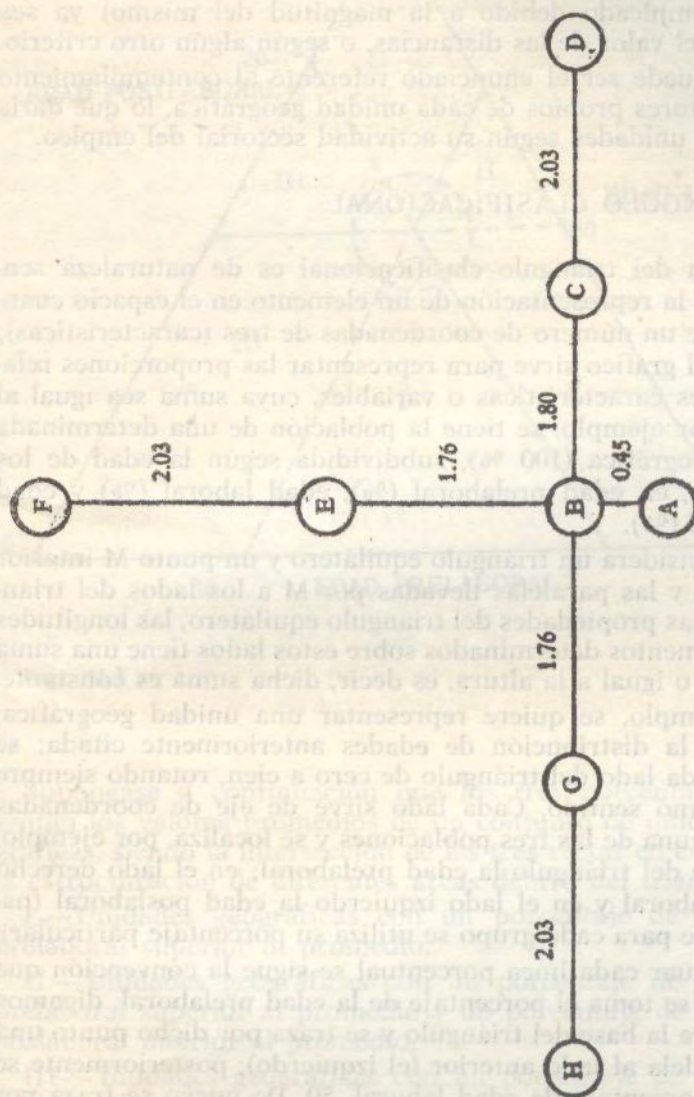


Fig. 112

SUBDIVISIÓN DEL ÁRBOL EN PARTES

De acuerdo con los supuestos clasificacionales enunciados, el árbol se debe dividir en partes (lo cual no se visualiza en el ejemplo empleado debido a la magnitud del mismo) ya sea mediante el valor de las distancias, o según algún otro criterio.

Como puede ser el enunciado referente al contemplamiento de los sectores propios de cada unidad geográfica, lo que daría grupos de unidades según su actividad sectorial del empleo.

EL TRIÁNGULO CLASIFICACIONAL

La técnica del triángulo clasificacional es de naturaleza sencilla, para la representación de un elemento en el espacio cuando se tiene un número de coordenadas de tres (características); es decir, el gráfico sirve para representar las proporciones relativas a tres características o variables, cuya suma sea igual al 100 %; por ejemplo, se tiene la población de una determinada unidad geográfica (100 %), subdividida según la edad de los individuos, en edad prelaboral (%), edad laboral (%) y edad poslaboral (%).

Si se considera un triángulo equilátero y un punto M interior al mismo, y las paralelas llevadas por M a los lados del triángulo, por las propiedades del triángulo equilátero, las longitudes de los segmentos determinados sobre estos lados tiene una suma constante o igual a la altura, es decir, dicha suma es constante.

Por ejemplo, se quiere representar una unidad geográfica, mediante la distribución de edades anteriormente citada; se gradúa cada lado del triángulo de cero a cien, rotando siempre en el mismo sentido. Cada lado sirve de eje de coordenadas para cada una de las tres poblaciones y se localiza, por ejemplo, en la base del triángulo la edad prelaboral; en el lado derecho la edad laboral y en el lado izquierdo la edad poslaboral (naturalmente para cada grupo se utiliza su porcentaje particular).

Para situar cada línea porcentual se sigue la convención que se indica: se toma el porcentaje de la edad prelaboral, digamos 30 % sobre la base del triángulo y se traza por dicho punto una línea paralela al lado anterior (el izquierdo), posteriormente se toma el porcentaje de edad laboral, 50. De nuevo se traza por ese punto una paralela a la base, lo mismo se hace con la edad poslaboral, 20 %, pasando por él la paralela al lado derecho, lo cual reproduce la siguiente figura 11.3.

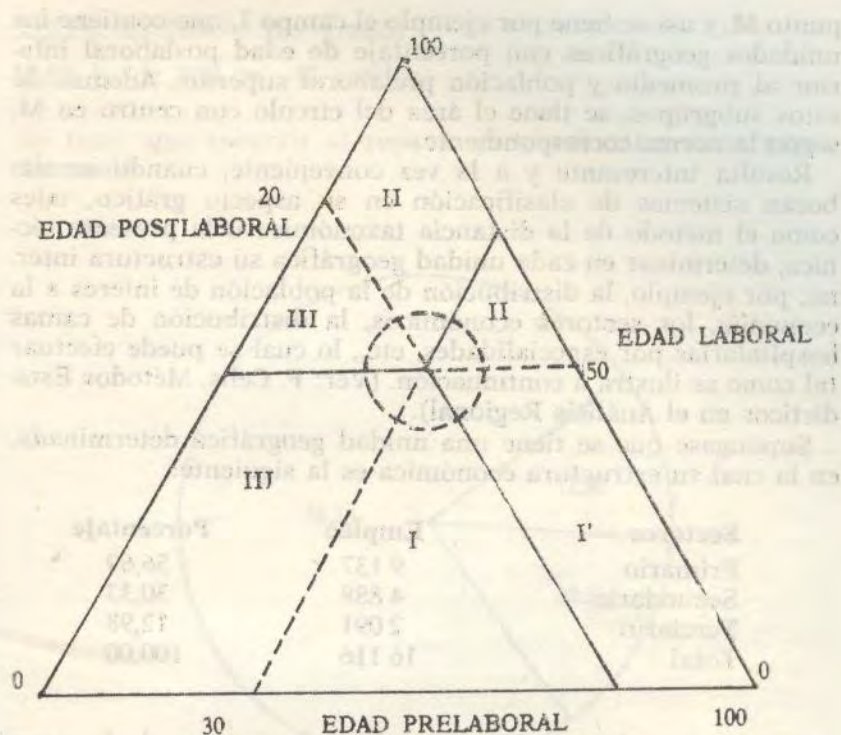


Fig. 11.3

Supóngase a continuación que los tres porcentajes representan los valores promedios de un conjunto de unidades geográficas, siendo la intersección de las tres rectas en el punto M, la estructuración de diferentes áreas dentro del triángulo:

I—Unidades geográficas con un porcentaje de población prelaboral superior al promedio.

II—Unidades geográficas con un porcentaje de población prelaboral superior al promedio y un porcentaje de población poslaboral inferior al promedio.

III—Unidades geográficas con un porcentaje de población poslaboral superior al promedio y un porcentaje de población prelaboral inferior al promedio.

A su vez cada grupo anteriormente definido puede subdividirse, prolongando las rectas que sirven en la localización del

punto M, y así se tiene por ejemplo el campo I, que contiene las unidades geográficas con porcentaje de edad poslaboral inferior al promedio y población prelaboral superior. Además de estos subgrupos, se tiene el área del círculo con centro en M, según la norma correspondiente.

Resulta interesante y a la vez conveniente, cuando se elaboran sistemas de clasificación en su aspecto gráfico, tales como el método de la distancia taxonómica o la presente técnica, determinar en cada unidad geográfica su estructura interna; por ejemplo, la distribución de la población de interés a la economía, los sectores económicos, la distribución de camas hospitalarias por especialidades, etc., lo cual se puede efectuar tal como se ilustra a continuación. (Ver: F. Celis, Métodos Estadísticos en el Análisis Regional).

Supóngase que se tiene una unidad geográfica determinada, en la cual su estructura económica es la siguiente:

Sectores	Empleo	Porcentaje
Primario	9 137	56,69
Secundario	4 888	30,33
Terciario	2 091	12,98
Total	16 116	100,00

Para construir un gráfico circular por sectores de la situación presente, se reparten los 360 grados de la circunferencia proporcionalmente a las cifras absolutas de la tabla anterior realizando los siguientes cálculos: (ver figura 11.4)

$$\frac{9\,137}{16\,116} \times 100 = 56,69 \%$$

$$\frac{4\,888}{16\,116} \times 100 = 30,33 \%$$

$$\frac{2\,091}{16\,116} \times 100 = 12,98 \%$$

Gráficamente se tiene:

Es fácil comprender que para obtener el número de grados correspondientes a cada sector del gráfico, basta aplicar dichos porcentajes a 360 grados, con lo cual se obtiene:

$$56,69\% \text{ de } 360 = 204 \text{ grados}$$

$30,33\%$ de $360 = 109$ grados

$12,98 \%$ de $360 = 47$ grados

sin tener que recurrir al reparto proporcional anteriormente efectuado.

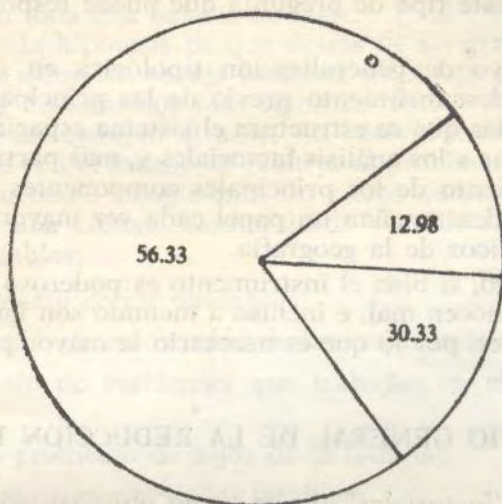


Fig. 11.4

ANÁLISIS FACTORIAL

LA REDUCCIÓN FACTORIAL EN LOS SISTEMAS ESPACIALES

No basta establecer una matriz de correlaciones entre distintas características o variables para resolver un problema geográfico, los tipos de correlaciones posibles son demasiado numerosos como para que se puedan reagrupar intuitivamente las múltiples y diferenciales relaciones registradas en la matriz de correlaciones, la decisión de aplicar un determinado procedimiento en el análisis de un conjunto de n -observaciones, depende del tipo de investigación que se lleva a cabo. Incluso,

ante un simple coeficiente de correlación, es necesario decidir sobre la naturaleza de la relación que une dos variables fuertemente correlacionadas ¿se trata de una relación "casual" y hay que determinar el sentido de la relación, o bien se trata del síntoma de que una influencia común se ejerce sobre las dos variables y a causa de otra variable no tomada en cuenta en el análisis original, o quizás por una "dimensión latente", un "factor" no directamente observable, pero implícito? Es precisamente a este tipo de pregunta que puede responder el análisis factorial.

Todo ensayo de generalización tipológica en geografía se apoya en el descubrimiento previo de las principales articulaciones sobre las que se estructura el sistema espacial analizado. Es por ello que a los análisis factoriales y, más particularmente, el descubrimiento de los principales componentes de un sistema espacial, desempeñan un papel cada vez mayor en los progresos científicos de la geografía.

Sin embargo, si bien el instrumento es poderoso, sus límites todavía se conocen mal, e incluso a menudo son ignorados por los utilizadores, por lo que es necesario la mayor prudencia en su utilización.

EL PRINCIPIO GENERAL DE LA REDUCCIÓN FACTORIAL

Los análisis "factoriales" tienen como objetivo principal resumir una matriz de correlaciones en un número menor de coeficientes a través de la búsqueda estadística de las dimensiones latentes, implícitas, no directamente accesibles a una observación necesariamente "superficial".

Si dos variables tienen simultáneamente una fuerte correlación con un mismo factor, una parte importante de la correlación entre las variables se explica por el hecho de que tienen precisamente ese factor común. Al permitir la sustitución de las variables originales por los factores que dichas variables tienen en común o de forma específica, el análisis factorial aporta pues una descripción, bajo una forma simple resumida de la red compleja de interrelaciones que existen en el seno de un conjunto de variables asociadas. Estas descripciones definen, en la matriz de correlaciones, un número limitado de componentes independientes unos de otros, que se identifican como factores que explican la mayor parte posible de la varianza de las variables que contienen la matriz de información original. Es necesario aclarar el origen de la "dimensión latente"; surgió de la

hipótesis de Charles Spearman (1904),¹ quien imaginó la existencia de un factor general de inteligencia y sugirió que en psicología, los diversos resultados que obtienen los individuos en un conjunto de tests de inteligencia se encuentran relacionados y que dichas correlaciones podían explicarse por un factor único: la inteligencia general. Buscó entonces un método que permitiera medir o "estimar" el peso de ese factor y obtener así una medida capaz de expresar sintéticamente los resultados obtenidos en toda una batería de tests.

Si se hace la hipótesis de que detrás de un gran número de variables se esconden varios factores, el objeto de análisis es revelarnos y destacar los más significativos.

Tomemos un ejemplo al azar, sin encontrarnos plenamente identificados con el mismo, el relativo al problema de la estructura social urbana. Imaginemos un cierto número de sectores censales de una ciudad, caracterizada por los siguientes atributos o variables:

- X_1 salario medio de los residentes;
- X_2 , nivel medio de escolaridad de los residentes;
- X_3 , porcentaje de residentes que trabajan en servicios superiores.
- X_4 , número promedio de hijos de la familia;
- X_5 , fertilidad promedio de las familias;
- X_6 , tipos de viviendas,
- X_7 , integración femenina al trabajo.

Se puede intentar explicar las interrelaciones entre estos atributos haciendo la hipótesis de que dependen linealmente de dos factores: un factor socioeconómico F_1 que expresa la fluctuación del "rango social" de las familias y un factor sociodemográfico F_2 que expresa las variaciones en el status familiar de las parejas.

Un perfil observado ($X_1, X_2, \dots, X_7$) estaría entonces explicado o "resumido" por un perfil hipotético de valores en factores (F_1, F_2).

¹ Charles Spearman fue el creador del análisis factorial, sicólogo y matemático inglés, nació en 1863, en 1904 expuso en dos trabajos la teoría de los factores: "The proof and measurement of the association between two things" y "General Intelligence objectively determined and measured"; ambas publicadas en American Journal of Psychology. Desarrollando ampliamente la teoría en 1929 con la publicación de su trabajo **Las Habilidades del hombre**.

Un sector censal (una unidad geográfica) que obtuviera un valor F_1 más fuerte en factor socioeconómico que en factor sociodemográfico, presentaría valores más elevados en los tres primeros atributos (X_1, X_2, X_3) que en los otros atributos o características.

La ecuación fundamental del análisis factorial define pues las variables observadas como funciones lineales de factores hipotéticos o latentes. Si los valores de los atributos que varían en cada una de las observaciones se identifican como X_i ($i = 1, 2, \dots, m$) y los factores subyacentes y no observables como F_j ($j = 1, 2, \dots, p$) de los cuales las X_i dependen linealmente, el modelo factorial de base se expresa como:

$$X_i = \sum_{j=1}^p A_{ij} F_j \quad (1)$$

El coeficiente A_{ij} se llama "coeficiente de saturación" o "saturación" de la variable X_i en el factor F_j . Es el equivalente matemático del coeficiente de correlación oscilando pues entre los valores -1 y $+1$. En el ejemplo anterior, una correlación elevada entre X_1 y X_2 podría estar explicada por coeficientes de saturación A_{11} y A_{21} elevados y saturaciones A_{12} y A_{22} débiles. X_1 y X_2 dependerían sobre todo de F_1 y poco de F_2 .

A cada valor F_1 corresponderían dos valores X_1 y X_2 cercanos, y de ahí surgiría una fuerte correlación entre X_1 y X_2 .

El problema general del análisis factorial es, pues, el de hallar, partiendo de la matriz original de correlaciones y para cada una de las variables sobre cada uno de los factores, tantos coeficientes "A" tales que tengamos, por ejemplo:

$$X_i = A_{i1} F_1 + A_{i2} F_2 + \dots + A_{im} F_m$$

para $i = 1, 2, \dots, n$

Es evidente que estos factores no pueden ser sino entes matemáticos sin correspondencia inmediata con los datos corrientes de la experiencia cotidiana, pero que son extremadamente útiles en la comprensión de fenómenos reales.

Llegado a este punto, conviene distinguir dos tipos principales de análisis factoriales: **el análisis en componentes principales y el análisis de factores comunes y específicos.**

ANÁLISIS DE FACTORES COMUNES Y ESPECÍFICOS

Aunque surgidos de un mismo modelo general, responden a problemas distintos. El segundo debido a L. L. Thurstone,¹ reclama del investigador que elabore hipótesis que quiere descubrir. Se basa además en la hipótesis de que la ley del conjunto aleatorio contenida en la matriz original es la de Laplace-Gauss.

Es decir, que el modelo supone de forma absoluta que las distribuciones que se utilicen en el análisis sean "normales", ya sea a través de una transformación logarítmica, por elevación al cuadrado mediante otros procedimientos.

La solución de Thurstone nos lleva a definir las variables observadas como funciones lineales de factores comunes que intervienen en varias variables y en factores específicos relativos cada uno a una variable y a una sola y que expresan al mismo tiempo un término de error. Se distinguen en general entre los factores comunes, un factor general, que interviene en todas las variables y uno o varios factores de grupos, que solamente intervienen en algunas variables. Estos factores son conocidos por estimación y no por medida. Este método, perfectamente adecuado a los psicólogos, debe utilizarse en geografía con la mayor prudencia y sobre todo cuando el investigador tiene ya una idea precisa del modelo que quiere probar.

EL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Se debe a "Hotellin Analysis of a complex of statistical variables into principal components"; en **Journal of Education Psychology**, vol. 4, 1937. "Simplified calculation of principal components", en **Psychometrics**, vol. 1, 1936. La demostración de que la descomposición de una matriz de correlaciones en sus componentes principales constituye una de las soluciones posibles del análisis factorial. En efecto, las saturaciones, tal como fueron definidas en el modelo general (véase la ecuación 1), están dadas por una matriz que multiplicada por su transpuesta (es decir, su simétrica en relación con la diagonal principal), nos da la matriz de correlaciones.

El análisis en componentes principales, al nivel de la matriz de correlaciones, consiste en un procedimiento puramente al-

¹ Posteriormente al legado de Spearman, será L. I. Thurstone de la Universidad de Chicago quien plantea su teoría sobre el "Análisis Factorial Múltiple en 1947". Además introduce en el Análisis Factorial el álgebra matricial al denotar que la Tabla de Correlaciones no es otra cosa que una matriz simétrica, y todo el proceso de factorización es un proceso operacional matricial.

gebraico que no añade nada a los datos experimentales y que no necesita de otra hipótesis que la linealidad de las variables utilizadas. No implica por tanto obligatoriamente la normalización de los datos y no comporta términos de error. Existen tantos componentes como variables, pero cada uno de ellos con una distinta importancia relativa.

La descomposición de la matriz de correlaciones en componentes principales consiste, por tanto, en obtener, según un orden de importancia decreciente, cada uno de los componentes principales geoméricamente ortogonales, es decir, independientes y no relacionados.

Técnicamente este resultado se obtiene para cada componente, uno después de otro. La suma de los cuadrados de las saturaciones obtenidas para cada componente indica la proporción de varianza total de la información original imputable a cada uno de ellos. El componente que explica el máximo de la varianza total es el que primero se obtiene y entonces se forma una matriz residual que contiene al resto de la varianza. Un segundo componente se obtiene, a renglón seguido, de la matriz residual y se continúa por ese camino hasta que la variación total de la matriz de correlación se haya totalizado.

A pesar de existir tantos componentes como variables, no se mantienen más que aquellos que explican una mayor parte de la varianza total de los valores de la variables, es decir, aquellos cuyos valores propios son iguales o mayores que 1.

Al relacionarse con el número de variables utilizadas, estos valores dan directamente el porcentaje de explicación que proporciona el componente. Es igual a la suma de los cuadrados de las saturaciones de cada una de las variables con el factor considerado.

Si las variables son muy numerosas (no deben ser más que las observaciones) un valor propio puede ser igual a la unidad y el componente explicar menos del 5 % de la varianza total de la matriz. Este criterio del 5 % es el que se toma generalmente por los investigadores como el umbral límite por debajo del cual es mejor renunciar a tomar en cuenta los componentes principales, pues su interpretación sería altamente aleatoria.

Gracias al análisis en componentes principales, se pasó (ver figura 11.5) de una matriz original M de orden $n \times m$, matriz de información espacial, a una matriz estandarizada Z , también de orden $n \times m$, luego a una matriz de correlación R , de orden $m \times m$ y, finalmente, a una matriz de saturaciones A de orden $m \times p$, siendo p los componentes a los factores.

Una de las dificultades consiste en identificar, o en todo caso dar un significado a los nuevos factores latentes determinados a la luz de la matriz de información original. Se plantea el problema, dado que las variables pueden estar saturadas (las saturaciones se identifican por definición con los coeficientes de correlación) de forma parecida con varios factores en lugar de correlacionarse con el menor número posible de ellos. De hecho, la matriz A, llamada de saturaciones, no presenta una solución única matemáticamente, a través de la transformación de esta matriz, se puede obtener un número infinito de matrices de orden $m \times p$. Es por ello que los factores se analizan gracias a un proceso de rotación de ejes, de manera que cada variable tenga la mayor saturación posible sobre un factor y una saturación nula o aproximadamente nula sobre los otros factores.

Esta solución corresponde a lo que Thurstone llama la "estructura más simple". Ella nos lleva a reemplazar la matriz A por una A' gracias a la búsqueda de una nueva solución tal que el máximo de elementos de cada columna de la matriz A' es prácticamente despreciable mientras que, por el contrario, se maximicen las correlaciones entre el mínimo de variables y cada uno de los factores descubiertos. Este resultado se obtiene con el procedimiento de rotación obtenido por Maiser,¹ llamado Varimax. El porcentaje de explicación global aportado por el conjunto de los factores tomados en cuenta sigue siendo idéntico, pero el valor de cada uno de los valores propios y por tanto el porcentaje de explicación ligado a cada factor en particular pueden haber cambiado, por lo que conviene recalcularlo.

De hecho la interpretación del significado de los factores puede llegar a ser difícil y es necesario que el investigador trabaje al mismo tiempo con las variables originales, las correlaciones que las unen y la matriz factorial que las agrupa y las resume. Es incluso recomendable no decidir la interpretación final que debe darse a los factores sin haber cartografiado las variaciones espaciales de su peso local, tal como queda expresado en los "pesos" obtenidos por cada una de las unidades de observación (y ya no de cada una de las variables) sobre cada uno de los factores.

¹ The Varimax Method of Factor Analysis, Ph. D. Dissertation, University of California, 195. "The Varimax Criterion for Analytic Rotation in Factor Analysis", *Psychometrika*, vol. 23, 1958. "Computer Program for Varimax Rotation in Factor Analysis", en *Journal of Educational and Psychological Measurement*, vol. 19, 1959.

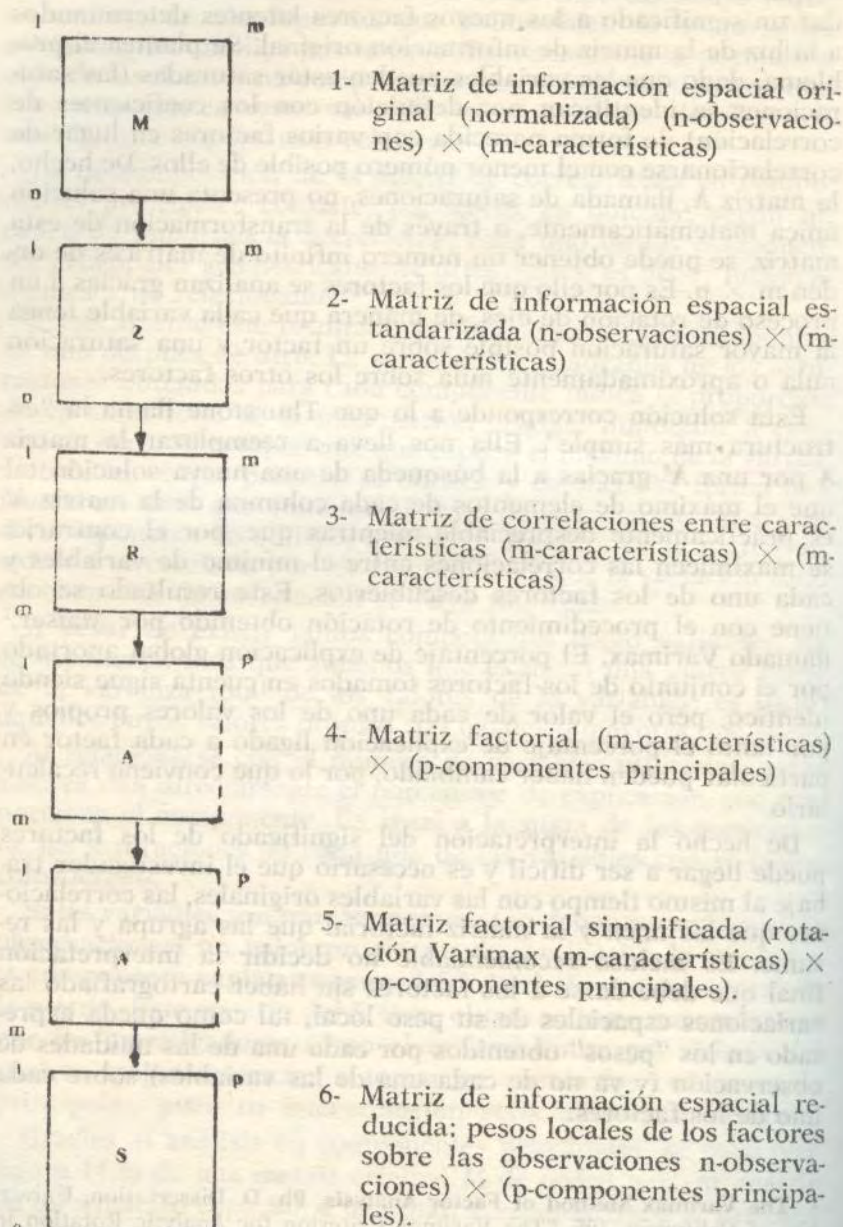


Fig. 11.5

Una vez descubierta la estructura factorial de una matriz de información espacial, no queda más que regresar a esta última y expresarla bajo su forma "reducida", la matriz S , llamada de "peso", de orden $n \times p$, calculando por simple multiplicación y suma el peso local de cada observación (expresada por la suma de sus características estandarizadas) sobre cada uno de los factores. La fórmula es:

$$F_{1i} = A_{11} Z_{1i} - A_{21} Z_{2i} = \dots - A_{p1} Z_{pi} \quad (3)$$

en la cual F_{1i} es el peso local del factor 1 para la característica i . En otros términos, cada una de las "p" columnas de la matriz A o A' (según se utilice o no la solución Verimax) se multiplica por cada uno de los valores estandarizados de las características de la observación i , de forma que se obtenga un número p de pesos locales para esta observación.

BIBLIOGRAFÍA DEL CAPÍTULO 11

1. RACINE, J. B. y RAYMOND, H.: *L'analyse quantitative en Géographie*, París, 1973.
2. SOKAL, R. R.: "Numerical Taxonomy", en *Scientific American*.
3. "Economía Regionalization and Numerical Methods", en *Geographia Polonica*: no. 15, Varsovia, 1968.
4. CELIS, F. y GARCÍA, C.: *Métodos taxonómicos en el Sistema de Ciudades*, Boletín del Instituto de Planificación Física, no. 3, La Habana, 1971.
5. CELIS, F.: *Teoría de la Planificación Regional y Urbana*, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1972 (mimeografiado).
6. LANG, S.: *A complete course in Calculus*, Edición Revolucionaria, Instituto Cubano del Libro, La Habana, 1968.
7. BERGE, C.: *The Theory of Graphs and its Applications*, Editorial John Wiley and Sons, New York, 1962.
8. Facultad de Psicología de la Universidad de La Habana: *Estadística multivariada*, La Habana.
9. YELA, M.: *La técnica del Análisis Factorial*, Ediciones Revolucionarias, La Habana, 1968.
10. MORRISON, D. F.: *Multivariate Statistical Methods*, Editorial McGraw and Hill Inc. 1967.
11. HARMAN, H. H.: *Modern Factor Analysis*, Editorial University of Chicago Press, Chicago, 1960.
12. COOLEY, W. W. and LOHNES, P. R.: *Multivariate Data Analysis*, Editorial John Wiley and Sons, 1971.
13. ROGERS, A.: *Matrix Methods in Urban and Regional Analysis*, Editorial Holden — Day Inc., San Francisco, California, 1971.

14. FERNANDEZ, R. y AMADOR, F.: "Aplicación Combinada del Análisis de Componentes Principales y el Análisis de la Regresión", en **Revista Estadística**, no. 5, La Habana, 1980.
15. GARCIA, C.: **El Análisis Factorial**. Curso de Posgrado. Las Estadísticas en la Planificación Física, segunda parte mimeografiado, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1982.
16. LÓPEZ URQUIZ, J.: **Estadística**, Marcombo, S. A., Barcelona, 1967.
17. MONKHOUSE, F. J. y H. R. WILKINSON: **Mapas y Diagramas**, Oikos —Tau Barcelona, 1966.
18. JONES, B. C. y W. W. GOLDMITH: "A factor analysis approach to sud-regional definitions in Chenango, Delawe and Otsego Countries", en **Geographia Polonica**, no. 15, Varsovia, 1968.
19. CZYZ, T.: "The Application of Multifactor Analysis in Economic Regionalization", en **Geographia Polonica**, no. 15, Varsovia, 1968.
20. SOKAL, R. y P. SNEATHS: **Principles of Numerical Taxonomy**. Freeman, San Francisco, 1964.
21. BERRY, J. L. y D. F. MARBLE (eds): **Spatial Analysis**, Editorial Englewood Cliffs: Prentice — Hall Inc., 1967.
22. RYMES y OSTRY, S. (eds): **Regional Statistical Studies**, Toronto, Editorial The University Press, 1966.

Capítulo 12

TÉCNICAS ESTADÍSTICO-MATEMÁTICAS PARA LA PRONOSTICACIÓN

Cuando en los estudios regionales se enfrentan cuestiones acerca de la indagación en el futuro de una situación determinada son factibles de utilizar para su definición diferentes métodos; entre los más relevantes se cuenta con: métodos económicos, métodos heurísticos y métodos estadístico-matemáticos.

Generalmente, el método más conveniente resulta el primero; sin embargo, es muy exigente en cuanto a indicadores y definiciones se refiere. Entre las técnicas más sobresalientes del segundo método se cuenta con el de expertos. El método estadístico-matemático es uno de los que más se emplean para realizar indagaciones, en el futuro, en el quehacer de la práctica cotidiana.

Sin ninguna pretensión de formalidad, se exponen el método estadístico-matemático. La explicación de estas técnicas no se hace de forma exhaustiva, se exponen las más utilizadas: el análisis de series históricas y el análisis de regresión.

El primer método es bivariado i.e. Toma en cuenta la variable tiempo y la variable observada a la cual se le desea determinar su tendencia secular.

La tendencia en un movimiento que se observa en la serie, basada por lo general en una dirección: si se hace un estudio de la población desde principios de siglo se podrá apreciar de manera general una tendencia creciente.

El análisis de regresión puede ser multivariado. En esta ocasión utilizaremos dos variables, una dependiente y otra independiente, sin atrevernos a estudiar la causalidad que requiera otro tratamiento. De todas formas se muestra que el procedimiento para considerar tres variables, aunque estos casos no los ejemplificaremos a los efectos de no alargar la exposición; ejemplificaciones que acometeremos dentro del propio curso, así como el estudio de la regresión con k variables.

Se da por sentado un conocimiento básico de estadística elemental que posibilite la comprensión de la línea de mejor

ajuste por el método de los mínimos cuadrados y el reconocimiento de su aplicación.

En el análisis de series históricas para estudiar la tendencia secular, el método seleccionado es el de mínimos cuadrados, el que trata en definitiva de ajustar una función de tal modo que la distancia entre el valor observado y el valor calculado sea mínima.

Quizás lo que tenga de novedoso la exposición es la prueba de aleatoriedad y la prueba sobre la existencia de la tendencia.

En el análisis de tendencia tenemos dos casos para la codificación de la variable temporal, de acuerdo con la cantidad de años que conforma la serie, el cual puede ser impar o par. Hecha esta distinción, el método de cálculo es igual para los dos casos.

ANÁLISIS DE LAS SERIES HISTÓRICAS

Para una mejor interpretación, se define una serie histórica, en ocasiones llamada también cronológica, a un conjunto de observaciones o de valores realizados en períodos de tiempo específicos, generalmente y, ello es conveniente, iguales.

Ejemplo de una serie histórica, puede ser el coeficiente de ocupación del suelo a través de diferentes períodos, o también la población residente en una provincia determinada en diferentes años.

Matemáticamente, una serie histórica está definida por los valores $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ de una variable en períodos $T_1, T_2, \dots, T_n$. De ello se sigue que Y es una función de T , la cual se puede denotar formalmente por $Y = f(T)$.

Una serie histórica de la variable Y se puede graficar construyendo un gráfico cartesiano tradicional con los pares ordenados (T_i, Y_i) , el cual puede mostrar la población residente en la provincia Ciego de Ávila durante el período 1973-1979.

En una serie se han mostrado históricamente algunos movimientos característicos: movimientos a largo plazo o tendencia secular; movimientos cíclicos; movimientos estacionales y movimientos irregulares o aleatorios. En esta ocasión, nos interesa destacar la determinación del primero de ellos; lo cual puede realizarse de distintas formas, a saber: método de la mano alzada, método de los medios móviles, métodos de los semipro-medios y método de los mínimos cuadrados.

Como indicamos anteriormente, en este trabajo utilizaremos los dos últimos, en los cuales de lo que se trata es de hallar la ecuación de una línea de tendencia o curva de tendencia apro-

piada. Mediante esa ecuación podemos calcular la tendencia secular.

El proceso de cálculo de la tendencia sigue el diagrama 1.

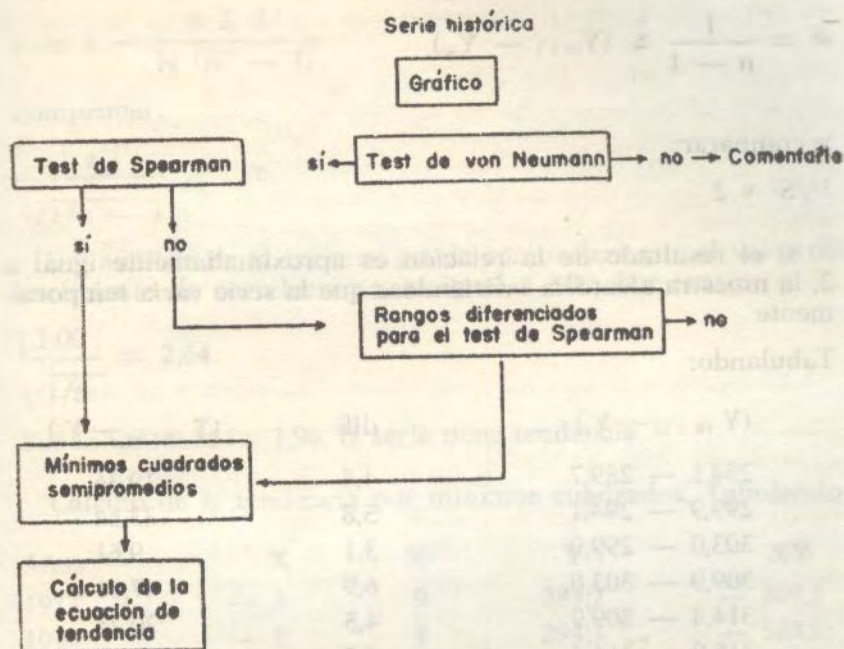


Diagrama 1

TENDENCIA LINEAL. MÍNIMOS CUADRADOS

Como ejemplo consideremos una sola unidad territorial de análisis y una sola variable: Ciego de Ávila y la población residente. Calcular la tendencia secular si es que existe:

Datos:

Años	Población en miles
1973	289,7
1974	294,1
1975	299,9
1976	303,0
1977	309,9
1978	314,4
1979	318,9

Determinación de la aleatoriedad de la muestra según el test de von Neumann

Calcular:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Y_{t+1} - Y_{t2})$$

y comparar:

$$s^2/S^2 \text{ v } 2$$

Si el resultado de la relación es aproximadamente igual a 2, la muestra aleatoria infiriéndose que la serie varía temporalmente

Tabulando:

$(Y_{(n+1)} - Y_t)$	dif.	$(Y_{(n+1)} - Y_t)$
294,1 — 289,7	4,4	19,36
299,9 — 294,1	5,8	33,64
303,0 — 299,9	3,1	9,61
309,9 — 303,0	6,9	47,61
314,4 — 309,9	4,5	20,25
318,9 — 314,4	4,5	20,25
Total	—	146,22

Sustituyendo:

$$s^2 = \frac{1}{6-1} (146,22) = 29,24$$

$$S^2 = \frac{(Y - \bar{Y})^2}{n} = 98,12$$

entonces:

$$\frac{s^2}{S^2} = \frac{29,24}{98,12} = 0,298$$

Como 0,2982 implica que la serie no es aleatoria.

Test de los rangos de Spearman. Comprobación si la serie es ordenada, es decir, tiene tendencia. Su cálculo se realiza mediante las ecuaciones siguientes:

$$\rho \equiv 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{N(N^2 - 1)}$$

comprobar:

$$\frac{|\rho|}{\sqrt{1/n - 1}} \geq 1,96$$

Del análisis de la serie se puede comprobar que el valor del coeficiente de correlación ρ , es igual a 1.00. Por tanto:

$$\frac{|1.00|}{\sqrt{1/6}} = 2,64$$

Por lo tanto, $2,64 > 1,96$, la serie tiene tendencia.

Cálculo de la tendencia por mínimos cuadrados. Tabulando:

Años	X	X ²	Y	XY
1973	— 3	9	289,7	— 869,1
1974	— 2	4	294,1	— 588,2
1975	— 1	1	299,9	— 299,9
1976	0	0	303,0	0
1977	1	1	309,9	309,9
1978	2	4	314,4	628,8
1979	3	9	318,9	956,7
Total	0	28	2 129,9	138,1

La ecuación de la recta es:

$$Y = a + bx$$

el cálculo de los parámetros:

$$a = \frac{Y}{n} = \frac{2\,129,9}{7} = 304,27$$

$$b = \frac{XY}{X^2} = \frac{138,1}{28} = 4,932$$

Por lo tanto, la ecuación de la tendencia será:

$$Y = 304,27 + 4,932 X$$

TENDENCIA LINEAL. MÉTODO DE LOS SEMIPROMEDIOS

Un método que permite suavizar la tendencia secular lo constituye el de semipromedio. El método de semipromedios es una forma muy rápida de estimar una línea de tendencia recta. Los datos se dividen primero en dos partes, calculándose a cada parte los valores de tendencia central consecuentes, centrándolos en los puntos medios de los intervalos temporales. La recta que une ambas medias (o semipromedios) es la línea de tendencia estimada (Merrill).

Supongamos el ejemplo siguiente: Mortalidad infantil:

Años	X	Mort. Inf. Y (0/00)	Valor estimado de la tendencia	
1957	- 2	22,8	21,36	
1958	- 1	20,6	20,44	
1959	0	19,5	19,52	$\bar{Y}_0$
1960	1	17,8	18,60	
1961	2	16,9	17,68	
1962	3	16,0	16,76	
1963	4	15,6	15,84	
1964	5	15,4	14,92	
1965	6	13,8	14,00	$\bar{Y}_6$
1966	7	13,2	13,08	
1967	8	12,0	12,16	

Para ilustrar este método utilizaremos los datos de la tabla anterior acerca de la mortalidad infantil. Dado el que el período de 1957 a 1967 abarca un período impar de años continuos, el año central es 1962. De esta forma las medidas de ambas partes están basadas en igual cantidad de períodos y pueden centrarse fácilmente. El promedio durante el quinquenio 1957-1961, fue de:

$$Y_0 = \frac{22,8 + 20,6 + 19,5 + 17,8 + 16,9}{5} = 19,52$$

y durante 1963-1967, fue de:

$$Y_6 = \frac{15,6 + 15,4 + 13,8 + 13,2 + 12,0}{5} = 14,00$$

El promedio $\bar{Y}_0$ se centra en 1959 y el $\bar{Y}$ en 1965. La línea de tendencia se obtiene uniendo ambos semipromedios.

La ecuación de la línea de tendencia recta es $Y' = a + bx$, donde Y' es el valor de tendencia estimado de la mortalidad infantil. Los valores de las constantes a y b dependen de los datos básicos y del año en que X es igual a cero. Si hacemos $X = 0$ en 1959, tenemos:

$$a = \bar{Y}_0 = 19,52$$

El coeficiente de pendiente o incremento anual de la tendencia b , es la variación anual. Despejando b en $Y' = a + bx$, obtendremos:

$$b = \frac{Y'_6 - a}{X}$$

Dado que $a = Y_0 = 19,52$ y $Y_6 = 14,00$, tenemos:

$$b = \frac{14,0 - 19,52}{6} \cong 0,92$$

y por tanto:

$$Y' \cong 19,52 - 0,92 X$$

Cuando una serie cronológica tenga un número par de años, el punto medio de la escala caerá entre los dos años centrales. En estos casos es conveniente utilizar una escala que mida a X en unidades semestrales. Los años se enumeran ... -5, -3, -1, 1, 2, 3, 5, ..., y la suma de X vuelve a ser cero (Merrill).

Veamos el ejemplo siguiente:

Años	X	Y	XY	X ²	Y'
1958	-5	4,2	-21,0	25	4,182
1959	-3	4,6	-13,8	9	4,676
1960	-1	5,2	-5,2	1	5,170
1961	1	5,7	5,7	1	5,664
1962	3	6,2	18,6	9	6,158
1963	5	6,6	33,0	25	6,652
Totales	0	32,5	17,3	70	—

Para obtener la línea de tendencia estimada calculamos:

$$a = \frac{\sum Y}{n} = \frac{32,5}{6} = 5,417$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{17,3}{70} = 0,274$$

La línea de tendencia es entonces:

$$Y' = 5,417 + 0,247 X$$

Donde X está indicada en unidades semestrales con origen en 1960-1961.

TENDENCIA PARABÓLICA

La tendencia no siempre es posible representarla por una línea recta, en ocasiones se ajusta una curva del tipo de una parábola. Existen muchos tipos de parábolas, pero la pendiente secular se calcula siempre de igual forma y las distintas variantes lo que hacen es complicar los métodos de cálculo. La ecuación de una parábola es:

$$Y = a + bx + cx^2$$

los parámetros se calculan mediante:

$$a = \frac{\sum Y \sum X^4 - \sum X^2 Y \sum X^2}{n \sum X^4 - (\sum X^2)^2}$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2}$$

$$c = \frac{n \sum X^2 Y - \sum Y \sum X^2}{n \sum X^4 - (\sum X^2)^2}$$

Supongamos que tenemos una serie histórica de la cantidad de asistentes a un determinado centro de servicios, necesitando establecer la ecuación de la tendencia para efectuar una estimación a largo plazo (Merrill).

Datos:

Años	Asistentes en miles	
1959	14,5	
1960	15,2	
1961	15,9	Si se grafican los datos se puede observar una línea de tendencia parabólica
1962	16,4	
1963	16,7	
1964	17,0	
1965	17,3	

Años	Asistentes en miles
1966	17,3
1967	17,2
1968	17,0
1969	16,7

Cálculo de la tendencia:

Años	X	Y	XY	X ²	X ² Y	X ⁴
1959	-5	14,5	-72,5	25	362,5	625
1960	-4	15,2	-60,8	16	243,2	256
1961	-3	15,9	-47,7	9	143,1	81
1962	-2	16,4	-32,8	4	65,6	16
1963	-1	16,7	-16,7	1	16,7	1
1964	0	17,0	0	0	0,0	0
1965	1	17,3	17,3	1	17,3	1
1966	2	17,3	34,6	4	69,2	16
1967	3	17,2	51,6	9	154,8	81
1968	4	17,0	68,0	16	272,0	256
1969	5	16,7	83,5	25	417,5	625
Total	0	181,2	24,5	110	1761,9	1958

Sustituyendo:

$$a = \frac{181,2 (1958) - (1\,761,9) (110)}{11 (1958) - (110)^2} = 17,08$$

$$b = \frac{24,5}{110} = 0,227$$

$$c = \frac{11 (1\,761,9) - (181,2) (110)}{11 (1958) - (110)^2} = 0,058$$

Consecuentemente la línea de tendencia es:

$$Y = 17,08 + 0,222 X - 0,058 X^2$$

TENDENCIA EXPONENCIAL O CURVA GEOMÉTRICA

Existen determinadas circunstancias donde ni la línea recta ni la parábola pueden expresar una tendencia secular, sobre todo cuando la tendencia sigue una ley de progresión geométrica, pudiendo entonces utilizar una función exponencial del tipo:

$$Y = ab^x$$

tomando logaritmos

$$\log Y = \log a + x \log b$$

los parámetros se calculan mediante:

$$\log a = \frac{\sum \log Y}{n}$$

$$\log b = \frac{\sum X \log Y}{\sum X^2}$$

Tomamos como ejemplo una situación similar a la del problema anterior únicamente varían los datos de la serie.

Datos:

Años	X	Y	log Y	X ²	X log Y
1960	-4	10	1,0000	16	-4,0000
1961	-3	17	1,2304	9	-3,6912

1962	— 2	19	1,2787	4	— 2,5574
1963	— 1	27	1,4314	1	— 1,4314
1964	0	39	1,5911	0	0
1962	1	55	1,7404	1	1,7404
1966	2	80	1,9031	4	3,8062
1967	3	100	2,0000	9	6,0000
1968	4	150	2,1761	16	8,7044
Total	0	497	14,3512	60	8,5710

Consecuentemente:

$$\log a = \frac{14,3512}{9} = 1,59458$$

$$\log b = \frac{8,5710}{60} = 0,14285$$

Siendo la ecuación de la tendencia:

$$\log Y = 1,59458 + 0,14285$$

Los antilogaritmos son los siguientes:

$$Y = 39,32 (1,39)^x$$

ANÁLISIS DE REGRESIÓN

El otro método que expondremos para su utilización en la pronosticación es el análisis de regresión. Dicho análisis es un instrumento que se emplea para valorar una relación existente entre dos o más variables.

Antes de comenzar un análisis de regresión es bueno señalar que debe existir una razón de carácter lógico o teórico que relacione las variables, lo cual sustenta la regresión y evita caer en graves errores. Los casos de regresión que expondremos son: regresión lineal simple y regresión lineal múltiple.

REGRESIÓN LINEAL SIMPLE

Otro modelo preferencial para el estudio de la pronosticación de la tendencia lo constituye el denominado análisis de regresión, instrumento harto poderoso de la Estadística Matemática. Este modelo y el análisis de correlación probablemente constituyen los métodos estadísticos más utilizados en la pronosticación.

Se denomina de esta manera al método que permite obtener ecuaciones donde solamente intervienen dos variables, una dependiente y otra independiente. Como habíamos dicho, un criterio general para encontrar la recta, es el llamado mínimos cuadrados.

La ecuación de la recta es:

$$Y = a + bx$$

el cálculo de los parámetros se realiza mediante

$$a = \bar{Y} - \bar{X}b$$

$$b = r \frac{S_y}{S_x}$$

el coeficiente de correlación se calcula mediante:

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{[(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)]^{1/2}}$$

La significación de la correlación se determina a través de la experiencia siguiente:

$$t = r \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

para $n-2$ grados de libertad.

El valor crítico se obtiene de la tabla contenida en el apéndice de Siegel. El coeficiente de determinación es:

$$R^2 = r^2(100)$$

Ejemplo: Supongamos que tenemos las 14 provincias de Cuba en donde la variable dependiente es la densidad telefónica y la variable independiente es la densidad poblacional. Calcular la ecuación de regresión. Datos:

Provincia	Densidad poblacional	Densidad telefónica
1	59	15,8
2	103	24,0
3	2700	108,7

4	49	28,4
5	96	22,9
6	78	22,5
7	60	18,9
8	49	24,1
9	46	28,5
10	58	8,7
11	102	11,1
12	87	8,2
13	144	18,5
14	74	7,5

$$(\sum X)^2 = (3\ 750)^2 = 1\,389\,3750,0$$

$$(\sum Y)^2 = (347,8)^2 = 120\ 964,8$$

X	Y	X ²	Y ²	XY
59	15,8	3 481	249,64	932,2
103	24,0	10 609	576,00	2 472,0
2 700	108,7	7 290 000	11 815,69	293 490,0
49	28,4	2 401	284,00	1 391,6
96	22,9	9 216	524,41	2 198,4
78	22,5	6 084	506,25	1 755,0
60	18,9	3 600	357,21	1 134,0
49	24,1	2 401	580,81	1 180,9
46	28,5	2 116	812,25	1 311,0
58	8,7	3 364	75,69	504,6
102	11,1	10 404	123,21	1 132,2
87	8,2	7 569	67,24	713,4
144	18,5	20 736	342,25	2 664,0
74	7,5	5 476	56,25	555,0
3 750	347,8	7 377 457	16 370,90	331 219,9

El coeficiente de correlación es:

$$r = \frac{14 (331\ 219,9) - (3\ 750) (347,8)}{14 (7\ 373\ 457) - (3\ 750) 14 (347,8) - (16\ 370,9)}$$

$$r = 0,9548$$

La prueba de significación se calcula mediante

$$t = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{0,9548 \sqrt{14-2}}{\sqrt{1-(0,9548)^2}} =$$

$$= \frac{0,9548 \sqrt{12}}{\sqrt{1-0,9116}} = \frac{3,307}{0,297} = 11,135$$

$$\frac{t}{0,95} = 178$$

El coeficiente de determinación es:

$$R = r^2 (100) = (0,9548)^2 (100) = 0,9116 (100) = 91,16 \%$$

La ecuación de la recta de regresión tiene la forma:
 $Y = a + bx$

Para el cálculo de los parámetros se utiliza:

$$a = \bar{X} - \bar{X}b = 24,84 - 264,64 (0,034) = 24,84 - 9,00 = 15,84$$

$$b = r \frac{SY}{SX} = 0,9548 \frac{25,20}{701,48} = 0,9548 (0,036) = 0,034$$

REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE (TRES VARIABLES)

Los métodos de estimación de una variable por medio de otras, son similares a los métodos de regresión simple. Por ejemplo, si se quiere pronosticar el valor de Y (variable dependiente) en función de X_1 y X_2 (variable independiente), el problema se convierte en hallar el plano de mejor ajuste en sentido de los mínimos cuadrados.

Si la ecuación de regresión la escribimos como:

$$Y_{1,23} = a_{1,23} + b_{12,3} X^2 + b_{13,2} X_3$$

Donde $b_{12,3}$, $b_{13,2}$ son los coeficientes de regresión parcial, $a_{1,23}$ es una constante.

La obtención de los coeficientes de regresión se pueden determinar indirectamente a través de los denominados coeficientes B, los cuales se denominan también coeficientes de regre-

sión parcial standard. Se llaman standard porque se emplean cuando se utilizan medidas estandarizadas para todas las variables; se denominan parciales, porque los efectos de las otras variables permanecen constantes.

Las expresiones para su cálculo son:

$$b_{12,3} = \left(\frac{S_1}{S_2} \right) B_{12,3}$$

$$b_{13,2} = \left(\frac{S_1}{S_3} \right) B_{13,2}$$

Los coeficientes B a su vez se calculan mediante:

$$B_{12,3} = \frac{r_{12} - r_{13} \cdot r_{23}}{1 - r_{23}^2}$$

$$B_{13,2} = \frac{r_{13} - r_{12} \cdot r_{23}}{1 - r_{23}^2}$$

Para el cálculo de a:

$$a = \bar{X}_1 - b_{12,3} \cdot \bar{X}_2 - b_{13,2} \bar{X}_3$$

Error típico de estimación:

$$S_{1,23} = S_1 \sqrt{1 - R_{1,23}^2}$$

donde:

$$R_{12,3}^2 \equiv B_{12,3} r_{12} + B_{13,2} r_{13}$$

Ejemplo: tenemos las 14 provincias con las siguientes variables: Producción bruta (variable dependiente) Densidad poblacional y población (variables independientes). Se desea determinar la ecuación de regresión.

$$r_{12} = 0,900$$

$$r_{13} = 0,948$$

$$r_{23} = 0,842$$

$$X_1 = 110,407 \text{ (población bruta)}$$

$$X_2 = 264,64 \text{ (densidad poblacional)}$$

$$X_3 = 688,45 \quad (\text{población})$$

$$S_1 = 92,69$$

$$S_2 = 701,48$$

$$S_3 = 405,11$$

$$B_{12,3} = \frac{0,900 - 0,948 (0,842)}{1 - 0,842^2} = 0,351$$

$$B_{13,2} = \frac{0,948 - 0,900 (0,842)}{1 - 0,842^2} = 0,657$$

$$b_{12,3} = \frac{92,69}{701,48} (0,251) = 0,046$$

$$b_{13,2} = \frac{92,69}{405,11} = (0,653) = 0,149$$

$$a = 110,407 - 0,046 (264,44) - 0,149 (688,45) = 4,343$$

$$X_1 = 4,343 + 0,046 X_2 + 0,149 X_3$$

$$S_{12,3} = 92,69 (1 - 0,939) = 5,65$$

$$R_{12,3} = 0,351 (0,900) + 0,657 (0,948) = 0,939$$

BIBLIOGRAFIA DEL CAPÍTULO XII

1. MERRILL, W.: "Introducción a la estadística aplicada", en **Análisis de Varianza y Serie Cronológica**, Ministerio de Educación Superior, La Habana, 1977.
2. SPIEGEL, M. R.: **Theory and problems of statistics**, Edición Revolucionaria, La Habana, 1966 (hay edición en español).

BIBLIOGRAFÍA GENERAL: Referencias y obras
de consulta

1. ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA Y ACADEMIA DE CIENCIAS DE LA URSS: **Metodología del conocimiento científico**, La Habana, 1975.
2. ALAMPIEV, P.: **Las zonas económicas de la URSS**. Editorial Progreso, s/f.
3. ARRIAGA, E.: **Selectec Measurement of Urbanization and Projection of Urban Population**. Citado en **Apuntes sobre la urbanización en Cuba desde 1907 hasta 1981**.
4. BALKEY, N. C.: **The Delphi Method: An Experiment Study of Group Opinion**, California, 1968.
5. BERGE, C.: **The Theory of Graphs and Its Applications**, New York, 1962.
6. BERRY, B. J. L. y D. F. MARBLE, (editores): **Spatial Analysis: Dreader Instatistical Geography**, New Jersey, 1987.
7. BERRY, B. J. L.: "Geography of Market Centers and Retail Distribution", en **Temas de Planificación Física**, Instituto de Planificación Física, no. 4, 1980.
8. BERRY, B. J. L.: **Cities as Systems Within Systems of Cities**. **Papers of Regional. Science Association**, 1964.
9. BOUDEVILLE, J. R.: **Los espacios económicos**, Buenos Aires, 1968.
10. ———: **Regional Economic Planning**, Edinburgo 1966.
11. BONISCH, MOHS, OSTWALD: "La planificación de las regiones de la R.D.A.", en **Temas de Planificación Física**, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1971.
12. BELLMANN, R.: **Introduction to Matrix Analysis**, McGraw & Hill, New York, 1960.
13. BRONSHTEIN, I. y K. SEMENDIAEV: **Manual de matemáticas para ingenieros y estudiantes**, Editorial MIR, Moscú, 1971.

14. CASTRO T. y RODRÍGUEZ M.: **Sobre la metodología de las investigaciones económicas**, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 1982.
15. CELIS, FRANCISCO: **Teoría de la planificación regional y urbana**, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1971.
16. ———: **Introducción al análisis espacial**, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1972.
17. ——— y C. GARCÍA: "Métodos taxonómicos en el Sistema de Ciudades", en **Boletín del Instituto de Planificación Física**, no. 3, La Habana, 1971.
18. ———: "Notas sobre los polivectores", en **Boletín del Instituto de Planificación Física**, no. 1, La Habana, 1970.
19. CHORLEY, R. J. y P. HAGGETT (editores): **Models in Geography**. Londres, 1967.
20. CHURMAN C. W., R. L. ACKOFF y E. L. ARNOFF: **Introduction to Operation Research**, Ediciones Revolucionarias, La Habana, 1968.
21. COLE, J. y C. KING: **Quantitative Geography**, Toronto 1968.
22. COMISIÓN DE INVESTIGACIONES DE LA UNIVERSIDAD DE LA HABANA: **La investigación científica: un panorama**, La Habana, 1963.
23. COMITÉ ESTATAL DE ESTADÍSTICAS: **Apuntes sobre la urbanización en Cuba desde 1907 hasta 1981**, La Habana, 1982.
24. COOLEY, W. W. y P. R. LOHNESS: **Multivariate Data Analysis**.
25. COORAGGIO, J. L.: "Elementos de teoría de 'graphs' y teoría de redes", en **VI Curso de Planificación Regional de Desarrollo**, documento c/26, Buenos Aires, 1975.
26. CRAMER, H.: **Mathematical Method of Statistics**, CS Princeton, New Jersey, 1946.
27. CZYZ, T.: "The application of multifactor analysis in economic regionalization", en **Geographia Polonica**, no. 15, Warszawa, 1968.
28. DANTZING: **Linear programming and extensions**, Princeton, 1963.
29. DE GORTARI, E.: **Lógica general**, Grijalbo, México, 1971.
30. DERYCKE, P. H. L.: **La economía urbana**, Madrid, 1971.
31. DIXON, W. J. y F. J. MASSEY: **Introduction to Statistical Analysis**, New York, 1957.

32. DOREIAN, P.: **Mathematics and the Study of Social Relations.**
33. ELIZAGA, J. y R. MELLON: **Población económicamente activa**, Santiago de Chile, 1970.
34. ENGELS, F.: **Dialéctica de la naturaleza.**
35. ————: **Introducción a la crítica de la Economía Política.**
36. ————: **La situación de la clase obrera en Inglaterra.**
37. FACULTAD DE PSICOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LA HABANA: **Estadística multivariada**, La Habana, s/f.
38. FADDEEVA, V.M.: **Computational Methods of Linear Algebra**, New York, 1959.
39. FEDORENKO, N.: **Desarrollo económico y planificación perspectiva**, Editorial Progreso, Moscú, 1976.
40. FERNÁNDEZ, R. y F. AMADOR: "Aplicación combinada del análisis de regresión de componentes principales", en **Estadística** no. 5, La Habana, 1980.
41. FLAMENT, C.: **Applications of Graph Theory to Group Structure**, Englewood Cliffs, New Jersey, 1963.
42. FLORENCE, D. S.: **Investment, Location Size of Plan**, Cambridge, 1948.
43. FORD, L. R. y FULKERSON: **Flows in Network**, Princeton, 1962.
44. GALTUNG, J.: **Teoría y métodos de la investigación social**, Buenos Aires, 1966.
45. GARCÍA PLEYÁN: "La transformación de la estructura urbana en Cuba (1959-1975)", en **Boletín del Instituto de Planificación Física**, no. 2, La Habana, 1970.
46. ———— C.: **El análisis factorial. Curso de posgrado. La estadística en la Planificación Física. Segunda parte**, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1982.
47. GARCÍA PLEYÁN, C. y F. CELIS: **La estadística en la Planificación Física. Curso de posgrado. Primera parte**, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1980.
48. ————: "Determinación de las regiones homogéneas", en **Boletín de Planificación Física**, no. 2, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1971.
49. GARRISON, W. L.: **Connectivity of the Interstate Highway System**, Regional Science Association, 1960.
50. **Geographia Polonica: Economic Regionalization and Numerical Methods**, Varsovia, 1968.

51. GOLOVANOS, V. W.: **Los métodos y formas del conocimiento científico**, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 1976.
52. GORSKI y TAVANS: **Lógica**, Editorial Nacional, La Habana, 1961.
53. GONZÁLEZ, L. y P. FELIPE: **Introducción a la teoría y aplicación de las redes**, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1977.
54. GONZÁLEZ, M. y R. LLANEZ: "La modelación económico-matemática en la actividad turística", en **Boletín de Ciudad Habana**, Asociación Nacional de Economistas de Cuba, La Habana, 1982.
55. GREGORY, S.: **Statistical Methods and the Geographer**, Londres, 1963.
56. HAGGETT, P.: **Location Analysis in Human Geography**, Londres, 1965.
57. HAGGETT, P. y R. J. CHORLEY: **Network Analysis in Geography**, Londres, 1969.
58. HARMAN, S. y EDECHARDT, P.: "Pronóstico de cambio en los asentamientos urbanos en Polonia", en **Boletín** no. 18 del Comité de Planificación Espacial de la Academia de Ciencias de Polonia.
59. HOEL, P. G.: **Elementary Statistics**, John Wiley and Sons, 1960.
60. HOHN, E. F.: **Elementary Matriz Algebra**, Ediciones Revolucionarias, La Habana, 1968.
61. Instituto de Estudios de Administración Local: **Problemas de las áreas metropolitanas**, Madrid, 1973.
62. ISARD, W.: **The General Theory of Location and Space Economy**, New York, 1960.
63. ISARD, W.: **Methods of Regional Analysis and Introduction Regional Science**, New York, 1960.
64. ITIN, L. I.: **Economía de la industria socialista**, Editorial Progreso, Moscú, 1981.
65. JUCEPLAN: **Densidad de población y urbanización**, La Habana, 1975.
66. JONES, B. C. y W. W. GOLDSMITH: "A factor Analysis Approach to subregional Definitions in Chenango", Delaware, and Otsego Counties, en **Geographia Polonica**, no. 15, Varsovia, 1968.
67. KEMENY, J. A.: **Introducción a las matemáticas finitas**, Ediciones Revolucionarias, La Habana, 1967.

68. KIRICHENKO, I.: **La planificación a largo plazo de la economía socialista**, Editorial Progreso, Moscú, 1981.
69. KUPRIAN, A. P.: **Problemas metodológicos del experimento social**, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 1978.
70. KAUFFMANN: **Métodos y modelos de la investigación de operaciones**, La Habana, 1967.
71. LANG, S. A., **A Complete Curso in Calculus**, La Habana, 1968.
72. LENIN, V. I.; **Materialismo y empiriocriticismo**.
73. ———: **El desarrollo del capitalismo en Rusia**.
74. LESZYCKI, S.: "La división del espacio económico", en **Temas de Planificación Física**, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1976.
75. LÓPEZ URQUINA, I.: **Estadísticas**, Barcelona, 1967.
76. MARX, K.: **Contribución a la crítica de la Economía Política**.
77. ———: **El 18 Brumario de Luis Bonaparte**.
78. MARX, KARL y FRIEDRICH ENGELS: **Manifiesto Comunista**.
79. ——— **La ideología alemana**.
80. MASHBITS, Y.: "Urbanización y ubicación de las fuerzas productivas en América Latina", en **América Latina**, no. 4, Moscú, 1975.
81. MERRILL, W.: **Introducción a la estadística económica**.
82. Ministerio de Educación Superior y Universidad de La Habana: **Metodología de la Investigación Social**, La Habana, s/f.
83. MONKHOUSE, F. J. y W. R. WILKINSON: **Mapas y Diagramas**.
84. MORRISON, D. F.: **Multivariate Statistical Methods**.
85. Naciones Unidas. **Métodos de cálculo de la población**, New York, 1966.
86. Naciones Unidas: "Manual de análisis de los umbrales", en **Temas de Planificación Física**, no. 2, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1981.
87. NEKRASOV, N. N.: **Economía regional**, La Habana.
88. NYSTUEND, J. D. y M. F. DACEY: **A Graph Story Interpretation of Nodal Regions**, Editorial science association, 1961.

89. OSTLE, B.: **Estadística aplicada**, Editorial Científico-Técnica, La Habana, 1977.
90. OSTWALD y otros: "La configuración a largo plazo de la estructura territorial en la República Democrática Alemana como contribución en el aumento de la eficiencia de la reproducción social", en **Temas de Planificación Física**, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1978.
91. ORE, O.: **Graphs and Their Uses**, New York, 1978.
92. PAVÓN, G. R.: "Algunas consideraciones sobre la urbanización y el crecimiento de las ciudades", en **Economía y Desarrollo**, no. 65, La Habana, 1981.
93. PLASENCIA, A.: **Lecturas escogidas de metodología**, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 1975.
94. Polish Scientific Publisher: **Spatial Planning and policy. Theoretical Foundation**, Varsovia, 1974.
95. PRESSAT, R.: **El análisis demográfico**, Ediciones Revolucionarias, La Habana, 1970.
96. RACINE, J. B. y H. REYMOND: **L'Analyse quantitative en Géographie**, París, 1973.
97. RACIONERO, L.: **Sistema de ciudades y ordenación de territorios**, Madrid, 1978.
98. RICHARDSON, W.: **Elements of Regional Economic**, Editorial Penguin Books.
99. ROGERD, A.: **Matrix Methods in Urban and Regional Analysis**, California, 1971.
100. SCOLNIK, H.: **Una nueva metodología para el análisis multivariado de datos. Aplicación: el modelo argentino. Departamento de Sociología**, Fundación Bariloche, Argentina, 1970.
101. SCHIWIRIZAN, K. P. y J. W. PREHN: "An Axiomatic Theory of Urbanization", **American Sociological Review**, no. 6, 1962.
102. SCOTT, A. J.: **On the Optimal Partitioning of Spatially Distributed Points Sets**, Editorial Studies in Regional Science, Londres, 1968.
103. SILVA R., A. BEBELAGUA y H. FERNÁNDEZ: **Estadística general**, La Habana, 1981.
104. SIEBERT, H.: **Regional Economic Growth Theory and Policy**.
105. SNEDECOR, G. W.: **Statistical Methods**, The Iowa State University Press, 1956.

106. SOKAL, R. y P. SNEATHS: **Principles of Numerical Taxonomy**, San Francisco.
107. SOKAL, R.: **Numerical Taxonomy**, Scientific American.
108. STEVÁN, J.: **Urbanization and Urban Pattern**, Praga, 1967.
109. The World Bank: **World Development Report**, Washington, 1981.
110. ULLMAN, E.L.: "A Theory for Location of Cities", en **Journal of Sociology**, 1941; reimpreso en **Ciudades y Sociedad**.
111. Universidad de La Habana: **Principios elementales de demografía**, La Habana, 1972.
112. VIDAL VILLA, J. M.: "Instrumentos para el análisis regional y la planificación regional", en **Temas de Planificación Regional. Temas de Planificación Física**, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1970.
113. VIDAL VILLA, J. M.: "Determinación de las regiones económicas", en **Temas de Planificación Física**, La Habana, 1970.
114. WHITTESEY: "The Regional Concept and the Regional Method", en **American Geography**.
115. YELA, M.: **La técnica del análisis factorial**, La Habana, 1968.
116. ZENETTI, O. A. GARCÍA: **Metodología de Investigación Histórica VII. Los métodos cuantitativos**. Ministerio de Educación Superior, La Habana, s/f.
117. ZDRAVOMISLOV, A. G.: **Metodología y procedimientos de las investigaciones sociales**, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 1975.

ANÁLISIS REGIONAL

En las dos últimas décadas la geografía económica ha recibido el impacto de lo que en la ciencia se denomina "la revolución cuantitativa" como sinónimo de "la nueva geografía". La matemática ha aportado su lenguaje universal al estudio de la distribución territorial de la actividad económica y social en constante transformación, lenta pero progresiva en muchos casos.

El libro que el lector tiene en sus manos es una recopilación de las técnicas de más amplio uso en el Análisis Regional, que reunidas en un solo volumen constituyen herramientas teórico-prácticas del quehacer científico.

Con un lenguaje sencillo acompañado de numerosos ejemplos, la obra introduce en la práctica social los elementos fundamentales o básicos del Análisis Regional como rama de las ciencias geo-económicas. Dirigido a profesores y estudiantes de geografía, economía, sociología, estadística y planificación física, así como a profesionales y técnicos que trabajan en esas ciencias, el texto les servirá de manual de consulta para elaborar estudios territoriales, los cuales tendrán en común el enfoque cuantitativo de los hechos regionales.