



Plaza en Central Park. Richard Estes 1991

6



George Grosz. Escena callejera con dibujante 1918

“La epistemología mecanicista a la que se ha aferrado la economía analítica desde su mismo origen es la única responsable de la concepción del proceso económico como sistema cerrado o como flujo circular.

Aun cuando únicamente se tomase en consideración la faceta física del proceso económico, este proceso no es circular sino unidireccional. En lo que respecta a esta faceta solamente, el proceso económico consiste en una transformación continua de baja entropía en alta entropía, es decir, en desecho irrevocable

La conclusión es que, desde el punto de vista puramente físico, el proceso económico es entrópico: no crea ni consume materia o energía sino que solamente transforma baja entropía en alta entropía. Ahora bien, el conjunto del proceso físico del entorno material es igualmente entrópico.”

Nicholas Georgescu-Roegen (1996)

La Ley de la Entropía y el proceso económico

“Las características generales de estas estructuras ordenadas son esencialmente las siguientes: se desarrollan muy lejos del equilibrio, es decir, son fenómenos fuertemente irreversibles y, por tanto, fuertemente disipativos (de energía o materia). A causa de esta fuerte disipación, que tienen que compensar para poder mantenerse, estas estructuras sólo aparecen en sistemas que intercambian materia y/o energía con su entorno, es decir, en sistemas abiertos”

(García, Fairen.)

6.1 ENTROPÍA URBANA

La ley de Zipf $P_n \sim \frac{1}{n^a}$, donde P_n representa la frecuencia de la n -ésima ciudad más poblada y el exponente a es un número real positivo, permite ajustar la distribución de densidad de las aglomeraciones urbanas. Sin embargo, A. Hernando, R. Hernando, A. Plastino, A. R. Plastino, en The workings of the Maximum Entropy Principle in collective human behavior., comprueban que la distribución de la población de una provincia a lo largo del tiempo se ajusta al principio de máxima entropía.

Las características socioeconómicas de cada provincia se representan por el valor ‘ q ’ con valor típico 1. El aumento de población en un municipio durante el último año es proporcional al número de habitantes en el año anterior. Se dan dos escenarios

- $q > 1$ los municipios grandes o ciudades de una provincia crecen a un ritmo mayor que sus municipios pequeños o pueblos.
- $q < 1$ los pueblos de una provincia han crecido en mayor proporción que sus ciudades, pero influye la forma particular de agrupación de municipios que presentan tendencias diferentes.

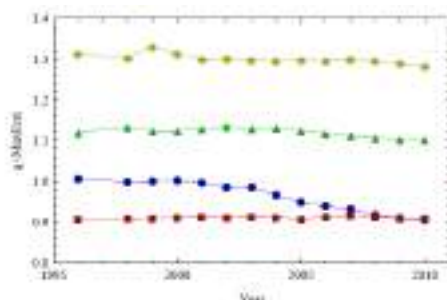


FIG. 3: Evolution of q via MaxEnt distributions for Alicante (circles), Guipúzcoa (squares), Girona (diamonds), and Navarra (triangles). Alicante is the province with larger σ (0.15) of these four examples, correlated with its larger time-variation.

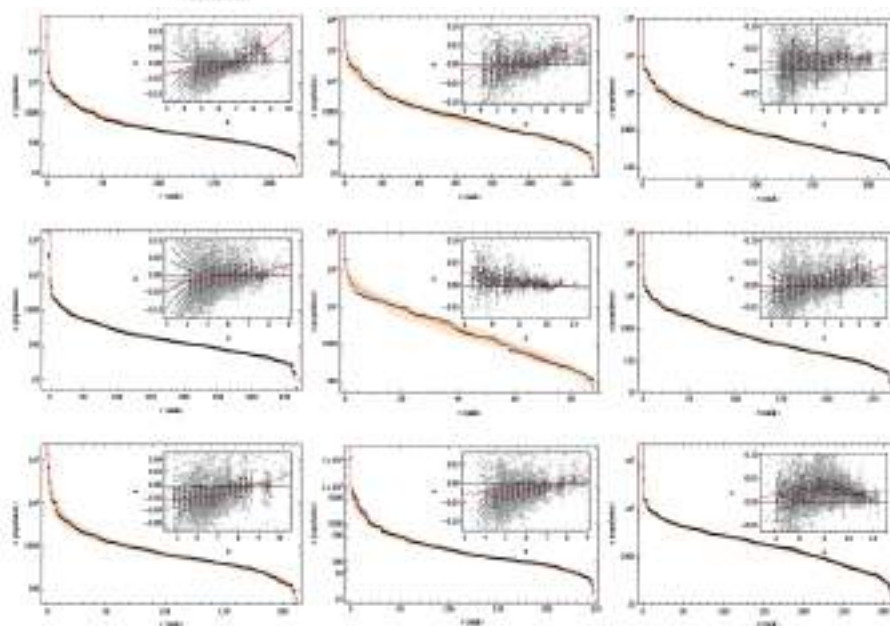


FIG. 2: Rank-distribution for Valladolid, Castellón, Girona, Burgos, Guipúzcoa, Navarra, León, Ávila, and Barcelona (year 2010), compared with the pertinent MaxEnt prediction. The shadowed area represents the 90% confidence interval for each x_i -value. Insets: relative growth vs. logarithm of the population, same as inset of top-panel in Fig. 1 but with $\Delta v = 0.25$.

El primer escenario justifica el abandono de los pueblos debido a la migración hacia las ciudades, aspecto relacionado con que el valor medio de q en España es 1,2. (Ávila, Castellón, Valladolid y Navarra)

El segundo escenario presenta un crecimiento relativo inferior a lo esperado. Este escenario se justifica en los limitados recursos para el crecimiento arbitrario de la ciudad, provocando una migración generalizada de las ciudades a los pueblos pequeños, debido a una específica situación socioeconómico local. (Guipúzcoa)

Las dos grandes metrópolis de Madrid y Barcelona presentan un escenario singular por el que se produce una combinación de los dos fenómenos. Los pueblos muy pequeños se abandonan, y la ciudad se satura. Por ello, los núcleos de tamaño medio crecen a un ritmo superior.

El principio de máxima entropía se formula a partir del segundo principio de la termodinámica por el cual la cantidad de entropía del universo tiende a incrementarse con el tiempo, en tanto que la energía es constante según el primer principio de la termodinámica. Por ello, un estado ordenado tiende siempre a un estado menos ordenado, en un proceso que es irreversible de forma espontánea.

Ahora interesa conocer el momento en el que un área urbana, o un municipio, presenta síntomas que preludian el abandono o el momento en el que se está alcanzando la saturación.

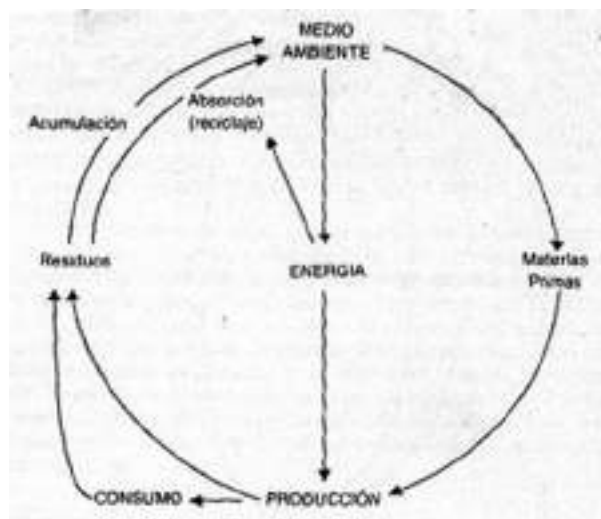


Fig 6.6 Modelo de entropía económica actual

Comienza este texto con el análisis de la Complejidad para adentrarse en el concepto de entropía en los ámbitos de la Termodinámica, la Estadística, la Información, la Economía y el Espacio.

Se puede señalar que existen dos enfoques diferentes sobre Metabolismo Urbano que conducen a considerar la entropía urbana como una magnitud que expresa la eficiencia respecto al uso de la energía y la materia. En primer lugar, el enfoque MEFA consiste en contabilizar la cantidad de energía y materia de un sistema. En segundo lugar el enfoque de la ecoeficiencia en el que la exergía permite determinar el potencial de trabajo útil de una determinada cantidad de energía que se puede alcanzar por la interacción espontánea entre un sistema y su entorno, es decir se trata de una magnitud que informa sobre la utilidad potencial del sistema como fuente de trabajo.⁽¹⁾ También se ha realizado el análisis de los diferentes estudios sobre la entropía de la ciudad desde el enfoque de la diversidad poblacional, como en el caso de Theil, Reardon y O'Sullivan o como cantidad de población en relación con su distancia al centro urbano, en el caso de Batty. Este enfoque poblacional resulta acertado y es coherente con el principio dinámico del sistema que caracteriza el concepto de entropía como medición del estado de un sistema desde cualquiera de los enfoques termodinámico, físico y de mecánica estadística, y la medición de las probabilidades con un carácter dinámico.

1

Por otro lado, se incluye la fórmula de Shanon en el Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas usados por Savador Rueda para medir la diversidad del espacio urbano en línea con el trabajo

de Margaleff para comunidades naturales desarrollado en La teoría de la información en ecología. Este enfoque es no obstante homeostático, es decir se trata de una medida que detecta la desviación de ciertos parámetros considerados correctos. W. B. Cannon el término homeostasis (del griego homos, “similar”, y stasis, “estado”) a partir de los trabajos de Claude Bernard en 1865 sobre la capacidad de los seres vivos la capacidad para mantener las condiciones físico-químicas del medio interno.

El interés del análisis de la entropía de la Mecánica Urbana se orienta al potencial que representa la entropía en el desarrollo de la ciudad o del territorio, de su capacidad para garantizar la sostenibilidad del sistema urbano en un escenario de bienestar y calidad de vida en donde la pérdida de población está relacionada con el ajuste de un estado estacionario en el que la entropía oscila dentro de unos márgenes de complejidad. Estos márgenes están delimitados por la simplicidad del sistema enunciado por Wittgenstein al formular la pregunta *¿A partir de cuántas casas o calles una ciudad empieza a ser una ciudad?*, y por el momento del abandono, la emigración y el despoblamiento, indicador de la muerte de la ciudad formulada por Jane Jacobs. Por tanto se trata de un enfoque orientado a la homéocinesis, y la capacidad del sistema urbano que opera en el entorno ambiental para mantenerse internamente altamente organizado dentro de límites aceptables de las fluctuaciones de disipación de energía en un estado estacionario de no-equilibrio, de variabilidad compleja en lugar de un único estado aceptable.

Al analizar la actividad económica desde las leyes físicas se puede afirmar que la producción provoca una mayor entropía que la derivada de una ausencia de la misma. Al aumentar la organización del sistema económico la entropía interna del sistema (cerrado o abierto, no aislado) disminuye y

al reducir la organización del sistema (cerrado o abierto, no aislado) la entropía aumenta. La incorporación de energía al proceso económico se produce a través del trabajo. Pero también la radiación solar es energía de baja entropía disponible en la biosfera que se transforma en materia mediante fotosíntesis, básica para la existencia de la vida.

Por tanto, se deduce que reducir la entropía del sistema provoca un aumento de la entropía del entorno ambiental con el que el sistema (cerrado o abierto, no aislado) en forma de residuos o de calor. Y es esta entropía ambiental la que realmente conduce a la liquidación de la existencia, la que al alcanzar la máxima entropía, al no poder intercambiar energía ni materia con un sistema abarcador.

En efecto, la economía no es un sistema aislado o microcanónico. Por el contrario se trata de un sistema que intercambia energía con su entorno, a través del trabajo o de otros recursos por lo que desde este enfoque se trata de un sistema canónico o cerrado. Pero el sistema económico también intercambia materia en forma de residuos, al menos los emite, por lo que se puede considerar como un sistema abierto o macrocanónico. Esta descripción del sistema económico permite concluir que el sistema económico es un sistema lineal, no circular debido a que el trabajo necesario para mantener baja la entropía del sistema microcanónico es necesario el aumento de la entropía del sistema macrocanónico, que aumenta su desorden. Es por ello que desde el enfoque termodinámico, la Economía Circular es imposible.

La fuente de los recursos es material de elevada entropía que debe ser transformado por los flujos de capital y trabajo no incluido físicamente en el producto final de consumo. Por tanto, se puede afirmar que los flujos de

capital y trabajo es causa eficiente de la riqueza y que la fuente de los recursos naturales es causa material de la riqueza. Las fuentes de recursos pueden intercambiarse entre sí, teniendo en cuenta que los recursos naturales son limitados. Los flujos también se intercambian entre ellos. Flujos y recursos son complementarios y no sustitutivos en un sistema económico tradicional.

El proceso de industrialización provoca un distanciamiento del recurso solar y un acercamiento a los recursos terrestres, una disminución del trabajo muscular y un aumento del trabajo mecánico.

El diferencial de entropía final del sistema es la suma de la materia producida, el residuo generado y la energía consumida respecto de la entropía inicial del recurso preexistente. Así, se puede obtener un ahorro termodinámico del sistema al reducir el consumo de potencial termodinámico en el ciclo de producción mediante la mejora de reciclaje, la ampliación de vida útil de los bienes y la mejora de eficiencia termodinámica del proceso productivo.

La entropía del sistema urbano por tanto tiene un enfoque microcanónico como sistema aislado, por el que se identifican los desequilibrios y desigualdades del mismo. Simultáneamente el enfoque canónico como sistema cerrado de la entropía del sistema urbano analiza el intercambio de energía con el sistema abarcador, aspecto abordado en el capítulo que analiza la entalpía del sistema urbano, que incluye el enfoque macrocanónico del sistema urbano abierto que aborda el intercambio de materia con este sistema abarcador.

Ahora, la entropía urbana en este marco de la Mecánica Urbana relacionada con la insatisfacción social se aborda desde el enfoque del potencial de energía del sistema urbano y de su capacidad de perdurabilidad sostenible en el tiempo. Para ello, se puede señalar con carácter propedéutico que las dos maneras reconocidas de crecimiento de la ciudad están relacionadas con la auto_organización por un lado y la planificación por otro lado. Se deben identificar los efectos del desarrollo planificado de ordenación homogénea, y los efectos del crecimiento auto_organizado de la ciudad histórica y su repercusión sobre las desigualdades urbanas entre los diferentes sectores de la ciudad, tanto en las primeras como en las segundas. En el mapa de la ciudad se pueden reconocer estructuras fractales, semejantes en escalas sucesivas y propias de los ecosistemas naturales que optimizan el flujo de energía a través de una estructura existente. La ciudad que crece de forma auto_organizada bottom_up, sin la intervención del planificador presenta estructuras fractales, microlugares dentro del sistema urbano, donde cada microlugar es sede de un grupo socioeconómico específico. Pero la ciudad planificada up_down también provoca microlugares y guetos debido al desplazamiento de los habitantes por razones económicas como sucede con la sucesiva y alternativa ocupación de las periferias y de los centros urbanos por los diferentes grupos sociales desplazados.

El enfoque teleológico de entropía urbana que se adopta en esta Mecánica Urbana está relacionado con el origen termodinámico del concepto, es decir con la capacidad energética de la ciudad o del territorio o con el del macroestado urbano que tiene mayor posibilidad de producirse. Este macroestado, que tiene una capacidad de acogida poblacional puede

		microestado/macroestado	probabilidad	ENTROPÍA
52	0	1	2,22E-16	0,00
51	1	52	1,155E-14	3,95
50	2	1326	2,944E-13	7,19
49	3	22100	4,907E-12	10,00
48	4	270725	6,011E-11	12,51
47	5	2598960	5,771E-10	14,77
46	6	20358520	4,52E-09	16,83
45	7	133784560	2,971E-08	18,71
44	8	752538150	1,671E-07	20,44
43	9	3679E+09	8,169E-07	22,03
42	10	1,582E+10	3,513E-06	23,48
41	11	6,04E+10	1,341E-05	24,82
40	12	2,064E+11	4,583E-05	26,05
39	13	6,35E+11	0,000141	27,18
38	14	1,769E+12	0,0003928	28,20
37	15	4,481E+12	0,0009951	29,13
36	16	1,036E+13	0,0023011	29,97
35	17	2,195E+13	0,0048729	30,72
34	18	4,267E+13	0,0094751	31,38
33	19	7,636E+13	0,0169554	31,97
32	20	1,26E+14	0,0279764	32,47
31	21	1,92E+14	0,0426307	32,89
30	22	2,705E+14	0,0600706	33,23
29	23	3,529E+14	0,078353	33,50
28	24	4,264E+14	0,0946765	33,69
27	25	4,776E+14	0,1060377	33,80
26	26	4,959E+14	0,110116	33,84
25	27	4,776E+14	0,1060377	33,80
24	28	4,264E+14	0,0946765	33,69
23	29	3,529E+14	0,078353	33,50
22	30	2,705E+14	0,0600706	33,23
21	31	1,92E+14	0,0426307	32,89
20	32	1,26E+14	0,0279764	32,47
19	33	7,636E+13	0,0169554	31,97
18	34	4,267E+13	0,0094751	31,38
17	35	2,195E+13	0,0048729	30,72
16	36	1,036E+13	0,0023011	29,97
15	37	4,481E+12	0,0009951	29,13
14	38	1,769E+12	0,0003928	28,20
13	39	6,35E+11	0,000141	27,18
12	40	2,064E+11	4,583E-05	26,05
11	41	6,04E+10	1,341E-05	24,82
10	42	1,582E+10	3,513E-06	23,48
9	43	3,679E+09	8,169E-07	22,03
8	44	752538150	1,671E-07	20,44
7	45	133784560	2,971E-08	18,71
6	46	20358520	4,52E-09	16,83
5	47	2598960	5,771E-10	14,77
4	48	270725	6,011E-11	12,51
3	49	22100	4,907E-12	10,00
2	50	1326	2,944E-13	7,19
1	51	52	1,155E-14	3,95
0	52	1	2,22E-16	0,00
		4,5036E+15	1	

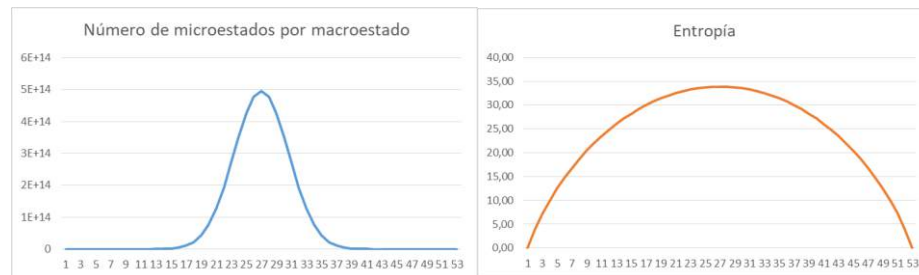


Fig 6.7. a. Número de microestados de malla 28x24 con 52 macroestados b. Número de microestados de malla por macroestado 28x24. c. Entropía de cada macroestado.

alcanzar un estado en el que la superposición de microestados es indiferente y su potencial energético alcanza su estado límite en el que a partir de ese momento sólo es posible su agotamiento. (Fig. 6.7 y 6.8).

A lo largo de esta Mecánica Urbana se analiza la aportación de cada vector urbano, económico, social, ambiental y espacial, a la configuración urbana y a su dinámica. En estas condiciones se debe abordar la relación entre entropía, complejidad, orden y eficiencia. Pero además es necesario encontrar el sentido teleológico en su aplicación urbana, es decir el fin del concepto de entropía urbana, algo que resulta difícil adivinar en los estudios realizados hasta la fecha más allá del interés teórico especulativo del enfoque sintáctico espacial con repercusión limitada. En este sentido, la muerte de la ciudad, invocada por Jane Jacobs, se presenta en un escenario de máxima entropía

Existe una confusión general entre Orden, Entropía y Complejidad. Para evitar la confusión de la dualidad orden-desorden relacionada con la disminución de la entropía-aumento de la entropía y con la de complejo-sencillo se puede afirmar que la diversidad se pierde en un orden absoluto pero también en un desorden absoluto (2)

El aumento de complejidad supone la creación de un orden relacionado e integrado entre sus partes y con su entorno. Por otra parte, la estabilidad frente a un universo que aumenta la entropía del cristal de sal y de un ser vivo es diferente. El cristal de sal posee un equilibrio estático que mantiene su entropía baja lejos del agua, sin intercambio de energía ni reducción de su energía potencial. El ser vivo está cercano al equilibrio dinámico por el

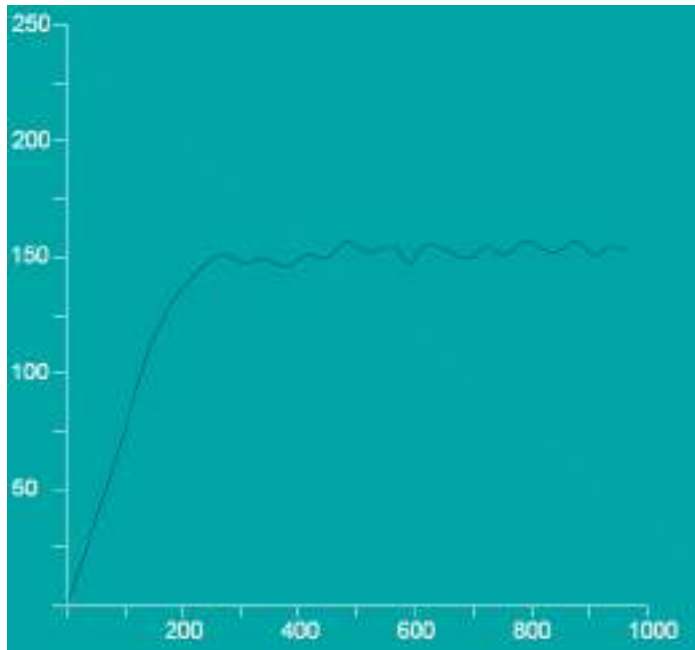


Fig. 6.8 Distribución de partículas de gas (número de partículas a derecha e izquierda) de un total de 300 partículas que configuran un macroestado después de 1_2_3_4_5 movimientos. Se observa que con el primer movimiento ya existe una distribución equilibrada de partículas en donde el orden es mínimo ya que no existe condicionante salvo el de la envolvente.

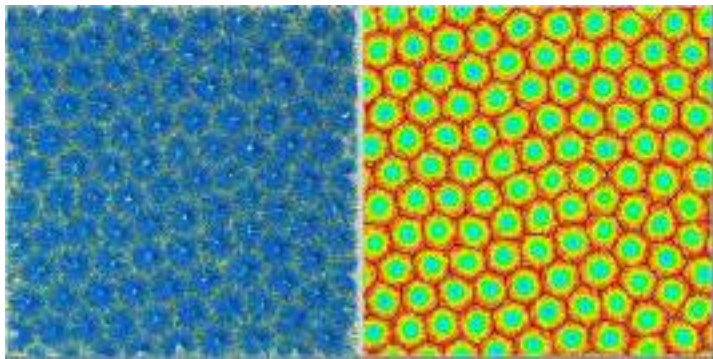


Fig.6.9. <http://bloglemu.blogspot.com/2017/06/celulas-de-benard.html>

intercambio controlado de energía con su entorno, al transformar parte de la energía en complejidad e información útil para él.

No obstante, la orientación del universo hacia el aumento de la entropía favorece que el orden y la complejidad de sistemas no vivos tampoco se agota con la disipación de energía formulada por Priogine, ya que también puede aparecer con ella la configuración de estructuras que favorecen el aumento de la entropía (como en los sistemas vivos). Es el caso de las células de Bénard (Fig. 6.9) por las que un fluido formado por trillones de moléculas configura una estructura hexagonal eficiente al ser calentado lentamente. Estadísticamente es improbable, pero realmente, y en las condiciones adecuadas es muy probable. Esta circunstancia permite afirmar que al formarse la estructura compleja, la tasa de creación de entropía aumenta (en términos de energía), y por el contrario, al deshacer entropía (en términos de energía) sigue aumentando a menor ritmo, como ya se ha descrito al describir la eficiencia de malla urbana de la Fig. 1.3. E₄ y E₆ que provocan un aumento de la entropía universal con diferente velocidad. La malla más eficiente provoca mayor circulación de flujo y por tanto mayor calor y mayor entropía universal. La naturaleza selecciona la forma más eficiente para transformar la energía mediante estructuras complejas antes que en escenarios del sistema desordenado y desestructurado. Se deduce entonces que los flujos de energía creados por la complejidad y el orden son más eficientes disipando gradientes y que al aparecer su posibilidad de existencia, son más probables.

Pero en el escenario previo al sistema complejo no existía esa ruta de disipación. Al parecer, la producción de entropía tiende a maximizarse al

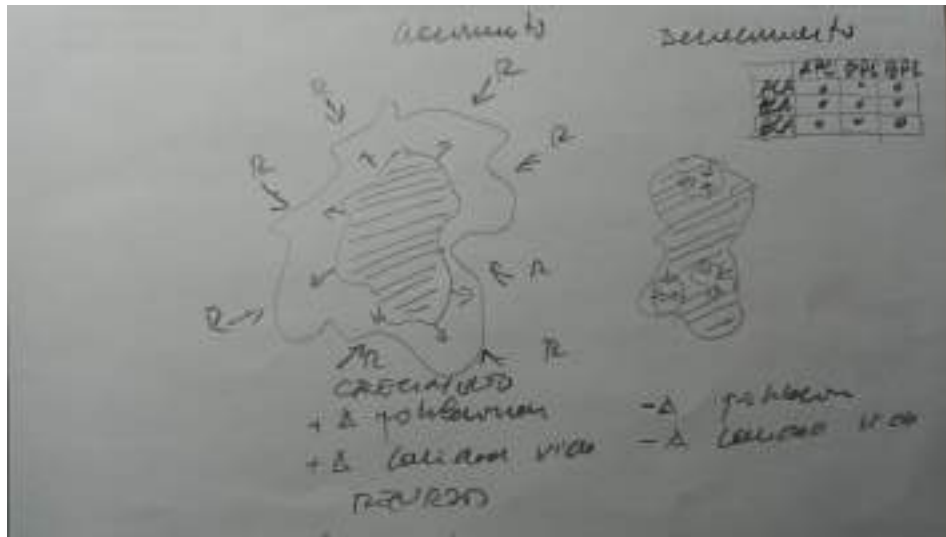


Fig. 6.10 a Capacidad de acogida y potencial de crecimiento de la ciudad.
b. Intercambio de energía con el entorno de un sistema cerrado

aumentar los grados de libertad (la malla hexagonal E_4 tiene mayor grado de libertad que la malla cuadrada E_4) y éstos se aumentan al incrementarse la complejidad en un proceso en bucle. Sin embargo, el sistema complejo potente tiene capacidad de modificar el entorno, generando más grados de libertad y tipos de transformaciones energéticas por un lado y nuevas restricciones al entorno que condiciona el comportamiento de la producción de máxima entropía en bucle. Los sistemas antes y después de la formación de lo complejo no son comparables y terminan siendo cualitativamente diferentes.

Estructuras disipativas de los sistemas orgánicos y sociales.

Clausius formula los principios de la Termodinámica

- 1 La energía del Universo U permanece constante
- 2 La entropía del Universo S aumenta hasta su valor máximo

Estos principios derivan las siguientes conclusiones

Mientras la energía del Universo permanece constante, la entropía del Universo aumenta hasta su valor máximo

En su formulación original, la segunda ley está referida a los sistemas aislados (el Universo). En los sistemas aislados, la entropía tiende a su valor máximo, hacia estados de mayor desorden y de mayor probabilidad. Pero Ilya Priogine analiza el comportamiento de los sistemas no aislados de fenómenos fuertemente irreversibles y de los sistemas disipativos que intercambian materia y energía con el entorno es el marco de los sistemas

complejos sociales. Los avances de la Biología Molecular permiten afirmar que los seres vivos se alejan del cumplimiento del Segundo Principio de la Termodinámica. Además, la forma, la estructura y la organización no responden estrictamente a la sinergia o propiedades cooperativas de los componentes físico-químicos de los organismos. El ser vivo no es el resultado de la suma de sus partes.

El Segundo Principio de la Termodinámica se aplica a sistemas aislados, en donde no se intercambia materia ni energía con el exterior. Así, en los procesos irreversibles en el interior del sistema, la entropía aumenta hasta el máximo en el que alcanza el equilibrio termodinámico de mayor probabilidad. Sin embargo si el sistema está en contacto con una fuente térmica, la entropía es sustituida por otros potenciales como son las energías libres de Helmholtz, de Gibbs.(3)

Ya se ha señalado que en un sistema abierto, donde además de intercambio de energía existe intercambio de materia con el entorno, el balance de entropía total (aquí denominada S del sistema) es la suma de la variación de entropía debida a los intercambios de masa y energía del sistema con el exterior $d_e S$, y la variación de entropía debida a los procesos irreversibles que ocurren dentro del sistema $d_i S$

$$(dS)_{\text{total}} = d_e S + d_i S \quad (6.1)$$

donde

dS cambios de entropía a través del tiempo,

$d_e S$ flujo de entropía en todo intercambio con el medio,
 $d_i S$ producción de entropía que se produce en el interior del sistema debido a la irreversibilidad de los procesos que se producen en el mismo.

Siendo (dS) positiva o negativa y con un crecimiento monótono de $d_i S$ según el Segundo Principio de la Termodinámica que hace el proceso irreversible.

La hipótesis de Gibbs del equilibrio local señala que fuera del equilibrio, las relaciones termodinámicas básicas (primarias) del equilibrio (total) son válidas, tomando el valor de cada magnitud por unidad de masa (entropía por unidad de masa). Simultáneamente, se añade el concepto de producción (local) de entropía, o densidad de producción de entropía σ ,

$$\frac{d_i S}{dt} = \int_{\text{volumen}} \sigma dV \quad (6.2)$$

Admitiendo la hipótesis de equilibrio local, la producción de entropía es

$$\sigma_i - \sum J_i X_i \geq 0 \quad (6.3)$$

J_i, X_i flujos generalizados y sus fuerzas generalizadas.

Por otra parte, en un sistema fuera de equilibrio constantemente, se demuestra que en presencia de procesos irreversibles en los que las

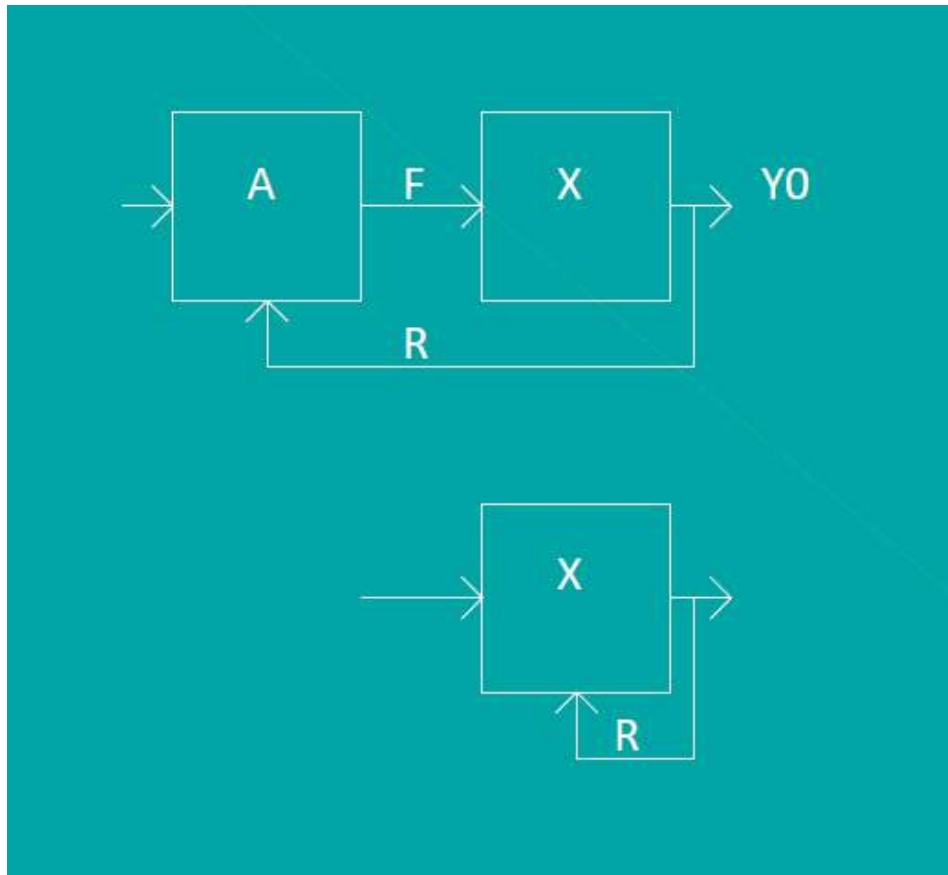


Fig.6.11. a. Regulación externa. A: sistema de control; X: sistema; R: retroacción
b. Autoorganización. X: sistema; R: retroacción.

desviaciones del estado de equilibrio son pequeñas, el sistema adquiere un estado estacionario de mínima o máxima producción de entropía (disipación), siendo un estado estacionario aquél en el que las magnitudes del sistema, salvo la entropía, son constantes en el tiempo. En ese estado estacionario hay producción de entropía en virtud del segundo principio de la Termodinámica (ya sea sistema aislado o no aislado). Cuando por el contrario la producción de entropía por disipación es nula, entonces el estado estacionario es de equilibrio. Por ello se puede concluir que las pequeñas perturbaciones en un sistema cuasi estable desaparecen en el tiempo, y la producción de entropía es un potencial termodinámico fuera del equilibrio, y así, por el contrario, la Entropía de un sistema en equilibrio es nula.

Se describirá más adelante que la consecuencia de esta hipótesis en la ciudad es que existe un potencial de entropía en aquellas ciudades que presentan capacidad de crecimiento pero también en aquellas ciudades que presentan potencial de regeneración, y se distancian del equilibrio caracterizado por presentar entropía nula.

Regulación del sistema

El Segundo Principio de la Termodinámica se aplica a sistemas cerrados que no pueden compensar la materia y la energía disipadas por lo que deben alcanzar un estado de equilibrio con disipación nula. Por el contrario, el principio de mínima o máxima producción de entropía se aplica a Estructuras Disipativas, caracterizadas como sistemas abiertos que se mantienen siempre fuera del equilibrio, en un intercambio con el entorno

de disipación y absorción de materia y energía. Se comprueba que las estructuras conservativas presentan una estabilidad marginal, por el cual el sistema no trata de restituir el estado original después de una perturbación, aunque permanece cerca de él, y las estructuras disipativas presentan una estabilidad asintótica, en el que unas propiedades reguladoras se oponen a desplazarlo de su estado.(4)

La irreversibilidad, de los procesos disipativos provoca el desequilibrio que caracteriza el universo biológico y físicoquímico, en el que se incluye el universo social y por tanto, la ciudad es una estructura disipativa.en desequilibrio que requiere el intercambio de materia y energía con su entorno.

En este marco la homéocinesis se puede definir como “la capacidad de un organismo (operando en una variable de entorno externo) de mantener altamente organizado el medio interno, dentro de los límites aceptables de las fluctuaciones de disipación de energía en un estado de no-equilibrio”(5)

Sistemas autoorganizados

Al abordar ahora el modelo de organización del sistema urbano, se pueden describir dos modelos de regulación de sistemas. Por un lado, los sistemas de regulación externa (Fig. 6.11.a), en los que el sistema X actúa generando una señal de salida, que por retroacción se convierte en señal de entrada procesada por el sistema de control exterior A. Este sistema de control envía una «instrucción», F dependiente de una señal de entrada Yi, que

envía otra vez al sistema X en un ciclo permanente que se expresa mediante la expresión lineal (6)

$$dy/dt=Ay+ B(F)y + C(F) \quad (6.4)$$

donde B(F) y C(F) son «magnitudes» que se anulan en el caso en que F se anule, por lo que A es tal que el sistema tiende a y=0 y desaparece el sistema por falta de control. Es el caso de cualquier sistema que requiere un mecanismo para seguir en funcionamiento de forma cíclica

Los sistemas de regulación interna, denominados autoorganizados,(Fig. 6.11.b) son aquellos que disponen de un regulador interno al sistema y cuyas instrucciones de entrada F tienen su origen en las respuestas propias, que genera un bucle de retroacción en donde (6.4) adquiere una expresión no_lineal de y

Al aumentar la variedad de elementos que posean una función implicada en la respuesta, la complejidad del sistema aumenta. La acción combinada de bucles de retroacción, positivos y negativos, estos con función moderadora, provoca el crecimiento o decrecimiento de alguna magnitud del sistema, que alcanza un estado estable compatible con el entorno. No obstante, el estado puede ser alterado adquiriendo numerosos estados compatibles con el mismo entorno (en valor medio). Este mecanismo de paso de un estado a otro se produce debido a las fluctuaciones, internas en el sistema y externas en el entorno, existentes en los sistemas naturales y de forma equivalente en los asentamientos urbanos y ciudades. Un estado es estable (no en equilibrio) frente a fluctuaciones de un cierto



Fig 6.12...Coherencia con complejidad, orden y entropía

tamaño máximo, retornando a la situación original. Si las fluctuaciones alcanzan el punto crítico, las retroacciones positivas provocan que las retroacciones negativas estabilizan el sistema en otro estado diferente al estado de partida. A este multiestado interno en un entorno determinado se añade la respuesta de los estados a las modificaciones del entorno. Esta propiedad justifica que los sistemas complejos tienen mayor probabilidad de adaptación a cambios del entorno, y por ello es imprescindible proteger la diversidad.

En los sistemas lineales usados en la física clásica utilizando baribales aisladas existe una relación causa_efecto que suele ser intuitiva y proporcional. Sin embargo, existe acuerdo en la dificultad de identificar las variables o las leyes relevantes de funcionamiento del sistema complejo, así como la jerarquía de las mismas, que pueden cambiar con el tiempo hacia estructuras cada vez más complejas, más simples o simplemente diferentes. La física cuántica trabaja con la dualidad onda_partícula y relaciones no lineales en el campo de la incertidumbre con efectos contraintuitivos desconcertantes.

Por todo esto, la relación de la ciudad con los sistemas complejos y caóticos y la dinámica no lineal y el dominio de lo no_ordenado se encuentra enmarcada en la Teoría del Caos, y por ello, el análisis de la ciudad debe abordarse con la prudencia de los límites de la ciencia para conocer los sistemas complejos, su funcionamiento y su respuesta. El comportamiento caótico de una estructura o sistema responde a un orden con patrones de difícil predicción, azaroso en el marco de un sistema determinista, en el que pequeñas perturbaciones pueden producir grandes cambios, a

diferencia de la física clásica newtoniana. En el caos, la complejidad no responde a relaciones lineales entre la causa y el efecto.

La posibilidad de autoorganización y la posibilidad de aparición de nuevos patrones de adaptación a nuevas situaciones es máxima al borde del caos, lo que provoca el cambio y la evolución de un sistema. Este escenario es sensible a las condiciones de contorno, denominado adyacente posible, cuya evolución es de difícil predeterminación (5).

El sistema urbano

Tras estas aclaraciones relacionadas con los sistemas urbanos complejos y potentes, ahora recuperamos el inicio de este apartado. Siendo I la cantidad de Información y p la probabilidad del microestado

$$I=f(1/p) \quad (1.2)$$

La segunda ley de la termodinámica sostiene que todos los procesos que ocurren en el universo provocan el aumento de la entropía a nivel global, aunque no necesariamente a nivel local, durante algún intervalo de tiempo reducido, que no afecta a la entropía total del sistema y su entorno en el tiempo. Así, el universo tiende a la máxima entropía y cuando ésta sea máxima llegará la muerte térmica del universo caracterizado por un equilibrio entre todas las temperaturas y presiones. Pero antes de llegar a este momento, cada uno de los seres vivos habrá alcanzado su entropía máxima. Por todo ello y debido a que los seres vivos intercambian energía con el entorno disminuyendo su entropía mientras viven para mantener su

orden y complejidad, desde el espacio se registra una disminución constante de la entropía local de la Tierra de carácter estacionario.

La existencia de organismos vivos altamente organizados parece contradecir la segunda ley de la termodinámica. Los organismos vivos extraen energía de sus alrededores para mantener su organización compleja y ordenada, disminuyendo su entropía, lo que provoca el aumento de la entropía a su entorno. Al final de su vida, el ser vivo deja de extraer energía del entorno para caer en un proceso de aumento de máxima entropía y morir, añadiendo entropía neta al universo.

Por lo tanto los sistemas del universo comienzan con baja complejidad hasta alcanzar un momento de máximo orden y mínima entropía, en el que la complejidad comienza a decaer para finalizar muriendo en el momento de máxima entropía y mínima energía y complejidad. También se señaló que los sistemas potentes tienen capacidad de intercambio con el entorno. Este modelo es el que siguen las ciudades. La ciudad es un sistema que nace como un órgano sencillo de escasa información que adquiere energía con la complejidad reduciendo su entropía local hasta llegar a un momento que presenta un estado de equilibrio inestable para decaer paulatinamente en un proceso de pérdida de energía y aumentar su entropía.

Ya se ha señalado que las leyes del mercado provocan la fragmentación urbana y la desigualdad, también de forma fractal, bien de forma planificada up_down o bien de forma autoorganizada $bottom_up$. El ideal de isotropía social y espacial se alcanzaría a través de un estado en que la segregación es mínima. Sin embargo, este proceso termina por la

fragmentación provocada por el mercado inmobiliario y la propia actividad económica y productiva de forma auto-organizada en los sistemas capitalistas, como sucede con la gentrificación y la turistificación, para acabar con la apropiación del espacio público. Esta deriva también decae en los sistemas comunistas con la inexorable pérdida de diversidad y complejidad.

La ciudad es un sistema que nace como un órgano sencillo de escasa información que adquiere energía que absorbe del entorno a la vez que aumenta su complejidad para decaer paulatinamente en un proceso de pérdida de energía y aumento de entropía hasta su desaparición.(Fig. 1.2). Con este planteamiento se puede afirmar que la ciudad oscila entre la capacidad de acogida y el potencial de crecimiento. En 5.4 se amplía que el crecimiento de la población se relaciona con la calidad de vida.y en 5.5 que la capacidad de acogida está relacionado con los recursos disponibles como sistema cerrado o adquiribles como sistema abierto.

La capacidad de acogida y el potencial de crecimiento pueden tener diferentes gradientes o tasas de incremento positivo A o negativo B o estable E, y el estado de una ciudad puede incluirse en cualquiera de las 9 combinaciones de estos 6 elementos, es decir la ciudad puede tener una alta capacidad de acogida ACA pero un bajo potencial de crecimiento BPC y así sucesivamente.

	APC	EPC	BPC
ACA	●	●	●
ECA	●	●	●
BCA	●	●	●

Fig. 6.13 Escenarios de equilibrio urbano.

Se genera un estado de tensión, de equilibrio o de distensión. En el estado de tensión las fuerzas centrífugas que operan en ciudad provocan una tendencia al crecimiento y/o al incremento de energía, o bien de distensión en el que las fuerzas centrípetas provocan la erosión del sistema urbano y por último el escenario estable que mantienen a la ciudad en equilibrio (estable o inestable). La Fig 6.13 señala los 9 escenarios valorando con círculos rojos aquellos que pueden ser problemáticos por su baja capacidad de acogida o por su bajo potencial de crecimiento en el caso de alcanzar valores negativos. Los círculos amarillos representan el estado de equilibrio. El escenario verde presenta mayor tendencia al crecimiento urbano. Antes de seguir adelante es necesario aclarar que los estados verdes y rojos presentan una aptitud para la mejora del sistema urbano, en tanto que el amarillo presenta un gradiente de estabilidad que tiende a 0. Cabe aquí recordar el potencial de redistribución descrito en Fig 1.8 como gradiente para alcanzar un estado más probable. Así, el gradiente urbano

$$\nabla U = \Delta CA + \Delta PC \quad (6.5)$$

Donde

$$\nabla U > 0$$

$$\nabla U = 0$$

$$\nabla U < 0$$

Los gradientes primero y tercero presentan condiciones para la mejora, con las limitaciones propias de su estado, aunque con motivaciones diferenciadas. En el primer caso, la presión urbana obliga al crecimiento para poder alcanzar un nuevo equilibrio urbano en un momento futuro. En el caso tercero, es necesario compensar el gradiente negativo para alcanzar el punto de equilibrio. Desde el punto de vista energético se puede deducir que el gradiente aumenta en estados que se alejan de la entropía máxima donde existe el equilibrio urbano.(Fig. 6.7). Es decir, el gradiente urbano es inversamente proporcional a la entropía, y se define como el potencial de incremento de energía del sistema urbano. Se observa que el modelo urbano es equivalente al modelo de los sistemas vivos.

Función de Estado Urbano

El análisis urbano se puede abordar como un sistema aislado formado por un colectivo microcanónico que mantiene la energía constante sin intercambio de materia ni energía, o como un sistema cerrado de un colectivo canónico que intercambia energía pero no materia, o finalmente como un sistema abierto de un colectivo macrocanónico que intercambia materia y energía.

Teniendo presente esta diversidad analítica, ahora abordamos el análisis urbano de un sistema aislado formado por un colectivo microcanónico con energía constante, siendo la función de estado urbano

$f(\alpha, \beta, \gamma, \delta),$

formado por los vectores Económico, Social, Ambiental y Espacial

Como función de estado solo depende de los valores de estado inicial y final.

Se define la entropía urbana S

$$S = \gamma L\Omega \quad (6.6)$$

Siendo Ω el número de configuraciones posibles con la condición de estado urbano.

Esta Condición de Estado Urbano CEU se caracteriza por los siguientes parámetros urbanos que representan los vectores económicos, sociales, ambientales y espaciales:

- Población N, que se clasifica al menos en dos grupos fundamentales, n_1 no dependientes y n_2 dependientes. Esta condición puede asimilarse a los ciudadanos que desarrollan actividad (incluida la actividad no remunerada) y a los que no desarrollan actividad por ser menores de edad, o mayores de edad, por enfermedad, entre otros. $N = n_1 + n_2$
- Energía Urbana U, para sistema aislado microcanónico co energía U constante como resultado de la suma de productividad ϵ de cada uno de los grupos sociales. En el

caso de n_1 su productividad asociada será ϵ_1 y en el caso de n_2 , su productividad ϵ_2 , que será cero para el grupo dependiente, $\epsilon_2=0$

- c. Calidad de Vida β , como resultado del grado de derechos ciudadanos y vulnerabilidad social.
- d. Medioambiente Urbano γ , que adquiere un valor de 1 en el caso del presente estudio ya que se considera un escenario de isotropía.
- e. Espacio Urbano δ , como soporte físico del sistema en el que se desarrolla la actividad urbana

Ya se ha señalado que la ciudad es un sistema que adquiere energía con la complejidad reduciendo la entropía hasta llegar a un momento que presenta un estado de equilibrio inestable para decaer paulatinamente en un proceso de pérdida de energía y aumentar su entropía.

Las condiciones a las que se somete el sistema urbano son las siguientes:

$$N = n_1 + n_2$$

$$U = n_1 \epsilon_1 + n_2 \epsilon_2$$

Con estas condiciones, siguiendo la regla de permutaciones con repetición, el número de configuraciones Ω de S será

$$S = \gamma L \frac{N!}{n_1! n_2!}$$

$$S = \gamma L N! - \gamma L n_1! - \gamma L n_2!$$

Aplicando la aproximación del factorial de Stirling para cifras elevadas

$$Lx! \approx x Lx - x$$

$$S \approx \gamma [(NLN - N) + (n_1 L n_1 - n_1) + (n_2 L n_2 - n_2)]$$

$$S \approx N \gamma L N - n_1 \gamma L n_1 - n_2 \gamma L n_2 \quad (6.7)$$

La máxima entropía se calcula maximizando esta expresión mediante el procedimiento de Lagrange por el que las restricciones en forma de igualdades se introducen como una expresión de valor 0 multiplicada por coeficientes α , β , por lo que la expresión Lagrangiana $\mathcal{L}$ queda inalterada en su valor

$$\mathcal{L} \approx N \gamma L N - n_1 \gamma L n_1 - n_2 \gamma L n_2 - \alpha (n_1 + n_2 - N) - \beta (n_1 \epsilon_1 + n_2 \epsilon_2 - U)$$

Se calculan las derivadas parciales respecto a n_1 y n_2

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial n_1} = -\gamma \left(L n_1 + n_1 \frac{1}{n_1} \right) - \alpha - \beta \epsilon_1 = 0 = -\gamma L n_1 - \gamma - \alpha - \beta \epsilon_1$$

$$\frac{\partial f}{\partial n_2} = -\gamma(\ln 2 + n_2 \frac{1}{n_2}) - \alpha - \beta \epsilon_2 = 0 = -\gamma \ln 2 - \gamma - \alpha - \beta \epsilon_2$$

comparando con $U = n_1 \epsilon_1 + n_2 \epsilon_2$

$$n_1 = \exp\left[\frac{-\gamma - \alpha - \beta \epsilon_1}{\gamma}\right] \quad n_1 = \exp\left[-\gamma - \frac{\alpha}{\gamma}\right] \exp[-\beta \epsilon_1]$$

$$n_2 = \exp\left[\frac{-\gamma - \alpha - \beta \epsilon_2}{\gamma}\right] \quad n_2 = \exp\left[-\gamma - \frac{\alpha}{\gamma}\right] \exp[-\beta \epsilon_2]$$

$$n_1 = N \frac{e^{-\beta \epsilon_1}}{e^{-\beta \epsilon_1} + e^{-\beta \epsilon_2}}$$

$$n_2 = N \frac{e^{-\beta \epsilon_2}}{e^{-\beta \epsilon_1} + e^{-\beta \epsilon_2}}$$

Siendo

$$A = \exp\left[-\gamma - \frac{\alpha}{\gamma}\right]$$

$$\frac{n_1}{N} = p_1 = \frac{e^{-\beta \epsilon_1}}{e^{-\beta \epsilon_1} + e^{-\beta \epsilon_2}}$$

(6.9)

$$\frac{n_2}{N} = p_2 = \frac{e^{-\beta \epsilon_2}}{e^{-\beta \epsilon_1} + e^{-\beta \epsilon_2}}$$

(6.10)

$$\begin{aligned} N &= n_1 + n_2 & N &= A(e^{-\beta \epsilon_1} + e^{-\beta \epsilon_2}) \\ U &= n_1 \epsilon_1 + n_2 \epsilon_2 & N &= A(\epsilon_1 e^{-\beta \epsilon_1} + \epsilon_2 e^{-\beta \epsilon_2}) \end{aligned}$$

que siguen una distribución de Boltzman, y generalizando

$$\frac{U}{N} = \frac{\epsilon_1 e^{-\beta \epsilon_1} + \epsilon_2 e^{-\beta \epsilon_2}}{e^{-\beta \epsilon_1} + e^{-\beta \epsilon_2}}$$

(6.8)

$$\frac{n_i}{N} = p_i = \frac{e^{-\beta \epsilon_i}}{e^{-\beta \epsilon_1} + e^{-\beta \epsilon_2}}$$

(6.11)

Donde Z_1

$$Z_1 = e^{-\beta \epsilon_1} + e^{-\beta \epsilon_2}$$

(6.12)

$$U = N \frac{e^{-\beta \epsilon_1}}{e^{-\beta \epsilon_1} + e^{-\beta \epsilon_2}} \epsilon_1 + N \frac{e^{-\beta \epsilon_2}}{e^{-\beta \epsilon_1} + e^{-\beta \epsilon_2}} \epsilon_2$$

Se denomina función de partición del sistema microcanónico aislado de energía constante

$$\frac{\partial Z_1}{\partial \beta} = -\varepsilon_1 e^{-\beta \varepsilon_1} - \varepsilon_2 e^{-\beta \varepsilon_2}$$

$$\frac{-1}{Z_1} \frac{\partial Z_1}{\partial \beta} = \frac{\varepsilon_1 e^{-\beta \varepsilon_1} + \varepsilon_2 e^{-\beta \varepsilon_2}}{e^{-\beta \varepsilon_1} + e^{-\beta \varepsilon_2}}$$

$$\frac{-1}{Z_1} \frac{\partial Z_1}{\partial \beta} = \frac{U}{N}$$

$$-\frac{\partial L Z_1}{\partial \beta} = \frac{U}{N}$$

$$-N \frac{\partial L Z_1}{\partial \beta} = U$$

$$-\frac{\partial L(N Z_1)}{\partial \beta} = U$$

Como se sabe que la función canónica es

$$Z = Z_1^N \quad (6.13)$$

$$U = -\frac{\partial L Z}{\partial \beta} = U$$

(6.14)

Volviendo a 6.7

$$S \approx N \gamma \ln N - n_1 \gamma \ln n_1 - n_2 \gamma \ln n_2$$

$$\frac{S}{\gamma} \approx N \ln N - n_1 \ln n_1 - n_2 \ln n_2$$

Como $p_1 = n_1/N$ y $p_2 = n_2/N$

$$\frac{S}{\gamma} \approx N \ln N - N p_1 \ln N p_1 - N p_2 \ln N p_2$$

$$\frac{S}{\gamma N} \approx \ln N - p_1 \ln N p_1 - p_2 \ln N p_2$$

$$\frac{S}{\gamma N} \approx \ln N - p_1 \ln N - p_1 \ln p_1 - p_2 \ln N - p_2 \ln p_2$$

$$\frac{S}{\gamma N} \approx \ln N (1 - p_1 - p_2) - p_1 \ln p_1 - p_2 \ln p_2$$

Como $p_1 + p_2 = 1$ y la aproximación se convierte en igualdad en cantidades elevadas, se obtiene la fórmula de Shanon

$$\frac{S}{\gamma N} = -p_1 L p_1 - p_2 L p_2 \quad (6.14)$$

Ahora, sustituyendo p_1 y p_2 por los valores 6.9 y 6.10

$$S = \gamma N \left[-\frac{e^{-\beta \epsilon_1}}{Z_1} L \frac{e^{-\beta \epsilon_1}}{Z_1} - \frac{e^{-\beta \epsilon_2}}{Z_1} L \frac{e^{-\beta \epsilon_2}}{Z_1} \right]$$

$$S = \frac{\gamma N}{Z_1} \left[-e^{-\beta \epsilon_1} (L e^{-\beta \epsilon_1} - L Z_1) - e^{-\beta \epsilon_2} (L e^{-\beta \epsilon_2} - L Z_2) \right]$$

$$S = \frac{\gamma N}{Z_1} \left[(\beta \epsilon_1 e^{-\beta \epsilon_1} + e^{-\beta \epsilon_1} L Z_1) + (\beta \epsilon_2 e^{-\beta \epsilon_2} + e^{-\beta \epsilon_2} L Z_1) \right]$$

$$S = \frac{\gamma N}{Z_1} \left[\beta \epsilon_1 e^{-\beta \epsilon_1} + \beta \epsilon_2 e^{-\beta \epsilon_2} + (\beta \epsilon_2 e^{-\beta \epsilon_2} + e^{-\beta \epsilon_2}) L Z_1 \right]$$

$$S = \gamma N \left[\frac{\beta \epsilon_1 e^{-\beta \epsilon_1} + \beta \epsilon_2 e^{-\beta \epsilon_2}}{Z_1} + \frac{Z_1}{Z_1} L Z_1 \right]$$

$$S = \gamma N \left[\beta \frac{\epsilon_1 e^{-\beta \epsilon_1} + \epsilon_2 e^{-\beta \epsilon_2}}{Z_1} + \frac{Z_1}{Z_1} L Z_1 \right]$$

Sustituyendo el valor de 6.8

$$S = \gamma N \left[\beta \frac{U}{N} + L Z_1 \right]$$

$$S = \gamma \beta U + \gamma N L Z_1$$

se obtiene la entropía S

$$S = \gamma \beta U + \gamma L Z \quad (6.15)$$

Donde

- S Entropía del sistema urbano aislado del colectivo microcanónico con energía constante de la función de estado urbano $f(\alpha, \beta, \gamma, \delta)$, formado por los vectores Económico, Social, Ambiental y Espacial
- γ Factor de homogeneidad urbana de los diferentes ámbitos urbanos. En el caso de isotropía $\gamma=1$.
- β Factor de crecimiento urbano inversamente proporcional a γ a la Calidad de vida K
- U Energía del Sistema Urbano resultante de la sumatoria de la productividad por el trabajo desarrollado por la ciudadanía con independencia de la remuneración.
- Z Función de Partición $Z = Z_1^N$

Sin embargo la ciudad no es homogénea y, por el contrario, presenta numerosas diferencias provocadas por tipomorfologías, densidades,

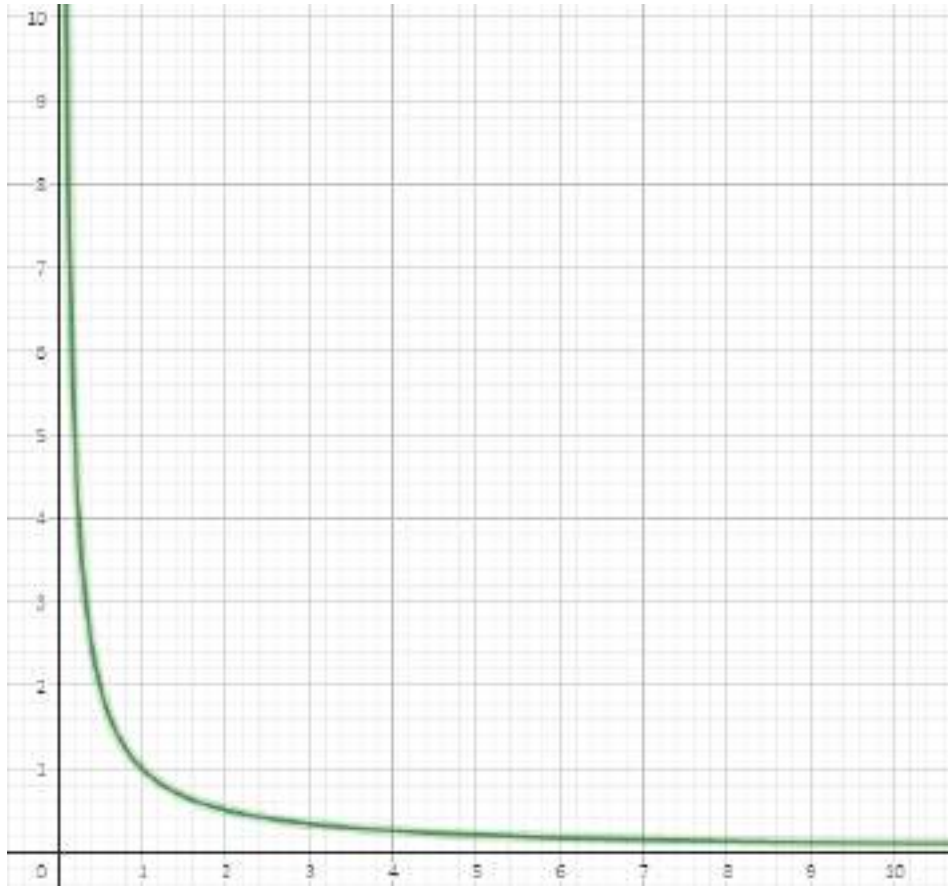


Fig 6.14 Calidad de vida en relación con el aumento de población

gradientes de contaminación, envejecimiento de la población. Los coeficientes k_i permiten homogeneizar los valores, de forma análoga a la metodología empleada en el cálculo de los aprovechamientos en relación con la superficie edificable.

Por otra parte, en termodinámica $\beta = \frac{1}{k_B T}$ siendo k_B la constante de Boltzman y T la temperatura.

De forma equivalente a la propuesta formulada sobre los sistemas urbanos desarrollada hasta aquí, Drăgulescu y Yakovenko (6) proponen que el dinero sigue también una distribución de Boltzman

$$p(m) = e^{-\frac{m}{Tm}}$$

Donde m es el dinero y Tm la temperatura del sistema, equivalente a la renta media por persona.

De forma análoga se puede trasladar el concepto de Temperatura termodinámica al concepto de Calidad de Vida Urbana tras el análisis formulado en 5.5 sobre el Potencial de crecimiento urbano en base a los estudios científicos (Glaeser et al.1992, 1995, Royuela et al. 2008) que analizan el crecimiento de la población relacionándolo con la calidad de vida en 5.16

$$CV_{i,t} = Q_{i,t} / N_{i,t}^{\delta}$$

Efectivamente, esta ecuación de calidad de vida **CV** inversamente proporcional a la cantidad de población $L_{i,t}$ coincide con los planteamientos de Glaesser y Royuela, como se observa en la figura 6.14.

Por ello, es posible continuar con la ecuación 6.15, de manera que operando, siendo

$$U = -\frac{\partial LZ}{\partial \beta}$$

Se obtiene la entropía a partir de la función de partición **Z** y β

$$S = -\gamma\beta \frac{\partial LZ}{\partial \beta} + \gamma LZ$$

Por otro lado

$$U = \frac{S - \gamma LZ}{\gamma\beta}$$

Al calcular la derivada parcial de **U** respecto a la entropía y manteniendo constante el volumen, se obtiene

$$\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V = \frac{1}{\gamma\beta} = CV$$

Despejando

$$\beta = \frac{1}{\gamma CV}$$

siendo

γ Coeficiente de homogeneización de las unidades censales
CV Índice de Calidad de Vida

Por último, la presión urbana también presenta factores equivalentes a la presión termodinámica, por lo que la presión es la derivada parcial de la energía en relación al volumen en un escenario de entropía constante

$$P = \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S = \left[\left(\frac{\partial \frac{LZ}{\beta}}{\partial V}\right)\right]_{\beta} = \frac{1}{\beta} \left(\frac{\partial LZ}{\partial V}\right)_{\beta}$$

Es necesario aclarar los conceptos de Energía del Sistema Urbano **U** y de productividad ϵ_{ij} , teniendo en cuenta que el primero está en función del segundo.

$$U = \sum_{i,j} n_{ij} \epsilon_{ij}$$

Xi ingresos ciudadano	ni poblacion	Xii ingreso grupo	yi=Xi/X	n poblaciontotal	ni*yi	Log(ni*yi)	IT
80.000	60	4.800.000	0,00488	100,00000	0,29268	-0,31175	-0,09125
120.000	30	3.600.000	0,00732	100,00000	0,21951	-0,13566	-0,02978
800.000	10	8.000.000	0,04878	100,00000	0,48780	0,68825	0,33573
	100	16.400.000					0,21

80.000	50	4.000.000	0,00476	100,00000	0,23810	-0,32222	-0,07672
120.000	40	4.800.000	0,00714	100,00000	0,28571	-0,14613	-0,04175
800.000	10	8.000.000	0,04762	100,00000	0,47619	0,67778	0,32275
	100	16.800.000					0,20428

80.000	100	8.000.000	0,01000	100,00000	1,00000	0,00000	0,00000
120.000	0	0	0,00000	100,00000	0,00000		
800.000	0	0	0,00000	100,00000	0,00000		
	100	8.000.000					0,00000

80.000	0	0	0,00000	100,00000	0,00000		
120.000	0	0	0,00000	100,00000	0,00000		
800.000	100	80.000.000	0,01000	100,00000	1,00000	0,00000	0,00000
	100	80.000.000					0,00000

Siendo n_{ij} cada uno de los ciudadanos que tiene productividad ϵ_{ij} que pertenece al sector j .

$$U = \sum_j U_j$$

Siendo $U_j = n_{ij} \epsilon_{ij}$

Ahora es necesario identificar los factores que provocan la tensión, el equilibrio o la distensión del sistema urbano.

La complejidad de los sistemas sociales es un atributo de los mismos. Cada uno de los vectores presenta inestabilidad asociada a la incertidumbre, que desde un enfoque metodológico se puede considerar como un espacio de intervención en el que es necesario actuar. La relación entre los individuos, entre los ciudadanos, las actividades económicas, la influencia en el medioambiente, la ocupación del espacio, todo provoca incertidumbre.

Existe suficiente producción científica para afirmar que es posible prever algunos de los estados esperados basados en experiencias pasadas, probabilidades calculadas por las cadenas de Markov o por Modelos de Redes Generativas Adversarias de Goofellow (7), pero otros se alejan de los horizontes predictivos. La complejidad está relacionada con la realidad objetiva que fluye y la incertidumbre está relacionada con la realidad subjetiva estática como interpretación de esa realidad que debe ajustarse

a un modelo o regla de comportamiento. Esa percepción subjetiva de la realidad está configurada sintéticamente en la mecánica Urbana por

α	Vector económico	Desigualdad económica
β	Vector social	Integración social
γ	Vector ambiental	Desigualdad Ambiental L_H_A
δ	Vector espacial	Desigualdad del Uso del Suelo

Vector económico

El cálculo de desigualdad de ingreso deTheil (1.10) se obtiene

$$T = \sum_i y_i \log(N y_i) \quad (1.10)$$

y_i	probabilidad por la proporción de ingreso del ciudadano X_i respecto al total de ingresos X
N	Población total
n_i	Población del grupo con ingresos X_i
X_{ii}	Total ingresos del grupo X_i
T	índice de Theil

En el ejemplo de observa el índice de Theil IT de una población de 100 ciudadanos con niveles de ingresos distribuidos en tres niveles. La igualdad total en ingresos presenta un IT=0. Este caso corresponde con la mínima

entropía, equivalente al mayor orden en la población, a la vez que el escenario de menor probabilidad.

Vector social

En (1.16) se ha definido la disimilitud o uniformidad socioespacial

$$ID = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (x_i/X) - (y_i/Y) \quad (1.16)$$

Siendo

x_i	número de individuos del grupo minoritario en cada unidad censal
X	total de población de grupo minoritario en el municipio.
y_i	número de individuos del grupo mayoritario en cada unidad censal
Y	total de población de grupo mayoritario en el municipio.

ID→0 mínima segregación

ID→1 máxima segregación

Vector ambiental

El vector ambiental, presenta la singularidad de ser el eje de referencia de la medida de la entropía Ya se ha calculado la Eficiencia Ambiental de las unidades censales π_{ij}



Fig. 6.15

$$\pi_{ij} = \sum_{x=1}^n \zeta_{nj} x_{n,i} \quad (6.16)$$

siendo

π_{ij} Eficiencia ambiental j de la actividad económica y doméstica en la unidad censal j (CO₂e/moneda)

ζ_{nj} eficiencia ambiental j (litosfera, hidrosfera, atmósfera CO₂e/moneda) de la actividad n

x_{ni} número unidades que se repite la actividad económica en la unidad censal i Ud

y

$$\pi_i = \sum_{j=1}^3 \pi_{ij} = \sum_{j=1}^3 \sum_{x=1}^n \zeta_{nj} x_{n,i} \quad (6.17)$$

así como la eficiencia ambiental relativa, que se refiere a la complejidad y se puede denominar IE

$$IE = \pi'_i = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^3 \sum_{x=1}^n \zeta_{nj} x_{n,i} \quad (6.18)$$

Siendo N_i el número de actividades diferentes de la unidad censal i

Vector espacial

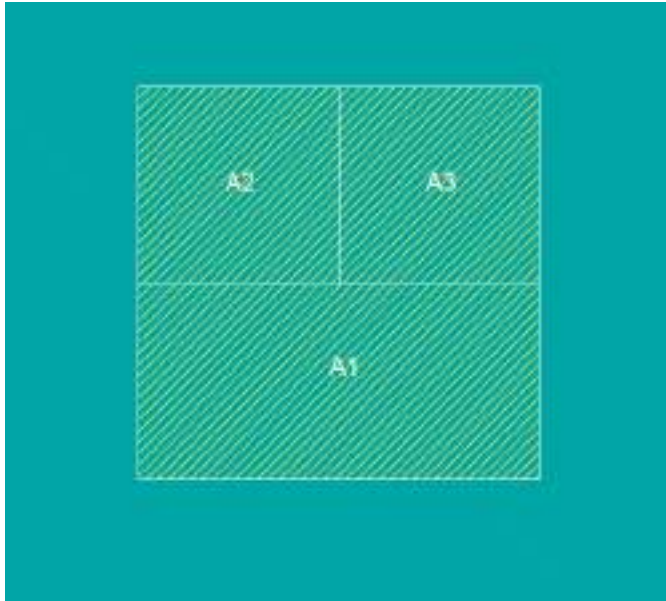


Fig. 6.16 Cambio de entropía urbana

La desigualdad del uso del suelo es un factor de difícil determinación por la formulación del criterio de aplicación para el análisis interfuncional, es decir la aplicación entre áreas de usos diferentes, como residencial e industrial. Existen estimaciones ratios de repercusión de suelo o habitante en relación al suelo industrial. Comercial (7), aunque se desconoce el origen del resultado.

Más sencillo resulta analizar la desigualdad en la ocupación del suelo en el ámbito de un único uso. La densidad residencial o la densidad de población ofrecen resultados objetivos sobre la intensidad en la ocupación del suelo, 32) aspecto analizado en 3.3.1.1.d sobre desigualdad espacial aplicando el cálculo de superficies a partir de la curva de Lorenz

$$DE_{i,j} = A / A+B \quad (3.$$

Siendo también de aplicación la fórmula de Brown (Fig 3.15) aplicada a la desigualdad espacial

$$G = 1 - \sum_{i,k=1}^n (X_{k+1} - X_k)(Y_{k+1} + Y_k) \rightarrow 0 \quad (3.23)$$

En donde

- G Coeficiente de Gini. Desigualdad Urbana (espacial en este caso)
- X Proporción acumulada de la variable población
- Y Proporción acumulada de la ocupación de suelo

En otros usos, como comerciales e industriales, sería necesario establecer la relación entre el valor del suelo y el valor de análisis relativo a empleo, valor añadido, que revele la eficiencia en la materia al ocupar el suelo.

Eficiencia de ocupación ς de las unidades censales. π_{ij}

$$\varsigma_{ij} = \sum_{x=1}^n \varphi_{nj} x_{n,i} \quad (6.19)$$

siendo

- ς_{ij} Eficiencia de ocupación de suelo j de la actividad económica en la unidad censal j (m² suelo/unidad análisis)
- φ_{nj} eficiencia ocupación de suelo j (m² suelo/unidad análisis) de la actividad n
- x_{ni} número unidades que se repite la actividad económica en la unidad censal i Ud

Entropía Urbana Potencial

El cálculo de la Entropía Urbana Potencial permite abordar el análisis del desarrollo y de la supervivencia de un sistema urbano a lo largo del tiempo.

La entropía del sistema urbano se define de la siguiente forma en el caso de

$$S = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i \quad (6.20)$$

A continuación se plantea el ejercicio de analizar la entropía de un sistema urbano que distribuye 3 actividades en el conjunto de la malla del sistema urbano de tamaño genérico (Fig 6.12)

- N1=1/2 con una superficie A1
- N2=1/4 con una superficie A2=0,5 A1
- N3=1/4 con una superficie A3= 0,5 A1

Siendo 2A1 la superficie total del sistema urbano, y S1 entropía de información del sistema urbano relativa a la distribución espacial de actividades en el momento 0 (es indiferente la base del logaritmo utilizada, en este caso se calcula en base 2)

$$S1 = 1/2 \log_2 2 + 1/4 \log_2 4 + 1/4 \log_2 4 = 1,5$$

Este conjunto de actividades tiene como resultado una productividad, medida en PIB, un impacto ambiental, así como una tasa de desempleo, una distribución de renta, y el conjunto de características evaluadas a través de los diferentes indicadores económicos, sociales, ambientales y espaciales de la Mecánica Urbana.

Por otro lado, es posible realizar un análisis comparativo de la entropía de un conjunto de sistemas urbanos de rango y características similares y/o diferentes.

Se puede ahora considerar que la matriz económica α IO vinculada al empleo que genera la actividad asociada a la misma representa una situación cercana al ideal desde el punto de vista económico. Esta matriz IO corresponde con un impacto ambiental y con un uso determinado del suelo, cuyas cifras se pueden calcular a través de la metodología planteada en el capítulo 4. Con estos datos, se puede obtener la distribución óptima de suelo para un sistema urbano ideal, ajustado a recursos ideales. Esta distribución óptima da como resultado una entropía de información del sistema urbano S_1 relativa a la distribución espacial de las actividades incluidas en la matriz α IO. En este ejercicio se puede considerar la siguiente distribución óptima de actividades relacionadas con α IO.

$$N_1=1/3$$

$$N_2=1/3$$

$$N_3=1/3$$

En estas condiciones, la óptima entropía S_i será

$$S_i = 1/3 \log 3 + 1/3 \log 3 + 1/3 \log 3 = 1,58$$

El crecimiento del sistema urbano solo puede justificarse para mejorar o corregir las deficiencias del mismo y para ello, es necesario analizar su potencial de crecimiento, así como su capacidad de acogida, evaluando su

potencial de mejora como sistema urbano. Así, se puede considerar que el modelo ideal supone una referencia de aproximación, ponderando adecuadamente las características propias y singulares así como los recursos y las carencias del sistema concreto que va a crecer.

En estas condiciones se puede plantear las condiciones de crecimiento de cada actividad considerando un estado estable de la preexistencia, es decir que no existirá degradación ni sustitución de ninguna parte del sistema urbano (al menos, en la fase inicial del análisis)

En estas condiciones, caben dos posibilidades:

a. Mantener la superficie de suelo con mayor proporción, en este caso la destinada a la actividad 1, es decir

$$A_2=A_1$$

En este caso solo crecen las actividades 2 y 3, por lo que

La superficie de la actividad 2 pasará de $A_2=0,5 A_1$ a $A_2'=A_1$

La superficie de la actividad 3 pasará de $A_3=0,5 A_1$ a $A_3'=A_1$

El crecimiento de suelo será de $0,5 A_1 + 0,5 A_1 = A_1$, pasando la superficie total del sistema urbano de $2A_1$ a $3A_1$

b. Aumentar la superficie de suelo de cualquiera de las actividades, optimizando la proporción de ocupación de suelo con referencia a entropía ideal derivada de la matriz α IO

En este caso, el uso 1 pasa de tener 50% del suelo total 1 a tener un 33% del suelo total 2

$$\frac{1}{2}A1 \leq \frac{1}{3}A \Rightarrow \frac{3}{2}A1 \leq A \Rightarrow 1,5 A1 \leq A$$

Se sigue que en el caso de necesitar aumentar un 50 % la superficie ocupada por la actividad 1, es decir que la superficie de suelo de la actividad 1 aumente 1,5 la superficie original A1, entonces la superficie A total del sistema urbano en el momento 2 debe crecer al menos 2,25 A1

c. Es necesario aclarar que este criterio calculado en un escenario de recursos disponibles ideales, por lo que es necesario establecer las condiciones o limitaciones, como se analiza a continuación.

Siguiendo con el ejemplo anterior, se puede resolver la distribución óptima de superficies A1, A2, A3 para cada uso si se conoce la productividad de cada uso $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$

Se puede expresar las restricciones del sistema atendiendo a la superficie total conocida A y a la productividad objetivo también conocida U.

$$\begin{aligned} A1 + A2 + A3 &= A \\ A1\epsilon_1 + A2\epsilon_2 + A3\epsilon_3 &= U \end{aligned}$$

Se reconoce este sistema de 3 incógnitas A1, A2, A3 con dos ecuaciones formulado en el apartado de Función de Estado Urbano. Estas ecuaciones se resuelven y se obtienen los resultados que configuran 2 estados (x1, y1, z1) y (x2, y2, z2)

$$\begin{aligned} A1 &= x1, x2 \\ A2 &= y1, y2 \\ A3 &= z1, z2 \end{aligned}$$

Para conocer el macroestado de mayor probabilidad se calcula el número de posibilidades n_i de combinar esos elementos si

$$n1 = \frac{(x1 + y1 + z1)!}{x1! y1! z1!}$$

$$n2 = \frac{(x2 + y2 + z2)!}{x2! y2! z2!}$$

Siendo idéntica la probabilidad de cada uno de ellos

$$p_i = \frac{1}{n_i}$$

$$S_i = \ln n_i$$

El estado que tiene más probabilidad es el de mayor entropía siendo la entropía promedio será

$$S = \frac{n_1}{n_1 + n_2} S_1 + \frac{n_2}{n_1 + n_2} S_2$$

Pudiendo comprobarse que si

$$S_1 > S_2 \Rightarrow S_1 \approx S$$

Es decir que la entropía promedio del sistema S es similar a la entropía más probable.

No obstante este potencial de crecimiento debe someterse a las restricciones derivadas de los recursos disponibles en la litosfera, hidrosfera y atmosfera, por lo que el resultado debe someterse a la evaluación de la mecánica urbana descrita a lo largo del capítulo 5.

Vida y Muerte de la Ciudad

Finalmente se puede identificar la probabilidad de sostenibilidad de un sistema urbano o bien pronosticar el momento en el que la ciudad presenta indicios de penetrar en un escenario de degradación, abandono y muerte a través del análisis de su entropía. Muerte y Vida de las grandes Ciudades Americanas es el título del libro de Jane Jacobs publicado en 1961.

Las sucesivas crisis han revelado la fragilidad de los sistemas provocando el abandono de las ciudades, el desplazamiento a lugares que se adecuen a las condiciones de sus habitantes. En la propia península ibérica se producen fenómenos polarizados de despoblación en las zonas rurales de León a la vez que fenómenos de atracción internacional en Lisboa, con las consecuencias derivadas que afectan a la población residente.

Ahora se aborda el análisis de la muerte de la ciudad como un fenómeno asociado a la dependencia de una población respecto a otra que comparte el mismo espacio urbano que delimita el sistema. Para ello se recupera el análisis realizado en el apartado de Función de Estado Urbano.

El sistema aislado microcanónico se caracteriza por su energía U constante, siendo ϵ_i la productividad de cada grupo social que dispone de n_i ciudadanos.

$$N = n_1 + n_2$$

$$U = n_1 \epsilon_1 + n_2 \epsilon_2$$

De momento se divide a la población en dos categorías, n_1 no dependientes y n_2 dependientes. Es necesario aclarar que la productividad de estos grupos sociales se mide en relación con su trabajo efectivo, aunque no se encuentre remunerado. Así se obtiene una medición eficaz de la actividad del sistema urbano. Sin embargo se es consciente de la dificultad de obtención de estos datos en las diferentes plataformas. No obstante, desde un enfoque teórico, la aproximación aquí formulada se considera relevante en el marco del Derecho a la Ciudad.

La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno o del porcentaje de población en un estado se calcula en 6.9 y 6.10

$$\frac{n_1}{N} = p_1 = \frac{e^{-\beta \epsilon_1}}{e^{-\beta \epsilon_1} + e^{-\beta \epsilon_2}}$$

$$\frac{n_2}{N} = p_2 = \frac{e^{-\beta \epsilon_2}}{e^{-\beta \epsilon_1} + e^{-\beta \epsilon_2}}$$

Siendo $p_1 + p_2 = 1$

Ahora se puede formular que la población ni no dependiente presenta una productividad ϵ_1 y la población dependiente presenta una productividad $\epsilon_2 = 0 = \epsilon_0$.

En estas condiciones se pueden evaluar los diferentes escenarios en los que se produce la muerte de la ciudad en función de la probabilidad de no_dependencia n_1 y dependencia n_0 en relación al total N .

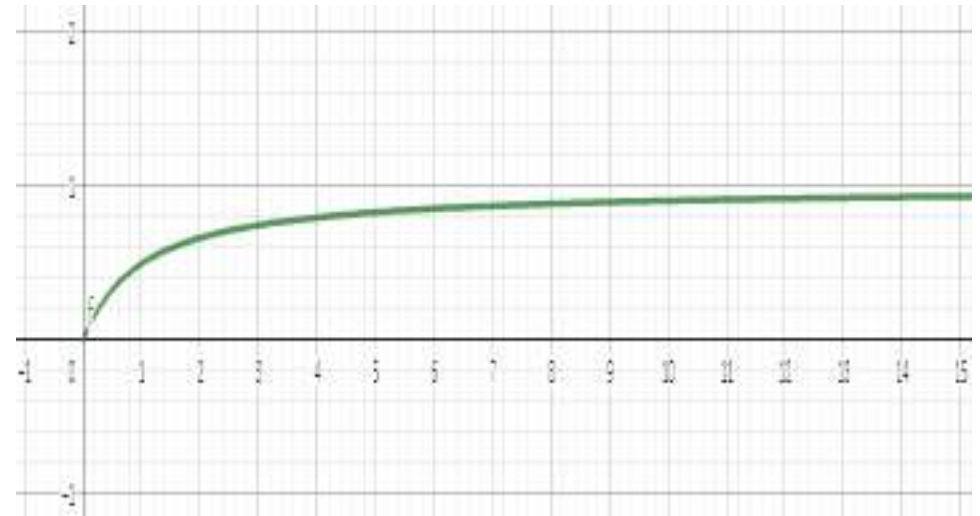


Fig. 6.13 Función de probabilidad de dependencia_no dependencia $n_1/n_0 = \beta(\epsilon_1, n_1, n_0)$

Así si $\varepsilon_2 = \varepsilon_0 = 0$

$$\frac{n_1}{N} = p_1 = \frac{e^{-\beta\varepsilon_1}}{e^{-\beta\varepsilon_1} + e^0}$$

$$\frac{n_0}{N} = p_2 = \frac{e^0}{e^{-\beta\varepsilon_1} + e^0}$$

$$\frac{n_1}{N} = p_1 = \frac{e^{-\beta\varepsilon_1}}{e^{-\beta\varepsilon_1} + 1}$$

$$\frac{n_0}{N} = p_2 = \frac{1}{e^{-\beta\varepsilon_1} + 1}$$

$$\frac{n_1}{N} (e^{-\beta\varepsilon_1} + 1) = e^{-\beta\varepsilon_1}$$

$$e^{-\beta\varepsilon_1} \left(1 - \frac{n_1}{N}\right) = \frac{n_1}{N}$$

$$e^{-\beta\varepsilon_1} = \frac{n_1}{N \left(1 - \frac{n_1}{N}\right)}$$

$$e^{-\beta\varepsilon_1} = \frac{n_1}{N - n_1} = \frac{n_1}{n_0}$$

$$-\beta\varepsilon_1 = L\left(\frac{n_1}{n_0}\right)$$

$$\beta = \frac{1}{\varepsilon_1} L\left(\frac{n_0}{n_1}\right)$$

(6.21)

En este escenario de máxima entropía el valor de β siendo $\beta(\varepsilon_1, n_1, n_0)$ se obtiene en 6.21

La función

$$\frac{n_1}{N} = p_1 = \frac{e^{-\beta\varepsilon_1}}{e^{-\beta\varepsilon_1} + 1}$$

Tiene la representación de la fig 6.13 en la que se observa que el valor de p_1 (siendo $p_2 = 1 - p_1$) en función de n_1/n_0

$$n_1 = n_0 = N/2 \Rightarrow L\left(\frac{n_1}{n_0}\right) = L\left(\frac{N/2}{N/2}\right) = 0$$

$$p_1 = \frac{e^{L\left(\frac{n_1}{n_0}\right)}}{e^{L\left(\frac{n_1}{n_0}\right)} + 1} = \frac{1}{2}$$

Cuando $n_1=0$, es decir no existe población no_dependiente la probabilidad $n_1/n_0=0$, y $L\left(\frac{n_1}{n_0}\right)$ es indeterminado, calculando la probabilidad $p_1=0$

Por el contrario, el máximo $P_1=1$, en donde $n=n_1/n_0$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} L\left(\frac{n_1}{n_0}\right) = 1$$

en el límite

$$\frac{n_0}{n_1} = e^{-1}$$

(6.22)

Que supone la máxima fracción de n_2 respecto de n_1 , límite que representa el máximo nivel de dependencia de la ciudad o el límite de muerte de la ciudad aislada para cualquier productividad de ϵ_1 cuando $\epsilon_2=0$ que también se puede expresar como

$$N - n_1 = n_1 e^{-1}$$

$$N = n_1(e^{-1} + 1)$$

$$\frac{n_1}{N} = \frac{1}{e^{-1} + 1}$$

$$\frac{n_1}{N} = \frac{e}{1 + e}$$

(6.23)

Siendo n_1 la fracción de población no dependiente y N la población total.

Superar este límite solo es posible considerando a la ciudad como un sistema urbano cerrado en el que se intercambia energía con el entorno o como un sistema abierto en el que además de energía se intercambia materia.

- (1) Sepúlveda, L y Roca, J. et al. (2019). Estudio comparativo de la ecoeficiencia urbana. Caso de estudio: distrito Sarrià - Sant Gervasi. En XIII CTV 2019 Proceedings: XIII International Conference on Virtual City and Territory: "Challenges and paradigms of the contemporary city": UPC, Barcelona, October 2-4, 2019. Barcelona: CPSV, 2019, p. 8662. E-ISSN 2604-6512. DOI <http://dx.doi.org/10.5821/ctv.8662>
Entropía, Economía y Decrecimiento por Luis Picazo Casariego
<https://nosinmibici.files.wordpress.com/2010/12/entropia-economia-y-decrecimiento-luis-picazo-casariego.pdf>
Incompatibilidad física entre crecimiento continuo y ahorro termodinámico
Crecimiento Continuo_Crecimiento Consumo_Crecimiento Entropía biosfera
Crecimiento población_Crecimiento Consumo_Crecimiento Entropía biosfera
Biocapacidad teórica del planeta 1,8 hectáreas/habitante
Biocapacidad real del planeta 2005 9,6 para EEUU
6,4 para países de ingresos altos
1,9 para países de ingresos medios
0,8 para países de ingresos bajos
2,7 para media
- (2) <http://www.alestuariodelplata.com.ar/termodinamica2.html>
- (3) Estructuras disipativas. Algunas nociones básicas /1 Pag 9
Manuel García Velarde. Víctor Fairen le Layel Basilisco, número 10, mayo-octubre 1980, pag 10
www.fgbueno.es E
- (4) Estructuras disipativas. Algunas nociones básicas /1
Manuel García Velarde. Víctor Fairen le Layel Basilisco, número 10, mayo-octubre 1980, pag 10
- (5) Eduardo Luis De Vito .La medicina "al borde del caos": Vida, entropía y complejidad-
Claude Bernard en 1865 introdujo el concepto de homeostasis (del griego homos, "similar", y stasis, "estado"), o constancia del medio interno (milieu intérieur), si bien el término no es suyo, sino de W. B. Cannon. La homeostasis se puede definir los sistemas de control del organismo que detectan la desviación de ciertos parámetros lejos de los valores "adecuados" y consecuentemente pone en marcha mecanismos protectores que devuelven los parámetros a los niveles "correctos".
Alternativamente, la homecinesis es un concepto introducido por Bernard y Macklem
https://www.researchgate.net/publication/317532624_La_medicina_al_borde_del_caos_Vida_entropia_y_complejidad
- (6) Colloquium: Statistical mechanics of money, wealth, and income Victor M. Yakovenko Department of Physics, University of Maryland, College Park, Maryland 20742-4111, USA J. Barkley Rosser, Jr. Department of Economics, James Madison University, Harrisonburg, Virginia 22807, USA (Dated: 24 December 2009)
<https://ideas.repec.org/p/arx/papers/0905.1518.html>
- (7) La ciudad de los ciudadanos Director: AGUSTÍN HERNÁNDEZ AJA Equipo redactor: Julio Alguacil Gómez, María Medina del Río , Carmen Moreno Caballero
http://habitat.aq.upm.es/aciudad/lista_7.html

Cuadro 254: Estimación de la superficie construida para "otros usos" que garantice el empleo

Sector	Tasa	Empleos/viv	Superficie	Parámetro
Comercio	30%	$(1,5 \times 0,5 =) 0,45$	25 m ² c/empleo	$(0,45 \times 25 =) 11,3 \text{ m}^2\text{c/viv}$
Terciario	50%	$(1,5 \times 0,5 =) 0,75$	25 m ² c/empleo	$(0,75 \times 25 =) 18,8 \text{ m}^2\text{c/viv}$
Industria	20%	$(1,5 \times 0,2 =) 0,30$	40 m ² c/empleo	$(0,30 \times 40 =) 12,0 \text{ m}^2\text{c/viv}$
Total				42,1 m²c/viv

6.2 ENTALPÍA URBANA

Ya se ha analizado el interés de la entropía urbana, como función del grado de diversidad, de complejidad urbana que informa sobre desigualdades en el campo de los derechos, de las rentas, del espacio urbano, entre otros. La entropía ofrece una información que permite corregir esas desigualdades en su caso.

Pero la entropía es una función de estado en termodinámica. Esto significa que la entropía está vinculada al estado inicial y al estado final. Se trata de una información sobre la magnitud de cambio del sistema, aspecto que pasa desapercibida para la entropía urbana que en los trabajos sobre su aplicación a sistemas urbanos está más vinculada a la teoría de la información formulada por Shanon (fórmula de la sorpresa) que profundiza sobre todo en la diversidad y en la complejidad urbana.

Calculada la entropía del sistema urbano, ahora el análisis de la entalpía urbana va a permitir conocer el intercambio de la energía producida en ese sistema urbano durante el proceso de equilibrio antes de la degradación y su repercusión sobre el suelo y el entorno ambiental, que informa sobre la disponibilidad del sistema para garantizar su sostenibilidad, no solo en el sentido de su relación con el entorno, sino su aptitud para mantener un equilibrio integral que abarque a todos los vectores que caracterizan el sistema urbano

La Entalpía H se define como «*el flujo de energía térmica en los procesos químicos efectuados a presión constante cuando el único trabajo es de*

presión-volumen», es decir, la cantidad interna de energía que un sistema intercambia con su entorno. La entalpía y la entropía (están relacionados por el Segundo Principio de la Termodinámica, que afirma que todo sistema en equilibrio se encuentra en su punto de entropía máxima. Ese principio se traslada al Principio de la Mínima Entalpía, por el que no se alcanza el equilibrio mientras el intercambio de energía con el sistema sea abundante o supere ciertos límites. Así, el equilibrio debe ser el estado de menor intercambio posible, es decir, de menor entalpía registrable.

Ya se ha señalado en (6.1)

$$\Delta S = (dS)_{\text{total}} = d_e S + d_i S = \Delta S_e + \Delta S_i$$

donde

dS cambios de entropía a través del tiempo, está relacionado con la producción de entropía que se produce en el interior del sistema debido a la irreversibilidad de los procesos que se producen en el mismo $d_i S$, y con flujo de entropía en todo intercambio con el medio $d_e S$.

A lo largo de la Mecánica Urbana se han descrito los procesos de intercambio que se producen en el interior del sistema debido a

$$f(\alpha, \beta, \delta, \varepsilon, \eta, \theta, \kappa, \xi, o)$$

y los procesos de intercambio que se producen con el exterior del sistema

$$f(\gamma, \zeta, \iota, \lambda, \mu, \nu, \pi)$$

por lo tanto

$$\Delta S = \Delta S_e + \Delta S_i = \Delta S_e [f(\gamma, \zeta, \iota, \lambda, \mu, \nu, \pi)] + \Delta S_i [f(\alpha, \beta, \delta, \epsilon, \eta, \theta, \kappa, \xi, \omicron)] \quad (6.12)$$

Es decir, el cambio de entropía urbana se debe por un lado, al intercambio de flujos del sistema con el entorno ambiental y por otro lado, al intercambio de flujos económicos, de derechos y espaciales en el interior del sistema.

La estructura matricial definida en la matriz Urbana Dinámica de la figura 4.4 permite calcular la entropía de cada uno de los intercambios de flujos que se producen en el interior del sistema urbano, es decir de la entropía interna, y del sistema urbano con su entorno ambiental, es decir la entropía exterior.

(6.17)

La entalpía es una función del sistema urbano (como la entropía) donde ΔH , es la variación de entalpía urbana, siendo su valor en el caso de mantener constante la presión de ese sistema urbano

$$\Delta H = H_1 - H_0 = \Delta U + P\Delta V \quad (6.18)$$

Siendo $H_1, H_0 \in H_i$, la energía del sistema urbano en el momento i

Por otro lado, se ha señalado que la entropía del sistema urbano que alcanza el punto de equilibrio se mantiene constante por lo que

$$\Delta U = \Delta f(S) = f(S_0) - f(S_1)$$

Como

$$f(S_0) = f(S_1) \Rightarrow \Delta f(S) = 0$$

Por lo tanto, sustituyendo

$$\Delta H = H_1 - H_0 = P\Delta V \quad (6.19)$$

La presión del sistema urbano es una magnitud que está directamente relacionada con el trabajo del sistema urbano e inversamente relacionada con el volumen o superficie del sistema. Un sistema urbano extendido dispone de área suficiente para soportar la presión del sistema urbano. Por el contrario, un sistema urbano en desarrollo aumenta la presión si la superficie se encuentra restringida. Por lo tanto, la presión del sistema urbano P tiene la siguiente expresión

$$\Delta H = H_{\text{final}} - H_{\text{inicial}} = qp$$

Por lo tanto, la entalpía urbana está directamente relacionada con la presión urbana y con el incremento porcentual en volumen o superficie urbana en



Fig. 6.12 <https://curiosoando.com/que-diferencia-entropia-y-entalpia#:~:text=La%20entrop%C3%ADa%20se%20suele%20entender,conceptos%2C%20ambas%20est%C3%A1n%20muy%20relacionadas.>

$$\Delta V = \frac{v_1 - v_0}{v_0}$$

Al mantener la entropía constante, se considera que no se produce aumento de la superficie, ni crecimiento de la población que demande ese aumento de la superficie, pero se sigue produciendo una actividad que provoca un efecto sobre el entorno, que ya se ha calculado en ζ' y ι , siendo ζ' la generación de residuos, vertidos y emisiones medidas en CO2e

La Energía ΔU es el flujo de energía consumida por las actividades económicas ζ' y las actividades domésticas ι .

$$\Delta H = P = \sum_{x=1}^n \zeta'_{nj} \quad (6.20)$$

siendo

P_{ij} Presión ambiental j de la actividad económica y doméstica en la unidad censal j (CO2e/moneda)

ζ'_{nj} eficiencia ambiental j (litosfera, hidrosfera, atmosfera CO2e)

$$P_i = \sum_{j=1}^3 P_{ij} = \sum_{j=1}^3 \sum_{x=1}^n \zeta'_{nj} \quad (6.21)$$

Ahora bien, los reservorios de carbono R_j permiten compensar la producción de P_i , por lo que P

$$\Delta H = P = P_i - R_j \quad (6.22)$$

Siendo

P_i Variación de Emisiones CO_2e producidos por los flujos urbanos ocurrida en el ciclo crecimiento/regresión

R_j variación de CO_2 absorbido por Reservorio de Carbono ocurrida en el ciclo crecimiento/regresión

ΔH podrá tener los siguientes valores

$$\Delta H > 0$$

$$\Delta H = 0$$

$$\Delta H < 0$$

Siendo la entalpía positiva cuando exista un aumento de actividad económica que produce una entalpía en un marco de ciclo virtuoso, negativa en un marco de ciclo regresivo y cuando $H_1 - H_0 = 0$ en un escenario estacionario.

Mínima Entalpía

Se puede conocer el momento en el que el sistema urbano alcanza la mínima entalpía, es decir el momento en el que el intercambio de energía

del sistema cerrado con el entorno es mínimo. Para ello, se obtiene la derivada parcial de la entalpía calculada en 6.16 y se iguala a cero, donde N , n_1 y v son variables

Ya se ha señalado que Drăgulescu y Yakovenko proponen que el dinero sigue también una analogía mecánica_termodinámica, por lo que de forma análoga y volviendo a formular una equivalencia entre el sistema urbano y un gas, se puede expresar la entalpía del sistema urbano H como el intercambio de flujo que el sistema urbano mantiene con el sistema así

$$H = U + PV \quad (6.13)$$

Siendo

U Energía del sistema urbano

P Presión del sistema urbano

V Volumen o Espacio del sistema urbano

En este caso, la Energía U y la Presión del sistema urbano se ha calculado en el apartado anterior en relación a la Función de Partición Z

En el apartado anterior se ha comprobado que la energía del sistema urbano es una función relacionada con la entropía del propio sistema urbano (6.15)

$$S = \gamma \beta U + \gamma LZ$$

$$U=f(S,Z)$$

$$U = \frac{S - \gamma LZ}{\gamma \beta}$$

$$P = \frac{1}{\beta} \left(\frac{\partial LZ}{\partial V} \right)_{\beta}$$

Sustituyendo en 6.13

$$H = \frac{S - \gamma LZ}{\gamma \beta} + \frac{1}{\beta} \left(\frac{\partial LZ}{\partial V} \right)_{\beta} V$$

Siendo $\beta = f(CV)$

$$\beta = \frac{1}{\gamma CV} = \frac{1}{\gamma K}$$

siendo K la calidad de Vida

$$CV_{i,t} = Q_{i,t} / N_{i,t}^{\delta}$$

La función de partición se expresa respecto al volumen así

$$Z = \frac{1}{N!} \left(\frac{V}{v_0} \right)^N$$

Y se calcula

$$LZ = -LN! + NL \left(\frac{V}{v_0} \right)^N = N \frac{1}{V} \frac{1}{v_0} = \frac{N}{V}$$

$$\left(\frac{\partial LZ}{\partial V} \right)_{\beta} = -\frac{N}{V^2}$$

Sustituyendo

$$H = \frac{S - \gamma \frac{N}{V}}{\gamma \beta} - \frac{1}{\beta} \frac{N}{V^2} V = \frac{S - \gamma \frac{N}{V}}{\gamma \beta} - \frac{1}{\beta} \frac{N}{V^2} V$$

$$H = \frac{VS - \gamma N}{\gamma \beta V} - \frac{N}{\beta V} = \frac{VS - \gamma N - \gamma N}{\gamma \beta V} =$$

$$H = \frac{VS - 2\gamma N}{\gamma \frac{1}{\gamma K} V} = SK - \frac{2N\gamma K}{V}$$

Donde N/V es la densidad poblacional d descrita en 3.2, por lo que

$$H = K(S - 2d\gamma)$$

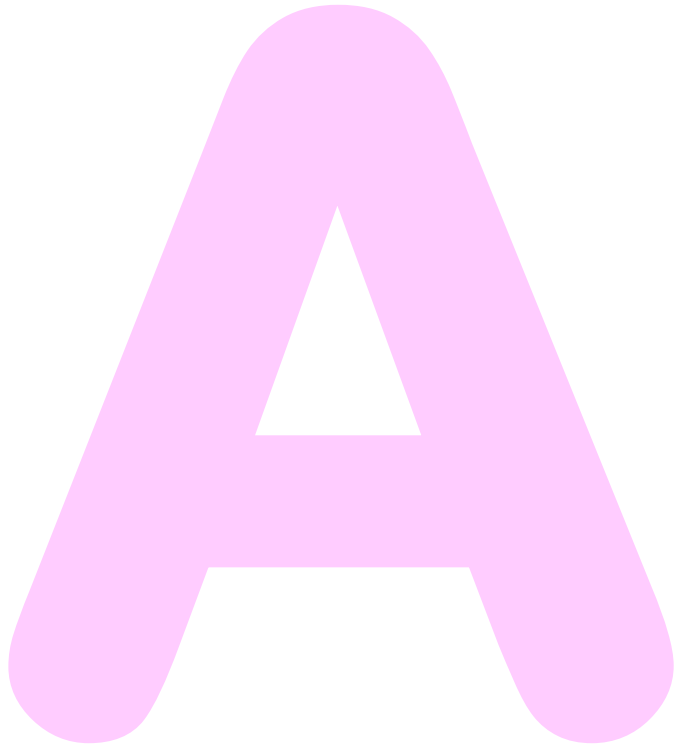
En el caso de tratarse de un sistema urbano cerrado de superficie isótropa con $\gamma=1$

$$H = K(S - 2d)$$

Es decir, la entalpía del sistema urbano tiene una capacidad de intercambio de energía con el entorno directamente proporcional a la calidad de vida K y a la Densidad poblacional pero de signo negativo así como a la entropía del sistema S .

Esta conclusión tiene una repercusión relacionada con la compacidad de la ciudad. El factor de densidad penaliza la entalpía al esponjarse la ciudad y la reduce doblemente al compactarse la ciudad. Es bastante intuitivo comprobar que el consumo de suelo, factor litosfera, es mayor en la ciudad esponjada.

- (1) <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/calculadora-de-equivalencias-de-gases-de-efecto-invernadero-calculos>



ACÁPITE. GENOMA URBANO

Una imagen ambiental puede ser distribuida analíticamente en tres partes, a saber, identidad, estructura y significado. Resulta útil abstraer estas partes a los fines del análisis, pero debe recordarse que en realidad siempre aparecen conjuntamente. Una imagen eficaz requiere, en primer término, la identificación de un objeto, lo que implica su distinción con respecto de otras cosas, su reconocimiento como entidad separable. A esto se le da el nombre de identidad, no en el sentido de igualdad con otra cosa sino con el significado de individualidad o unicidad. En segundo término, la imagen debe incluir la relación espacial o pautal del objeto con el observador y con otros objetos. Por último, este objeto debe tener cierto significado, práctico o emotivo, para el observador. El significado es asimismo una relación, pero se trata de una relación completamente diferente de la espacial o pautal.

Kevin Lynch. (La forma de la Ciudad. (1960)

A ANÁLISIS TEMPORAL DE VARIABLES URBANAS. GENOMA URBANO

A lo largo de esta Mecánica Urbana se ha señalado que el mapa de la ciudad representa el estado de la ciudad, es decir la forma representa al sistema, a la distribución de los diferentes grupos sociales en el espacio urbano. Existe un vínculo entre la forma de la ciudad con su objeto y con su significado o con su contenido. Por otra parte se ha reiterado la necesidad de pronosticar estados, escenarios, prever vulnerabilidades, también fortalezas, para subsanar el quebranto de la población, las necesidades básicas de los ciudadanos.

Piketty desarrolla en El Capital en el siglo XXI (2014) así como en Capital e Ideología (2019) ensayos sobre la desigualdad interna de los países y la concentración de la riqueza, desplegando una valiosa información, y explicación, sobre cada uno de los países. Por su lado Acemoglu y Robinson analizan la desigualdad entre los países en su ensayo Por qué fracasan los países (2012). Se trata de dos enfoques complementarios sobre la desigualdad global, concepto que recorre toda la Mecánica Urbana a nivel territorial y local. Desde Lefevre hasta Harvey señalan la capacidad de reproducción del sistema como factor determinante de las desigualdades urbanas. Por ello, se aborda ahora un análisis sobre la capacidad de reproducción del sistema urbano. Se trata de un ensayo que puede abrir una ventana para hacer las comprobaciones empíricas que validen, o refuten, en primer lugar la razonabilidad de la propuesta en sí, y por otra parte la identificación de un mecanismo que justifica el modelo reproductor del sistema, que esté relacionado con la propia estructura “genética” del sistema, en este caso, del sistema urbano.

Al igual que en otros aspectos de la vida, la subsanación puede formar parte de un grupo de medidas que tengan un efecto contingente, un efecto ocasional, pero no alcance a la estructura urbana profunda, al núcleo profundo del sistema urbano que permita garantizar la superación de la vulnerabilidad de dicho derecho. Los cambios profundos que se producen en el sistema urbano que alcanzan a las generaciones tienen su reflejo también en el mapa de la ciudad. En este apartado se formula una propuesta hilemórfica que, en primer lugar, vincula la estructura del sistema urbano con la forma urbana y, en segundo lugar, se analiza el grado de transformación generacional del sistema urbano que permite garantizar la superación de la vulnerabilidad de los derechos ciudadanos de forma estructural. Como esta transformación del núcleo del sistema urbano tiene su reflejo en el mapa de la ciudad, se utiliza el método del análisis de los elementos que reflejan la estructura del sistema urbano en este mapa de la ciudad para pronosticar la transformación generacional estructural urbana.

En los apartados anteriores se han identificado y analizado los componentes principales de un municipio. Ahora se aborda el análisis de las variables desde un enfoque temporal, evaluando la transformación de las mismas a través de la herencia genética de la ciudad, de lo que se puede denominar el “genoma urbano”. Este análisis permite pronosticar la evolución de la “especie urbana”, esto es, el valor característico de las variables genómicas urbanas.

A continuación se explora una aplicación de los trabajos sobre control genético de la varianza ambiental (VE) en el campo de la mejora genética animal trasladándolo al ámbito urbano. Es necesario aclarar que la transferencia supone penetrar en un campo conceptual-especulativo cuyos resultados deben ser empíricamente contrastados. Por ello introducimos una breve descripción de los conceptos originales de la genética. (1)

El genoma humano es la secuencia de ADN contenida en 23 pares de cromosomas del núcleo de la célula humana diploide. Por tanto, un gen es un fragmento de ADN que contiene la unidad mínima de herencia biológica, o sea la información para una característica fenotípica concreta que ocupa un locus de cromosoma. Por ser diploide el género humano solo tiene dos alelos o dos formas de expresión por cada carácter.

Genotipo es el conjunto de genes y los alelos son las formas alternativas que puede tener un gen, responsable de determinan el fenotipo, es decir, la forma del cuerpo, al recibir en la herencia un alelo de la madre y otro alelo del padre.

*El alelo puede ser Alelo dominante A (o B) o Alelo recesivo a (o b)
La combinación de Alelos es*

<i>Homocigoto</i>	
<i>Homocigoto dominante</i>	<i>AA</i>
<i>Homocigoto recesivo</i>	<i>aa</i>
<i>Heterocigótico</i>	

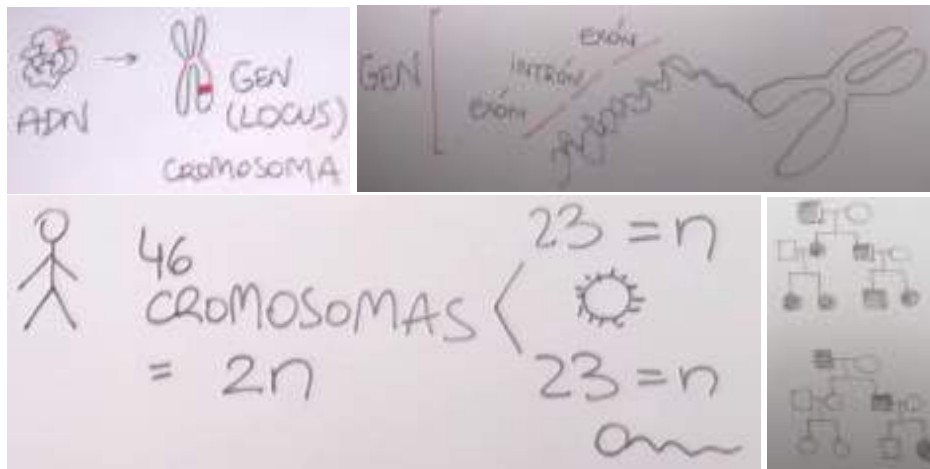


Fig. 6.1 Frecuencias alélicas y mejora de variables genómicas de la ciudad

Heterocigoto dominante Aa
 Heterocigoto codominante AB

Para calcular la genética de poblaciones se parte del modelo de Ley de Hardy-Weinberg que establece que la composición genética de una población permanece en equilibrio mientras no actúe la selección natural ni ningún otro factor y no se produzca ninguna mutación.

La frecuencia alélica o frecuencia génica en una población es la proporción observada de un alelo específico respecto al conjunto de los que pueden ocupar un locus determinado en esa población. Si las frecuencias permanecen constantes de una generación a la siguiente, la población no está experimentando cambio evolutivo, y se dice que está en equilibrio génico. Sin embargo, el cambio en las frecuencias alélicas en generaciones sucesivas implica que ha ocurrido evolución. Los resultados del análisis de la frecuencia génica se expresan en proporciones, por lo que la suma de las frecuencias de los alelos estudiados para el locus es igual a uno

$$p = \text{frec}(A)$$

$$q = \text{frec}(a)$$

Donde p y q son las frecuencias génicas en el total de la población de los dos alelos en los dos cromosomas en las células de especies diploides, por lo que

$$p + q = 1 \quad (\text{A.1})$$

La proporción en la que se observan los genotipos de una población para un locus determinado se denomina frecuencia genotípica y su esperanza teórica en una población que se halle en equilibrio según el modelo de Ley de Hardy-Weinberg son los términos del desarrollo del cuadrado de un binomio

$$(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 1 \quad (A.2)$$

Siendo las frecuencias genotípicas

p^2 frecuencia alélica del homocigoto dominante (AA)
 q^2 frecuencia alélica del homocigoto recesivo (aa)
 $2pq$ frecuencia alélica del heterocigoto Aa

El cálculo de frecuencia se resuelve mediante el cuadro de Punnett.

	B	b
A	AB	Ab
a	Ba	ab

Complementariamente, pueden existir características híbridas

	RY	Ry	rY	ry
RY	RRYY	RRYy	RrYY	RRYy
Ry	RRYy	RRyy	RrYy	Rryy
rY	RrYY	RrYy	rrYY	rrYy
ry	RrYy	Rryy	rrYy	rryy

El resultado de la aplicación de este tipo de análisis al ámbito urbano permite explorar la evolución del “genotipo urbano” o características urbanas y del “fenotipo urbano”, o expresión de esas características urbanas a partir de la variabilidad del genotipo urbano y de la variabilidad ambiental. (2)

$$VP = VG + VA \quad (A.3)$$

Siendo

VP Variabilidad fenotipo
VG Variabilidad del genotipo
VA Variabilidad ambiental

No se puede escapar que la transmisión genética de alelos se produce en un escenario dual fenotípico (el del padre y el de la madre) en el que uno es dominante de una característica concreta. Aquí se formula una “reproducción” del sistema urbano a partir de las variables características

del sistema con el objeto de contrastar con las evidencias empíricas de los datos urbanos obtenidos en las diferentes plataformas que configuran el genotipo urbano y el fenotipo urbano.

$$\text{VPU} = \text{VGU} + \text{VAU} \quad (\text{A.4})$$

Siendo de forma equivalente

VPU Variabilidad fenotipo urbano
VGU Variabilidad del genotipo urbano
VAU Variabilidad ambiental urbana

1 Variabilidad ambiental Urbana

Se ha demostrado que las especies arbóreas tienen diferente respuesta ecofisiológica (contenido de clorofila, área foliar, biomasa foliar, área foliar específica, anatomía foliar, sanidad y pubescencia) dependiendo de la posición que ocupa cada unidad en una extensión arbórea (3)

La Fundación Robert Wood Johnson afirma que las *“personas que viven a escasos bloques de distancia pueden tener expectativas de vida muy diferentes, en parte debido al barrio en el que habitan”*

Por ello, se llega a afirmar que el espacio urbano inmediato que ocupa un habitante es más importante que el código genético en términos de salud, ya que condiciona el estado saludable de la población residente. (4)

Un estudio realizado en la ciudad de Cádiz revela que *“La esperanza de vida al nacer de toda la ciudad para el periodo estudiado está por debajo de la media nacional tanto para hombres como para mujeres. El estudio de la mortalidad por barrios en la ciudad permite detectar diferencias muy elevadas, que llegan hasta el 87% en hombres y el 44% en mujeres. En el mismo sentido, existe una importante diferencia de esperanzas de vida entre los barrios, especialmente entre algunos barrios del centro histórico varios de la zona bahía con respecto al Paseo Marítimo Norte (9,29 años de esperanza de vida para hombres y 4,25 para mujeres). Al calcular las razones de tasas de mortalidad ajustadas por factores sociales, se pone de manifiesto que cualquier estrategia para reducir de manera efectiva las desigualdades de mortalidad entre barrios en la ciudad requiere el abordaje de los determinantes sociales de la salud”* (5)

Se puede afirmar que el origen de las ciudades está vinculada a los recursos disponibles que permiten garantizar la supervivencia de la población, incluso en los lugares más inhóspitos. Se puede afirmar así que la Variabilidad Ambiental Urbana está vinculada a los recursos disponibles en la litosfera, hidrosfera y atmósfera, es decir, los recursos vinculados a los espacios naturales a la disponibilidad de agua y a las condiciones del aire, elementos vinculados a su alimentación como grupo sedentario (agricultura y ganadería)

Con estos precedentes, se puede determinar la existencia de un efecto ambiental analizando las respuestas ecofisiológicas en los ámbitos urbanos a través de la medición del agua, la energía y del espacio disponibles.

Densidad viviendas 2001_2011
Tipos de viviendas (principales,secundarias,vacías,otras),plantas,habitaciones, fecha,tenencia,superficie 1970_2011
Tipología edificatoria residencial,industrial,terciario,otros 2008_2021
Antigüedad edificatoria <1950_79_2000< 2008_2021
Clase Suelo UC, UNC,UR,UN,SG
Ocupación Suelo_usos,Variación,tipo residencial y edificatoria,calificación_CORINA_SIOSE 1987_2005_2014_2016

Volumen y densidad padronal 2001_2021
Volumen y densidad censal 2001_2021
Variaciones censales población 1960_2011
Estructura edades_dependencia infancia, juventud,envejecimiento,senectud 2001_2021
Movimiento población 2001_2021
Extranjeros según procedencia 2001_2021
Relación lugar nacimiento_residencia_Autoctonía 2001_2021
Precio vivienda 2010_2022
Transacciones trimestrales_anuales 2004_2022
Precio Alquiler vivienda colectiva 2015_2020
Hogares_Familias tipo, estructura,hijos,vivienda 2 2001_2011
Planeamiento urbanístico
Estructura propiedad público, privado 2006_2016
Catastro_parcelas urbanas, rústicas
Estructura productiva trabajadores/sector, contratos/sector_tipo, establecimientos sector, parados sector 2006_2007_2021
Movilidad Laboral residencia_trabajo, modo transporte_tiempo traslado 2001_2011

Fig 6.2 . <https://atlasau.mitma.gob.es/#bbox=-702455,4389292,6067,4154&c=indicator&view=map4>

2 Genoma urbano

Kevin Lynch señala que *La identificación visual de una puerta esta consustanciada con su significado como puerta No obstante, es posible analizar la puerta en términos de identidad de forma y claridad de posición, considerados como elementos anteriores a su significado. Esta proeza de análisis podría carecer de sentido en el estudio de una puerta, pero no así en el estudio del medio urbano* (5)

El Genoma Urbano está formado por un número indeterminado de caracteres. A lo largo de este documento se han identificado 75 caracteres que tienen relevancia a la hora de describir el funcionamiento de la ciudad tomado como referencia la carta de derechos y otras variables formales. En el apartado anterior se ha reducido el número de caracteres a componentes principales formados por una combinación lineal de variables observadas o de caracteres observados. En este momento es necesario identificar aquellos caracteres que van a formalizar el fenotipo urbano, es decir la forma urbana, así como los alelos alternativos (renta generacional, índice de desarrollo humano, eficiencia ambiental) que sintetizan la mayor información posible con el objeto de controlar la varianza fenotípica. Puede observarse que los caracteres del genoma urbano están vinculados con la transmisión generacional, ya que se trata de analizar la evolución de la especie social que habita la ciudad. Esa evolución es variable o constante en la transmisión generacional.

Siguiendo con la equivalencia, ya se ha señalado que la cadena de elementos del genoma urbano tiene numerosas componentes ya que se

trata de una cadena de variables que se transmiten en el tiempo y que cada valor en un momento t_1 está relacionado con el valor t_0 . Merece la pena recordar que el fenotipo urbano solo depende de la combinación de la variabilidad del genotipo más la variabilidad ambiental, es decir que los aspectos predecibles pueden estar vinculados a la herencia o al valor de la variables en un estado 0, y los efectos impredecibles están provocados por el ambiente (un año seco puede provocar una crisis económica o social) que pueden provocar mutaciones del genotipo y, por tanto modificar el fenotipo urbano.

Sin embargo, el traslado al ámbito urbano presenta una serie de diferencias y dificultades importantes.

En primer lugar, es necesario comprobar la equivalencia de transformación del genoma humano y del genoma urbano y la interpretación del genotipo urbano y fenotipo urbano así como la relación entre ellos. El genotipo es la causa profunda de la forma de la ciudad, o fenotipo, entendiendo por forma la expresión de la estructura (una ciudad degradada es síntoma de su empobrecimiento sistémico).

Para empezar, es necesario señalar el cuerpo, el objeto del análisis de la reproducción del sistema urbano, al igual que el genoma humano se refiere al ser humano como unidad de análisis. Ahora es la unidad censal la que soporta la responsabilidad de la herencia urbana. Esta identificación no es casual ni baladí. Las grandes operaciones de transformación urbana, planificadas y no planificadas, se realizan sobre barrios enteros. Se ha analizado la diferencia de oportunidades laborales de la población debido

a la desigualdad urbana en el acceso a medios de transporte. No obstante, y por razones prácticas de disposición de datos se debe hacer la transferencia espacial del barrio a la unidad censal, sin que este aspecto ponga en crisis la metodología. La unidad censal es portadora de toda la información estructural de la población residente, desde la renta, el nivel educativo, la edad de la población, la infravivienda, entre otras. Además cada una de estas características, presenta un valor clasificable. En el caso de la renta, el conjunto de la población puede pertenecer a alguno de los diferentes deciles

Es necesario aclarar que inicialmente se trabaja con un sistema diploide y excluyente, es decir que la herencia urbana se transmite a través de dos alelos excluyentes si/no por cada característica urbana.

Esto significa que para calcular la herencia generacional de la renta, por ejemplo, se va a partir de las condiciones existentes en el estado G_0 o generación parental y las condiciones previstas que son el resultado del cálculo de la Dinámica Urbana descrita en el capítulo 4 que provocará la herencia en el estado G_1 o filial 1. Alternativamente, se considera que el trabajo de Saaty permitirá desarrollar una línea de trabajo poliploide.

En segundo lugar, se debe identificar las características que configuran la especie del genoma urbano, del genotipo y del fenotipo, que además tienen propiedades hereditarias en la permanente transformación del sistema urbano. El cuadro de la Figura 6.2 refleja las características urbanas contempladas en el Atlas Digital de Áreas Urbana (6) . Para realizar análisis temporales es necesario disponer de datos urbanos temporales, es decir

de diferentes momentos urbanos que recogen sus transformaciones. La disponibilidad de esos datos temporales resulta escasa lo que perjudica la investigación urbana dinámica ya que los resultados del “fenotipo urbano” alcanza a los principios del presente siglo con carácter general. El Atlas General de las Áreas Urbanas facilita los siguientes datos urbanos económicos y espaciales de diferentes anualidades.

Sin embargo no todas estas características pueden considerarse génicas ya que su potencial transformador es reducido o nulo. Además de ser comúnmente aceptado, se ha comprobado en 5.4 Potencial de crecimiento urbano, que las evidencias científicas demuestran el carácter transformador del nivel educativo. El análisis de componentes principales ACP constituye el elemento génico más poderoso para identificar la componente de la estructura urbana. La identificación de la composición de los elementos de ACP permite determinar la probabilidad de que un producto tenga un genotipo urbano particular mediante el cuadro de Punnett.

En tercer lugar, es necesario identificar los alelos de ese genoma urbano, es decir las formas alternativas de las características urbanas que deben ser seleccionadas (la Característica Renta se puede clasificar por niveles que tienen una componente hereditaria generacional como ya se ha mostrado en la Fig. 3.21),

En cuarto lugar, identificar que el alelo Urbano es dominante o recesivo. La disponibilidad de las series temporales de las características urbanas ofrece

información que permite discernir sobre el carácter recesivo o dominante del Alelo Urbano. S

En quinto lugar, identificar el cigoto urbano, es decir la forma de combinación de Alelos en la transformación urbana de la siguiente generación.

A partir de aquí será posible evaluar la frecuencia génica urbana, genotipo y fenotipo urbano, y el potencial de transformación urbana, que es el objeto del presente estudio.

Un ejemplo significativo puede realizarse con el gen urbano de renta de la unidad censal. Este gen urbano presenta 5/10 fenotipos dependiendo de la división en deciles de ingresos de renta de la población residente de la unidad censal.

Se ha señalado que la herencia urbana presenta un sistema diploide de dos alelos excluyentes si/no.

Renta dominante A

Renta recesiva a.

La Renta será dominante o recesiva dependiendo del fenotipo, es decir del decil de renta a la que pertenezca. Así una unidad censal de renta elevada perteneciente al primer decil tiene muchas probabilidades de mantener su posición en la siguiente generación, al igual que una unidad censal de renta baja mantendrá sus posibilidades de mantenerse en el decil de renta en la

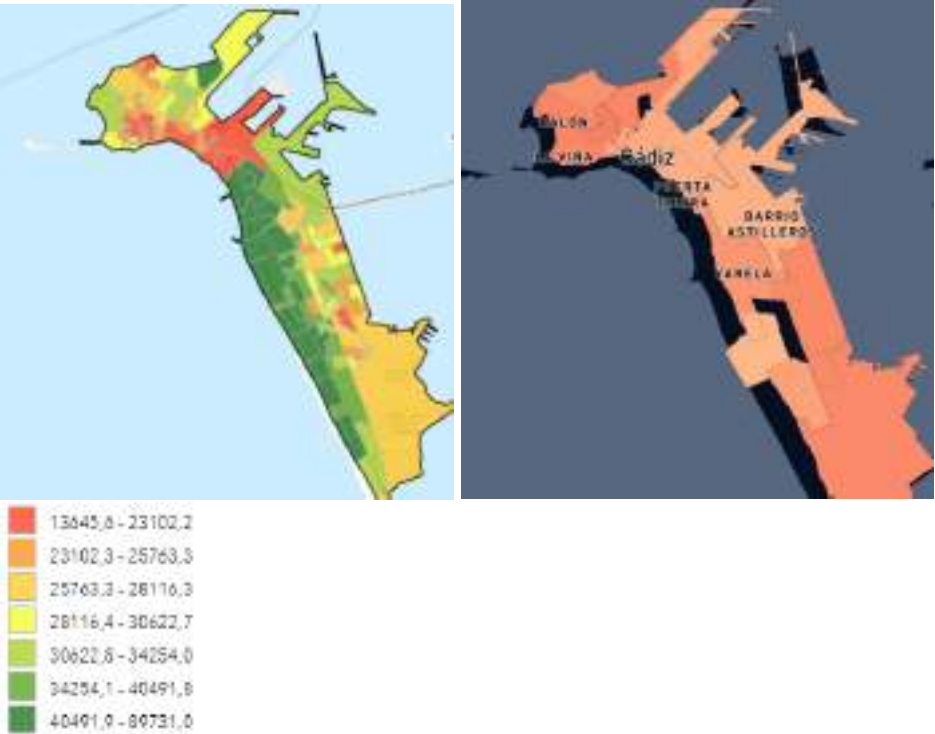


Fig. 6.3 Renta generacional 1 y Renta generacional 2

siguiente generación. Solamente una actuación exógena o una migración, como en el caso de la gentrificación, puede modificar el decil de renta de dicha unidad espacial.

En el cuadro de Punnet la primera fila está formada por los alelos residentes. La primera columna está formada por las actuaciones exógenas. En el caso de residentes, *R* corresponde a rentas procedentes de trabajo, pensiones, inversiones o rentas. Por el contrario *r* corresponde a rentas procedentes de subvenciones y ayudas. En el caso de las actuaciones exógenas *R* corresponde a inyecciones estructurales procedentes de inversiones transformadoras o transformación de la población residente por gentrificación, turistificación o migración. Por su parte, *r* corresponde a inversiones no transformadoras o ausencia de inversión.

	<i>R</i>	<i>r</i>
<i>R</i>	<i>RR</i>	<i>Rr</i>
<i>r</i>	<i>Rr</i>	<i>rr</i>

Identificar los elementos del genoma urbano relacionados con las variables hereditarias a través de las generaciones requiere información ordenada procedente de la experiencia. Sin embargo se puede explorar el potencial informativo y la capacidad transmisora de algunas variables de las que se dispone información o se pueden obtener mediante cálculo. Tomando como referencia la estructura de variables de la Mecánica Urbana en torno

a la Sostenibilidad Social o Cohesión social, la Sostenibilidad ambiental y los Derechos Básicos, se puede expresar la formulación inicial del Genoma Urbano GU

$$GU = BS + BA + BE + \sum Bi \quad (A.5)$$

Siendo las siguientes variables

BS	Balance Social BS (Índice de Desarrollo Humano, que incluye nivel de renta, nivel de educación y esperanza de vida) (7)
BA	Balance Ambiental BA (Eficiencia Ambiental de Comportamiento de la población) (8)
BE	Balance Económico BE (Renta_PIB)
Bi	Conjunto de balances indeterminados que completan el genoma urbano

El análisis temporal de las variables urbanas tiene un principio y dos enfoques. El principio está basado en la consideración de las variables génicas urbanas como elementos que explican el sistema urbano. Los enfoques están relacionados con el objetivo del análisis, que puede ser descriptivo o predictivo.

El método empleado para este análisis es el resultado de la combinación de los apartados 5.3 sobre Análisis Espacial de Componentes principales y 5.6 sobre Dinámica Antes_Después.

f. Análisis Espacial de Componentes Principales

Ya se ha descrito que el conjunto de variables que configuran un sistema puede descomponerse en una combinación lineal de variables no correlacionadas que pueden explicar una parte importante del sistema. Este conjunto de Componentes Principales constituye lo que aquí se denomina el Genoma Urbano.

g. Dinámica Antes _Después.

Identificados los componentes que configuran el genoma urbano, se pueden someter al análisis de correlación de varianzas Antes_Después numérico y a la comprobación de R de Pearson, para obtener valores predictivos. Esta predicción permite evaluar el impacto de las alteraciones del sistema para subsanar problemas o incidencias mediante la inyección de inversiones. Estas inyecciones pueden generarse en el seno del sistema, considerándolas así como endógenas, o bien pueden provenir del exterior, considerándolas entonces como exógenas. Esta inyección es equivalente al proceso de mutación genética. A lo largo de este estudio se ha descrito el flujo de cada una de las variables del sistema y la perturbación que genera sobre las variables del resto del sistema.

Así, el cálculo de las frecuencias alélicas p,q permite estimar las frecuencias genotípicas urbanas esperadas en una situación de equilibrio (p^2 , $2pq$, q^2). Si las frecuencias observadas coinciden con las esperadas, se asume que la población se encuentra en equilibrio urbano del tipo HardyWeinberg. Si hay diferencias entre valores observados y esperados, se comprueba la

significación de las diferencias mediante un test χ^2 formulada en 5.6.a de bondad de ajuste siendo la hipótesis nula la de existencia de equilibrio del tipo Hardy-Weinberg

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} \quad (\text{A.6})$$

Para evaluar el equilibrio del tipo Hardy-Weinberg, el número de grados de libertad es igual al número de clases fenotípicas menos el número de alelos, debido a que, conociendo la frecuencia de un alelo (o la frecuencia de un fenotipo o genotipo) y el total de individuos, se pueden conocer las frecuencias de todos los genotipos, dado que los valores esperados se basan en las frecuencias alélicas observadas. (9)

DISTRIBUCION DE χ^2

Grados de libertad	Probabilidad											
	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001	
1	0,004	0,02	0,06	0,15	0,46	1,07	1,64	2,71	3,84	6,64	10,83	
2	0,10	0,21	0,45	0,71	1,38	2,41	3,22	4,60	5,99	9,71	13,82	
3	0,35	0,58	1,01	1,42	2,37	3,66	4,64	6,25	7,82	11,34	16,27	
4	0,71	1,06	1,66	2,20	3,36	4,61	5,99	7,78	9,49	13,28	18,47	
5	1,14	1,61	2,34	3,00	4,35	5,64	7,29	9,24	11,07	15,09	20,52	
6	1,63	2,20	3,07	3,83	5,35	6,78	8,56	10,64	12,59	16,81	22,46	
7	2,17	2,83	3,82	4,67	6,35	7,88	9,80	12,03	14,07	18,48	24,32	
8	2,73	3,49	4,60	5,53	7,34	8,97	11,03	13,36	15,51	20,09	26,17	
9	3,32	4,17	5,38	6,39	8,34	10,00	12,24	14,68	16,92	21,67	27,88	
10	3,94	4,85	6,18	7,27	9,34	11,15	13,44	15,99	18,31	23,21	29,59	
	No significativo								Significativo			

Mutación

Para calcular la frecuencia en la que se encuentra un alelo A tras un número determinado de generaciones por mutación desde $A \rightarrow a$, se aplica

$$p_t = p_0 (1 - u)^t \quad (\text{A.7})$$

Dónde

p_t frecuencia del alelo A tras t generaciones
 p_0 frecuencia inicial de A en la población
 u tasa de mutación. Si existe una tasa u de mutación directa ($A \rightarrow a$) y una tasa v de mutación inversa ($a \rightarrow A$), las frecuencias de equilibrio de los dos alelos A y a de un locus, se calculan

$$p_e = v / (u + v)$$

$$q_e = u / (u + v)$$

Migración

La proporción de individuos m que pasan de una población (población I) a otra (población II) en cada generación, y $1 - m$ será la proporción de individuos iniciales en la población receptora (población II). Si p es la frecuencia de un alelo determinado en la población I y p_0 es su frecuencia en la población II, tendremos que en la población II la frecuencia del alelo tras un evento de migración, en ausencia de otros factores, será

$$p_1 = (1 - m)p_0 + mP = p_0 - m (p_0 - P) \quad (\text{6.8})$$

Por otro lado para calcular el número de generaciones (t) necesario para un cambio determinado en las frecuencias génicas debido a la migración se aplica la expresión

$$(1 - m)^t = (p_t - p) / (p_0 - p) \quad (6.9)$$

MATRIZ URBANA	ECONOMICAS	SOCIALES	AMBIENTALES	ESPACIALES
ECONOMICAS	α	ε	ζ	η
SOCIALES	θ	β	ι	κ
AMBIENTALES	λ	μ	Υ	ν
ESPACIALES	ξ	$\omicron$	π	δ

Fig. 6.4 Genética Urbana

De aquí se puede despejar la frecuencia de un alelo p_t determinado tras t generaciones.

Selección

La eficacia “de reproducción del sistema urbano” (w) es una medida de la eficacia reproductora de un genotipo. Por conveniencia, $w = 1$ para el genotipo “de mayor eficacia reproductora”, mientras que las eficacias de los demás genotipos vendrán dadas en relación con el primero. Así, una forma de estimar las eficacias “de reproducción del sistema urbano” de cada genotipo es dividiendo el número medio de descendientes de cada uno por el número medio de descendientes producidos por el genotipo con mayor progenie.

El coeficiente de selección (s) se calcula como

$$s = 1 - w \quad (6.10)$$

Tras una generación de selección, en una población urbana “y con apareamiento al azar”, si aplicamos el modelo general de selección natural, las frecuencias genotípicas relativas esperadas serán

Frecuencia del genotipo AA: p^2w_{AA}/W

Frecuencia del genotipo Aa: $2pqwAa/W$

Frecuencia del genotipo aa: $q2waa/W$

Dónde W (eficacia “de reproducción del sistema urbano” media de los tres genotipos)

$$W = p2wAA + 2pqwAa + q2waa \quad (6.11)$$

Se sigue

$$p' = p2wAA + 1/2 \ 2pqwAa$$

$$q' = q2waa + 1/2 \ 2pqwAa$$

Es necesario aclarar que el apareamiento al azar se interpreta como el resultado de la libertad social en la que no existen condicionantes o represiones orientadas por decisiones de poder.

h. Reproducción del Genoma Urbano

Se calcula que el genoma humano está formado por 19.000 genes, aunque todavía no se puede afirmar con certeza.

Identificar los genes responsables de la herencia urbana es una labor que requiere experimentación para confirmar con evidencias empíricas la correcta asignación. A lo largo de la Mecánica Urbana se ha tomado como referencia al ser humano como eje fundamental del Derecho a la Ciudad y se han descrito 75 elementos relevantes que pueden configurar el material

urbano, cuya expresión da forma a la ciudad a través del conjunto de alelos que componen el fenotipo urbano.

La reproducción del sistema urbano tiene al menos dos características relevantes

En primer lugar que los elementos urbanos tienen una condición generalmente dominante. Esta condición se puede observar en la herencia del ámbito edilicio ya que los inmuebles tienen un periodo de amortización económica de 50 años, pero la supervivencia de los edificios alcanza a varios siglos y, en demasiadas ocasiones, sin recibir ninguna conservación, lo que provoca su degradación, pero su permanencia en el mapa urbano, al igual que la malla viaria o el sistema de parques, que forman parte sustantiva de la forma urbana, es decir del fenotipo urbano, vinculado a la estructura urbana, es decir al genotipo urbano.

En segundo lugar, la ciudad está vinculada a la cultura de la población, al comportamiento de los ciudadanos y a su forma de relación entre ellos mismos como sociedad y la forma de relacionarse con su entorno, que resulta transformado por su comportamiento o hábito.

La Matriz Dinámica Urbana de la Fig. 4.2 ahora se transforma en la matriz de la Figura 6.4. que representa la estructura genética urbana

- Genotipo urbano formado por los caracteres de las matrices $\alpha, \beta, \epsilon, \theta$
- Fenotipo urbano formado por la matrices $\delta, \eta, \kappa, \nu, \xi, \sigma, \pi$
- Variable ambiental formada por las matrices $\gamma, \zeta, \iota, \mu$

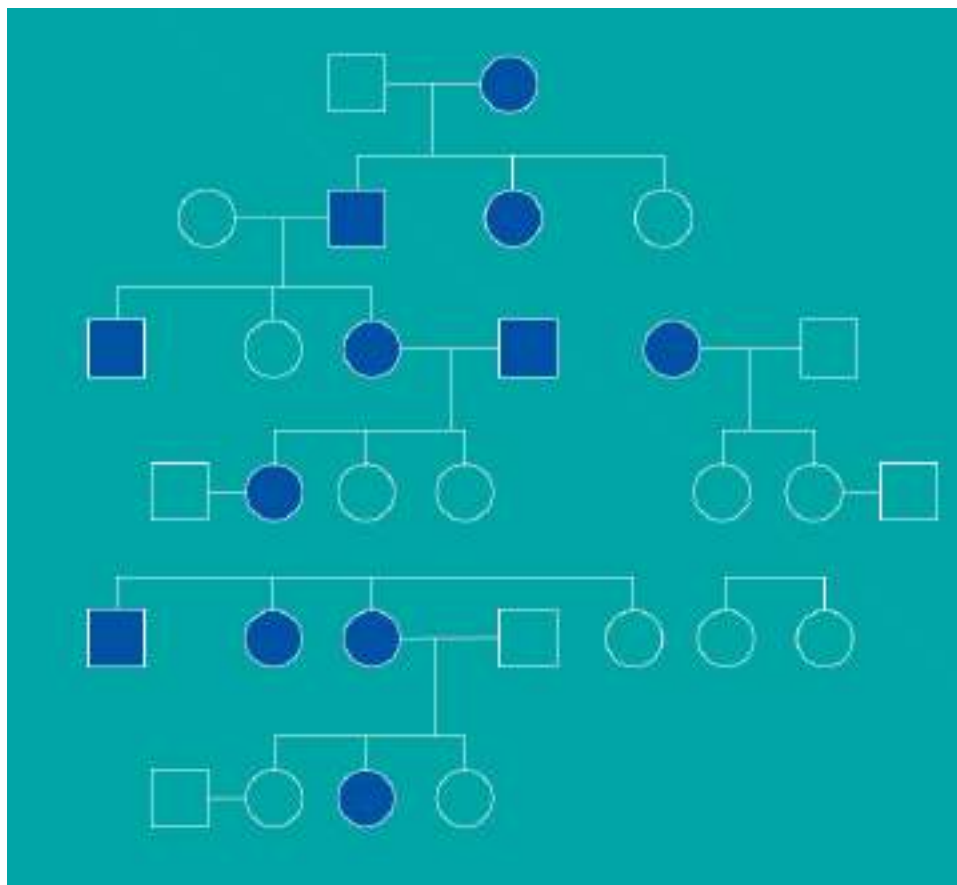


Fig. 6.5

Herencia genética urbana

El Genotipo Urbano (azul oscuro) está formado por la estructura profunda del sistema urbano. La cultura, la identidad, los hábitos, el comportamiento, los derechos que se otorgan los ciudadanos y el grado de su aspiración constituyen los elementos del gen, así como las relaciones y los flujos de su actividad básica orientadas a Habitar. Ya se ha señalado que *Habitar es un concepto centrado en el ser humano basado en la convivencia armónica de la satisfacción de sus necesidades y la disposición de los recursos que las permiten. Habitar se alcanza a través de la actividad orientada al bienestar holístico. Actividad incluye el trabajo como característica que dignifica al ser humano que así alcanza el bienestar armónico con su entorno social y su entorno ambiental.*

El trabajo forma parte sustantiva del ser humano orientado al bienestar armónico con el entorno social y ambiental. El ser humano no es un ser pasivo, es sustancialmente activo y es por lo que el gen urbano incluye esa característica humana en el marco urbano.

El Fenotipo Urbano (azul claro) está formado por la representación de la estructura profunda a través de la forma urbana. Las diferentes unidades censales representan las características genéticas identificadas en el mapa urbano. Las técnicas de representación espacial permiten visualizar el efecto que provoca la vulnerabilidad de los derechos. La distribución del índice Gini en las diferentes unidades censales es una representación de la desigualdad urbana en materia de derechos ciudadanos, o la conectividad de una unidad censal es una evidencia del potencial de acceso al trabajo que alcanza a distinguir hasta su relación con el género.

La Variable Ambiental (azul intermedio) es el resultado del intercambio que se produce entre la naturaleza y la sociedad urbana. Ahora el concepto urbano se extiende más allá del límite construido de forma intensiva para alcanzar a todo el territorio, con independencia de su uso. La Variable Ambiental es abarcadora y provoca cambios y mutaciones sobre la sociedad urbana en la misma medida que es alterada por la misma, como resultado de su ejercicio social. La influencia de la Variable Ambiental provoca modificaciones en la representación directa del genotipo urbano, pero también se ha comprobado que es capaz de modificar el genotipo urbano, a su vez que es susceptible de su propia alteración por el mismo. La generación de CO₂ debido a los hábitos sociales o al estado de la tecnología, provoca modificaciones observables en la variable ambiental que se representan en el fenotipo urbano. Pero la vulneración de los recursos ambientales, básicos para la vida humana, provocan finalmente una modificación del genotipo urbano a través de leyes o de inyecciones exógenas

Transformación generacional

Identificados los tres grupos relacionados con la genética urbana se calculan las frecuencias genotípicas y alélicas según se ha sellado en 5ª y 5B para comprobar la estabilidad del sistema urbano según el modelo de Hardy-Weinberg o la transformación del sistema urbano que se realiza por la comprobación del test χ^2

- (1) https://www.ucm.es/data/cont/docs/345-2013-11-11-Capitulo_IV_GLOSARIO.pdf
- (2) https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442013000100030&script=sci_abstract&tlng=es
- (3) <https://ojs.diffundit.com/index.php/rfa/article/view/966/889>
- (4) <https://cadiztrabajosocial.es/app/webroot/files/cadiz/files/AREAS%20DE%20INTERVENCION%20C3%93N%20Sanitario/Informe%20DESIGUALDADES%20mortalidad%20para%20Diagnostico%20Plan%20Cadiz.pdf>
- (5) La forma de la Ciudad- Kevin Lynch. Pag 19
<https://taller1smcr.files.wordpress.com/2015/06/kevin-lynch-la-imagen-de-la-ciudad.pdf>
- (6) <https://atlasau.mitma.gob.es/#bbox=-702455,4389292,6067,4154&c=indicator&view=map4>
Complementariamente, se dispone de datos de Huella de Carbono (Emisiones totales por sectores (t CO 2-eq)) por municipios que incluye información sobre el consumo eléctrico por sectores y periodo (2005-2019), Consumo Eléctrico Agricultura Ganadería Transportes Aguas Residuales Gases Fluorados Instalaciones Fijas Residuos
<https://ws041.juntadeandalucia.es/pentaho/api/repos/%3Apublic%3AHDCM%3AHdCM.wcdf/generatedContent>
- (7) Nacionalidad y Religión pueden formar parte de genoma urbano también. Houellebecq alude en su novela Sumisión(2015) a los cambios sociales que se producen en Francia debido a la influencia de la religión islámica
- (8) En el balance ambiental es posible incluir las características sintácticas espaciales, como tipología o densidad de las unidades urbanas, ya que son elementos hereditarios de una generación a la siguiente que condicionará sus vidas hasta que se produzca la mutación por demolición. El encargo que recibió Sert para redactar el Plan Piloto 1956 incluyó demoler la Habana Vieja



La transformación de ese espacio simbólico de la ciudad hubiera supuesto una transformación en la vida de la ciudad impredecible en cualquier caso.

- (9) Proporción genotípica y fenotípica
<http://wpd.ugr.es/~rnavajas/wp-content/uploads/2019/06/poblaciones.pdf>
https://www.youtube.com/watch?v=cKSuRg_uf8
- (10)

B

BIBLIOGRAFÍA

- Aprendiendo de las Vegas Venturi, Scott Brown, Izenour Robert, Denis, Steven Gustavo Gili MIT Press 1977
- Ciudades rebeldes Del derecho de la ciudad a la revolución urbana. Harvey, David Akal 2013
- El derecho a la ciudad Lefebvre, Henry Ediciones Península Editions Anthropos 1968
- Ensayo sobre la síntesis de la forma Alexander, Christopher Ediciones infinito Harvard University Press 1966
- Introducción al Pensamiento Complejo Morin, Edgar 1990
- La ciudad no es un árbol Alexander, Christopher Cuadernos Summa_Nueva Visión 9 1968
- La condición postmoderna. Informe sobre el saber . Lyotard, Jean-François Ediciones Cátedra Editions de minuit 1987
- La cuestión urbana Castells Manuel Siglo XXI Editores 1974
- La Era de la Información. Economía Sociedad y Cultura. Vol. I. La Sociedad Red Castells, Manuel 1997
- La Era de la Información. Economía Sociedad y Cultura. Vol. II El poder de la identidad Castells Manuel Siglo XXI Editores 1997
- La estrategia del conflicto Schelling, Thomas editorial tecnos 1960
- La Imagen de la Ciudad Lynch Kevin Gustavo Gili 1960
- La Ley de la Entropía y. el proceso económico Georgescu-Roegen, Nicholas Fundación Argentaria. Colección Economía y Naturaleza Serie «Textos básicos», vol. III Harvard University Press 1996
- La nueva frontera urbana. Ciudad revanchista y gentrificación Smith, Neil Trafi cantes de Sueños. 1996
- La producción del espacio Lefebvre, Henry. Capitan Swing Libros 1974
- La revolución urbana Lefebvre, Henry. Alianza Editorial 1970
- La Sociedad Red Castells Manuel Alianza Editorial 1999
- Las Ciudades Invisibles Calvino, Italo. Einaudi 1972
- Los No lugares. Espacios del anonimato Aug, Marc Editorial Gedisa Edition de Seuil 1992
- Muerta y Vida de las Grandes Ciudades Jacobs, Jane Capitan Swing Libros 1961
- The General Theory of Employment, Interest, and Money Maynard Keynes, John The University of Adelaide Library Electronic Texts Collection.
- The limits to Growth Meadows, Meadows, Randers, Behrens III, Donella H, Denis L.,Jorgen, William Potomac Associates Book 1972
- The New Sciences of Cities Batty, Michael MIT Press 2013
- URBANISMO Y DESIGUALDAD SOCIAL Harvey, David Siglo XXI Editores 1977
- INFORMES
- Cantergiani, Carolina y Gómez Delgado, Montserrat Simulación del crecimiento urbano con AMEBA: Modelo Basado en Agentes para la ocupación residencial Cantergiani, C., & Gómez Delgado, M. (2020). Urban Growth Simulation with AMEBA: Agent-based Model to residential occupation. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, (86). <https://doi.org/10.21138/bage.2910> 2020
- " Carlos Verdaguer Viana-Cárdenas, Isabela Velázquez, Valoria y Alfonso Sanz Alduán " Medidas para la mitigación y la adaptación al cambio climático en el planeamiento urbano. Guía Metodológica Federación Española de Municipios y Provincias
- Esteban Moratilla, Fernando huella hídrica de España Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino 2011
- Glaeser, Edward L., Kallal, Heidi , D.Scheinkman, José A.y Shleife, Andrei Growth in cities Journal of Political Economi 36 1126-1152 1992
- Glaeser, Edward L., Scheinkman, José A.y Shleife, Andrei Economic growth in a cross-section of cities Journal of Monetary Economics 36 (1995) 117-1431995

Goerlich, Francisco J. y otr@s DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN Y ACCESIBILIDAD A LOS SERVICIOS en España Editorial Centro de Estudios Ramón Areces 2021

Gómez Zotano José y Riesco Chueca, Pascual Marco conceptual y metodológico para los paisajes españoles. Aplicación a tres escalas espaciales Consejería de Obras Públicas y Vivienda, Centro de Estudios Paisaje y Territorio, 2010 467 p. : il. fot. col.; 26 cm. D.L. xxxxxx.- ISBN 978-84-7595-244-4 2010

Lanaspa, Luis, Perdigüero, Ana María y San, Fernando LA DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE LAS CIUDADES. EL CASO DE ESPAÑA (1900-1999)

Morán Álvarez, Juan Carlos y ot@s CUANTIFICACIÓN DEL POTENCIAL ECONÓMICO DE LOS MUNICIPIOS ANDALUCES DE 20.000 A 100.000 HABITANTES FAMP. FUNDACIÓN CAJASOL

Morilla, Carmen R., Cardenete, M. Alejandro y Llanes, Gaspar Multiplicadores domésticos "SAMEA" en un modelo multisectorial económico y ambiental de España Economía Agraria y Recursos Naturales. ISSN: 1578-0732. Vol. 9, 1. (2009). pp. 111-135 2009

Agustín La ciudad de los ciudadanos Ministerio de Fomento. Madrid, mayo de 1997. 2a ed. junio de 2000. ISBN: 84-498-0305-5 1997

Alexander, Ernest R., Reed, K. David y Murphy, Peter Density Measures and Their Relation to Urban Form Center for Architecture and Urban Planning Research Books. 37. https://dc.uwm.edu/caupr_mono/37 1988

Alonso Cienfuegos, Óscar Luis LA ECONOMETRÍA ESPACIAL. UN ENFOQUE PARA EL ESTUDIO A NIVEL DE DATOS MICROTERRITORIALES DE LA EFICACIA DE LAS POLÍTICAS DE DESARROLLO RURAL COFINANCIADAS POR LA UNIÓN EUROPEA. EL CASO DE ASTURIAS Tesis doctoral 2015

ARRIBA GONZÁLEZ DE DURANA, ANA Políticas y bienes sociales: procesos de vulnerabilidad y exclusión social

Balbo, Marcello, Jordán, Ricardo y Simioni, Daniela LA CIUDAD INCLUSIVA CUADERNOS DE LA CEPAL 88 2014

Baringo Ezquerro, David La tesis de la producción del espacio en Henri Lefebvre y sus críticos: un enfoque a tomar en consideración Quid 16 N° 3 (119-135) 2013

Batty, Michael Generating Cities from the Bottom-Up: Using Complexity Theory for Effective Design Cluster Editions 2008

Batty, Michael Urban Modeling in N. Thrift and R. Kitchin (Editors) International Encyclopedia of Human Geography, Elsevier, Oxford, UK, pp. 51-58 2009

Batty, Michael Urban Modelling. Algorithms, Calibrations, Predictions CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS 1976

Bautista Thompson, Ernesto Francisco Medición de la predictibilidad de las seres de tiempo Tesis Doctoral. Centro Investigación Computación. Instituto Politécnico Nacional. México

Berghauer Pont, Meta y Haupt, Per The Spacemate: Density and the Typomorphology of the Urban Fabric Researchgate 2015

Borja, Jordi Revolución urbana y derechos ciudadanos: Claves para interpretar las contradicciones de la ciudad actual Tesis Doctoral Universidad Barcelona .CCC 2012

Borja, Jordi. Revolución urbana y derechos ciudadanos

Borrell, Carme , Díez, Èlia, Morrison, Joana y Camprubí, Lluís Las desigualdades en salud a nivel urbano y las medidas efectivas para reducir las Licencia Creative Commons

Cantergiani, C., & Gómez Delgado, M DESARROLLO DE UN MODELO BASADO EN AGENTES PARA SIMULAR EL CRECIMIENTO URBANO: SUBMODELO DE OCUPACIÓN RESIDENCIAL Aplicaciones de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) para el desarrollo económico sostenible XVII Congreso Nacional de Tecnologías de Información Geográfica, Málaga, 29, 30 de junio y 1 de julio 2016 Desarrollo de un modelo basado en agentes para simular el crecimiento urbano: submodelo de ocupación residencial, pp. 40-50 2016

Cantergiani, C., y Gómez Delgado, M Simulación del crecimiento urbano con AMEBA: Modelo Basado en Agentes para la ocupación residencial Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, (86). <https://doi.org/10.21138/bage.2910> 2020

Cardenete Flores ,M. Alejandro, Mainar Causapé , Alfredo José ,Fuentes Saguar, Patricia y Rodríguez Morilla, Carmen Matriz de Contabilidad Social de Andalucía

- para 2008. *Análisis y explotación mediante modelos económicos multisectoriales* Consejería de Innovación, Ciencia y Empleo Junta Andalucía 2014
- Cardenete, Manuel Alejandro *Una Matriz de Contabilidad Social para la economía andaluza: 1990 BIBLID [0213-7525 (1998); 52; 137-153] 1998*
- Cardenete, Manuel Alejandro *Análisis comparativo de sectores clave desde una perspectiva regional a través de matrices de contabilidad social: enfoques alternativos* REVISTA DE MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LA ECONOMÍA Y LA EMPRESA (12). Páginas 39-64. Diciembre de 2011. ISSN: 1886-516X. D.L.: SE-2927-06. URL: <http://www.upo.es/RevMetCuant/art.php?id=52> 2011
- CARÓN, Mercedes y Pablo VICENTE *Análisis de la Tasa Social de Descuento* Formulación y Evaluación de Proyectos Ambientales y de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Salta
- CASTILLO CUERVO-ARANGO, FERNANDO DEL y MARTINEZ GALETE, JOSE MARIA *Sobre la utilización de la matriz inversa de Leontief en economías abiertas* ESTADÍSTICA ESPAÑOLA Núms. 112-113, 1986, págs. 45 a 58 1986
- Castro, J. Marcos. *Indicadores de desarrollo sostenible urbano. Una aplicación para Andalucía*. Instituto de Estadística de Andalucía. I.S.B.N.: 84-96156-54-0. 2004
- Castro, J. Marcos *CUANTIFICACIÓN DEL DESARROLLO SOSTENIBLE URBANO. UNA APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE LOS CONJUNTOS DIFUSOS* Departamento de Economía Aplicada (Estadística y Econometría) Universidad de Málaga 2003
- CERVERA GONZALEZ, ELISABET *ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS MUNICIPALES DE LA PROVINCIA DE VALENCIA MEDIANTE TÉCNICAS NO PARAMÉTRICAS* TRABAJO DE GRADO UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA 2018
- CONSTANZA SALGADO M *DERECHOS SOCIALES, PROTECCIÓN DE LA SALUD E INTERPRETACIÓN CONSTITUCIONAL* Revista de Derecho Universidad Católica del Norte Sección: Estudios Año 22 - Nº 1, 2015 pp. 401-432 2015
- Dávila Linares, Juan Manuel y Ponce Herrero, Gabino *La distribución espacial de la delincuencia en el país valenciano y su relación con algunas variables socioeconómicas* 2004
- DÍAZ MUÑOZ, M^a ÁNGELES y otr@s *PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD PARA LA MOVILIDAD Y EL TRANSPORTE URBANOS. APLICACIÓN MEDIANTE SIG A LA CIUDAD DE ALCALÁ DE HENARES* Cuad. de Geogr. 81-82 031 - 050 València 2007 2007
- Dray, Stéphane; Saïd, Sonia & Débias, François *Spatial ordination of vegetation data using a generalization of Wartenberg's multivariate spatial correlation* Journal of Vegetation Science 19: 45-56, 2008 DOI : 10.3170/8-18312 2008
- Flores, Mónica y J. Mainar, Alfredo *Análisis del impacto medioambiental derivado de las actividades económicas. Aplicación a una economía regional* Economía Agraria y Recursos Naturales. ISSN: 1578-0732. Vol. 10, 2. (2010). pp. 3-23 2010
- Font-Casaseca, Núria *"La cartografía y el estudio de las desigualdades socio-espaciales urbanas"* Tesis Doctoral. CCC. Universitat Barcelona Facultat de Geografia i Història. Departament de Geografia 2018
- Font-Casaseca, Núria *La cartografía y el estudio de las desigualdades socio-espaciales urbanas* Tesis doctoral. LCC 2018
- García-Rubio, Miguel A. y Rosales-López, Virginia *Justicia y Economía: Evaluando la Eficiencia Judicial en Andalucía* InDret REVISTA PARA EL ANÁLISIS DEL DERECHO 2010
- Garrido Soler, Salvador y Munuera Gómez, Pilar *CONTRA LA NEUTRALIDAD. ÉTICA Y ESTÉTICA EN EL MODELO CIRCULAR-NARRATIVO DE MEDIACIÓN DE CONFLICTOS* Revista Telemática de Filosofía del Derecho, nº 17, 2014, pp. 139-166 ISSN 1575-7382 2014
- Glaeser Edward L. and Sacerdote, Bruce *Why is There More Crime in Cities?* MIT. Journal of Political Economy, Vol. 107, No. S6 (December 1999), pp. S225-S258 1999
- Glaeser Edward L. y Shapiro, Jesse *Is There A New Urbanism? The Growth of U.S. Cities in the 1990s* Harvard Institute of Economic Research 2001
- Goodfellow, Ian J., Jean Pouget-Abadie, Mehdi Mirza, Bing Xu, David Warde-Farley, Sherjil Ozair, Aaron Courville, Yoshua Bengio *Generative Adversarial Nets* arXiv:1406.2661v1 [stat.ML] 10 Jun 2014 2014

- Grosso de la Vega, Rafael EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE LA LOGÍSTICA URBANA SOSTENIBLE Tesis doctoral 2012
- GUTIÉRREZ PUEBLA, Javier y GARCÍA PALOMARES, uan Carlos REDES SOCIALES Y ESTADÍSTICA ESPACIAL EN EL ESTUDIO DE LA POBLACIÓN EXTRANJERA Researchgate 2016
- Gutiérrez-Fernandez, Luis Fernando et al Cálculo de la capacidad de carga y capacidad de acogida turística multicriterio para la reserva biológica El Encenillo, Guasca, Cundinamarca, Colombia Revista Investigaciones Turísticas, nº 21, pp. 224-255 ISSN: 2174-5609 2019
- Habermas, Jürgen, McCarthy, Thomas y otros. Habermas y la Modernidad. Ediciones Cátedra 1999
- Heidegger, Martin Construir, habitar, Pensar Fotocopiotea 2014 1951
- Hernández Mota, José Luis Inversión pública y crecimiento económico: Hacia una nueva perspectiva de la función del gobierno Economía: teoría y práctica • Nueva Época, número 33, julio-diciembre 2010 2010
- Krugman, Paul Increasing Returns and Economic Geography MIT. Journal of Political Economy, 1991, vol. 99, no. 3 1991 by The University of Chicago. All rights reserved. 0022-3808/91/9903-0005 1991
- Laura de la Fuente Crespo ANÁLISIS EN COMPONENTES PRINCIPALES
- Leal Maldonado, Jesús FI, URBANISMO Y LAS CIENCIAS SOCIALES CIUDAD Y TERRITORIO / enero-marzo 1986 1986
- LEAVY, S.; SCRINZI, L Sustentabilidad global: Comentarios de dos Modelos de Desarrollo en 1970, 2000 y 2015 Ciencias Agronómicas - Revista XXVII - Año 16 - 2016 / 037 - 046 2016
- Linares, Santiago DIFICULTADES METODOLÓGICAS AL MEDIR LA SEGREGACIÓN: EL PROBLEMA DEL TABLERO DE AJEDREZ Y DE LA UNIDAD ESPACIAL MODIFICABLE Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG). Revista digital del Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica (GESIG). Programa de Estudios Geográficos (PROEG). Universidad Nacional de Luján Luján, Año 4, Número 4, 2012, Sección II: Metodología. pp. 10-22 2012
- López García, Diana IMPACTO ECONÓMICO, DE EMPLEO, SOCIAL Y SOBRE LA SALUD PÚBLICA DEL PLAN NACIONAL INTEGRADO DE ENERGÍA Y CLIMA 2021-2030 2020
- López Hernández, Fernando A., Palacios Sánchez, M. Angeles DISTINTOS MODELOS DE DEPENDENCIA ESPACIAL. ANÁLISIS DE AUTOCORRELACIÓN 2000
- López Romero, Juan Luis Gestión de listas de espera en el SSPA. Análisis de situación y propuestas de mejora 2017
- MARTÍNEZ COLORADO, RUBÉN ESTIMACIÓN DE TABLAS INPUT-OUTPUT PARA LA PREVISIÓN DE IMPACTOS SOBRE LA ECONOMÍA LOCAL Tesina de espacialidad. Ingeniero de Caminos UPC Barcelona 2016
- Mayor Fernández, Matías y López Menéndez Ana Jesús El análisis shift-share espacial: nuevos desarrollos Researchgate 2014
- Merchand Rojas, Marco A. REFLEXIONES EN TORNO A LA NUEVA GEOGRAFÍA ECONÓMICA EN LA PERSPECTIVA DE PAUL KRUGMAN Y LA LOCALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA Breves Contribuciones del I.E.G. - Nº 21 - Reflexiones en torno a la nueva geografía... - pp. 206-223 Año 2009/10 - ISSN 2250-4176 2009
- "Montero, Gregorio, César López-Leiva, Ricardo Ruiz-Peinado, Eduardo López-Senespleda, Raquel Onrubia y María Pasalod" Producción de biomasa y fijación de carbono por los matorrales españoles y por el horizonte orgánico superficial de los suelos forestales Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación Secretaría General Técnica 2020
- Morilla, Carmen R. , Cardenete, M. Alejandro yr Llanes, Gaspa La SAMEA y la Eficiencia económica y ambiental en España Fundación de Centro de Estudios Andaluces 2005
- OCTAVIO DEL CAMPO VILLARES, MANUEL et al EL EFECTO POBLACIÓN EN LA ESTRUCTURA PRESUPUESTARIA LOCAL. UNA REFLEXIÓN Revista de Estudios Económicos y Empresariales Núm. 29, 2017, pp. 15-41 - ISSN: 0212-7237 2017
- Ojeda Zújar, José y otr@s Geografía de la renta de los hogares en España a nivel municipal: nuevos datos y nuevas posibilidades de geovisualización, exploración y análisis espacial en Entornos cloud Geografía de la renta de los hogares en

España a nivel municipal: nuevos datos y nuevas posibilidades de geovisualización, exploración y análisis espacial en entornos cloud. *Investigaciones Geográficas*, (76), 09-30. <https://doi.org/10.14198/INGEO.18993> 2021

Otero, M Estudio de viabilidad para la preparación de proyectos de compensación de de carbono azul en Andalucía, España "UICN, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales. Otero, M (Ed). 180 pgs"

Otero, Piñeiro y otros MANUAL PARA LA CREACIÓN DE PROYECTOS DE CARBONO AZUL EN EUROPA Y EL MEDITERRÁNEO UICN, Centro de Cooperación del Mediterráneo 2021

Parrondo, Juan M.R. Flujos y redes: la ciudad y la ciencia de los sistemas complejos

"Pérez Conde, José Mª

" CUANTIFICACIÓN DEL POTENCIAL ECONÓMICO DE LOS MUNICIPIOS ANDALUCES DE 6.000 A 10.000 HABITANTES FAMP. FUNDACIÓN CAJASOL

Pérez Guerrero, Pedro Luis LAS PROVINCIAS PÚBLICAS DE DESARROLLO LOCAL DESDE UN ENFOQUE INSTITUCIONAL: EL CASO DE LAS ENTIDADES LOCALES DE LA PROVINCIA DE ALICANTE Tesis Doctoral ISBN: 978-84-669-2979-0 UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID Facultad de Ciencias Políticas y Sociología 2005

Pita López, Mª Fernanda y Pedregal Mateos, Belén LA MEDICIÓN DE LA COHESIÓN TERRITORIAL A ESCALA REGIONAL. PROPUESTA METODOLÓGICA Y APLICACIÓN A ANDALUCÍA Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles N.º 68 - 2015, págs. 31-55. I.S.S.N.: 0212-9426 2015

Prieto Medina, Pablo y otr@s IdentifiCación, clasificación y análisis de las formas urbanas en ciudades medias: aplicación a las capitales provinciales de Castilla-La Mancha *Anales de geografía.. Universidad Complutense*. 38(1) 2018: 87-112 2018

Prigogine, Ilya ¿Qué es lo que no sabemos? Conferencia Forum Filosófico UNESCO 1995

Quesada, Fernando El giro espacial. Conquista y fetiche REIA 5 155-170 2016

Rando Burgos, Esther Urbanismo y género: del informe de impacto de género al principio de igualdad de trato como inspirador de la nueva concepción del desarrollo urbano "REALA, número 12, octubre-marzo de 2019 Sección: ARTÍCULOS Recibido: 17-07-2019 Modificado: 15-09-2019 DOI: 10.24965/reala.i12.10702 Páginas: 52-71" 2019

Reynoso, Carlos "Análisis y diseño de la ciudad compleja Perspectivas desde la antropología urbana" ANTROPOCAOS 2010

Reynoso, Carlos ANTROPOLOGIA Y PROGRAMACION LOGICA Una propuesta sistemática

Reynoso, Carlos Epílogo a Antropología y Programación Lógica 2021

Reynoso, Carlos Redes adversarias generativas en tiempos de posverdad: Avances, falacias, promesas y amenazas en torno del cambio climático y el calentamiento global

Rodríguez Morilla, Carmen , Llanes Díaz-Salazar, Gaspar y Cardenete, Manuel Alejandro ESTIMACIÓN ANUAL DE MATRICES DE CONTABILIDAD SOCIAL: APLICACIÓN A LA ECONOMÍA ESPAÑOLA PARA LOS AÑOS 1995 Y 1998 FEDEA 2004

Rodríguez Morilla, Carmen Y Llanes Díaz-Salazar, Gaspar Multiplicadores domésticos SAMEA en un modelo multisectorial económico y ambiental de España 2005

Rodriguez Vaamonde, Sergio Detección y categorización de objetos invariante y multivista en imágenes digitales mediante visión artificial bioinspirada Universidad del Pais Vasco 2016

Rodríguez-Gámez , Liz Ileana y Cabrera-Pereyra, José Antonio Análisis espacial de las dinámicas de crecimiento económico en México (1999-2009) "Economía, Sociedad y Territorio, vol. xvii, núm. 55, 2017, 709-741. DOI: <http://dx.doi.org/10.22136/est2017913>" 2017

ROMERO ALOY, Mª JESÚS UN ANÁLISIS SISTEMÁTICO DE LOS PARÁMETROS URBANÍSTICOS DE LA EDIFICACIÓN ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno [en línea]. 2013, Año 8, núm. 22 Junio P.45-76 2013

Rosa M. Arce Ruiz, Concepción Moreno Alonso MODELO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CIUDAD INTELIGENTE. APLICACIÓN A LAS CIUDADES ESPAÑOLAS Universidad Politécnica de Madrid

Royuela, Vicente y Faggian, Alessandra El crecimiento de las ciudades y de la calidad de vida en la provincia de Barcelona, desde una perspectiva de causalidad mutua revista de estudios regionales nº 85, I.S.S.N.: 0213-7585 (2009), PP. 67-96 2008

Rubén Camilo Lois González (Coord.), Jesús Manuel González Pérez, Luis Alfonso Escudero Gómez LOS ESPACIOS URBANOS. El estudio geográfico de la ciudad y la urbanización Siglo XXI Editores

Rueda Palenzuela, Salvador Libro Verde de Sostenibilidad Urbana y Local en la Era de la Información Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones 2012

Rueda, Salvador Guía Metodológica para facilitar la evaluación de la sostenibilidad en las actuaciones urbanísticas Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Fomento 2012

Saaty, Thomas L. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process

Salado García, María Jesús, Rojas Quezada, Carolina y Carvalho Cantergiani, Carolina de MODELOS TERRITORIALES Y SISTEMAS DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD. VALORACIÓN CRÍTICA DE ALGUNAS EXPERIENCIAS CONCRETAS Serie Geográfica - Profesora María de los Ángeles Díaz Muñoz, In Memoriam Número 14 - 2007 - 2008: 131 - 145 ISSN: 1136 - 5277 2008

Salingaros, Nikos A. Teoría de la Red Urbana 2005

Sánchez Hernández, Andrés LA HUELLA ECOLÓGICA DE ANDALUCÍA una herramienta para medir la sostenibilidad Consejería de Medio Ambiente Junta de Andalucía 2001

SANTANA i GARCIA, Joan Antoni FORMA URBANA Y MERCADO DE TRABAJO. ACCESIBILIDAD AL EMPLEO, SEGREGACIÓN RESIDENCIAL Y PARO Tesis doctoral. UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA FACULTAT DE CIÈNCIES ECONÒMIQUES I EMPRESARIALS DEPARTAMENT D'ECONOMIA APLICADA 2003

Santos y Ganges, Luis LAS NOCIONES DE PAISAJE Y SUS IMPLICACIONES EN LA ORDENACIÓN CIUDADES 7(2002-2003)P.P. 41-68 2003

Silvia Sasser, Jorgelina DESIGUALDAD ESPACIAL, SEGMENTACIÓN EDUCATIVA Y DIFERENCIACIÓN INSTITUCIONAL: APORTES DE REPRESENTACIONES CARTOGRÁFICAS EN UNA LOCALIDAD OBETS. Revista de Ciencias Sociales, 17(1): 153-172. <https://doi.org/10.14198/OBETS2022.17.1.09> 2022

Soto-Cortés, Juan José El crecimiento urbano de las ciudades: enfoques desarrollista, autoritario, neoliberal y sustentable Paradigma económico Año 7 Núm.1 enero-junio 2015 ISSN: 2007-3062 Universidad Autónoma Metropolitana- Unidad Iztapalapa. México. pp. 127-149 2015

Subirats, Joan y Martí-Costa, Marc Ciudades, vulnerabilidades y crisis en España Fundación Pública Andaluza Centro de Estudios Andaluces, Consejería de la Presidencia, Junta de Andalucía 2013

Temes Cordovez, Rafael R. y Moya Fuero, Alfonso QGIS Aplicado al Urbanismo RA-MA Editorial. ISBN: 978-84-1855-128-4

Tévar Sanz, Gonzalo LA CUENCA VISUAL EN EL ANÁLISIS DEL PAISAJE Serie Geográfica, 1996, vol. 6, pp. 99-113 1996

Tomasevski, Katarina Indicadores del derecho a la educación Revista IIDH Vol 40. 341-388

Valladares, F., Gil, P. y Forner, A. (coord) Bases científico-técnicas para la Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones 2017

Varios La Convención Europea del Paisaje. Desarrollos prácticos CUADERNOS GEOGRÁFICOS. Núm. 43 (2008-2) Monográfico Universidad Granada 2008

Velázquez Andrés, José María y Estebanz Berzal, Ana LOS SUMIDEROS DE CARBONO A NIVEL LOCAL RED ESPAÑOLA DE CIUDADES POR EL CLIMA Federación Española de Municipios y Provincias 2011

MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL DE ANDALUCÍA 2010 Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA) Unidad ejecutora: Servicio de Estadísticas Económicas

LA FISCALIDAD AMBIENTAL EN ESPAÑA SITUACIÓN ACTUAL Y TENDENCIAS

Consejo General Economistas. 2019

LA GESTIÓN DE RESIDUOS MUNICIPALES Fundación Conde del Valle de

Salazar E.T.S.I. de Montes(Universidad Politécnica de Madrid) 2015

GUÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE ABSORCIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO

Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO). 2019

CALIDAD DE VIDA

GENÉTICA DE POBLACIONES Departamento de Genética, Universidad de

Granada

Carta Mundial por el Derecho a la Ciudad Revista Paz y conflictos

número 5 año 2012 issn: 1988-7221

El valor de los cuidados no remunerados en Aragón Gobierno de

Aragón 2021

Necesidades sociales en España. Educación Fundación la Caixa

2020

Metodología de la actividad MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL DE

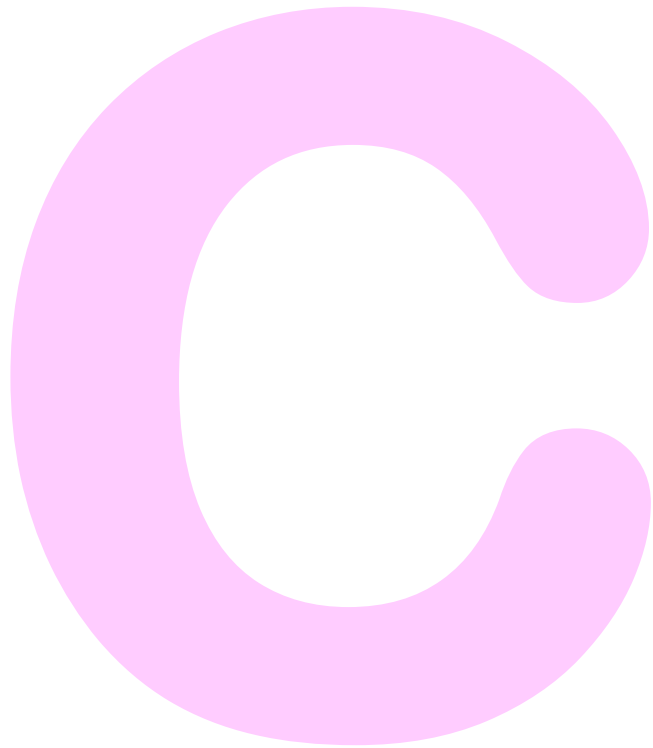
ANDALUCÍA 2016

Estudio de la Movilidad Interprovincial de Viajeros aplicando la Tecnología Big

Data - Proyecto piloto - Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y

Vivienda Subdirección General de Planificación de Infraestructuras y Transporte

2019



CONCEPTOS Y COMPLEMENTOS

C.1 Cohesión social

La cohesión social es un concepto amplio al que está vinculada la inclusión social y al desarrollo de “infraestructuras” que faciliten la comunicación y las relaciones humanas.

Habitat III prevé que las aglomeraciones urbanas multiplicarán su superficie hasta la mitad del siglo. Esta circunstancia, basada entre otros motivos en un desplazamiento de las familias desde el entorno rural hacia el entorno urbano, supondrá un vaciamiento del campo y una densificación urbana. El mencionado informe Habitat III nos alumbrará sobre la planificación de esta *recomarcalización*

“La planificación debe ser una importante herramienta para promover el pleno empleo y la igualdad, sin embargo, con demasiada frecuencia, los planes urbanos descuidan las consideraciones económicas, de educación y de servicios sociales que hacen posible el avance económico... la planificación del desarrollo económico incluye consideraciones: análisis de localización que identifiquen y traten de explotar las economías de aglomeración y redes de conocimiento; la ordenación del territorio que identifique y establezca infraestructura y reservas de tierras aptas para ciertos fines industriales y comerciales; programas para construir la preparación educativa y capacitación de la fuerza de trabajo; y las disposiciones de desarrollo endógeno para apoyar la inversión y fomento de empresas con base local.”

El informe mundial de ciudades 2016 lleva a la conclusión de que lo importante no son los datos en sí sino su capacidad para producir cambios. Pero mientras que los datos abiertos crecen, las sociedades urbanas se cierran más o se fracturan, alcanzando mayores desigualdades como señala Piketty.

Tras la concepción del modelo de la sociología estructuralista aplicada por Bavelas y Friedman sobre los sistemas humanos como corporaciones a mitad del pasado siglo, hoy se puede pensar como Vito Latora en aplicar la física de la complejidad a algunos aspectos de la red urbana que constituye la ciudad. (1)

Interesa tanto el análisis predictivo de datos como el denominado clustering de datos que permitan establecer relaciones entre identificadores.

C.2 Habitar. Derecho al Alojamiento y a la Vivienda

Ya se ha señalado que el uso residencial constituye el uso espacial más amplio de la ciudad.

Vivienda digna, según la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos en su Observación General nº 4 es aquella vivienda donde los ciudadanos o las familias pueden vivir con seguridad, paz y dignidad.

Nada puede resultar más desolador que la inseguridad generada por la incertidumbre de mantener a la familia bajo la protección del hogar, al amparo de las inclemencias meteorológicas, del frío y de la lluvia. Sólo la transformación de esa incertidumbre en la certeza de estar desprotegido o de perder el techo consolador que reúne a los hijos en torno a sus padres, supera la angustia premonitoria.

En los momentos de mayor desamparo, cuando las fuerzas abandonan y la resistencia agota sus últimos recursos, sólo queda la esperanza en la sociedad, una sociedad articulada que ha permitido alcanzar un estado del bienestar forjado durante generaciones, en la que se deposita la confianza del consuelo protector.

A lo largo de estos años los parlamentos autonómicos de Andalucía, Navarra y Canarias han aprobado leyes en materia hipotecaria que han sido recurridas por el gobierno español. La sentencia del Tribunal Constitucional sobre el recurso interpuesto por el presidente de gobierno sobre la nueva

redacción a los arts. 1.3, 25 y 53.1.a) de la Ley 1/2010, de 8 de marzo, reguladora del derecho a la vivienda en Andalucía, y la disposición adicional segunda del Decreto-ley 6/2013, de 9 de abril, de medidas para asegurar el cumplimiento de la Función Social de la Vivienda, declara la prevalencia del derecho a la propiedad sobre el derecho a la vivienda.

El informe de Amnistía Internacional sobre el derecho a la vivienda y los desalojos hipotecarios en España manifiesta que *“En general, el Tribunal Constitucional se ha mostrado reticente a aplicar el derecho internacional de los derechos humanos en los casos relacionados con el derecho a la vivienda.”*

Panorama desolador el que presenta esta Sociedad Imposible, que socava no sólo los derechos sino, peor aún, las esperanzas de los más vulnerables.

El suelo y la vivienda no han podido desprenderse de su valor de cambio. Incluso hoy se deslizan normas reguladoras del derecho a la vivienda, nada sospechosas aparentemente de liberalismo, que caen sin querer en un lenguaje mercantilista. Mercado y competencia forman parte de una estructura indisoluble que bajo la apariencia de su beneficio social se instala entre nosotros hasta constituirse como verdad indiscutible.

Llama la atención que al convertirse la vivienda en un objeto de mercado en España, el sector de la construcción aumentó su influencia en el PIB, perjudicial para la economía.

La paradoja que revela esta situación es que si la Administración invierte en vivienda se produciría la anhelada reestructuración de la economía española de forma implícita, destilándose así la necesaria tasa de población activa que se dedicara al sector de la construcción hasta su nivel razonable y equilibrado (quizás en torno al 10%) por un lado y por otro se expulsaría a la “vivienda necesaria” de la ley del mercado.

La crisis ha aumentado hasta tres los problemas fundamentales relacionados con la vivienda con carácter general no sólo en España. Por un lado la dificultad histórica del acceso a la vivienda y por otro lado la habitabilidad deficiente de la vivienda, que se define normalmente como infravivienda, que se amplían en tercer lugar, con la interrupción de los suministros básicos (agua y electricidad) a la vivienda.

C.3 TOMA DE DECISIONES Y CADENAS DE MARKOV

La toma de decisión se puede tomar mediante procedimientos algorítmicos en su caso, o mediante procedimientos convencionales. El procedimiento algorítmico requiere transparencia y acuerdo generalizado para la elaboración de criterios del algoritmo, teniendo en cuenta que las prioridades de un municipio difieren respecto a otros municipios. La toma de decisión también puede ser evaluada mediante cadenas de Markov, como propone Batty en *The new science of cities*.

La cadena de Markov es un proceso estocástico en el que la probabilidad de ocurrencia de un estado o suceso depende del estado o suceso anterior. Para ello se calculan las probabilidades de ocurrencia debido a las transiciones que sufre el estado o el suceso.

Así, un estado se define por el conjunto de probabilidades de ocurrencia de cada uno de los elementos que configuran dicho estado, (en el sistema urbano se puede evaluar la cantidad de votantes de determinado partido político y la probabilidad del cambio de voto hacia otro partido político, o bien la opinión de la población sobre cualquier problema urbano)

La transición de un estado a otro en un paso se expresa de forma matricial de la siguiente forma

$$P = \begin{pmatrix} p_{01} & p_{00} & \dots & p_{0k} \\ p_{10} & p_{11} & \dots & p_{1k} \\ p_{20} & p_{21} & \dots & p_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{k0} & p_{k1} & \dots & p_{kk} \end{pmatrix}$$

Siendo P la matriz de transición de probabilidad de un estado a otro.

En el caso mantener constante la probabilidad de paso de un estado a otro, el cálculo de dicha probabilidad en un paso (mediante la suma y producto de cada uno de las probabilidades similar al cálculo de la eficiencia de la malla urbana en el capítulo 1) es el resultado de multiplicar la matriz inicial de transición P0 por sí misma. Sucesivamente, el cálculo de probabilidad de estados en los siguientes pasos se calcula multiplicando por la matriz inicial P0 y así, la probabilidad de estado en n pasos se obtienen elevando la P0 al número de pasos requerido

$$p_{ij}(n) = (P^n)_{ij} \quad (A1)$$

Se comprueba que se alcanza un escenario estable después de un número determinado de pasos, siempre que las probabilidades se mantengan constantes de un paso a otro.

Harvey señala que el Derecho a la Ciudad se corresponde con el ejercicio del usufructo de la ciudad por los ciudadanos.

Batty analiza los procesos de participación colectiva en el diseño urbano a través de las cadenas de Markov, en el que cada estado depende solo del estado anterior, hasta llegar a una solución de consenso, que es el escenario estable señalado al comprobar que los resultados son estables al aplicar A1 tras los sucesivos pasos.

Las operaciones y las relaciones entre los elementos pretenden superar el ámbito de análisis utilizado por M Batty cuya aplicación está restringida a la economía urbana, la ciencia del transporte y las redes, dejando de lado disciplinas y marcos teóricos que podrían aportar a un entendimiento más holístico del fenómeno urbano, fundamentalmente la ciencia de la globalización, la ecología industrial y la emergente ecología urbana, en palabras de Luis Inostroza.(2)

C.4 SOFTWARE

El presente estudio contempla la utilización generalizada de software libre para la ayuda al cálculo estadístico y la representación gráfica, que requiere la utilización de un ordenador estándar como servidor (diseño de arquitectura cliente - servidor), la posibilidad de edición multiusuario y un funcionamiento sencillo (dirigido a usuario no experto).

- a. ARQGIS_QGIS: GIS Sistema de Información Geográfica
QGIS es un proyecto oficial de Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) de Código Abierto licenciado bajo GNU. Corre sobre Linux, Unix, Mac OSX, Windows y Android y soporta numerosos formatos y funcionalidades de datos vector, datos raster y bases de datos. Permite visualizar, gestionar, editar y analizar datos y diseñar mapas imprimibles.
- b. NETLOGO: NetLogo es un entorno y lenguaje de programación de desarrollo integrado para el análisis de modelos basados en agentes que permiten modelar procesos sociales. Posee una extensión GIS que permite importar información proveniente de herramientas GIS y trabajar con ella.
- c. EVIEWS paquete estadístico para Microsoft Windows, usado principalmente para análisis econométrico, desarrollado por Quantitative Micro Software
- d. NTSYS_NTEDIT paquete estadístico para encontrar patrones y estructuras en datos multivariados, identificar agrupaciones y representar dendogramas

C5 FORMULARIO E INDICADORES

NUEVA CIENCIA DE CIUDADES Michel Batty

Crecimiento_Tamaño_Forma_Escala_Proceso

POBLACIÓN	$P \approx A^{3/2}$	P	Población	
POSICIÓN	$F(P) \approx P^{-k}$	A	Área	
		k	>1	Ley de Zipf
CONEXIONES	$d = \log P / \log N$	P	Población	
		N	Número de Nodos	
		d	Promedio conexiones	6 conexiones
FLUJOS Y COSTES	$T = K i k_j P_i P_j d_{ij}^{-\theta}$	T	Modelo genérico de Flujo de Tráfico	
		K	Constante	
	$T = \sum O = \sum D$	θ	Parámetro generalmente 2	
	$C = \sum T_i * c_i$	O	Número de orígenes	O=D
		D	Número de destinos	
		C	Coste de transporte	
(pag 103)		ci	Coste unitario transporte	
CLUSTER	$C = \sum C_i / N$	C	Coeficiente clusterización	
		Ci	Número de conexiones	
(pag 151)		N	Número de Nodos	
CONECTIVIDAD	$C(\psi) = \sum g / N(N-1)$	g	Número Enlaces	
		N	Número de Nodos	
		di	Nodo origen	
(pag 173)		dj	Nodo destino	
ALOMETRÍA ESPACIAL Y ESCALA DE RED	$R = N * d$	R	Cantidad de espacio de calle	
	$\rho = N * A$	ρ	Densidad Población	
		N	Número de Nodos	
		A	Área	
		d	Promedio distancia recorrida	$d = A^{1/2}$
	$R = \rho * A^{3/2}$			
(pag 175)	$R = (N * A)^{1/2}$			

Indicadores urbanos España.

01. OCUPACIÓN DEL SUELO

Subámbito	Código	Indicador
Intensidad de uso	OCS.01.01	Densidad de viviendas
	OCS.01.02	Compacidad absoluta

02. ESPACIO PÚBLICO Y HABITABILIDAD

Subámbito	Código	Indicador
Estructura del espacio público	EPH.02.03	Compacidad corregida
	EPH.02.04	Espacio de estancia por habitante
Habitabilidad del espacio público	EPH.02.05	Calidad del aire
	EPH.02.06	Confort acústico
	EPH.02.07	Confort térmico
	EPH.02.08	Accesibilidad del viario
	EPH.02.09	Espacio viario destinado al peatón
	EPH.02.10	Proporción de la calle
	EPH.02.11	Percepción visual del verde urbano

03. MOVILIDAD Y SERVICIOS

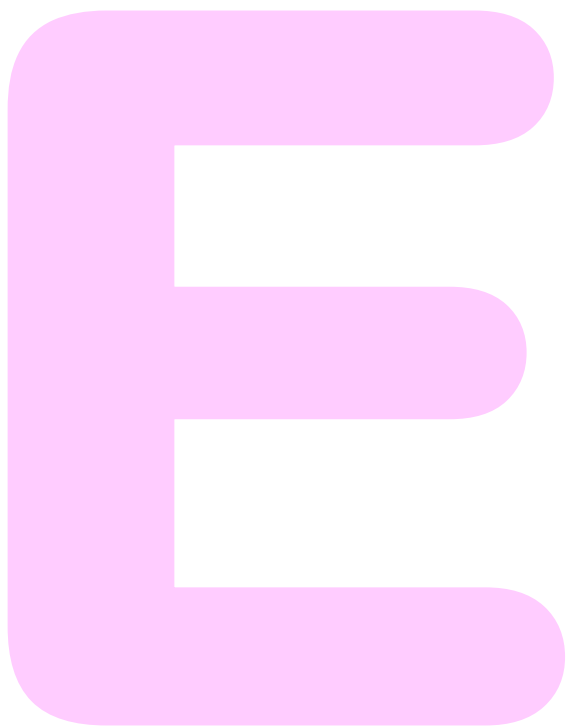
Subámbito	Código	Indicador
Configuración de la red	MVS.03.12	Modo de desplazamiento de la población
	MVS.03.13	Proximidad a redes de transporte alternativo al automóvil
Funcionalidad	MVS.03.14	Espacio viario peatonal
	MVS.03.15	Aparcamiento para bicicletas

VIDA Y MUERTE DE LA CIUDAD. DERECHO A LA CIUDAD A TRAVÉS DE LA ENTROPÍA Y ENTALPÍA URBANA

Servicios infraestructuras	e	MVS.03.16	Aparcamiento para automóviles fuera de calzada	Subámbito	Código	Indicador
		MVS.03.17	Plataformas logísticas de distribución	Energía	MTU.06.27	Demanda energética en el sector residencial
		MVS.03.18	Reserva de espacio para galerías de servicios		MTU.06.28	Demanda energética en el sector terciario y equipamientos
		MVS.03.15	Proximidad a aparcamiento para bicicletas		MTU.06.29	Consumo energético
		MVS.03.17	Dotación de plazas de aparcamiento para vehículos		MTU.06.30	Autosuficiencia energética a partir de energías renovables
Mov. y actividad		MVS.03.19	Autocontención laboral		MTU.06.32	Demanda energética en el espacio público
04. COMPLEJIDAD URBANA				Atmosfera	MTU.06.35	Emisiones de gases de efecto invernadero
Subámbito		Código	Indicador	Agua	MTU.06.31	Demanda de agua potable para usos urbanos
Diversidad usos	de	CJU.04.19	Diversidad urbana		MTU.06.32	Autosuficiencia hídrica en usos urbanos para agua no potable
		CJU.04.20	Equilibrio entre actividad y residencia			
Funcionalidad		CJU.04.21	Continuidad espacial y funcional de la calle	Materiales	MTU.06.33	Uso de materiales preparados para la reutilización, locales y de bajo impacto
		CJU.04.22	Proximidad a actividades comerciales de uso cotidiano		MTU.06.34	Valorización de los residuos de la construcción y demolición
		CJU.04.23	Actividades densas en conocimiento			
05. ESPACIOS VERDES Y BIODIVERSIDAD				Residuos	MTU.06.35	Proximidad a puntos de recogida de residuos
Subámbito		Código	Indicador		MTU.06.36	Proximidad a un punto limpio
Estructura verde urbano	del	EVB.05.22	Índice biótico del suelo		MTU.06.37	Cierre de ciclo de la materia orgánica
		EVB.05.23	Espacio verde por habitante		MTU.06.38	Integración con el modelo de gestión de residuos contiguo
		EVB.05.24	Proximidad simultánea a espacios verdes		MTU.06.38	Generación de residuos
		EVB.05.25	Cubiertas verdes		MTU.06.39	Recogida separada bruta
Conectividad		EVB.05.26	Densidad de arbolado	07. COHESIÓN SOCIAL		
		EVB.05.29	Corredores verdes urbanos	Subámbito	Código	Indicador
06. METABOLISMO URBANO				Mezcla social	CHS.07.43	Índice de envejecimiento de la población

	CHS.07.44	Población extranjera
	CHS.07.45	Índice sintético de desigualdad social
Vivienda	CHS.07.39	Dotación de vivienda protegida
	CHS.07.49	Distribución espacial de la vivienda protegida
Equipamientos	CHS.07.40	Dotación de equipamientos
	CHS.07.41	Proximidad a equipamientos
08. GESTIÓN Y GOBERNANZA		
Subámbito	Código	Indicador
Participación	GOB.08.42	Participación ciudadana en los procesos de transformación urbanística
Gestión	GOB.08.43	Instrumentos de gestión transversal en los procesos de transformación urbanística a través de la administración local
	GOB.08.44	Instrumentos de gestión territorial y temporal en los procesos de transformación urbanística

- (1) <http://www.maths.qmul.ac.uk/~latora/>
- (2) https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0250-71612015000100013&script=sci_arttext Información y entropía en economía. Álvaro Montenegro Revista de Economía Institucional, vol. 13, n 25, segundo semestre/2011, pp. 199-221



EPÍLOGO

EPÍLOGO

Hasta aquí un trabajo que comenzó sobre una base teórica que buscaba encontrar las conexiones entre las componentes del sistema urbano y del comportamiento de las ciudades y los territorios ante los fenómenos, eventos, acontecimientos que se suceden de forma permanente en un ciclo interminable que se remonta a años y a generaciones muy anteriores a las actuales, por motivos que probablemente se escapen a nuestra razón en la actualidad

La Ciudad del Bien Común, más allá de orientar los principios de cooperación que inspiran a la Economía del Bien Común sobre la ciudad, nace con el objeto de establecer una base teórica que enlaza el Derecho a la Ciudad con la Planificación Urbana. Este esfuerzo es un intento por superar la experiencia disciplinar histórica del urbanismo y de la planificación urbanística con consecuencias sobre el conjunto de la ciudadanía, que está basada en decisiones piramidales Top_Down sin contar con el soporte científico multidisciplinar que garantice las consecuencias en todos los aspectos que afectan a la vida. La Ciudad del Bien Común que establece el Derecho a la Ciudad como principio rector que orienta las decisiones urbanas y la vulnerabilidad de los derechos ciudadanos como motores que provocan las acciones encaminadas a la subsanación de las mismas, lo que de forma derivada provoca un “efecto redentor” en el propio sistema urbano.

Tras veinte años de experiencia de práctica urbanística, consideraba necesario aplicar principios y criterios que tuvieran en cuenta el sistema urbano y territorial de forma holística en una disciplina cuya discrecionalidad, enmascarada en muchas ocasiones por relatos ad hoc,

está limitada por determinaciones urbanísticas de aplicación generalizada que deja al urbanismo en un estado que no responde a las necesidades de un escenario en el que la incertidumbre conquista paulatinamente la realidad.

Es por lo que las herramientas del urbanismo tradicional derivan en obsoletas ya que no responden a los cambios que se produce en una sociedad cada vez más dinámica.

En este escenario de incertidumbre la tecnología entra en juego en aquellos campos dinámicos, básicos para el desarrollo de la sociedad y para el bienestar de la humanidad. Esta tecnología es la que también puede permitir actualizar los mecanismos y las herramientas de decisión urbanística, con la condición de orientarse a la subsanación de la vulnerabilidad de los derechos ciudadanos, del Derecho a la Ciudad. Este ha sido el objetivo de la Entropía y Entalpía Urbana, de la Mecánica Urbana al servicio del Derecho a la Ciudad que se desarrolla a lo largo de este texto. Sin embargo. Como se decía en el prólogo, no se trata más que del principio de un trabajo que requiere la experimentación y el desarrollo de la investigación multidisciplinar y del trabajo colectivo que permita corregir y mejorar los criterios que aquí se describen, incluyendo el desarrollo de software que facilite la evaluación de cada uno de los vectores urbanos. Resultados que deben ayudar a adoptar las decisiones políticas con la información holística, urbanística y territorial del sistema urbano en el que existe vulnerabilidad del Derecho a la Ciudad.

Cádiz, a julio de 2023

