

## 6. VISIÓN SISTÉMICA DEL CLIMA Y DEL CONFORT TÉRMICO

J.P. de Nicolás Sevillano, E. Nieto Rocha

### RESUMEN

Para el diseño de proyectos bioclimáticos medianamente complejos basta utilizar la “información climática ambientalista” y aplicar criterios de “diseño bioclimático estandarizados” derivados de los diagramas de Olgyay y Givoni, lo que permite reducir la dependencia de sistemas de refrigeración y de calefacción para garantizar el confort térmico de los edificios, reduciendo los problemas ambientales y económicos derivados de la crisis ambiental y energética.

Sin embargo, para el diseño de proyectos más complejos (fruto del tamaño del proyecto, del ambiente urbano denso y del cambio climático global) se necesita, por un lado, completar la información “climática ambientalista” con una “información climática sistémica” y, por otro, ampliar los criterios de “diseño bioclimático estandarizado” con criterios de “diseño bioclimático flexibles” derivados de aplicar una metodología más abierta. Esta metodología ha de permitir, por un lado, optimizar el diseño de los proyectos en función de algunos pocos factores significativos (habida cuenta de las limitaciones de la mente humana) y generar varias soluciones, entre las cuales se selecciona la que produzca menor impacto ambiental, social y económico y, por otro, mejorar la selección de los parámetros significativos y de los criterios de diseño.

En el presente capítulo se exponen las características de la visión sistémica sobre el clima que se deben tener en cuenta para abordar proyectos bioclimáticos complejos, además de los criterios metodológicos para lograr que la visión sistémica sea operativa y adaptativa; información que se desarrolla con más detalle en los capítulos siguientes.

### RELACIÓN ENTRE COMPLEJIDAD DE LOS PROBLEMAS Y COMPRENSIÓN DE LAS SOLUCIONES

A lo largo de la historia humana se han venido incorporando adaptaciones culturales más o menos comprensivas que han contribuido a garantizar la subsistencia humana. Tales adaptaciones se caracterizan por integrar una visión sobre la realidad y una metodología acorde con la visión asumida que varían según la complejidad de los problemas.

En relación con la edificación, las primeras adaptaciones corresponden a “adaptaciones populares” (arquitectura popular) desarrollados por prueba y error a lo largo de los siglos, manifestando una clara adecuación o adaptación a las condiciones del clima. A ellos se unirían “adaptaciones cultas” relacionada con el levantamiento de edificios singulares por las élites que ostentaban el poder como las pirámides de Egipto, en los que se prestaba especial más atención a cuestiones relacionadas con la representación que a optimizar la eficiencia energética.

Posteriormente, durante la Antigüedad griega y romana se desarrollaron soluciones culturales formalizadas caracterizadas por partir de una visión fijista y naturalista de la realidad, según la cual la realidad se considera resultado de la suma de elementos estables que actúan de forma predefinida y que se pueden conocer de forma cierta combinando la metodología deductiva y la inductiva, cuya plasmación más conocida se encuentra en la obra “Los Siete libros de la Arquitectura” del arquitecto romano Vitruvio, en la que se considera la interacción entre clima y arquitectura.

Posteriormente, debido al aumento de la población durante el Renacimiento y el consiguiente conocimiento de la complejidad

de los problemas, adquiere valor adaptativo una visión sobre la realidad según la cual su dinámica estaba regida por leyes deterministas que se podían conocer de forma cierta a través de la experimentación y la inducción científica, lo que propició el desarrollo tecnológico mecánico y la utilización de energía fósil como el carbón y el petróleo. Esto posibilitó la revolución industrial de los siglos XVIII y XIX, durante la que el uso de máquinas propulsadas con energía fósil posibilitó la producción en serie de productos y servicios. Si bien esta visión resultó adaptativa a corto y a medio plazo, a largo plazo supuso el agotamiento de diversos recursos, el aumento de la contaminación ambiental, la reducción de la biodiversidad, la alteración de los mecanismos reguladores de la Noosfera y la generación de desajustes entre las características adaptativas (morfológicas, bioquímicas, etológicas y culturales) de los organismos y las condiciones del medio.

Como alternativa para superar esta situación, se vino a reconocer la necesidad de incorporar el desarrollo junto a los objetivos económicos y ambientales, y tomar al respecto una visión multidisciplinar de la realidad ambiental (climática, ecológica, social y cultural) y una metodología multidimensional reduccionista que ha permitido resolver problemas ambientales medianamente complejos, pero no los más complejos.

Además, más recientemente, al acumularse problemas ambientales globales muy complejos como el cambio climático, se ha venido a reconocer la necesidad de disponer de soluciones culturales más comprensivas para dar respuesta a estos problemas muy complejos representados por un nuevo paradigma que integra una visión sistémica sobre la realidad y una metodología científica integrada. La visión sistémica considera que la realidad

está integrada por elementos naturales y culturales que interactúan a varias escalas formando estructuras a varios niveles entre los cuales subsisten los que se encuentran en equilibrio con las condiciones del medio, lo cual implica que de esta dinámica depende la subsistencia de diferentes especies así como la subsistencia, el desarrollo económico y cultural y la calidad de vida de la población humana.

Los problemas se plantean cuando, fruto de la dinámica sucesional de la Noosfera, se producen cambios que dependen de factores extrínsecos (como la intensidad de la actividad solar) e intrínsecos al sistema (como el aumento de la población) que dan origen a que se produzcan desajustes en algunos elementos de la Noosfera que hacen peligrar su subsistencia, so pena de que la evolución biológica o la evolución cultural permita restablecer el equilibrio inicial o generar nuevos equilibrios. A este respecto, la evolución biológica permite restablecer el equilibrio en el caso de que los cambios ambientales sean lentos. Pero si los cambios ambientales son más rápidos, se necesita recurrir a la evolución cultural capaz de generar más rápidamente adaptaciones culturales, entre las cuales se incluyen visiones más comprensivas sobre el clima, sobre los sistemas de construcción de edificios y sobre la interacción entre ambas.

En el caso de proyectos constructivos medianamente complejos, el diseño de edificios se puede adecuar completándolo mediante la arquitectura popular, los criterios de Vitruvio y la arquitectura de acondicionamiento mecánico de los edificios, incorporando una "información bioclimática ambientalista" y "criterios de diseño bioclimático estandarizados" relativamente simples, deducidos a partir de la información que proporcionaba los diagramas de Olgay y de Givoni. Sin embargo, en el caso de problemas globales "muy complejos" se precisa aplicar una información climática más comprensiva representada por la "visión sistémica sobre el clima" y con una "metodología científica e integrada" que, en conjunto, configuran el "paradigma sistémico" que posibilita la resolución de los problemas globales muy complejos.

## CARACTERÍSTICAS DEL PARADIGMA SISTÉMICO

### Visión sistemática de la realidad

El paradigma sistémico integra una visión sistémica sobre la realidad y una metodología integrada.

La visión sistémica sobre la realidad se caracteriza por asumir que la realidad consta de entidades diferenciadas a varios niveles, que interactúan entre sí a varias escalas y cuyos elementos subsisten gracias a un continuo proceso de ajuste evolutivo a los cambios del medio. A este respecto, los cambios del medio son fruto de la interacción entre los factores externos y los factores ligados a la dinámica interna de la Noosfera: el ajuste de los diferentes componentes a las condiciones del medio es fruto de la evolución biológica generadora de biodiversidad a escala geológica y de la evolución cultural generadora de la diversidad cultural a escala histórica.

La visión sistémica ofrece una visión de realidades que se pueden ilustrar en relación con la Tierra, cuya concepción ha variado a lo largo de la historia en función de la perspectiva asumida sobre la realidad. Así, durante la Antigüedad y la Edad Media se utilizaba el término Cosmos para referirse a la Tierra, asumiendo al respecto una visión fijista que consideraba que su dinámica responde a un orden eterno inmutable. Más tarde, con el desarrollo de la ciencia analítica, se vino a asumir una visión dinámica y determinista sobre el Planeta según la cual "el todo era igual a la suma de las partes". Por otro lado, a lo largo del siglo XX se abrió paso una visión sistémica de la Tierra asociada al desarrollo de la ciencia ecológica generalizándose el uso del término Biosfera para referirse a ella sin incorporar los elementos culturales, lo que llevaría a definir el concepto de Noosfera que ofrece una visión sistémica como la Biosfera, pero que incorpora también los elementos culturales, así como la interacción entre los elementos naturales y culturales.

La visión que subyace al concepto de Noosfera exige considerar información a varias escalas y tener en cuenta que el Planeta ha dejado de ser un área poco poblada e inexplorada, cuya dinámica está controlada fundamentalmente por los ciclos naturales y en la cual el hombre tiene una baja incidencia, sino

que se precisa asumir que vivimos en un planeta densamente poblado, en el cual la incidencia de la población humana exige un fuerte impacto que hace que podamos calificar a la Noosfera de "pequeña y frágil", requiriéndose para garantizar la subsistencia humana, desarrollar adaptaciones culturales sucesivamente más comprensivas fruto de la evolución cultural asociadas a los procesos de I+D+i que permiten abordar problemas sucesivamente más complejos como desarrollar tecnologías adaptativas que permitan utilizar tasas menores de energías fósiles. Para esto no basta limitarse a realizar ajustes técnicos, sino que se precisa asumir una visión sistémica y una metodología integrada acorde con la visión sistémica que, en conjunto, definen un "paradigma sistémico" según la terminología de Kuhn.

### Metodología integrada

Tal como se especifica en el apartado anterior, para completar el paradigma sistémico se necesita incorporar a la visión multidisciplinar sistémica (más comprensiva que la visión ambientalista) una metodología integrada (más comprensiva que la metodología científica multidisciplinar reduccionista de las ciencias ambientales) que resulte adaptativa en el caso de problemas muy complejos, los cuales dependen de múltiples factores significativos que pueden variar mucho cuando se alteran los mecanismos de regulación, a diferencia de otros problemas ambientales medianamente complejos que dependen de pocas variables lineales y cuyo efecto es aditivo.

Los cambios epistemológicos aludidos se han venido modelando en círculos intelectuales a lo largo del siglo XX ante las dudas que fueron surgiendo sobre la capacidad de la inducción científica para proporcionar un conocimiento cierto, y sobre si el progreso del conocimiento era continuo o discontinuo, lo que permitió acumular evidencias de la necesidad de un nuevo paradigma. Esto tuvo escasa trascendencia en el ámbito socioeconómico cotidiano, que continuó aplicando el mismo paradigma con ligeros ajustes, debido a la dificultad para modificar principios que se consideraban ciertos y que proporcionaban importantes logros tecnológicos y económicos a corto y medio plazo. Sin embargo, en el siglo XXI se ha visto que el nuevo paradigma sis-

témico resulta clave para abordar problemas globales muy complejos.

Entre los cambios aludidos, durante la primera década del siglo XX se vino a tomar conciencia de las limitaciones de la inducción científica, formulando Popper una visión falsacionista de la ciencia, según la cual ésta no proporcionaba un conocimiento cierto, pero sí un conocimiento conjetural real que progresaba continuamente. Esta visión sería revisada por su discípulo Lakatos, quien calificaba a la visión del maestro de "falsacionismo ingenuo" ofreciendo como alternativa una visión sobre la ciencia que giraba en torno a "programas de trabajo" en los que diferenciaba un "medio duro de principios", que permanecían fijos, y una "periferia de principios", que eran modificables.

Por otro lado, Kuhn, un historiador de la ciencia, vino a exponer que la historia de la ciencia evidenciaba que el progreso científico no era continuo, sino que combinaba cambios continuos con cambios revolucionarios a los que se calificaba de "cambios de paradigma" que implicaban sustituir los principios asumidos como ciertos por otro sistema de principios que no eran demostrables (mensurables) en función de los principios asumidos previamente. Esto implicaba renunciar a la fe en la racionalidad absoluta del conocimiento, planteamiento que resultaba difícil de aceptar a varios autores y que llevaría a varios de ellos, como Laudan, a formular como alternativas una visión evolutiva sobre el conocimiento que permita ciertas analogías con la evolución biológica puntuacionista, que ofrece una visión de la ciencia menos determinista, más abierta que la ciencia experimental analítica, y que resulta coherente con la visión multidisciplinar sistémica sobre la realidad y posibilita analizar, interpretar y gestionar problemas ambientales complejos.

### Cómo simplificar la visión sistémica para que resulte adaptativa

La visión sistémica resulta comprensiva gracias a integrar diferentes aspectos de la realidad, pero debido a ello resulta difícil de articular una metodología integrada, por lo que para que el paradigma sistémico resulte adaptativo se precisa simplificar la metodología integrada sin perder el carácter sistémico de manera que pueda ser aplicada pese a la reducida capacidad

humana. Esto exige que no sólo la visión sea comprensiva, sino que la metodología integrada sea operativa, lo cual requiere que sea relativamente simple, rentable (que los beneficios no superen a los costes) y competitiva en relación con otras soluciones operativas y rentables (figura 6.1).

Para simplificar la visión sistémica y que resulte operativa a la hora de resolver en la práctica problemas muy complejos, se precisa: 1. aplicar una metodología con diferentes fases representadas esquemáticamente en la figura 6.2 en la que se combinan criterios psicológicos relacionados con la proximidad de

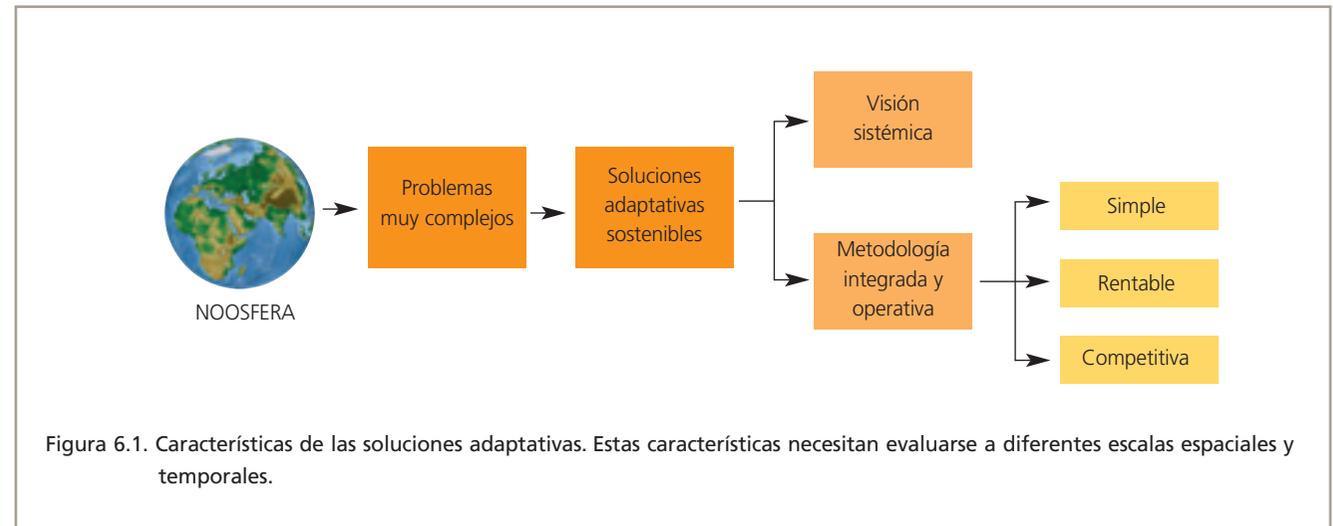


Figura 6.1. Características de las soluciones adaptativas. Estas características necesitan evaluarse a diferentes escalas espaciales y temporales.

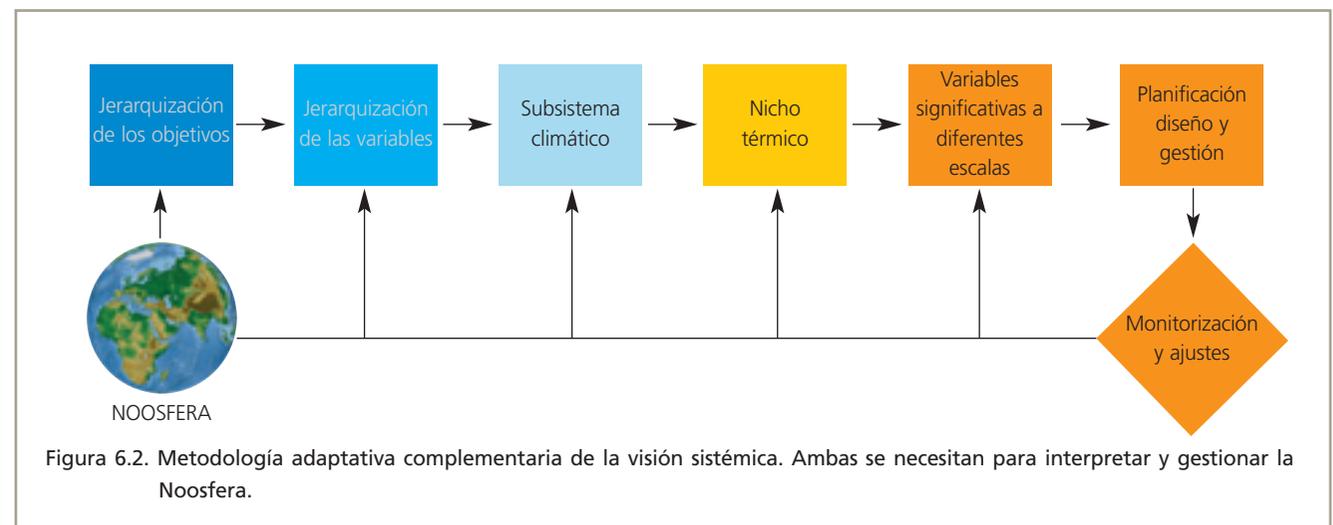


Figura 6.2. Metodología adaptativa complementaria de la visión sistémica. Ambas se necesitan para interpretar y gestionar la Noosfera.

cada variable a la percepción humana, 2. jerarquizar los problemas y los objetivos en función de su proximidad con la subsistencia y la calidad de vida humana, 3. reducir los parámetros que configuran el hiperespacio asociado a la visión multidimensional de la Noosfera definiendo subhiperespacios ligados a objetivos concretos relacionados con la subsistencia, 4. diferenciar dentro de cada subhiperespacio nichos ligados a objetivos más concretos como el confort térmico y 5. simplificar la descripción de los nichos diferenciando subnichos, subnichos sectoriales y seleccionando en cada caso las variables más significativas a diferentes escalas para reducir la información a considerar en la planificación, la gestión y el diseño de soluciones adaptativas.

Las diferentes fases metodológicas se concentran en lo siguiente:

- **Jerarquización de los problemas y de los objetivos en función de su relación con la subsistencia y la calidad de vida.** En primer lugar estos objetivos se consideran a corto plazo y en el ámbito local; después, a medio plazo y en el ámbito regional, y finalmente a largo plazo y en el ámbito global.
- **Jerarquizar las variables en función de su proximidad de la percepción.** La solución de los problemas presentan un componente psicológico relacionado con la percepción de la información, diferenciándose las “variables generales”, que se perciben directamente a través de los sentidos o utilizando instrumentos de medida sin excesivo grado de abstracción, las “variables aplicadas”, que se definen en función de las variables generales, y las “variables básicas” que asumen un elevado grado de abstracción y que se asocian a un determinado paradigma.
- **Seleccionar la estrategia a seguir en función de la disponibilidad y de los efectos secundarios de “factores clave” como la energía.** La variación del medio afecta a múltiples factores significativos sobre los cuales existen “factores clave” caracterizados por condicionar a otros factores, por lo que resultan especialmente determinantes a la hora de seleccionar la estrategia de actuación adaptativa. A este respecto, la energía representa un factor clave para garantizar

la subsistencia, si bien habría que precisar el tipo de energía utilizada, su abundancia, la intensidad de su uso y sus efectos secundarios. Todo esto condiciona la selección de una estrategia de actuación general que permita optimizar el balance entre los efectos positivos o negativos asociados a las actuaciones concretas.

- **Delimitar subhiperespacios ligados a tipos de problemas y objetivos relacionados con la subsistencia.** Para simplificar el uso de la información sistémica es conveniente simplificar el hiperespacio de la Noosfera diferenciando subhiperespacios definidos en función de variables significativas relacionadas con ciertos tipos de problema, como un hiperespacio climático para adecuar los proyectos constructivos a las condiciones del medio para aprovechar las condiciones del clima garantizando el confort térmico con eficiencia energética y reduciendo el consumo de energía fósil.
- **Definir los nichos asociados a especies y a objetivos concretos.** Dentro del hiperespacio climático es posible definir nichos asociados a objetivos más concretos, como el confort térmico en la edificación, que permita simplificar lo necesario para reducir la contaminación y otros efectos negativos asociados al consumo del petróleo a base de determinar para el conjunto de condiciones climáticas los intervalos en los que se garantiza la subsistencia y la calidad de vida. Esto implicaría delimitar las condiciones culturales en las que es posible mantener la temperatura interna dentro del intervalo de subsistencia pese a la variación del clima gracias a la intervención de adaptaciones biológicas, psicológicas y culturales como la vestimenta y la edificación.
- **Adecuar la comprensión de la visión sobre la realidad y de la metodología aplicada al nivel de complejidad de los problemas.** En el caso de los problemas simples, que dependen de pocas variables, de carácter local y que actúan inmediatamente, basta con aplicar visiones y metodologías poco comprensivas, mientras que en el caso de problemas complejos, que dependen de múltiples variables que actúan a diferentes escalas, es preciso asumir visiones y metodologías más comprensivas.

- **Seleccionar las variables más significativas a diferentes escalas.** Para simplificar la información relativa del nicho climático o confort térmico se recurre a seleccionar las variables y los factores más significativos que lo diferencian a diferentes escalas generales (macro, meso y micro), aunque lo mejor sería adecuar estas escalas a las condiciones específicas de cada región.
- **Monitorizar los resultados para mejorar el diseño y la selección de la información significativa.** Pese a las sucesivas simplificaciones a la hora de definir el diseño de cada proyecto, resulta imposible optimizar el resultado para todos los factores significativos, debiendo limitarse a considerar en el diseño un conjunto reducido de parámetros significativos, si bien para abrir la posibilidad de tener en cuenta otros factores se recurre a generar varios diseños bioclimáticos entre los cuales se selecciona el que genera menos efectos ambientales negativos. Además, esta información permite redefinir los criterios de selección de los parámetros climáticos significativos y los criterios de diseño bioclimático.

## CÓMO JERARQUIZAR LOS PROBLEMAS, LAS VARIABLES Y LA ESTRATEGIA A SEGUIR

### Jerarquizar los problemas en torno a la subsistencia

El principal objetivo es garantizar la subsistencia y la calidad de vida humana primero a corto plazo y después a medio y largo plazo, jerarquizándose a estos los demás objetivos pudiendo, para simplificar la situación, jerarquizar los objetivos desde los más próximos y directamente relacionados con la subsistencia y la calidad de vida a los más distantes.

En primer lugar, se debe considerar los problemas relacionados directamente con la subsistencia a corto plazo, seguidos por los problemas que afectan a la subsistencia a medio plazo, y finalmente problemas relacionados indirectamente con la subsistencia y la calidad de vida a largo plazo.

Más en concreto, los objetivos se pueden jerarquizar, en función de la escala espacial, en objetivos locales, regionales y glo-

bales. De forma equivalente, en función de la escala temporal, se diferencian problemas y objetivos inmediatos a corto, objetivos a medio plazo y objetivos a largo plazo, cabiendo diferenciar entre ellos una multitud de situaciones intermedias.

### Jerarquización de las variables en función de su proximidad a la percepción y a las motivaciones humanas

Para simplificar la descripción de la Noosfera, además de jerarquizar las variables hay que tener en cuenta la proximidad de las variables a la percepción y a la motivación humana (fenosistema), diferenciándose en función de ello tres categorías de información: la información básica, la información general y la información aplicada (figura 6.3).

En relación con las clases aludidas subyacen, en cierta medida, componentes psicológicos, ya que influyen significativamente a la hora de establecer los tres tipos de categorías diferenciadas.

La "información climática general" se refiere a una serie de características o elementos del clima percibidas directamente por los sentidos o que se pueden medir mediante instrumentos meteorológicos simples, como la temperatura, la precipitación, la humedad etc. Esta información, que describe la variación local del clima a corto plazo, se relaciona con información relacionada con el confort térmico, la distribución de los organismos, las actividades agrarias, la tipificación de los biomas y la interpretación del paisaje (fenosistema), para lo cual se recurre a clasificar el clima y a elaborar índices de tipo práctico. Por otro lado, la información general se utiliza para interpretar en función de los factores que configuran la información básica.

La "información climática aplicada" se refiere a información climática directamente relacionada con diferentes objetivos aplicados relacionados con la subsistencia y la calidad de vida como el confort térmico, la producción agrícola, etc. Para su elaboración se parte de la información general, se definen índices (evapotranspiración, confort, aridez), se crean climodiagramas (como los de Walter, Olgay y Givoni) y se definen clasificaciones climáticas como la de Köppen.

La "información climática básica" está integrada por parámetros relativamente abstractos que no son percibidos directa-

mente, sino que son resultado de interpretaciones abstractas distantes de la percepción sensible (criptosistema), pero que resultan adaptativos a diferentes escalas como la constante solar, los flujos de radiación, y los balances de energía y de calor a diferentes escalas que permiten explicar el desigual calentamiento de la superficie terrestre, la formación y la distribución espacial y temporal de los centros de acción (anticiclones y borrascas) y, concretamente, dar razón de las características generales del clima.

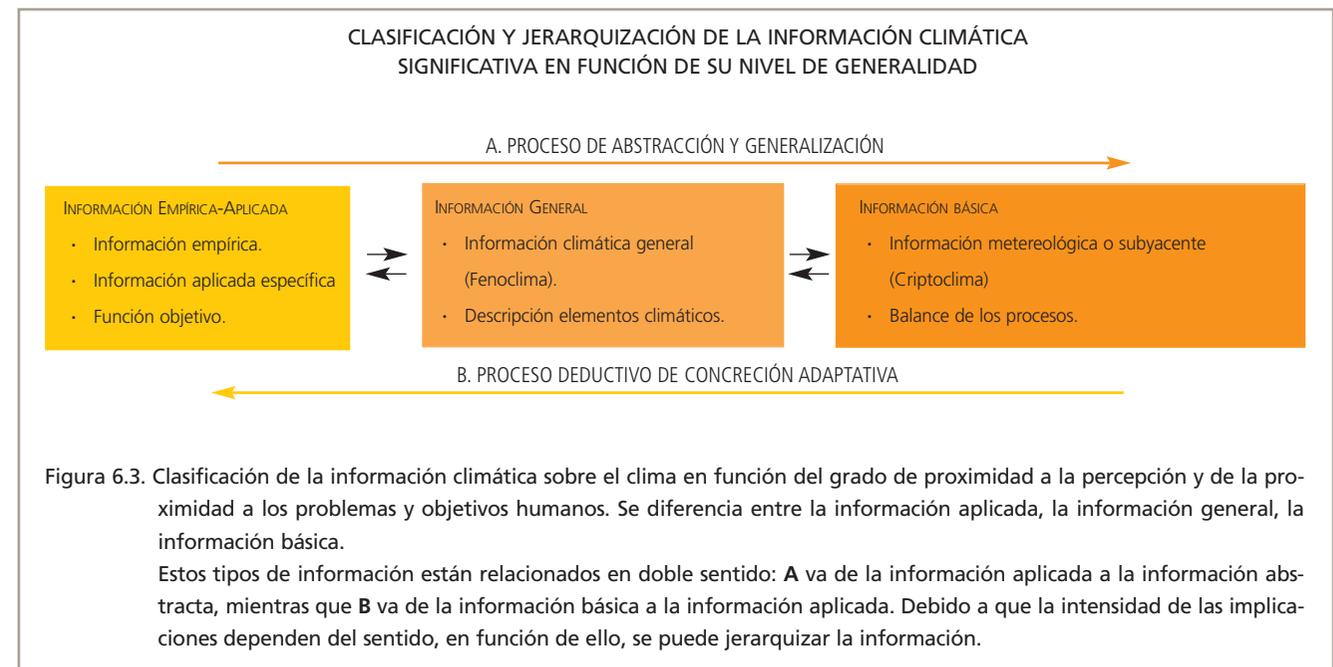
Las tres categorías de variables referidas estas relaciones recíprocas, representadas en la figura 6.3, están relacionadas mediante flechas de diferente tamaño y sentido que se utilizan para representar relaciones significativas. A este respecto, los sentidos de las relaciones representadas respectivamente por flechas, siguen el sentido marcado por las flechas A y B. La flecha A recoge la información que va de los datos y de la información aplicada a la información general y de ésta a la información básica.

ca, la cual se considera resultado de aplicar una metodológica inductivista que se utiliza en la investigación para realizar interpretaciones y predicciones. Por otro lado, la flecha B recoge la información que va desde la información básica a la información general, y de ésta a la información aplicada relacionada con el confort térmico, que define una secuencia deductiva que se utiliza en la toma de decisiones relacionadas con la planificación, el diseño y la gestión.

Debido a que la magnitud de las flechas que actúan en ambos sentidos no son iguales, es posible utilizar la diferenciación de magnitud para jerarquizar las variables asociadas a un determinado tipo de problema.

### Estrategias de actuación

La resolución de los problemas exige seleccionar ciertas combinaciones de variables que resultan especialmente significativas por su influencia directa o indirecta sobre las características del



nicho climático y sobre las adaptaciones biológicas y culturales de las poblaciones humanas.

De entre las diferentes variables y factores significativos posibles, algunos desempeñan un papel clave que hace que estos factores tengan especial incidencia en la selección del tipo de actuación, utilizándose para seleccionar determinadas actuaciones que calificamos de "estrategias adaptativas" a la variación del medio y que simplifica la toma de decisiones.

Entre los factores clave se encuentran la energía metabólica, la temperatura, la precipitación, la energía extrametabólica y la información, de entre los cuales prestaremos especial atención a la energía fósil y a sus efectos ambientales secundarios, determinándose en función de ella la estrategia general a seguir en cada caso. Así, cuando la energía fósil (petróleo, carbón, gas) no es limitante (como ha venido sucediendo durante las primeras fases de la revolución industrial), y además no se generan efectos ambientales negativos locales o globales, la estrategia de actuación debe orientarse a maximizar como ventaja adaptativa la potencia que confiere la energía. Esta acción presenta cierta analogía con la estrategias "r" de los organismos que viven en condiciones cambiantes y energía abundante, estrategia que ha venido asumiendo el modelo de desarrollo convencional, que aprovecha las ventajas de la energía sin tener en cuenta la disponibilidad de la misma y sus efectos secundarios.

Sin embargo, cuando la energía es limitada y genera efectos ambientales negativos se precisa modificar la estrategia adaptativa, que debe orientarse a maximizar la eficiencia energética, como hacen los organismos que viven en ambientes estables con energía abundante, que siguen una estrategia "k". Esta estrategia debería seguirse en la actualidad en relación con el uso de energía fósil debido a que es limitante y a que genera efectos ambientales negativos.

#### DIFERENCIACIÓN DE SUBHIPERESPACIOS Y NICHOS EN LA NOOSFERA

##### Noosfera, hiperespacio y sub-hiperespacios

La idea de Noosfera representa un concepto que resulta de considerar la Tierra desde una perspectiva sistémica. Esta percep-

ción implica que, en lugar de considerar que su dinámica está regida por leyes deterministas dependiente de unos pocos factores y traducida en una visión reduccionista según la cual la Tierra es resultado de la suma de una serie de componentes disjuntos (la atmósfera, la hidrosfera, la biosfera y la geosfera) de modo que "el todo es igual a la suma de las partes", se considera que la dinámica terrestre es el resultado de la interacción de múltiples elementos naturales (físico-químicos, biológicos y culturales), una visión sistémica que presta especial atención a múltiples relaciones recíprocas entre variables entre las cuales se producen relaciones lineales, relaciones aditivas, sinergias positivas y sinergias negativas a diferentes escalas que dan lugar a la aceleración de ciertos cambios en la Noosfera que facilitan el ajuste de sus componentes a las condiciones del medio a través de la evolución biológica y cultural.

El problema surge en aquellos casos en los que se ha degradado los mecanismos de regulación, manifestándose un cambio

irregular y rápido que hace que el ajuste de la población al medio sea más complejo. En este caso, para su gestión se necesita asumir un enfoque sistémico capaz de generar soluciones adaptativas simples que resulten operativas, fruto de aplicar una metodología integrada.

Para simplificar la visión sistémica sobre la Noosfera sin perder la perspectiva sistémica se recurre a diferenciar una serie de subhiperespacios ligados a los factores más significativos para diferentes objetivos o problemas, que no constituyen conjuntos disjuntos, sino que comparten elementos. En la figura 6.4 se aprecian diferentes subsistemas disjuntos diferenciados en la Noosfera que permiten simplificar la información sistémica, simplificación que se puede completar diferenciando además nichos y subnichos.

##### Nichos completos, nichos parciales y nichos sectoriales

Para simplificar la visión de la Noosfera, además de diferenciar el subhiperespacio climático que considera a los elementos

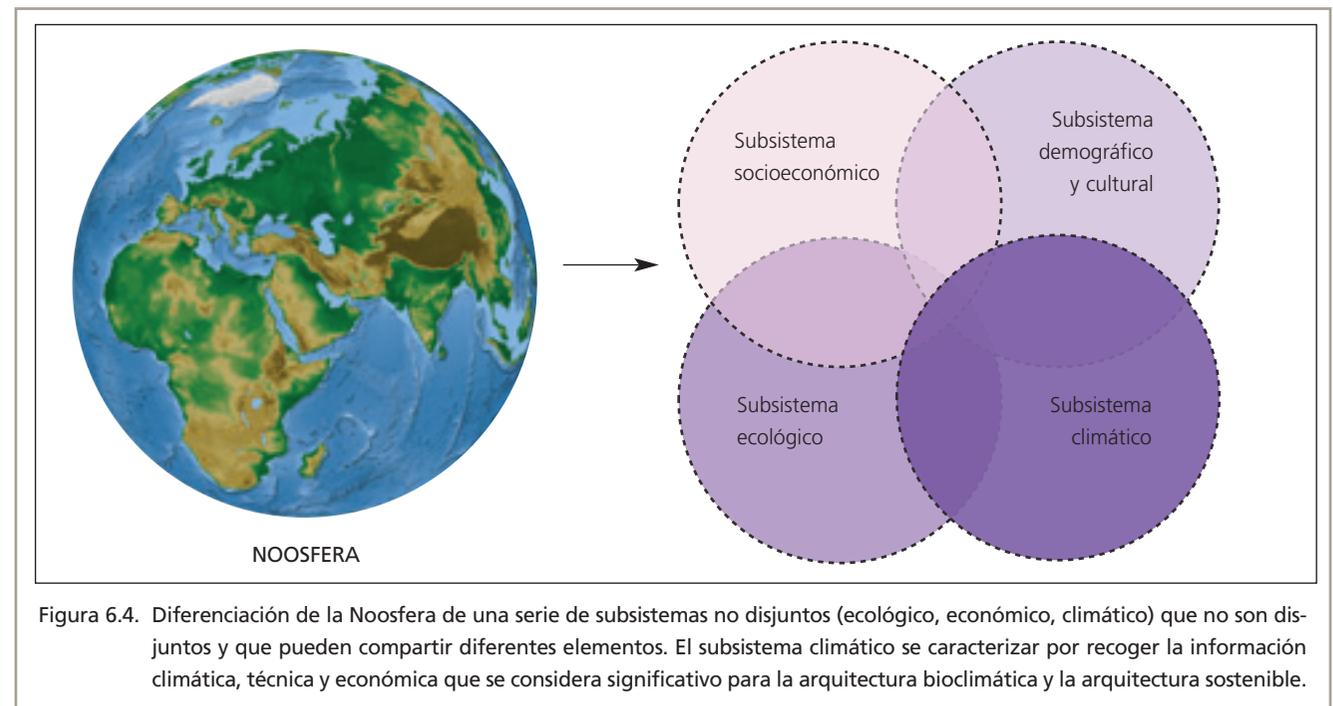


Figura 6.4. Diferenciación de la Noosfera de una serie de subsistemas no disjuntos (ecológico, económico, climático) que no son disjuntos y que pueden compartir diferentes elementos. El subsistema climático se caracteriza por recoger la información climática, técnica y económica que se considera significativo para la arquitectura bioclimática y la arquitectura sostenible.

climáticos bióticos y culturales relacionados con el confort térmico, se diferencian nichos ambientales definidos en función de la combinación de categorías de diferentes variables, en las que es posible que subsistan determinadas estructuras (especies, ecosistemas biomas, ecotipos) o alcanzar ciertos objetivos representados bajo determinadas condiciones ambientales globales, regionales y locales en las que compiten con otros organismos y proyectos según el caso.

El nicho se asocia conceptualmente a un conjunto de categorías relativas a múltiples variables o factores climáticos (temperatura, precipitación), tróficos (nutrientes, energía), bióticos (competencia, mutualismo, simbiosis) y culturales (visión sobre la realidad, tecnología, instituciones, organizaciones y condiciones socioeconómicas) que configuran "nichos multidimensionales", fruto de la evolución cultural, y que representan condiciones que garantizan la subsistencia.

Sin embargo, debido a los múltiples factores intervinientes, su aplicación práctica (descripción, interpretación y gestión) resulta compleja, siendo preciso simplificar la descripción centrándose en sus características más significativas y definiendo componentes de variación ortogonales que permiten sintetizar la variación en función de unos pocos componentes de variación y representar esquemáticamente los nichos multidimensionales en un espacio tridimensional asociando cada eje a un componente principal de la variación. En la figura 6.5 se ha representado de forma más simple y esquemática el "confort térmico humano" en función de tres componentes principales de variación climática que engloba a diferentes factores condicionantes del confort térmico a diferentes escalas.

Para simplificar aún más la información sobre el nicho, se puede recurrir a diferenciar "subnichos sectoriales", ligados a determinados tipos de variables, de manera que se diferencian subnichos fisiológicos asociados a los parámetros físico-químicos; subnichos ecológicos en función de la información ecológica, y el subnicho cultural, que incorpora la información cultural. El "subnicho fisiológico" viene definido por el conjunto de condiciones físico-químicas significativas en condiciones de laboratorio; el "subnicho ecológico" se asocia a las interacciones bióticas positivas (simbiosis, mutualismo) o negativas (competencia)

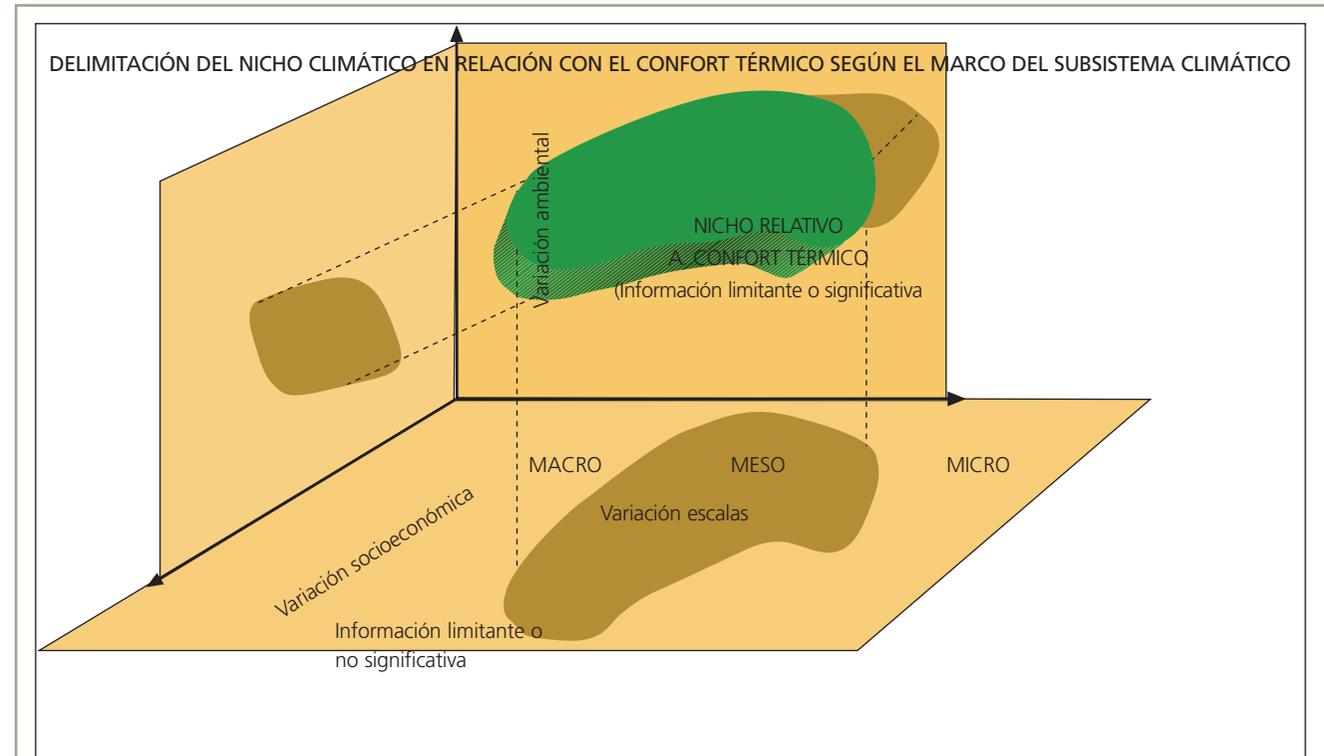


Figura 6.5. Nicho climático relacionado con el confort térmico. El nicho representa áreas de subsistencia, con varios horizontes temporales que dependen de la interacción de múltiples variables, y que, a diferentes escalas, configuran combinaciones a la subsistencia.

entre los individuos de la misma o distintas especies que conviven en condiciones naturales, y por último, el subnicho cultural se asocia a los elementos culturales que influyen significativamente sobre la subsistencia y el bienestar humano. La suma de ellos y de las interacciones configuran el nicho general o total.

Por otro lado, se puede aumentar la simplificación definiendo el nicho solamente en función de la temperatura, la humedad, la radiación y el viento utilizando al respecto los diagramas bioclimáticos de Olgyay y Givoni, que suministran información sobre las características bioclimáticas significativas que hay que tener en cuenta en el diseño de proyectos medianamente complejos

para garantizar el confort térmico y la eficiencia energética adecuada cuando el diseño a las condiciones del clima. Incluso, en las situaciones más simples es posible aumentar la simplificación caracterizando el confort térmico en función de la temperatura y de la precipitación utilizando al respecto los diagrama de Walter o la clasificación climática de Köppen.

En cualquier caso, el nicho no representa una realidad fija y preexistente, sino que es el resultado de la interacción y ajuste entre la dinámica del medio y las estructuras de la Noosfera, fruto de la sucesión ecológica y de la evolución biológica y cultural como sucede con la vestimenta y la edificación.

### Relación entre los subnichos sectoriales y biodiversidad

Las interacciones entre los diferentes “subnichos sectoriales” condicionan la amplitud del nicho, esto es, la amplitud del intervalo para cada uno de los factores significativos en los que se garantiza la subsistencia. La densidad de amplitud de nicho condiciona la biodiversidad o número de especies que subsisten en un área, que depende también de la producción de ese área, y que es función de la temperatura, de la precipitación y de las condiciones tróficas del medio.

En la figura 6.6 se representa la amplitud de diferentes “nichos sectoriales” (fisiológicos, ecológicos y culturales) en la que se diferencian zonas óptimas, zonas de estrés y las zonas de intolerancia. En general, el subnicho fisiológico es más amplio que el subnicho ecológico debido a que, en general, la interacción con otros organismos genera efectos competitivos reductores de la amplitud del nicho fisiológico, aunque también podría suceder a la inversa si la sinergia entre los organismos pesa más que la competición entre ellos. El nicho sectorial cultural se caracteriza por presentar una amplitud mayor que el nicho ecológico debido a que, en general, los elementos culturales generan sinergias a corto plazo, aunque a largo plazo el efecto puede ser negativo (el modelo de desarrollo no ambiental imperante durante los años 60 si bien genera sinergias a corto y medio plazo, produce efectos negativos). En la figura 6.7 se aprecia cómo, en los climas tropicales, con elevada temperatura y precipitación, la biodiversidad es mayor que en otras condiciones debido a que la competencia ecológica es intensa y los nichos muy estrechos o especializados.

Esto explica que el crecimiento de la población y el grado de desarrollo humano sea difícil, dada la intensa competencia biológica. Por otro lado, en los climas fríos la biodiversidad y el desarrollo humano son bajos aunque por causa diferente, ya que aquí el factor limitante es la baja producción de estos ambientes. Sin embargo, en las condiciones intermedias de los climas templados la biodiversidad biológica es intermedia y el desarrollo humano alcanza elevados costes, consecuencia de que los ecosistemas permiten su explotación de forma sostenible sin degradarse a medio plazo, aunque si se intensifica la explotación y se

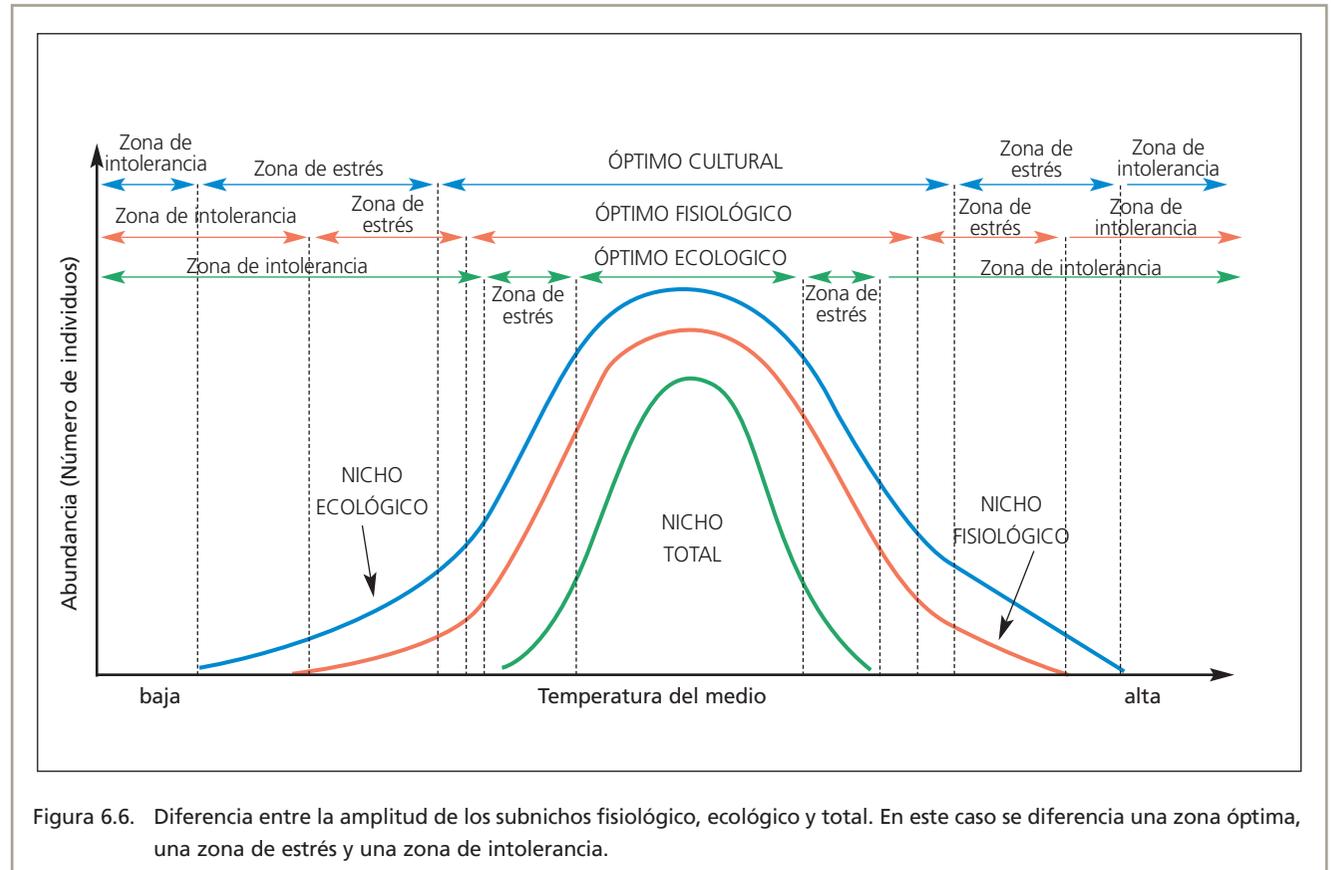


Figura 6.6. Diferencia entre la amplitud de los subnichos fisiológico, ecológico y total. En este caso se diferencia una zona óptima, una zona de estrés y una zona de intolerancia.

alteran los mecanismos ecológicos de regulación, se puede reducir la capacidad productiva.

### Edificación y confort térmico

La temperatura media de la Noosfera es de 15 °C, pero varía en función de la latitud, de la altitud, del tipo de medio, de la profundidad y de otros factores. Esta temperatura motiva que se genere una gran variedad de nichos térmicos que posibilitan la diversificación de los organismos y que, en el caso del hombre para mantener una temperatura interna de 37 °C en diferentes hábitats precisa de la interacción de una variada combinación de adaptaciones bioquímicas, fisiológicas y culturales.

Entre las adaptaciones culturales tenemos la vestimenta, la edificación y las diferentes tecnologías que contribuyen directa o indirectamente a mantener estable la temperatura interna del cuerpo en un amplio rango de variación de la temperatura externa, gracias a lo cual la población humana se extiende actualmente por toda la Tierra fruto de la evolución biológica y cultural.

La adaptación humana en relación con la variación de factores que condicionan la temperatura interna y el confort térmico es fruto de la evolución humana, pudiendo estar relacionada con la forma de desplazarse bípeda de los homínidos, resultado del balance entre los efectos positivos (velocidad de desplazamiento, visión más amplia, uso de herramientas con la mano, mejor

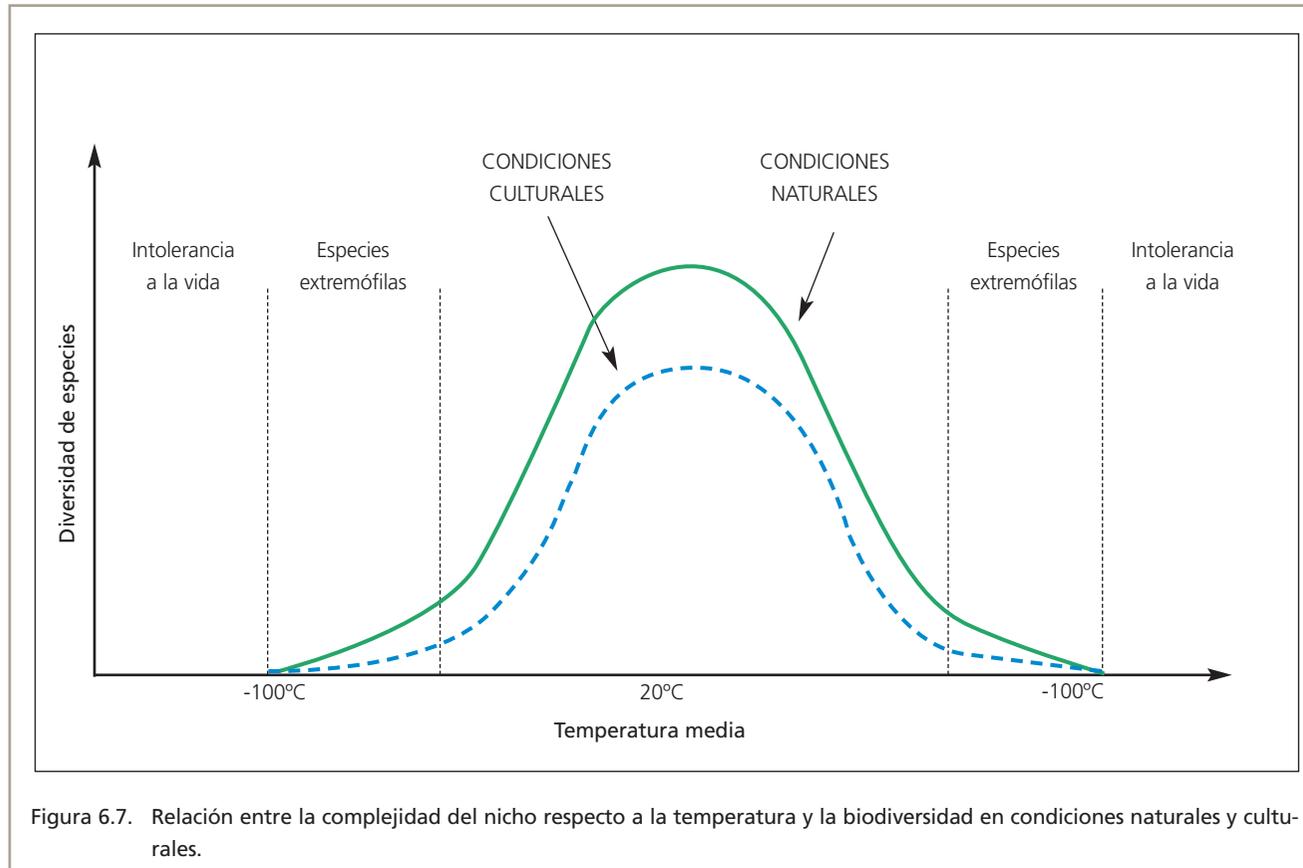


Figura 6.7. Relación entre la complejidad del nicho respecto a la temperatura y la biodiversidad en condiciones naturales y culturales.

regulación de la temperatura) y los efectos negativos (dificultades en el parto) del bipedismo en el marco que se produjo en África no occidental hace seis millones de años como consecuencia de la elevación del Himalaya y de sus efectos sobre la disminución de la precipitación y el aumento de las temperaturas y de la radiación, a la vez que el aumento de las formaciones negativas abiertas con material y la reducción de las formaciones boscosas.

Por otro lado, el actual nicho térmico humano (confort térmico) está condicionado por la incorporación de elementos culturales como la vestimenta, las edificaciones y diversas alteraciones del medio, producidas directa o indirectamente, que han contri-

buido a modificar el balance de radiación y el balance de calor de grandes áreas. Más en concreto, el confort térmico de los individuos se ve condicionado por diferentes adaptaciones culturales fruto de la evolución cultural constructiva y relativa a la información climática y los sistemas constructivos. En general, la arquitectura popular presenta normalmente importantes adaptaciones bioclimáticas que son fruto de tenerse en cuenta la información sobre la variación del clima. Posteriormente, durante la Antigüedad Clásica, se añadiría a esta información la información climática ligada a la visión naturalista del clima y los criterios de Vitruvio. No obstante, a partir del siglo XVIII y como fruto del desarrollo de la ciencia de la tecnología, se han venido incor-

porando cada vez más dispositivos que permiten garantizar el confort térmico con un alto consumo de energía fósil, lo que ha provocado diferentes efectos secundarios de carácter ambiental debido al incremento del consumo de energía fósil, de forma que a medio y largo plazo es posible mejorar la eficiencia energética en la edificación mejorando la eficiencia de los diferentes aparatos y aprovechando las condiciones naturales del clima y energías renovables, asumiendo al respecto una visión sistémica sobre el clima que considera la información más significativa a diferentes escalas para simplificar la visión sistémica y que resulte operativa.

#### CLASIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS EN FUNCIÓN DE SU COMPLEJIDAD

##### Niveles de complejidad de los problemas

La idea de complejidad puede considerarse en términos absolutos y términos relativos. En términos absolutos podemos definirlos en función de la probabilidad de que se produzcan determinadas combinaciones, mientras que en términos relativos tiene que ver con la dificultad de la mente humana para interpretar y gestionar los problemas, en cuyo caso se depende de la complejidad de los problemas, en función del número de factores intervinientes, de su forma de interactuar (lineal o no lineal), de la forma en que los factores condicionan el resultado final (aditiva en los casos más simples y no aditivo en las situaciones más complejas) así como de la mayor o menor capacidad de la mente humana.

En función de la complejidad se puede diferenciar entre problemas simples, medianamente complejos, complejos y muy complejos. Los problemas simples dependen de pocas variables, locales, próximas a la percepción humana, los problemas medianamente complejos precisan considerar variables abstractas que varían a escala local y regional, los problemas complejos se dan en el caso de situaciones ambientales que dependen de una información multidisciplinar que actúa de forma reduccionista o aditiva y los problemas muy complejos se producen cuando intervienen múltiples factores que actúan a escala global e interactúan de forma sistémica.

### Aumento de la complejidad a lo largo del tiempo

La historia humana evidencia que la variación de las condiciones del medio (cosmológicas y dinámica ecológica) y el tamaño de la población han aumentado a lo largo del tiempo, motivando el aumento de la complejidad de los problemas.

En la Antigüedad, la Tierra se concebía como una realidad estática de origen eterno cuya naturaleza estaba fijada y no estaba influida por la población humana ni por los organismos, asumiéndose que respondía a un orden preestablecido como refleja el término de Cosmos.

Sin embargo, la historia geológica y humana evidencia la aparición de estructuras con mayor complejidad en términos absolutos. Esta complejidad aumentó globalmente a lo largo del tiempo, a lo que se une recientemente la alteración de diversos mecanismos reguladores debido a la alteración del medio por el hombre, lo que contribuye a aumentar esa complejidad en términos de la percepción humana a la vez que se desarrollan adaptaciones culturales que permiten mejorar la situación y que aumente la población que, a su vez, es causa de nuevas alteraciones y de nuevos problemas, motivando que se hayan sucedido ciclos en los que al aumento de la complejidad (que calificamos de crisis) se suceden mejoras de la comprensión que permiten superar los periodos de crisis posibilitando que la población haya aumentado, aunque con alguna oscilación.

Durante las primeras fases de la evolución humana los problemas eran simples y tenían que ver con la obtención de alimentos, bastando para garantizar la subsistencia inmediata adoptar medidas inmediatas relacionadas con la recolección y la caza. Posteriormente, hace unos 10.000 años, el desarrollo de la agricultura y de la artesanía posibilitó que aumentara la población, surgiendo problemas de comunicación y de coordinación que resultaría ampliando la cultura popular y acentuando la jerarquización social posibilitando que aumentara la población y la explotación del medio. Ello sería causa de nuevos problemas, que se resolverían incorporando visiones formales de la realidad como la visión naturalista sobre el clima que posibilitó que aumentara la población durante el Imperio Romano y durante la Edad Media. Pero durante el Renacimiento surgió un periodo de

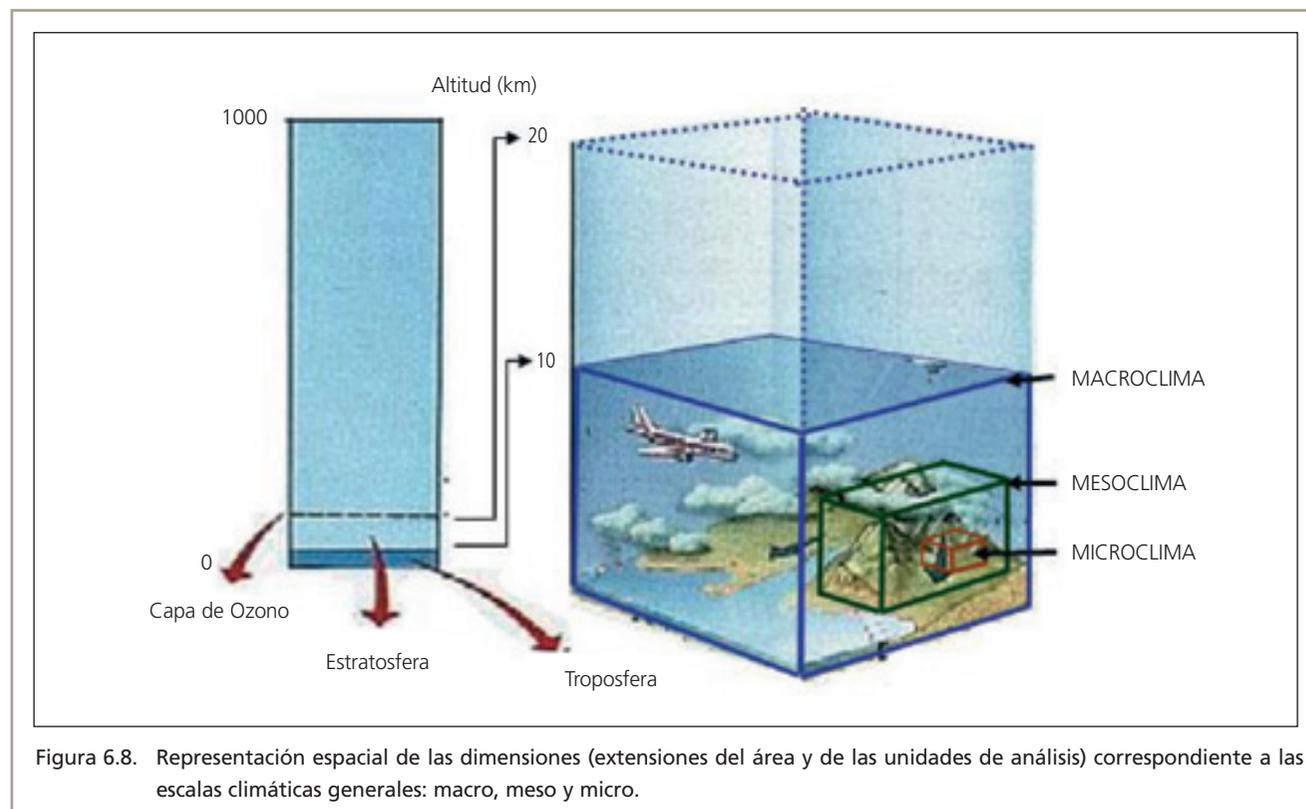


Figura 6.8. Representación espacial de las dimensiones (extensiones del área y de las unidades de análisis) correspondiente a las escalas climáticas generales: macro, meso y micro.

crisis convencional por el control del Mediterráneo Oriental por los Turcos, adquiriendo valor adaptativo la información experimental sobre el clima, que posibilitó intensificar la explotación de los ecosistemas mediante el uso de máquinas, el aprovechamiento de la energía fósil del carbón y del petróleo, el sistema económico liberal y la producción en serie de alimentos y servicios que facilitaron el aumento de la población a la vez que, paralelamente, se produjeron cambios que configuraron la crisis ambiental que se evidenciaría a partir de los años 60 del siglo XX.

La toma de conciencia de los problemas ambientales puso en evidencia que si bien el progreso y el desarrollo resultaban adaptativos a corto plazo, el aumento de la población ello motivó que se incrementara la explotación de los recursos, que se degrada-

ran diversos mecanismos reguladores, que el medio variara más rápidamente y que se produjeran intensos desajustes entre las adaptaciones y las condiciones del medio debido a que los cambios del medio eran rápidos y no podía restablecerse el ajuste o equilibrio a través de la evolución biológica ni a través de la cultura popular, del conocimiento formal naturalista ni de la ciencia analítica. Se reconoció entonces que se precisaba una nueva visión del desarrollo que incorporara objetivos ambientales y una nueva visión multidisciplinar de la realidad asociada a las ciencias ambientales capaz de generar adaptaciones culturales que permitieron resolver problemas realmente complejos. Sin embargo, aunque se resolvieron algunos problemas complejos, permanecieron los muy complejos pensándose que se resolverían con el tiempo.

La aceleración de la acumulación de problemas muy complejos durante la primera década del siglo XXI vino a que se reconociera que para la resolución de estos problemas se necesita ampliar la información incorporando una visión sistémica sobre la realidad, así como asumir también una metodología científica integrada acorde con la visión que permitiera también adecuar la tecnología. De modo que, si bien la resolución de los problemas muy complejos requiere de importantes ajustes técnicos y fuertes inversiones económicas, posiblemente sea más importante asumir una metodología más comprensiva, operativa, rentable y competitiva que no se reduzca a meros ajustes técnicos, sino un cambio en el sistema conceptual que recoge los frutos de la reflexión epistemológica durante el siglo XX, comunique esta visión o paradigma y desarrolle aplicaciones, para lo cual se precisa simplificar la visión sistémica sin perder este carácter.

#### DETERMINACIÓN DE LA INFORMACIÓN SIGNIFICATIVA A DIFERENTES ESCALAS

##### Escalas generales

Para facilitar y simplificar la visión sistémica se puede recurrir a determinar la información significativa a diferentes escalas generales (macro, meso y micro), así como a adaptar estas escalas generales a las condiciones específicas de cada región y en función de cada tipo de población.

En la figura 6.8 se expone la extensión horizontal de las escalas generales. Así, la escala macro se asocia a un espesor atmosférico superior a los 10 km; la escala meso, a un espesor de la atmósfera entre la superficie y 10 km, que se corresponde con la troposfera, donde se produce la mayoría de los fenómenos meteorológicos; la escala local se asocia a extensiones más reducidas, del orden de unos metros y la escala micro se asocia a extensiones que varían entre pocos metros y algunos centímetros.

La información anterior se complementa con la que ofrece la figura 6.9, en la que se describen las variables y a los instrumentos de medida asociados a cada escala.

Por otro lado, en la figura 6.10 se representa esquemáticamente la relación entre las escalas temporales y espaciales, evi-

		CARACTERÍSTICAS			
		DIMENSIONES	VARIABLES SIGNIFICATIVAS	FACTORES LIMITANTES	INSTRUMENTOS DE MEDIDA
ESCALAS GENERALES DE ANÁLISIS	<b>MACROCLIMA</b> 	<u>Superficial:</u> Cientos de km <sup>2</sup> , un continente, un país. <u>Altitudinal:</u> Entre los 4 km y la troposfera.	- Balance de energía. - Balance de calor. - Centros de actividad. - Vientos generales. - Regiones climáticas.	- Latitud. - Época del año. - Distribución de los mares y los continentes. - Centros de acción.	- Satélites meteorológicos. - Globos sonda. - Sondeos en altura.
	<b>MESOCLIMA</b> 	<u>Superficial:</u> Pocos km <sup>2</sup> (la ladera de una montaña, zona de riego). <u>Altitudinal:</u> Entre 0.01 - 4 km.	- Temperatura. - Precipitaciones. - Humedad. - Vientos superficiales.	- Altitud. - Orientación solar. - Orientación vientos. - Fisiografía del relieve.	- Pluviómetro. - Termómetro. - Higrómetro. - Anemómetro.
	<b>MICROCLIMA</b> 	<u>Superficial:</u> Unos metros o menos. Un cultivo invernadero. <u>Altitudinal:</u> Pocos centímetros.	- Radiación. - Calentamiento. - Humedad. - Temperatura. - Adaptaciones morfológicas y fisiológicas.	- Obstrucciones: viento. - Albedo. - Capacidad térmica. - Capacidad cultural.	- Termómetros de infrarrojos. - Termopar. - Radiómetros.

Figura 6.9. Características de las escalas generales de análisis climático: macroclimática, mesoclimática y microclimática. Estas escalas generales deben adecuarse a las condiciones específicas de cada zona concreta.

denciando la estrecha correlación que existe entre ambas; de modo que las escalas referidas no representan solamente escalas temporales sino escalas que incorporan también información temporal, aunque en determinados casos se produzcan desfases entre las escalas temporales y espaciales.

Asumiendo una perspectiva espacio-temporal, la información a "escala macroclimática" presta especial atención a factores astronómicos (latitud, declinación, ángulo horario) y geográficos (oceanicidad, continentalidad, grandes barreras orográficas), utilizándose para su descripción satélites meteorológicos, los cuales suministran una información que permite diferenciar grandes zonas adaptativas representadas por los biomas que, a su vez, condicionan otros factores de carácter socioeconómico y cultural. Por otro lado, los cambios que se consideran a esta

escala son a largo plazo, lo cual explica que hasta el presente se haya prescindido de esta información en la gestión si bien la situación ha cambiado con motivo de la problemática asociada al cambio climático.

La información a "escala mesoclimática" considera las condiciones atmosféricas de una superficie de varios miles de kilómetros utilizándose para su caracterización la información de los globos sonda. La información a "escala local" se refiere a las condiciones de un entorno de unos centenares de metros y una altura del suelo entre 1 y 5 m caracterizados en función de las variables sobre la temperatura, humedad, viento, etc., que se determinan en las estaciones meteorológicas primarias, secundarias y especiales. Finalmente, la información a "escala local-microclimática" analiza la influencia de componentes microtopo-

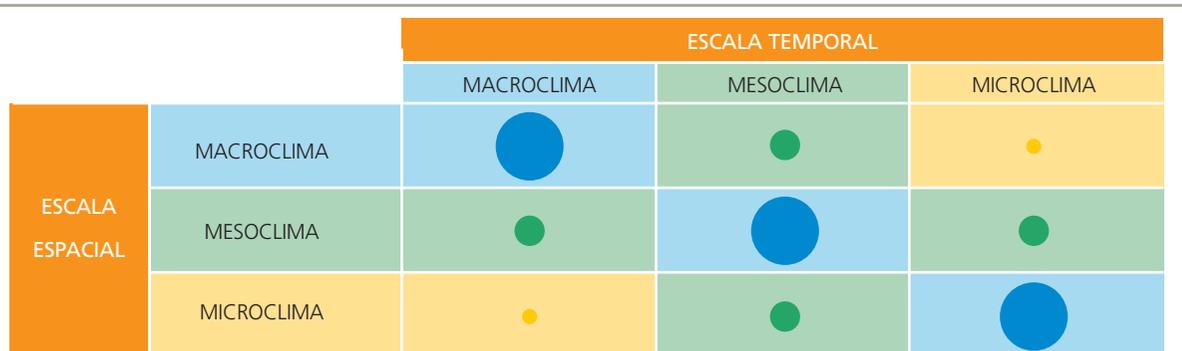


Figura 6.10. Representación esquemática de la relación entre escalas espaciales y temporales. El tamaño de los círculos es proporcional al grado de asociación entre las escalas temporales y espaciales.

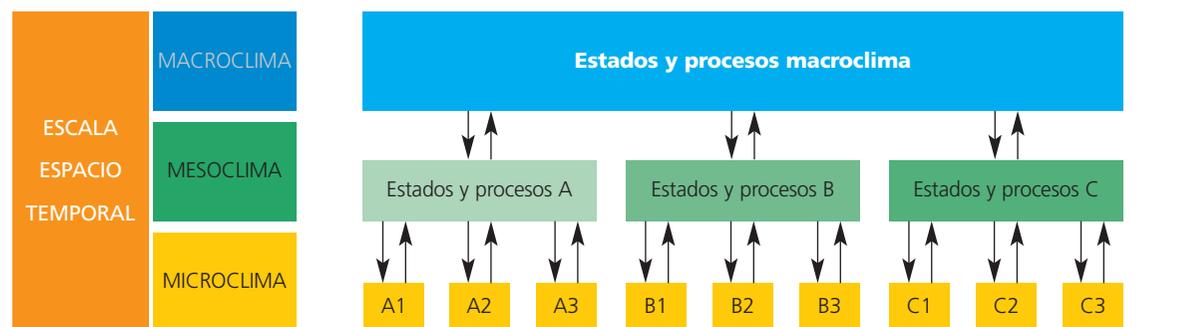


Figura 6.11. Relación entre variables a diferentes escalas.

gráficos naturales (un lago, una pradera, un bosque) y de componentes antrópicos de pequeño tamaño reducido (una pérgola, un jardín, un cultivo o una casa) que desencadenan cambios microclimáticos de la temperatura, la presión, los vientos y la humedad que resultan significativos.

Sin embargo, pese a la asociación de información a diferentes escalas, las informaciones no son independientes unas de otras, sino que están relacionadas entre sí como se representa esquemáticamente en la figura 6.11, donde se aprecia cómo la información a escala micro condiciona la información a escala local, como ésta condiciona la información a escala micro y ésta

condiciona, a su vez, la información a escala macro. A la inversa, la información a escala macro condiciona la información a escala meso, la información a escala meso condiciona la información a escala local, y la información a escala local condiciona la información a escala micro.

#### Adecuación de las escalas a las condiciones específicas de Canarias

En el caso de proyectos complejos, para describir las características bioclimáticas se precisa adaptar las escalas a las condiciones específicas de cada región.

Para adecuar las escalas a las condiciones específicas de Canarias, se ha subdividido cada escala general en una serie de escalas que permiten reflejar mejor la información que condiciona el confort térmico en Canarias, facilitándose con ello el aprovechamiento de las condiciones naturales del clima a través del diseño bioclimático (figura 6.12).

La escala "general global" se ha subdividido en tres escalas: global, zonal y regional. La escala global se asocia al balance de radiación global utilizando la información de los satélites meteorológicos; la escala zonal se asocia al balance de radiación y de la temperatura, y la escala regional se asocia a la información sobre la distribución de los continentes y de los mares y su influencia sobre el clima. Esto permite diferenciar una serie de regiones climáticas como la mediterránea, en la que se incluye Canarias, aunque con características específicas que hacen que se califique al clima de Canarias de "clima mediterráneo subtropical".

La "escala general mesoclimática" se ha subdividido en una escala archipelágica y una escala insular. A este respecto, la "escala específica archipelágica" se asocia a la información relativa a la variación entre islas debido a las diferencias en el perfil altitudinal y en la distancia al continente de cada isla, mientras que la escala insular se asocia a la variación de las condiciones climáticas dentro de cada isla en función de la altitud, la orientación y la fisiografía del terreno. Por último, la escala "general local-microclimática" se ha subdividido en una escala local ligada a las condiciones de temperatura, humedad, precipitación y otros parámetros que ofrecen los observatorios meteorológicos; una escala microclimática natural ligada a la alteración de las condiciones climáticas como resultado de la influencia de elementos naturales (la vegetación, el suelo y elementos microtopográficos), y una "escala microclimática antrópica", ligada al efecto de diferentes elementos culturales (un edificio, una carretera, etc.).

Tomando como referencia las diferentes escalas específicas definidas para Canarias estas subdivisiones, en la figura 6.13 se exponen las variables significativas desde una perspectiva sistémica que es preciso considerar para el diseño bioclimático de proyectos complejos en Canarias.

		INFORMACIÓN CLAVE		
		BÁSICA (Criptoclima)	GENERAL (Fenoclima)	APLICADA (Confort térmico)
MACROCLIMÁTICA	GLOBAL (variación zonal)	Balance global de radiación y de calor	Temperatura media de la Tierra	Diagrama de cambio climático
	ZONAL (variación regional)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balance zonal de radiación</li> <li>Centros de actividad</li> <li>Vientos zonales</li> </ul>	Zonas climáticas en función de la temperatura	Diagrama sobre la variación de radiación y temperatura potencial por zonas
	REGIONAL (variación subregional)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Distribución de continentes</li> <li>Centros de actividad del clima</li> </ul>	Clasificación climática de Canarias como clima mediterráneo subtropical	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diagramas de Walter</li> <li>Diagramas de Koeppen</li> </ul>
MESOCLIMÁTICA	ARCHIPELÁGICA (variación interinsular)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oceanicidad</li> <li>Altitud media</li> </ul>	Variación climática interinsular: <ul style="list-style-type: none"> <li>Oscilación térmica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperaturas mínimas</li> </ul>
	INSULAR (variación intrainsular)	Balance de radiación y calor <ul style="list-style-type: none"> <li>Altitudinal</li> <li>Sectorial</li> </ul>	Gradiente climático <ul style="list-style-type: none"> <li>Altitudinal</li> <li>Orientación</li> <li>Estaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperaturas medias de un piso climático</li> </ul>
MICROCLIMÁTICA	ESCALA LOCAL (estaciones meteorológicas)	Factores climáticos	Temperatura, precipitación y humedad	Temperatura media local
	MICROCLIMÁTICA NATURAL (variación intralocal)	Balance micro de radiación y calor: <ul style="list-style-type: none"> <li>Orientación</li> <li>Obstrucciones</li> </ul>	Procesos y condiciones microclimáticas naturales	Diagrama de Olgay: <ul style="list-style-type: none"> <li>Temperaturas mínimas</li> </ul>
	MICROCLIMÁTICA URBANA (variación antrópica)	Balance de radiación y calor en: <ul style="list-style-type: none"> <li>Muros</li> <li>Cubiertas</li> </ul>		Diagrama de Givoni: <ul style="list-style-type: none"> <li>Temperaturas máximas diarias</li> </ul>

Figura 6.12. Información significativa específica de diferentes escalas de análisis.

## METODOLOGÍA CIENTÍFICA ADAPTATIVA

### Evaluación del resultado y ajustes de los datos y criterios bioclimáticos

En el caso de los proyectos simples, como viviendas unifamiliares aisladas en zonas rurales, es posible generar soluciones

adaptativas de arquitectura bioclimática en función de pocas variables significativas como la temperatura media y la precipitación utilizando al respecto la información de los climodiagramas de Walter o la clasificación de Köppen. En los proyectos medianamente complejos, sin embargo, se precisa completar esta información con la derivada de la visión ambientalista sobre el

clima y de la elaboración de los diagramas de Olgay y de Givoni. No obstante, en el caso de problemas muy complejos no es posible definir un conjunto reducido de visiones concretas, sino que se describe un procedimiento de aproximación sucesiva como el que se describe en la figura 6.14, en el que al final de cada ciclo se evalúan los resultados para ajustar los criterios de diseño y las variables significativas a cada escala y a cada zona.

Para garantizar el confort térmico y hacerlo con eficiencia energética se necesitaría controlar múltiples parámetros, pero ello resulta imposible en la práctica, con lo que se recurre a aplicar un procedimiento que integra ajustes sucesivos que permiten, por un lado, generar soluciones adaptativas siguiendo ciertos criterios basados en los factores que se considera más significativos y, por otro, aprovechar la información resultante de monitorizar diferentes proyectos para mejorar la información y los criterios bioclimáticos que deben utilizarse en función de la complejidad de los proyectos y de las condiciones (escenarios) en que se desarrollan.

La razón de este enfoque se debe a que los parámetros significativos son tantos que es imposible considerarlos todos en el diseño, ni tampoco es posible estandarizar todos los criterios de diseño en el caso de proyectos complejos utilizando potentes ordenadores, por lo que en el diseño se plantea limitarse a optimizar la solución en función de los datos sobre algunos pocos factores bioclimáticos, y proceder a generar diferentes soluciones bioclimáticas entre las cuales se selecciona la que genere menor impacto ambiental. Esto permite incorporar no sólo la información considerada explícitamente, sino también información implícita que puede ser muy significativa, información que con el tiempo se puede explicitar e incorporar entre los criterios que hay que tener en cuenta explícitamente en el diseño. En cualquier caso, las soluciones que se generan no pretenden ser óptimas ni definitivas, sino soluciones adaptativas para determinadas circunstancias.

En la figura 6.14 ha esquematizado la metodología seguida para el diseño bioclimático y la monitorización de proyectos para adaptar la información y los criterios de diseño bioclimático que se describen en la segunda parte del Manual, lo que permite

mejorar el resultado de forma sucesiva gracias a incorporar nueva información climática significativa y nuevos criterios de diseño que garanticen el confort térmico y la reducción del uso de energía fósil.

Durante tiempo, la construcción ha seguido la información cultural sobre el clima de cada zona y los criterios de la arquitectura popular, lo que ha permitido generar con el tiempo soluciones adaptativas que en muchos casos han venido desfasadas debido a los cambios socioeconómicos y ambientales, lo que motiva que las soluciones se diversifiquen en función de la complejidad de los proyectos.

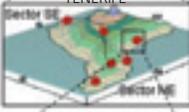
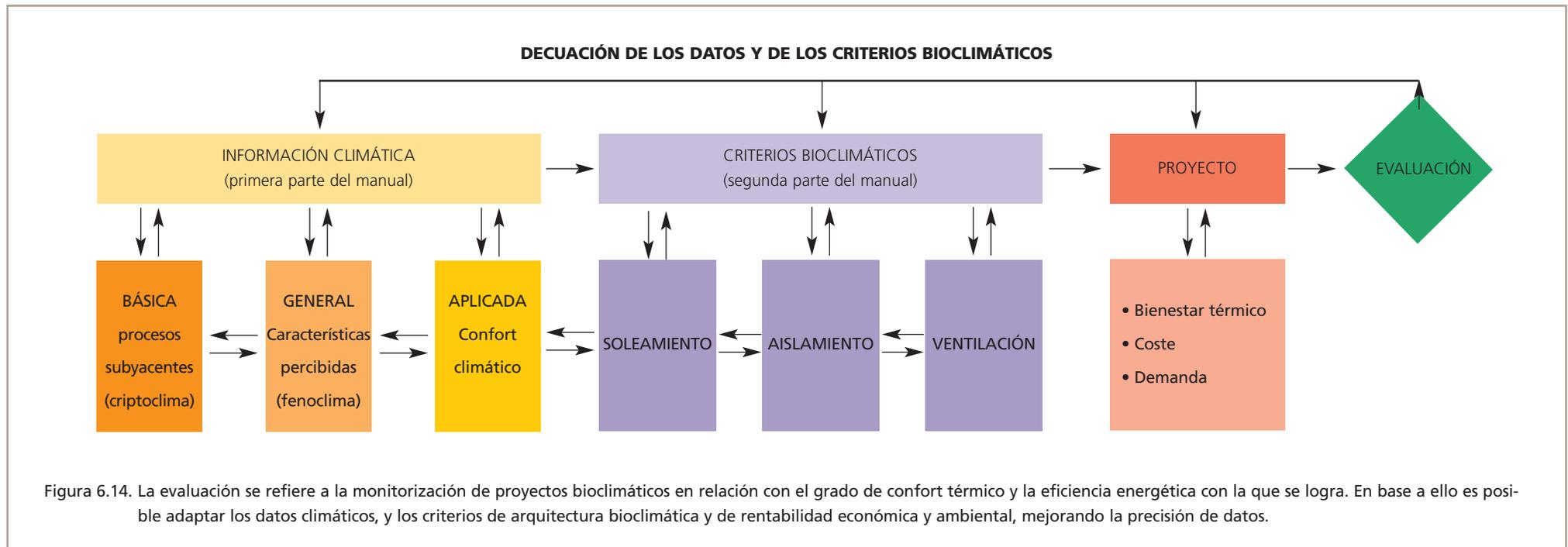
ESCALA DE ANÁLISIS		INFORMACIÓN CLAVE			
ESCALA	REPRESENTACIÓN	BÁSICA (Crioclima)	GENERAL (Fenoclima)	APLICADA (Confort térmico)	
MACROCLIMÁTICA	GLOBAL (variación zonal)		Balance global de radiación y de calor	Temperatura media de la Tierra	Diagrama de cambio climático
	ZONAL (variación regional)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Balance zonal de radiación y de calor</li> <li>Centros de actividad</li> <li>Vientos zonales térmicos</li> </ul>	Zonas climáticas en función de la temperatura	Diagrama sobre la variación de radiación y temperatura potencial por zonas
	REGIONAL (variación subregional)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Distribución de corrientes</li> <li>Centros de actividad del clima específicos del clima mediterráneo</li> </ul>	Regiones climáticas en función de: <ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura</li> <li>Precipitación</li> <li>Región mediterránea subtropical</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clasificación del hábitat</li> <li>Diagrama de Walter</li> </ul>
MESOCLIMÁTICA	ARCHIPELAGICA (variación interinsular)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Oceanicidad</li> <li>Altitud media</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oscilación térmica</li> <li>Temperatura mínima</li> </ul>	
	INSULAR (variación intrainsular)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Balance de radiación sectorial y calor altitudinal y sectorial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variación altitudinal y por sectores.</li> <li>Información climática estacional</li> </ul>	
MICROCLIMÁTICA	MICROCLIMÁTICA NATURAL (variación intralocal)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Balance micro de radiación y de calor</li> <li>Soleamiento</li> <li>Orientación</li> <li>Obstrucción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diferencias microclimáticas naturales de temperatura.</li> <li>Temperaturas máximas y mínimas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diagramas de Olgyay</li> </ul>
	MICROCLIMÁTICA URBANA (variación antrópica)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Balance de radiación y calor en:</li> <li>Muros</li> <li>Cubiertas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diferencias de temperatura y de inversión térmica de los muros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diagrama de Givoni</li> </ul>

Figura 6.13. Información significativa a diferentes escalas relacionadas con el confort térmico en la edificación. El objetivo es precisar la información significativa a considerar en Canarias para el diseño de proyectos complejos. Se diferencia entre la información básica, la general y la aplicada.



### Epílogo

La solución sistémica a los problemas no se asocia a un conjunto de técnicas concretas sino que exige un cambio de paradigma, para lo cual se requiere un cambio social que permita que la información fluya de una red abierta, lo cual puede

materializarse modificando el sistema educativo y de gestión orientándolo hacia un ciudadano que, a su vez, debe responsabilizarse de la protección del medio, del proceso de desarrollo económico y del proceso educativo, para el uso de internet para dar respuesta a los problemas de una sociedad con más

de 6000 millones de habitantes que conviven en un territorio muy limitado en el que los intereses ambientales son globales y en el que se ha generalizado la comunicación y la información.