

CAPÍTOL 4

EL CONFORT AMBIENTAL A L'ARQUITECTURA DELS ESPAIS INTERMEDIS

4.1. L'AVALUACIÓ DEL CONFORT A L'ARQUITECTURA?

4.1.1. L'experiència de l'arquitectura

4.1.2. La dificultat no justifica el silenci

4.1.3. L'aprenentatge del confort a l'arquitectura

4.2. LA PERCEPCIÓ DE L'AMBIENT ARQUITECTÒNIC

4.2.1. La percepció

4.2.1a. La teoria de la inferència (empirisme)

4.2.1b. La teoria de la *Gestalt*

4.2.1c. La teoria de l'estímul

4.2.2. L'ambient arquitectònic

4.2.2a. El control ambiental

4.2.2b. L'arquitectura com a creadora d'ambients

4.2.3. Els estudis de confort: orígens

4.3. PARÀMETRES I FACTORS

4.3.1. Acció dels espais intermedis sobre els paràmetres de confort

4.3.1a. Sobre els paràmetres específics

4.3.1b. Sobre els paràmetres generals

4.3.2. Acció dels espais intermedis sobre els factors de confort de l'usuari

COMENTARIS AL CAPÍTOL 4

4. EL CONFORT AMBIENTAL A L'ARQUITECTURA

Tractant-se d'un punt crític per a l'estudi dels espais intermedis, en aquest capítol es replantegen els conceptes de confort ambiental com a base per descobrir els misteris d'aquests espais.

A la introducció d'aquest capítol es reflexiona sobre el concepte de "*confort a l'arquitectura*" i sobre la validesa de la seva possible "avaluació".

El concepte general de confort ambiental a l'arquitectura pot enfocar-se des de diversos punts de vista, però en aquest primer apartat es desenvolupa seguint el procés experiència-coneixement-ensenyament.

En el segon apartat, s'aprofundeix en el procés de "*percepció*" i "*d'ambient arquitectònic*" i s'analitzen algunes de les dificultats que presenten els "*estudis de confort*" per avaluar-lo d'una manera global.

Coneixent totes les dificultats que suposa plantejar aquest tipus d'avaluació, se'n va fer una primera proposta,¹ de la qual es pren el mètode de sistematització i la nomenclatura de les diferents "accions" que actuen en l'apreciació del confort ambiental "energètic" a l'arquitectura i que a partir de la publicació del llibre *Arquitectura y energía natural*² han utilitzat tant aquests autors com d'altres.

A la tercera part, es resumeix aquesta classificació de "paràmetres i factors de confort", i finalment s'analitzen les possibles accions dels espais intermedis sobre aquests i se n'extreuen les conclusions.

¹ Coch, H. "*Factor integrado de confort climático, lumínico y acústico en el diseño arquitectónico*". Beca Formación Personal Investigador del Ministerio de Educación y Ciencia.

² Serra, R; Coch, H. *Arquitectura y energía natural*. 1995.

4.1. L'AVALUACIÓ DEL CONFORT A L'ARQUITECTURA?

El confort, tal com s'ha apuntat a la introducció, és un concepte que com que és alhora objectiu i subjectiu³ és difícil de mesurar d'una manera científica, però això no té per què significar que sigui impossible d'avaluar. Tot s'avalua, de manera precisa o inconscient; a qualsevol cosa li podem donar una valoració (es quantifica o es qualifica). En aproximacions intuïtives⁴ aquestes valoracions es concretaran com a màxim en cinc valors —que en alguns casos poden ser equivalents a valors numèrics i en altres casos, no. Es valora sobre cinc, perquè és el nombre més alt que es pot identificar de manera abstracta,⁵ sense necessitat de numerar a partir de la tríada, fàcil d'imaginar: de cinc plantes, es pot identificar "la de dalt", "la del mig", "la de sobre de la de baix" i els dos casos intermedis.

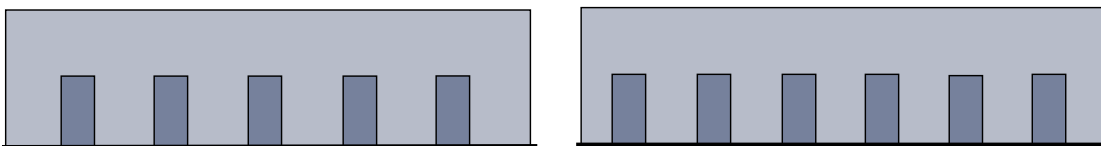


Fig. 4. 70. A la figura de l'esquerra és més fàcil identificar cadascun dels objectes, mentre que a la de la dreta la identificació es fa més difícil. Cinc objectes són més classificables mentalment que qualsevol altra quantitat superior

Als primers treballs d'aquest grup de recerca ja es proposava la possibilitat de fer una primera valoració intuïtiva per definir les característiques d'un edifici, per poder fer una simulació del seu comportament climàtic.⁶ Aquesta aproximació era voluntària, ja que això permet preveure el funcionament de l'edifici a la fase d'abans del projecte, quan encara no està definit. Alguns dels valors aproximats es podran calcular de manera precisa després —o tan precisa com permet l'arquitectura— i d'altres, no. Però això no anul·la la validesa del resultat.

³ Rybczynski, W. *La casa: historia de una idea*. 1986.

⁴ El concepte d'intuïció és molt discutible; s'acostuma a associar a la casualitat, a l'atzar, a la sort, etc., mentre que es pot defensar que és una deducció "inconscient" basada en dades que es desconeix que es coneixen.

⁵ Rafael Serra Florensa.

⁶ Serra, R. *Manual de diseño bioclimático*. 1988.

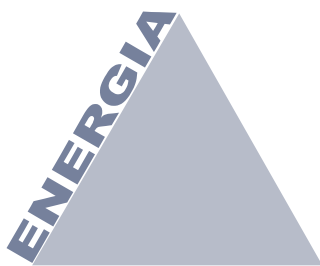
És millor considerar el nombre més gran possible de variables que intervenen en un fenomen, encara que no es conegui el valor, que ignorar-ne l'existència. Un mosaic grec o romà és més fàcil de reconstruir deixant buits els forats de les peces no trobades que intentar ajuntar-les totes, que donaria un resultat molt més llunyà de la realitat que l'exemplar amb buits, on es pot identificar la imatge representada.

L'experiència en el camp del comportament principalment tèrmic confirma que aquestes valoracions intuïtives finalment no estan gaire lluny dels valors calculats posteriorment amb exactitud.

El confort no es pot assimilar a la tèrmica d'edificis, que té un cos de doctrina prou sòlid per poder partir d'una nomenclatura i d'uns conceptes ja acceptats majoritàriament, sinó que és un àmbit fragmentat i amb poca relació amb la construcció.

Així i tot s'hauria de poder arribar a una avaluació basada tant en coses mesurables com en coses immesurables, de les quals també n'hi haurà d'objectives i de subjectives. És amb aquest esperit que es proposa la classificació en paràmetres i factors.

Però a la fi de tot el procés s'hauria de tenir sempre present el valor relatiu d'aquesta avaluació del confort ambiental arquitectònic. Tant pel marge d'error possible —tant de l'avaluació com de les variables que hi intervenen— com sobretot perquè el confort ambiental que tracta aquest treball està referit a l'ambient energètic, i això només és el vèrtex (o el costat) d'un triangle.



ARQUITECTURA ÉS MATÈRIA
ARQUITECTURA ÉS ENERGIA
ARQUITECTURA ÉS INFORMACIÓ



Els espais intermedis permeten considerar conjuntament els altres vèrtexs del triangle més que altres espais construïts, perquè tal com s'ha vist en els capítols anteriors aquests espais són:

| | |
|------------|---|
| MATÈRIA | Tenen totes les mides, formes, colors i materials. |
| ENERGIA | N'hi ha a tots els climes i temps. |
| INFORMACIÓ | Serveixen a totes les cultures, capes socials i usos. |

I és per això que finalment s'analitza l'acció dels espais intermedis sobre els paràmetres i els factors de confort i se n'extreuen conclusions que, si bé parteixen d'una anàlisi energètica, s'amplien finalment a consideracions més generals.

4.1.1. L'experiència de l'arquitectura

Abans de començar la carrera d'arquitectura i sense la deformació posterior deguda a l'excessiva contemplació d'**imatges**, en llegir a les pàgines escrites per B. Zevi⁷ que l'arquitectura és alguna cosa més que volums i que mai una representació no serà més que això, em va semblar una evidència sense cap misteri. Ara crec que és d'una importància capital i que cada vegada anem més en el sentit contrari. La societat actual, preeminentment visual, oblida cada vegada més *l'experiència dels fets* com a font de coneixement i cultura.

La majoria dels que llegeixin aquestes línies segurament poden relatar una vivència personal lligada a aquest fet. A qui no l'ha sorprès aquella arquitectura tan "vista", però mai "viscuda"? I això no només respecte a l'espai interior, la visió de l'exterior també pot donar-nos sorpreses agradables o desagradables: l'accés, l'escala, l'entorn, el moment, la llum, els llamps,⁸ l'estat de conservació, el nostre ànim, etc.

La vivència d'acostar-se a Ronchamp no pot ser substituïda per una successió de fotografies que intenten reproduir-la... I a l'arribada: la sorpresa. És l'escala? (però si l'hem vist fotografiada amb gent!), és la llum?, som nosaltres?... És tot! I el més sorprenent és que no només passa la primera vegada.

Quantes imatges interiors, exteriors, seccions, no han entrat als nostres ulls fins a fer-nos creure que "coneixem" el Panteó, i quina cosa tan diferent és quan hi entrem. Sembla que una arquitectura d'una simplicitat volumètrica tan evident no pot sorprendre els nostres sentits; *cada* vegada que hi he entrat m'ha descompassat la respiració i, en canvi, pot deixar indiferent a qui està al meu costat...

⁷ Zevi, B. *Saber ver la arquitectura*. 1951.

⁸ La primera vegada que vaig veure l'Acropolis, va ser sota una sobtada tempesta.

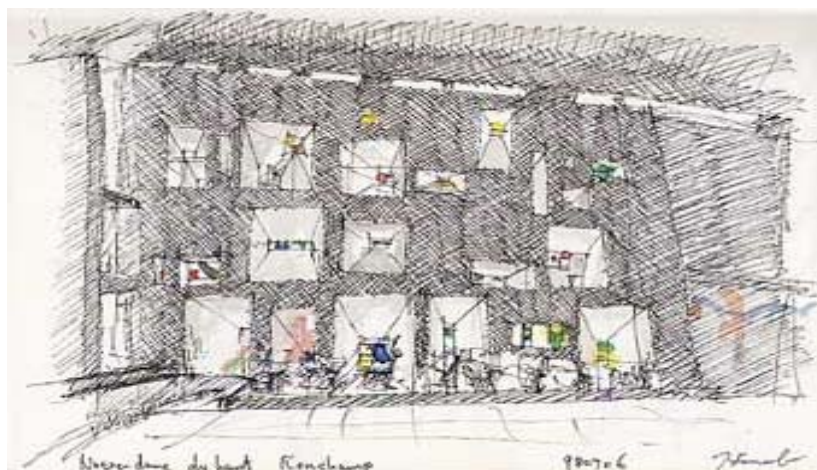


Fig. 4.71. El dibuix, a diferència de la fotografia, que és objectiva, és una "interpretació" personal i subjectiva del que s'observa

L'arquitectura és més que una maqueta a escala 1/1: per això em semblen tan importants les condicions ambientals de l'arquitectura. Sigui amb mitjans naturals o amb mitjans artificials, les condicions ambientals dels espais arquitectònics haurien de preocupar-nos tant com les condicions dimensionals, tant en el seu vessant positiu com en el negatiu. De la mateixa manera que hi ha espais inhabitables per les seves dimensions, també n'hi ha d'inhabitables per les condicions ambientals que tenen. També es pot fer una lectura positiva i veure que de vegades aquestes condicions poden convertir espais arquitectònics que a priori semblarien no tenir cap interès especial en una experiència difícil d'oblidar. Aquest seria el cas d'alguns espais intermedis que saben reconvertir-se en agradables estímuls per als sentits.

4.1.2. La dificultat no justifica el silenci

El fet que el **confort** sigui difícil de definir, precisar i avaluar no justifica que l'oblidem i que ens dediquem *només* a estudiar els aspectes parcials del problema, sense que això signifiqui negar en cap moment la validesa i l'interès d'aquests estudis parcials.

L'**arquitectura** també és difícil de definir, precisar i avaluar; se'n poden estudiar i calcular aspectes parcials sense que es consideri una pèrdua de temps, però això no treu que se segueixi construint i buscant nous camins per trobar "els confortos" que produeix l'arquitectura.

D'altra banda és molt important el coneixement dels fonaments físics, fisiològics i psicològics de l'**ambient** arquitectònic, així com de la història del **control ambiental** a l'arquitectura, ja que pot donar les eines que l'arquitecte ha de saber utilitzar en la creació d'espais globalment confortables, gràcies al coneixement dels fenòmens ambientals i energètics que es produeixen en els espais arquitectònics, les reaccions i preferències dels usuaris, i les solucions que al llarg del temps han anat experimentant les diverses cultures.

Però els estudis de confort s'acostumen a fer deslligats de l'arquitectura o considerant-la d'una manera molt abstracta, com si fossin un fet paral·lel i no un fet final. Els experiments de Fanger⁹ o similars es fan en espais interiors entesos com a contraposició del món exterior, sense cap intent de qualificar aquests interiors abstractes a fi que esdevinguin reals. La majoria d'estudis inclouen la paraula *indoor*¹⁰ en el sentit de contraposició amb l'exterior, però sense cap intenció arquitectònica, ni tan sols la dimensió, els acabats o el color de les superfícies interiors es consideren d'importància. Tots els treballs parcials són útils, però no s'ha de renunciar a una voluntat de considerar-los d'una manera global i sempre en relació als espais on es produeixen les condicions que s'analitzen.

⁹ Fanger, P.O. *Thermal Comfort*. 1972.

¹⁰ Indoor Air Quality, etc.

Els resultats dels estudis de confort arriben només a donar unes recomanacions o restriccions en forma d'índexs, marges de confort, etc. cada vegada més ajustats a les activitats i totalment deslligats dels espais on es fan.

Per això té sentit analitzar el confort en els espais intermedis, on les activitats són tan indefinides que es poden superar o oblidar els punts de vista més limitats dels especialistes.

4.1.3. L'aprenentatge del confort a l'arquitectura

Hi ha una manca en l'aprenentatge intuïtiu dels arquitectes dels temes de confort ambiental a l'arquitectura, que no es pot justificar per la dificultat en mesurar-los.

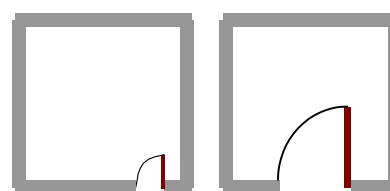
Es podrien deixar aquestes mesures o càlculs en mans d'especialistes o fer-se només en situacions especials, però no s'ha d'oblidar que saber analitzar els resultats pot tenir més importància que els resultats mateixos. Finalment el que interessarà és conèixer cap a on van els fenòmens i la seva velocitat (gradient).

No s'ha de caure mai en la ingenuïtat de creure que el comportament exacte serà el previst en el càlcul o la simulació, sinó que l'important és confirmar que va en la direcció prevista. Per exemple, el resultat d'un càlcul d'il·luminació seran unes corbes Isolux, un mapa de luminàncies o una taula numèrica, però la seva finalitat és saber que al costat de la finestra hi haurà més llum que al fons de la sala i si hi haurà el doble de llum o deu vegades més llum.

Hi ha altres fets arquitectònics que generalment es tenen apresos d'aquesta manera intuïtiva i que de tan poc conscients que són, sembla que tothom en tingui coneixement. Dos exemples molt evidents són el comportament **dimensional** i l'**estructural**.

El coneixement **dimensional**, la interpretació d'un plànol, representació abstracta d'una realitat, sembla una cosa innata fins que es nota la dificultat d'interpretació que comporta a gent que no treballa en aquest camp. El plànol dóna informació sobre la dimensió absoluta i la relativa, les relacions estàtiques i dinàmiques entre els espais que hi estan representats. Les peces dibuixades es relacionen contínuament: les portes i la corba que representa el moviment, la mida que tenen i la d'altres símbols, com poden ser els llits o les escales i les fletxes que indiquen el sentit ascendent, creen una sèrie d'indicadors de la dimensió que, a primer cop d'ull i sense que calgui indicar l'escala exacta, donen una imatge mental dels espais representats.

*Fig. 4.72.
El símbol que representa la porta explica la dimensió de l'espai al qual dóna accés. És un coneixement que aprenen tots els arquitectes sense necessitat de cap aprenentatge explícit*



De la mateixa manera, les representacions abstractes del comportament de l'**estructura** (diagrames de moments, de tallants, etc.) expliquen els llocs on l'esforç serà més gran i si aquest serà de tracció, de compressió, de torsió, etc., la qual cosa exigirà una solució diferent per a cada cas, i tot això sense necessitat de saber, d'entrada, la magnitud exacta de l'esforç a cada punt de l'estructura.

Si no cal saber la magnitud absoluta, sinó només la direcció que prendran els fets, per què es té tan poca sensibilitat cap als fenòmens ambientals energètics? Tan difícil seria que a més de la dimensió de l'espai que es projecta, s'intuís on hi hauria més llum, on faria més fred i on es notarien els possibles corrents d'aire, què se sentiria i d'on vindria el so?

Aquest aprenentatge del confort ambiental a l'arquitectura hauria de començar per aprendre a "sentir més" l'entorn, per poder-lo analitzar després. Demana una actitud "lúdica" envers l'espai arquitectònic, més enllà del fet merament funcional. Sense ser conscient del que es nota i del plaer o el rebuig que provoca, és molt difícil crear espais amb intencions ambientals definides.

La creació d'espais arquitectònics ambientalment agradables no s'ha de limitar a identificar molèsties (enlluernament, soroll de la cafetera al bar, corrent d'aire al vestíbul, etc.) i combatre-les, sinó que s'ha d'aprendre a definir el comportament ambiental que es pretén aconseguir (volicions ambientals) i saber com aconseguir-ho.

Els espais intermedis, atesa la seva gran variabilitat i possibilitats d'interacció per part dels usuaris, són i sempre han estat laboratoris reals d'aquestes condicions ambientals. Són espais on aquest aprenentatge de l'ambient es pot fer amb una llibertat més gran que en d'altres, ja que com que no estan lligats a un ús concret permeten percebre les condicions ambientals sense prejudicis.

Els coneixements apresos també s'han de transmetre als futurs professionals per evitar partir sempre del mateix punt de desconeixement, tant en el cas dels coneixements teòrics com dels pràctics; però també els intuïtius que s'han assolit al llarg d'anys d'experiència. Han de transcendir al camp de l'ensenyament bàsic de l'arquitectura i no quedar restringits a un nombre determinat d'especialistes —que moltes vegades no són arquitectes.

4.2. LA PERCEPCIÓ DE L'AMBIENT ARQUITECTÒNIC

Una de les complexitats de l'estudi del confort ambiental a l'arquitectura és que inclou: l'entorn físic, l'arquitectura i l'ésser humà.

Cadascun d'aquests tres elements ja és de per si un món prou complicat, però cap no es pot aïllar per analitzar-lo amb més detall, perquè les interrelacions entre uns i altres són imprescindibles per entendre'ls. El fet d'aïllar un procés per investigar-lo, no serveix per a res més que per aconseguir descobrir i entendre la llei general que el regeix, sense oblidar que aquest procés sempre haurà de poder-se considerar afectat per multitud d'interaccions que no succeeixen en l'experiència aïllada.

Es podria dir que hi ha una realitat "física" existent i que aquesta només depèn de les seves pròpies lleis, però resulta que aquesta realitat no és si les persones no la poden percebre.

Es pot fer un paral·lelisme entre el procés de percepció de l'ambient i el de l'existència de la *llum*.¹¹ Perquè hi hagi el que anomenem llum s'han de donar tres fets simultanis.

El primer fet és l'existència d'una font que produeixi energia lumínica (què és una font de llum?); el segon està lligat a l'existència d'una superfície que la reflecteixi (és que no hi ha energia a l'espai de la nit fosca, entre planetes i estrelles?), i el tercer és l'existència d'un ull observador amb unes característiques fisiològiques concretes.



¹¹ San Martín, R. (1990). Classe de doctorat.

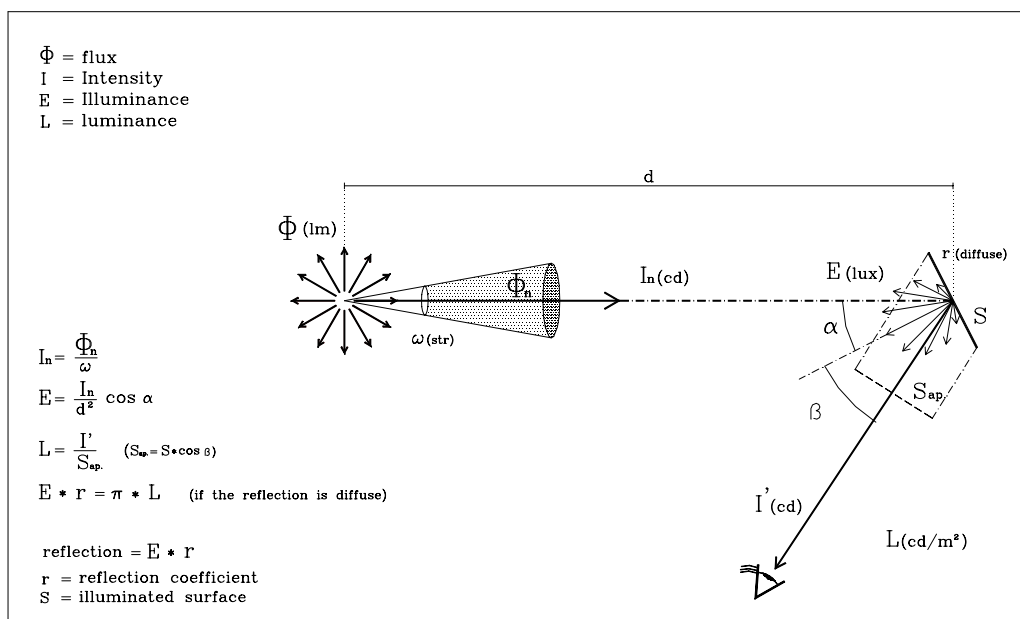


Fig. 4.73. Les quatre principals unitats lumíniques.
 El procés de visió (font - superfície - ull) està implícit i el mateix dibuix ho denota

Un fet real és que els estudis de confort a l'arquitectura són un terreny poc explorat des d'un punt de vista global. Considerant els tres complicats mons que hi intervenen (física, ésser humà i arquitectura), ja el primer, **la física**, no és ni molt menys un terreny esgotat. Algunes de les lleis físiques que en moments de la història han semblat "absolutament" vàlides, han canviat radicalment al llarg dels anys i avui ningú no s'atreveix a afirmar que les teories modernes siguin inamovibles. Hi ha lleis generals, acceptades per la comunitat científica des de fa anys, però que no són tan absolutes com semblen ni són vàlides aplicades a determinats fets.

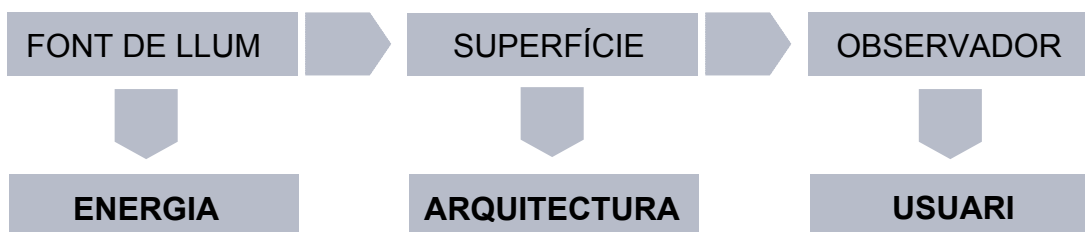
No només es desconeixen les lleis que regeixen el món que ens envolta, sinó que també es desconeix **l'ésser humà**. Se'n va descobrir, amb dificultats, el funcionament fisiològic, ja que també és una màquina amb moltes connexions possibles, i en aquest camp la ciència ha avançat considerablement, però se'ns segueixen escapant les lleis generals de la conducta humana. Els resultats d'aquesta conducta, el que es pot deduir per l'observació de l'ésser humà i les seves reaccions, són només el punt de partida per respondre a la pregunta: per què?

I el tercer punt que està lligat directament amb els dos anteriors és **l'arquitectura**: obra de l'ésser humà que ha de seguir les lleis de l'entorn. Una manera d'entendre'l, potser.

El que és ben cert és que no es pot aïllar l'arquitectura ni de l'ésser humà ni del món físic on es produeix.

La definició habitual de l'arquitectura com a refugi de l'ésser humà és pobre i parcial, limitada a les necessitats fisiològiques. La gran diferència entre la cova d'un animal i la d'un humà és la presència de "decoratius", senyals o objectes sense cap mena de valor funcional; això sembla indicar que l'ésser humà busca alguna cosa més que refugi.

Fent una analogia es pot esquematitzar així la relació entre aquests tres punts (món físic–arquitectura–ésser humà) i els tres del procés de l'existència de la llum (existència font de llum–superfície–observador).



Quines són les dificultats que es plantegen quan s'intenta definir què és l'arquitectura? Són similars a les que es plantegen quan s'intenta definir què és el confort? Semblen ser dues cares d'una mateixa moneda. Si l'arquitectura és un acte que es fa per satisfer l'ésser humà, vol dir que la seva pròpia essència porta associada el concepte de confort. I això ens porta a considerar aquest concepte de confort d'una manera més àmplia del que normalment s'entén.

LA PERCEPCIÓ DE L'AMBIENT

PERCEPCIÓ AMBIENT

4.2.1. La percepció

Per conèixer una mica de què es parla quan es diu *percepció* començarem per resumir les diferents teories que hi ha hagut sobre aquest tema. Les tres més acceptades en el seu moment, i que encara avui podem considerar, són:

- la teoria de la inferència¹² (empirista),
- la teoria de la *Gestalt*, i
- la teoria de l'estímul.

4.2.1a. La teoria de la inferència va començar a ser desenvolupada pels filòsofs que es preguntaven com s'arriba a saber, i fins a quin punt ens podem fiar del nostre coneixement. Els empiristes anglesos (Locke, Hobbes, Hume) deien que el coneixement s'adquireix per l'experiència sensible i per l'associació d'idees. En néixer, la nostra ment és com un full en blanc on no hi ha res escrit i on és l'**experiència** la que hi escriu. Per aconseguir "percepcions" correctes del món que ens envolta s'ha d'aprendre a interpretar per mitjà d'un procés d'associació. George Berkeley (1709) va treballar en el camp de la percepció visual i va teoritzar que el que la vista ens donava directament no era correcte per poder interpretar el nostre entorn: *"..la tercera dimensió no puede ser dada directamente por la vista, puesto que la retina es solo bidimensional. Para ver el mundo tridimensionalmente, hemos de aprender a asociar ciertas sensaciones dadas por el mirar un objeto con su real distancia de nosotros, el conocimiento de la cual hemos de obtenerlo por otros medios. Concretamente, podemos asegurarnos de lo apartado que esté de nosotros un objeto tocándolo, agarrándolo o, si no, encaminándonos hacia él. Cuando hacemos esto, vienen a ponerse a nuestra disposición ciertas claves, vb, el grado de engrosamiento del cristalino en el ojo. Este engrosamiento lo sentimos por el grado de esfuerzo que hacen los músculos conectados al cristalino. Este signo lo asociamos a la distancia que hay hasta el objeto. En la experiencia subsiguiente, el signo nos dice cuán distante se halla el objeto."*¹³

¹²Inferir: del llatí *inferire*, 'portar'. Treure conseqüència o deduir alguna cosa d'una altra. Portar, ocasionar, conduir cap a un resultat.

¹³Rock, I. *La percepción*. 1984.

Aquesta mateixa teoria va ser desenvolupada d'una manera més sistemàtica pel gran físic H. von Helmholtz a finals del segle XIX, que va treballar i escriure molt sobre òptica fisiològica, i que opinava que la percepció era un procés *inferencial* segons el qual deduïem els objectes o fets, a partir de les sensacions similars que ja s'havien tingut abans, d'una manera inconscient, sense adonar-nos que estàvem traient conclusions. *“Las sensaciones de los sentidos son señales para nuestra conciencia, dejándosele a nuestra inteligencia el aprender a comprender su significado.”* Aquesta interpretació de la percepció i del procés inferencial que comporta explicava el fet que una vaca blanca sota un arbre seguís percebent-se com a blanca. Els inicis de la psicologia conductista són una continuació d'aquesta línia del pensament filosòfic aplicat a l'estudi del comportament humà.



Fig. 4.73. La vaca central es veu igual que la de l'esquerra tot i que és igual que la de la dreta, que sembla més fosca que la central

4.2.1b. La teoria de la Gestalt, un altre enfocament totalment oposat a aquest, té els orígens en el pensament de Descartes (s. XVII) i Kant (s. XVIII), que opinaven que la ment té idees innates sobre les propietats dels objectes i que la ment imposa la seva concepció pròpia d'espai i temps a la informació que rep. Aquestes idees van ser desenvolupades pels psicòlegs anomenats de la forma o de la Gestalt.

La idea global d'aquest corrent ve a dir que, encara que ens arribin sensacions separades, la nostra percepció és global. Les unitats senceres que arribem a percebre no són només el resultat d'un procés d'organització, sinó que els elements d'aquestes parts estan relacionats entre si d'una manera tal que es crea una forma que no és la suma de les propietats de les parts, ja que té propietats pròpies. Köhler (1929),¹⁴ gran aficionat a la música, posa sempre l'exemple d'una melodia, que no és només la suma de sons discrets, sinó que té una qualitat pròpia basada en la relació dels sons entre si, de manera que es pot transportar una octava més amunt o avall i segueix sent la mateixa melodia, mentre les relacions entre tons es mantinguin. També posava l'exemple que en tocar un do i un sol simultàniament, el so que es produeix (que és una quinta) no és ni un do ni un sol, i les seves qualitats no es troben en cap de les seves parts, i el coneixement tan profund com es pugui de cadascuna de les parts integrants, no dona mai la més remota idea de què és una quinta.

D'aquest exemple es pot deduir fàcilment l'afirmació segons la qual **"el tot és diferent de la suma de les parts"**.

¹⁴ Köhler, W. *Psicologia de la forma*.

4.2.1c. La teoria de l'estímul o teoria psicofísica, última teoria que es comenta aquí, afirma que tota la informació necessària per a la percepció, és al nostre entorn, preparada perquè la captin els òrgans de l'observador. No cal doncs ni la inferència inconscient, com deien els conductistes, hereus de l'empirisme, ni la interacció que crea un tot, com afirmaven els gestaltics. Aquesta teoria de l'estímul complet i que té ja tota la informació busca correlacionar els estímuls físics amb les sensacions subjectives. El principal punt en què cal treballar en aquesta teoria és trobar les característiques més importants dels estímuls que porten a cadascuna de les diferents percepcions. Una de les aportacions importants va ser la de l'equip de Gibson (1940), que va començar a suggerir els estímuls "correlatius" per explicar diferents percepcions, sobretot de les percepcions visuals, que era en el camp en què treballava d'una manera prioritària. Aspectes com el gradient de la densitat de la textura en un pla, a més del conegut recurs de la situació de figures de mida identificable, són estímuls correlatius que perceben el pla del terra de la imatge i donen la percepció de llunyania.



*Fig. 4.74.
Gradient de la densitat de la textura,
que dona la percepció de llunyania*

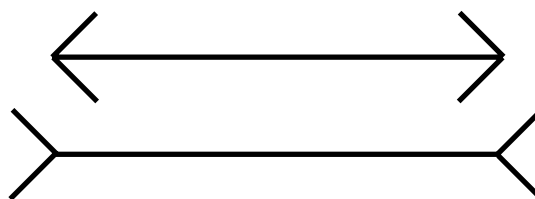
Cap d'aquestes teories és absolutament vàlida, ja que no expliquen del tot un fenomen tan complex com és la percepció de l'entorn per l'ésser humà. La primera dificultat que comporta qualsevol teoria sobre la percepció és el fet que el que percebem és una "imatge" mental; això vol dir que no ens podem creure ingènuament que les nostres percepcions són reproduccions fidels de la realitat. De quina realitat estem parlant? Com a màxim podem referir-nos a la nostra pròpia realitat, la que coneixem gràcies a la física i que té altres coses que nosaltres no coneixem o no podem apreciar, com ara camps electromagnètics, partícules atòmiques, etc.

És ben conegut que si tinguéssim l'aparell sensorial d'altres animals que conviuen amb nosaltres al mateix planeta, percebríem una "realitat" totalment diferent de la que tenim ara. Però així i tot, encara que les percepcions que tinguem són construccions mentals d'una realitat relativa, ni són arbitràries ni il·lusòries. I també sorprèn que un coneixement superior, entès com a explicació objectiva del fet, no fa que canviem les nostres percepcions, com és el cas de les il·lusions òptiques, que no desapareixen quan descobrim que les línies tenen la mateixa dimensió, o el cas de la il·lusió lunar, que no desapareix encara que sapiguem que la lluna té la mateixa dimensió a l'horitzó que al zenit.

*Fig. 4.75.
El Sol i la Lluna quan estan
pròxims a l'horitzó semblen tenir
una dimensió més gran que quan
estan al zenit, i encara que es
"sap" que no canvien de dimensió
segueixen semblant més grans*



*Fig. 4.76.
Encara que sigui la més utilitzada
de les il·lusions òptiques, no deixa
de ser sorprenent que les dues
línies tinguin la mateixa longitud*



I seguim fent-nos la mateixa pregunta que es feia K. Koffka (1935): per què semblen les coses el que semblen?

Cadascuna de les tres teories esmentades anteriorment ho contesta d'una manera diferent (segons les inferències que fem, segons les interaccions dels components de l'estímul o per la informació suficient que ens dona l'estímul) i actualment s'utilitza una barreja en la qual s'incorporen idees de les tres. Tal com apunta Köhler (1929), tant en la psicologia com en la física, la tendència actual és analitzar els fenòmens oblidant la principal raó d'aquesta anàlisi, que és la comprensió del que ens envolta. Per tant, arribats a aquest punt i coneixent el que fins al moment es pot saber sobre la percepció, no hem d'aturar-nos aquí, sinó que ho hem de considerar en les nostres anàlisis de l'ambient arquitectònic i la seva percepció per part dels usuaris, que és el que ens preocupa com a arquitectes.

4.2.2. L'ambient arquitectònic

La definició de l'ambient és un tema que cal considerar. Quin és el concepte que porta implícita aquesta paraula? Es pot partir de consideracions molt àmplies i d'estudis molt extensos sobre l'espai, com els d'Edward T. Hall¹⁵, que analitza l'antropologia dels espais i dels quals es poden treure lliçons molt útils per a una millor comprensió del comportament de l'ésser humà amb el seu entorn. Les consideracions de Hall poden ser transportades al camp de l'arquitectura i de l'urbanisme d'una manera quasi immediata, però no és més que una visió molt general del concepte d'espai.

Una de les coses que distreu quan parlem d'aquest tema és que la paraula *ambient* porta implícits altres conceptes, que tot i no ser contraposats, contribueixen a fer més confús el tema. Altres paraules que es fan servir per definir coses similars a l'*ambient* poden ser l'*entorn*, el *medi*, l'*espai*, etc., totes prou abstractes per anar-se superposant contínuament, ja que hi ha altres factors que contribueixen a aquesta confusió, alguns dels quals ja s'han comentat en parlar dels espais intermedis, com és el cas de l'idioma. Un altre factor que porta a confusió és el significat diferent que agafen els conceptes segons el temps. En destaca el terme *ambient*, que avui en dia s'ha vist "engolit" per l'expressió "*medi ambient*" utilitzada en excés per definir coses a vegades ben oposades.

Es vol doncs **limitar l'ambient** que es tractarà **a l'àmbit de l'arquitectura**, tot i que no es pot aïllar aquest concepte de tot el que l'envolta. Les referències a l'ambient arquitectònic i a la seva percepció per part dels usuaris seran referències als espais arquitectònics i a totes les manifestacions energètiques i humanes que hi intervenen. Serà ambient arquitectònic tant la dimensió d'un espai, com el lloc on és, com la temperatura que hi fa, com el acabats interiors i exteriors, com el corrent d'aire que el recorre, com els tipus d'usuaris que hi ha, etc.

En aquest "*ambient arquitectònic*" s'especificarà el vessant energètic com a objecte de l'estudi, sense que això signifiqui que sigui l'únic que influeix sobre el confort.

¹⁵ Hall, E.T. *La dimensión oculta*.1966.

4.2.2a. El control ambiental

El concepte de **control ambiental a l'arquitectura** s'introdueix ja en la tesi doctoral de Rafael Serra Florensa (1972) i estructura en una primera etapa l'ensenyament del Departamento de Acondicionamiento y Servicios de la Universidad Politécnica de Barcelona, posteriorment Secció de Condicionament i Serveis del Departament de Construccions Arquitectòniques I de la Universitat Politècnica de Catalunya, i que ha influït en l'ensenyament d'altres escoles d'arquitectura.

S'estableixen en un primer estadi de mitjans naturals de **control ambiental**, un segon nivell de mitjans artificials de **control ambiental**, i un darrer de serveis a l'arquitectura. El punt de vista adoptat és sempre energètic.

La gran virtut d'aquest enfocament, sota el qual he fet la major part del meu treball fins ara, és posar en evidència una obvietat com és la necessitat de **control de l'ambient**, és a dir, que l'arquitectura no es pot limitar a crear ambients sense ser capaç de controlar-los. Aquesta comporta un dels principals mitjans naturals¹⁶ de control, i també hi ha mitjans artificials per realitzar funcions moltes vegades similars, però mai iguals. Són dos sistemes de controlar l'ambient construït que ni són substitutius, ni contraposats, sinó que són diferents camins per obtenir resultats també diferents, sense per això suposar cap mena de judici de valors sobre cap dels resultats obtinguts.

**MITJANS NATURALS
de control ambiental**

**MITJANS ARTIFICIALS
de control ambiental**

**SERVEIS
a l'arquitectura**

¹⁶ Des del punt de vista arquitectònic, ja que l'edifici és una obra humana.

El prejudici, massa estès, que tot el que és natural¹⁷ és millor, hauria de portar a la reflexió sobre la validesa d'aquesta afirmació, ja que si es dóna com a vàlida l'arquitectura, sempre seria pitjor, mai no emocionaria.

La sàvia manipulació de les preexistències ambientals i de l'arquitectura, poden donar resultats extraordinaris, dels quals hi ha exemples en totes les cultures i latituds. La llum d'Istanbul, hàbilment manipulada per l'arquitectura de la Mesquita Blava, dóna resultats "*ambientalment*" més interessants que la mateixa llum sense manipular (encara que la llum d'Istanbul, ja és de per si bella). L'aigua que corre per l'arquitectura de l'Alhambra de Granada no es pot atribuir a la casualitat o la natura sense ajuda humana. L'excavació d'una cova en un clima àrid crea un espai d'una frescor i foscor que acaricia la pell i descansa els sentits. La llum artificial que emergeix dels volums del Museu Guggenheim de Nova York de nit li dóna una plasticitat, que si bé de dia ja té, amb el paper escenogràfic de la llum artificial s'exagera fins al límit.

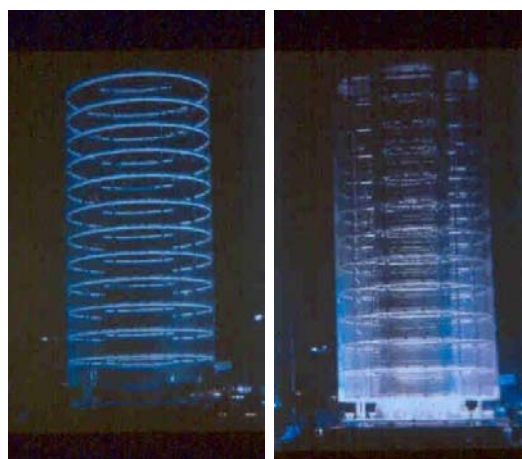


Fig. 4.77. Toyo Ito mostra les possibilitats estètiques de la llum artificial en la seva torre



Fig. 4.78. Le Corbusier recrea l'ambient lumínic exterior a les galeries interiors de La Tourette

¹⁷ Interpretant-ho com a no manipulat per l'ésser humà.

4.2.2b. L'arquitectura com a creadora d'ambients

I aquí arriba la meva reflexió o, més que això, la defensa del **poder de l'arquitectura com a creadora d'ambients confortables** per als usuaris. Per aconseguir això s'ha de conèixer què s'està fent, el comportament dels fenòmens ambientals i els possibles resultats de les accions arquitectòniques. El mètode prova-error només s'hauria d'aplicar a petits ajustaments i millores, però no es pot utilitzar en determinades escales arquitectòniques i en segons quins tipus de decisions difícilment reversibles.

Per això considero tan important el coneixement dels fonaments físics, fisiològics i psicològics de l'ambient arquitectònic¹⁸ com de la història del control ambiental a l'arquitectura,¹⁹ ja que dóna les eines que ha de saber utilitzar l'arquitecte en la creació d'espais globalment confortables.

¹⁸ Serra Florensa, R. *Les energies a l'arquitectura*. 1a part: L'ambient arquitectònic. 1993

¹⁹ Serra Florensa, R. *Les energies a l'arquitectura*. 2a part: El control ambiental en el temps i l'espai.

4.2.3. Els estudis de confort: orígens

En aquest apartat no es pretén fer un treball monogràfic sobre els diferents estudis de confort existents i a l'abast, sinó que s'analitzen els factors que han afavorit i limitat aquests treballs.

Hi ha una distinció important entre els estudis del comportament dels diferents fenòmens energètics que afecten el confort ambiental i la seva possible avaluació. Una cosa és conèixer els principis físics i una altra és la possibilitat de mesurar-los o aplicar-los, encara que aquestes accions ofereixin moltes vegades un millor coneixement dels principis deduïts de l'observació del fenomen, tant si parlem de llum i so, com de fluids i psicologia.

Per fer aquesta anàlisi han estat molt útils els coneixements i comentaris d'A. Isalgué, una part dels quals està molt breument resumida en els annexos del llibre *Física de la llum i el so*.²⁰

Els principis físics de la llum i el so són coneguts per l'ésser humà des de fa molt de temps, mentre que el comportament de la calor és un tema més recent i complex, així com la psicologia i el funcionament del cervell. Egipcis, grecs, romans i àrabs ja havien formulat gran part de les lleis deduïbles per observació, tot i que la interpretació que donaven dels fenòmens moltes vegades estava bastant allunyada del que se sap ara.²¹

Les diferències primordials en aquests camps van marcar el desenvolupament de les tecnologies associades a cadascun. El més fàcil de mesurar per la seva "relativa" permanència en el temps va ser tot el que estava relacionat amb la visió (llum i color), ja que el sistema de mesura primitiu bàsic era la simple comparació. En canvi, l'acústica oferia la dificultat de la no-permanència en el temps, que feia imprescindible un sistema de mesura i "fixació" de més dificultat, a causa de les baixes intensitats energètiques que intervenen en els processos acústics. Les dificultats de la termodinàmica són ben evidents, ja que avui encara no se sap si la temperatura existeix o no, però hi ha sistemes per mesurar una aproximació de la temperatura suficient per a les nostres

²⁰ Isalgué Buxeda, A. *Física de la llum i el so*. (1995) p. 277-282.

²¹ La llei de l'invers del quadrat de la distància tant per al so com per a la llum ja l'havia formulat Arquímedes (s. III a. C.).

consideracions. I encara són molt més difícils les mesures dels corrents que es produeixen en el cervell humà per la dificultat que suposa treballar amb una "màquina" que no es pot disseccionar amb facilitat.

Els estudis i coneixements previs de les lleis físiques que regien els fenòmens es van desenvolupar d'una manera ràpida durant els segles XVIII i XIX a mesura que s'anaven aplicant a nous usos, i això creava la necessitat de conèixer-los millor. Cap al 1700 ja existia alguna cosa similar als patrons de llum per regir el comerç de fonts de llum (quinqués) i també hi havia un cert conveni relatiu a les notes musicals per poder unificar les composicions de músics de diferents procedències. La investigació sobre la termohigrometria està més lligada a la producció de fred que a la de calor i es va començar a desenvolupar amb l'objectiu de refrigerar els productes alimentaris per al seu transport²² i no pas per refrigerar les persones. En aquest punt no es pot oblidar l'important tasca d'agrupació de coneixements i de recerca feta per Carrier i la immediata reacció per part de l'Associació Americana de Fabricants d'Equips Mecànics (ASHRAE) per consolidar els coneixements en el *Handbook of Fundamentals*²³, referència obligada encara avui.

Importants finançadors de la investigació de la colorimetria i la reproducció de color de les fonts de llum artificial van ser les indústries químiques de la conca del Ruhr, fabricants principals de tints, que ja llavors van invertir en recerca aplicada, per arribar a definir les bases científiques de l'estudi de la llum.

Es pot fer notar aquí que la diferent procedència de les investigacions desenvolupades porta implícit un mètode oposat. Mentre que els principis de llum i acústica es desenvolupen principalment a Europa, les bases de la termohigrometria provenen dels EUA. Això justifica uns coneixements físics teòrics importants com a base de la investigació en el primer cas (europeu) i una àmplia experimentació que porta a establir a la fi també uns principis generals de funcionament en el segon cas (nord-americà).

²² La pel·lícula *Al este del Edén* és una referència dels problemes que comportava aquest fet.

²³ ASHRAE Handbook of Fundamentals.

Això pot explicar aquesta visió parcial del tema: que els estudis que després s'aplicaran a les condicions en què es troben els usuaris de l'arquitectura comencin a fer-se amb altres finalitats. Fins i tot els primers estudis de confort humà higrotèrmic fets per mitjans estadístics segons apreciacions de grups d'individus estaven, al principi, destinats a valorar la resistència dels soldats en condicions climàtiques crítiques "exteriors".

L'enfocament que es dóna en començar a fer experiències amb persones per avaluar els efectes de diversos fenòmens²⁴ és un canvi important en la metodologia científica del moment, fins a arribar al punt de produir-se aberracions (com les investigacions realitzades en els camps de concentració nazis). El concepte implícit en aquesta metodologia és important, suposa l'acceptació que el destinatari final d'aquestes investigacions és l'ésser humà i que hi ha divergències de percepció entre els diferents individus d'un grup. (Coincideix amb el ràpid desenvolupament de la psicologia i les ciències que estudien la percepció, la conducta, etc.) Aquest mètode accepta de partida que 20 °C es perceben d'una manera o d'una altra depenent de molts factors i això fa que a vegades es valori molt o poc positivament un mateix fet ambiental. Evidentment hi ha moltes coses que s'obliden o no s'esmenten per la dificultat que suposa fer els experiments adequats, però en els estudis de Fanger ja es tenen en consideració (per exemple, l'efecte de la indumentària o de l'activitat).

Una característica general que s'hauria de remarcar sobre els estudis de **confort** a l'arquitectura és que estan poc lligats al fet arquitectònic, a l'**espai** on es produeixen aquestes condicions determinades. Aquest estudis arriben a donar uns índexs, uns marges de confort ambiental (termohigromètric, acústic, etc.) definits per recomanacions i limitacions, que cada vegada són més i més ajustats a la activitat que s'està fent, però que estan totalment deslligats dels espais on es produeixen.

Els espais intermedis em semblen la mostra més evident del fet que no es poden separar les condicions ambientals de la realitat arquitectònica, ja que els marges de confort acceptats pels usuaris hi varien d'una manera molt més àmplia que els recomanats per realitzar les mateixes funcions en altres espais.

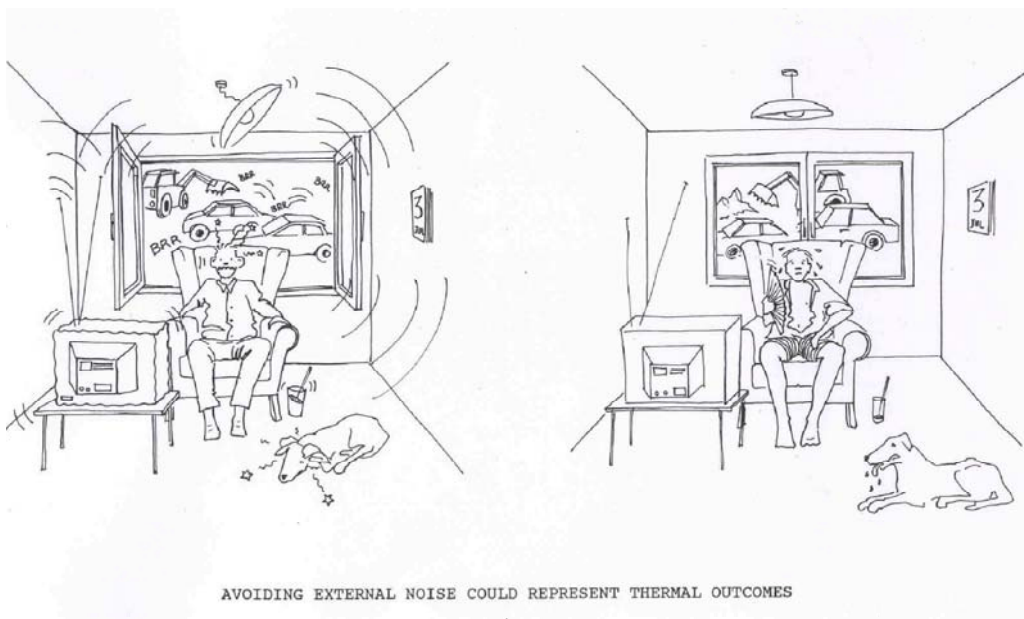
²⁴ P.O. Fanger. *Thermal Comfort*. 1972.

4.3. PARÀMETRES I FACTORS DE CONFORT

Com ja s'ha dit a la introducció d'aquest capítol, aquests paràmetres i factors de confort van ser desenvolupats en una primera proposta d'avaluació de confort desenvolupada gràcies a la beca d'FPI concedida pel Ministeri d'Educació i Ciència amb el títol "Evaluación global del confort tèrmico, lumínico y acústico en la arquitectura". A l'apartat 4.1. "Avaluació del confort a l'arquitectura" es fan les consideracions sobre el valor absolut de les avaluacions de confort i la necessitat de relativitzar-les.

En considerar el confort d'un ambient determinat cal tenir presents simultàniament els estímuls que arriben a l'ocupant per tots els sentits, encara que des del punt de vista arquitectònic tenen una especial importància la vista, l'oïda i el sentit criostèsic. En molts casos, no hi ha una distinció clara entre sensació i percepció. El fet de ser conscients o no d'un estímul determinat no implica que el nostre confort hagi estat afectat, però hi ha reaccions clarament provocades pel *coneixement* de la presència d'un estímul i això s'hauria de tenir present en qualsevol tipus d'avaluació del confort.

Les interrelacions de tipus psicològic entre les percepcions de diferents sentits, anomenades "*sinestèsies*" semblen d'una gran importància en l'àmbit del confort arquitectònic, on és molt difícil aïllar completament els fets i les percepcions que es generen en un mateix espai.



En la sensació de confort que es pot tenir d'un espai determinat influeixen simultàniament els estímuls recollits per tots els sentits i altres factors que a vegades són difícils de reconèixer.

Per poder considerar-ho tot, però amb diferents punts de vista, es classifiquen en:

paràmetres de confort de l'espai i **factors de confort de l'usuari**

**PARÀMETRES DE CONFORT
DE L'ESPAI**

**FACTORS DE CONFORT
DE L'USUARI**

Els **paràmetres de confort** de l'espai són tots els tipus de manifestacions energètiques d'un espai que poden resumir les característiques físiques i ambientals d'un espai habitable. Aquests paràmetres poden ser **específics** de cada sentit que ens ocupa (vista, oïda, olfacte...), la qual cosa permet que moltes vegades siguin "mesurables" amb unitats físiques existents (lux, decibels, graus de temperatura...), i **generals**, que afecten diversos sentits o tots alhora (variacions en el temps, direccionalitat...).

Els **factors de confort** de l'usuari són condicions exteriors a l'ambient mateix i pròpies de l'usuari que influeixen en l'apreciació que faran diferents individus d'un mateix espai caracteritzat per idèntics paràmetres de confort. Aquests factors tenen, doncs, uns condicionants que poden ser biofisiològics (herència, edat, sexe...), sociològics (tipus d'activitat, educació, alimentació...) i també psicològics de cada usuari.

La percepció del confort en un ambient depèn, en qualsevol cas, tant dels paràmetres objectius com dels factors dels usuaris. Fixem-nos que els paràmetres depenen principalment de l'espai físic, mentre que els factors depenen dels usuaris d'aquest espai. En les mateixes condicions que els primers, poden haver-hi tantes percepcions diferents com usuaris.

**PARÀMETRES DE CONFORT
DE L'ESPAI**

**FACTORS DE CONFORT
DE L'USUARI**

Paràmetres de confort (específics i generals)

La taula que es presenta a continuació resumeix els paràmetres específics de confort ambiental, en funció dels sentits, i seguidament es presenta una altra taula indicativa dels paràmetres generals.

Taula 4.1. PARÀMETRES ESPECÍFICS DE CONFORT DE L'ESPAI

| SENTITS | PARÀMETRES ESPECÍFICS | UNITATS |
|---------|--|----------------------------|
| TÈRMIC | Temperatura de l'aire (T_a) | °C |
| | Efecte radiant (T_r) | W/m ² |
| | Humitat (h) | g H ₂ O/kg aire |
| | Velocitat de l'aire (v) | m/s |
| ACÚSTIC | Distribució espectral d'intensitats ($I_{(f)}$) | W / m ² / Hz |
| VISUAL | Distribució espectral d'il·luminàncies (E_{λ}) | W / m ² / m |

Taula 4.2. PARÀMETRES GENERALS DE CONFORT DE L'ESPAI

| PARÀMETRES GENERALS |
|------------------------------|
| Direccionalitat dels efectes |
| Variacions en l'espai |
| Variacions en el temps |

De les dues taules anteriors es poden extreure algunes de les característiques dels paràmetres de confort. Els paràmetres que anomenem *específics* donen una idea de l'espai des del punt de vista energètic, mentre que els *generals* consideren el gradient i la direccionalitat d'aquestes energies en l'espai i el temps.

A la primera es troben efectes energètics que es mesuren habitualment amb mètodes relativament fàcils —com és el cas de la temperatura de l'aire—, i d'altres que no s'acostumen a mesurar de la manera proposada, encara que hi ha altres mesures en aquest mateix camp que es poden convertir o assimilar a la desitjada a partir de dades de fàcil adquisició —com seria el cas de la distribució d'intensitats acústiques per freqüències.

Factors de confort

A la següent taula es resumeixen els factors de confort de l'usuari, que es podrien ampliar amb una definició de cadascun dels factors (socials, fisiotemporals, fisiològics i psicològics) que intervenen en la valoració. Tanmateix, tal com ja s'ha dit, aquest tema s'ha desenvolupat més àmpliament i ha estat publicat.²⁵

Taula A2. 3 FACTORS DE CONFORT DE L'USUARI

| FACTORS DE CONFORT | |
|--------------------|---|
| Socials | tipus d'activitat, vestit... |
| Fisiotemporals | aclimatació en períodes curts o llargs |
| Fisiològics | anatomia i fisiologia de l'usuari |
| Psicològics | tipus de caràcter, educació, sinestèsies... |

Però aquest enfocament holístic del confort encara no està complet i el seu desenvolupament pot ser encara molt llarg. Aquests tipus d'estudis són molt costosos en temps i recursos, i de difícil desenvolupament en un departament universitari. Gran part dels treballs existents tenen al darrere els interessos comercials de grans indústries²⁶ o els interessos militars d'alguns països.²⁷

Es pot afirmar que el tema del confort, tot i ser un dels clàssics en el camp del control ambiental a l'arquitectura, en molts aspectes està a les beceroles. Aquest és un dels grans camps que queden oberts i que aquest treball posa de manifest d'una manera especial.

²⁵ R. Serra, H. Coch. *A Study into Climatic, Luminic and Acoustic Confort in the Architecture*.

2nd European Conference on Architecture, París, 1989. Kluwer Academic Publishers, Països Baixos.

²⁶ Com és el cas de la indústria del fred, representada per ASHRAE.

²⁷ L'exèrcit nord-americà va subvencionar gran part dels estudis que estudien el confort humà, durant els anys seixanta, com a resultat del creixent transport de tropes a diferents zones del planeta.

4.3.1. Acció dels espais intermedis sobre paràmetres de confort

Al capítol anterior (apartat 3.3. "Funcions ambientals dels espais intermedis") s'han analitzat les accions sobre els fenòmens ambientals i la seva actuació modificadora.

Aquestes accions dels espais intermedis sobre els diferents fenòmens ambientals tenen una repercussió directa immediata sobre els "paràmetres de confort" tèrmics, lumínics i acústics. Per aquest motiu les característiques de temperatura, radiació, humitat i velocitat de l'aire (accions tèrmiques), les d'intensitat acústica i lumínica i les seves distribucions espacials i temporals dependran directament d'aquestes actuacions.

4.3.1a. Sobre els paràmetres específics

En l'**Annex II "Simulacions"** i en l'**Annex III "Mesures"** es presenten els resultats energètics dins mateix dels espais intermedis i dels espais annexos, obtinguts per simulació i per mesura directa de l'espai real. La conclusió més evident de l'estudi és que l'ordre de magnitud d'aquestes actuacions sobre els paràmetres de confort és més que suficient com perquè mereixin ser considerats com a fonamentals en el disseny arquitectònic.

L'efecte sobre alguns paràmetres específics i efectes relacionats (temperatura de l'aire, oscil·lació de temperatura, factor d'il·luminació natural (FIN), nivell acústic, temps de reverberació) s'extreu directament dels resultats, principalment de les simulacions ja que engloben una casuística més àmplia que la que es pot considerar en les mesures.

A l'annex II se simulen el quatre espais intermedis *característics* que resulten de l'anàlisi fet al **capítol 2**: pati, atri, porxo i galeria. Es fa la simulació com a espais per ells mateixos i com a espais interposats entre l'exterior i l'interior. També se simulen en condicions d'hivern i d'estiu, seguint unes determinades seqüències climàtiques²⁸ establertes.

²⁸ Seqüències basades en els dies tipus ja establerts en el llibre *Clima, lugar y arquitectura. Manual de diseño bioclimático* i que són els que s'utilitzen en el programa d'ordinador CLA.

A l'annex III es mesura "un" espai intermedi específic amb una ubicació concreta i durant un període de temps determinat: una galeria de l'Eixample de Barcelona monitoritzada des de la primavera de l'any 1999 fins a la fi de l'any 2000. És només un dels casos simulats a l'annex II, però serveix per validar els resultats de la simulació informàtica.

Els resultats detallats de les simulacions es presenten a l'annex corresponent, però aquí poden esmentar-se'n alguns de prou significatius. En el cas de l'atri i la galeria, que pel fet de ser tancats són els que se simulen climàticament, s'observa que la temperatura mitjana interior a l'hivern puja uns **7 °C** (de 8 °C fins a uns 15-16 °C), mentre que l'oscil·lació tèrmica disminueix uns **3 °C** (de 7 °C fins a 4 °C); totes dues accions van en el sentit desitjat a l'hivern. A l'estiu, com que es considera que són espais que es poden obrir, l'efecte més significatiu no és sobre la temperatura —que pràcticament es manté igual que l'exterior— sinó sobre l'oscil·lació tèrmica, que disminueix considerablement, uns **7 °C** (d'un ΔT de 10 °C passa a un de 3 °C).

Si es volen comparar els resultats de la simulació informàtica de la galeria amb les mesures reals preses a la del carrer Aragó, s'ha d'identificar un període de temps que tingui unes condicions exteriors semblants a les simulades. Però això resulta difícil ja que, encara que aquell hivern va nevar un dia (10-XI-99), el valor mitjà obtingut a l'interior del pati de l'Eixample on donava la galeria no va baixar de 5 °C i la temperatura mitjana exterior va ser d'11,5 °C, mentre que la de càlcul era de 8 °C.

Així i tot, els resultats es poden comparar. L'oscil·lació de temperatura va ser de **3,5 °C**, mig grau més que la simulada. Les temperatures mitjanes de les quatre sondes situades en diferents punts de l'interior de la galeria es van moure entre 14 i 18 °C, per tant van pujar uns 6 °C (d'11,2 °C fins a 14-18 °C), un grau menys que els resultats de les simulacions.

S'aprecia que el valor de les accions (ordre de magnitud) dels espais intermedis sobre els paràmetres específics de confort és prou significatiu per tenir-se en consideració a l'hora de valorar els seus efectes sobre l'apreciació del confort ambiental arquitectònic.

4.3.1b. Sobre els paràmetres generals

Una vegada comprovada l'actuació real sobre alguns paràmetres específics de cada sentit, cal considerar que **en molts casos l'acció sobre els paràmetres generals pot arribar a ser d'una importància capital en l'apreciació global del confort.**

PARÀMETRES GENERALS DE CONFORT DE L'ESPAI:

- Direccionalitat dels efectes.
- Variacions a l'espai.
- Variacions en el temps.

Els espais intermedis tenen una actuació molt directa sobre els paràmetres generals de confort, resumits aquí en "direccionalitat dels efectes" i "variacions en el temps i en l'espai". Per fer aquesta anàlisi han estat més útils els resultats de la mesura contínua d'un espai intermedi al llarg de més d'un any, que permeten observar l'evolució de les condicions tant a l'espai intermedi com a l'espai interior, i la seva relació amb l'evolució de les condicions exteriors. Això s'ha fet perquè no es pot avaluar el confort a l'arquitectura considerant-la com un espai deslligat de tot, ni es poden considerar els espais independentment del conjunt de l'edifici on són i tampoc no es pot deixar de relacionar-ho amb l'exterior.

La successió lumínica (dinàmica) entre espais fa que apreciem unes condicions molt diferents de les de l'espai analitzat estàticament. Un exemple d'aquest fet són les sales dedicades a les aquarel·les del Museu d'Orsay (París), que es troben immediatament a continuació d'uns espais il·luminats amb llum natural. El contrast, en termes de valor absolut però sobretot en el temps d'adaptació, és tan alt que fa apreciar les sales "correctament" il·luminades per veure les aquarel·les com a *massa fosques*, mentre que si les sales anteriors tinguessin una il·luminació menys alta, apreciaríem correctament aquestes últimes sales. Això mateix es pot aplicar a altres paràmetres de confort estàtics.

La importància dels gradients²⁹ de l'energia en la sensació de confort global és tan o més important, en alguns casos, que les condicions estàtiques mateixes.

²⁹ Rapidesa major o menor amb què augmenta o disminueix una magnitud variable.

Aquests efectes (direccionalitat, temps i espai) ja s'han fet servir històricament, i convenientment utilitzats han donat resultats arquitectònics que estan implícits a la nostra cultura: la progressiva foscor que es busca en els temples egipcis per arribar al misteri, la direcció desconeguda de la incidència de la llum en alguns espais barrocs; etc.

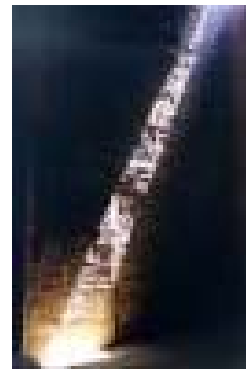
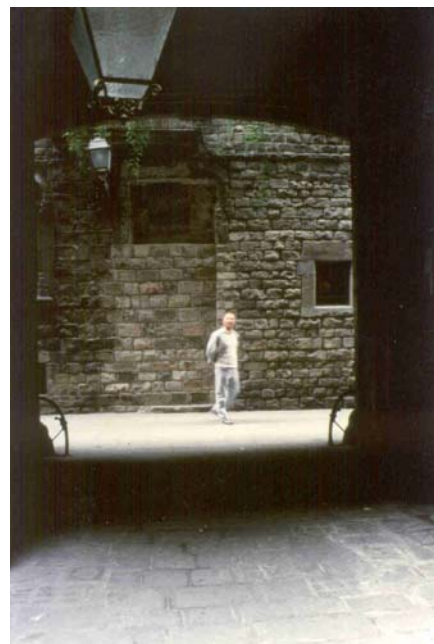


Fig. 4.79. Raig de sol al temple de Karnak

Un exemple molt comú d'aquesta acció sobre l'espai i el temps serien els vestíbuls dels palaus medievals urbans.³⁰ La llum del carrer, seguida d'un vestíbul fosc que dona pas al pati amb una altra llum i un altre caràcter, és un altre clar exemple de successió d'espais sàviament projectats. I així aquest pati lluminós (encara que no tant com sembla) que apareix darrere d'una gran porta i d'un vestíbul fosc, atreu la mirada del vianant que hi troba una petita sorpresa.



*Fig. 4.80.
Vista del carrer Montcada des del pati del
Museu Picasso. (Foto: Jordi Garcés)*

³⁰ Dels quals hi ha exemples sobrats als carrers de la Barcelona gòtica.

4.3.2. Acció dels espais intermedis sobre els factors de confort de l'usuari

A més de l'acció sobre els paràmetres ambientals de confort de l'espai també cal considerar com els espais intermedis actuen sobre els factors de confort de l'usuari, encara que sembli que es tracta d'una acció molt més subtil. Tenint present que els factors de confort depenen de l'usuari i no de les característiques de l'espai, és l'actitud d'aquest usuari la que dóna lloc a les respostes de confort segons el tipus d'espai.

FACTORS DE CONFORT DE L'USUARI:

- Socials: tipus d'activitat, vestit...
- Fisiotemporals aclimatació en períodes curts o llargs.
- Fisiològics anatomia i fisiologia de l'usuari.
- Psicològics tipus de caràcter, educació, sinestèsies...

Dins dels factors de confort de l'usuari els que estan més afectats per la presència d'espais intermedis són els socials i els psicològics, però el que caracteritza més els espais intermedis és l'activitat. El fet que els espais intermedis no tinguin una utilitat única i fixa és de gran importància, ja que les demandes que els usuaris reclamen a un espai amb unes funcions molt particulars és molt més estricte que quan es tracta d'un espai borrós. Com més concretes són les funcions de l'espai considerat, més estrictes són les volicions de l'usuari, i per tant els marges de confort general és van fent més estrictes. A mesura que es fa una arquitectura més i més "*funcional*" a base de reduir el nombre de funcions que poden tenir lloc en un mateix espai habitable, estem demanant-li que les compleixi amb més exigència. Si es dissenya un espai per projectar-hi pel·lícules, les condicions lumíniques són molt concretes, així com les acústiques i també les climàtiques; qualsevol distorsió sobre les condicions previstes provoca una gran molèstia als ocupants. Aquest fet es troba avui en els diferents tipus d'espais que es dissenyen per a accions concretes; aquesta tendència a crear espais concrets per a accions molt concretes.

No és que aquests espais d'estricta exigència ambiental no existissin anteriorment —hi ha els exemples de les termes, els teatres grecs, etc., espais amb unes condicions ambientals també concretes—, però el nombre en tota l'arquitectura és relativament petit. Aquests espais independents es creaven quan la necessitat així ho requeria. I així i tot, ateses les seves condicions ambientals *aïllades* de l'entorn, ja tenien espais de transició abans d'arribar-hi.

La tendència actual és fer espais molt concrets, pensats per a unes condicions cada vegada més estrictes, però la manca d'espai els fa estar juxtaposats els uns amb els altres i així és com aquestes exigències es tornen incompatibles entre si.

I aquí ens trobem amb una de les dicotomies del moment actual. D'una banda la tendència a ser cada vegada més especialitzats, que es tradueix en una arquitectura que es veu en l'obligació de construir uns espais més específics i rígids. Però d'altra banda, la necessària recerca de la rendibilitat fa anar a buscar solucions flexibles al llarg del temps i de l'espai. Sovintegen els espais *multiusos*, les sales *polivalents*, etc. i altres eufemismes, que no pretenen altra cosa que l'impossible.

Una escola primària (o qualsevol altra entitat) per fer rendible 1. una sala d'exposicions, 2. una sala de concerts, 3. una sala de reunions, 4. un teatre, 5. un menjador, 6. un espai de jocs, etc., no veu altra solució que construir una sala "*multiús*", que crea un vertader problema de projecte al pobre arquitecte que va curt de metres quadrats, cúbics i de pressupost. El resultat no acostuma a ser gaire recomanable per a cap de les activitats plantejades, i va derivant cap a una sola (o cap a algunes compatibles entre si).

Això es planteja entre activitats tan diverses com les esmentades, però també es pot donar en camps molt més similars. Podem posar l'exemple de les sales de música, que tenen dificultats per donar una bona qualitat acústica i de serveis tant per a música de cambra, com per a filharmònica, cant coral o òpera.

Quan una de les activitats que s'ha previst per a la sala multiusos de l'escola que teníem abans es fa en un espai intermedi, així com es fa una exposició en un passadís especialment ample, o una obra de teatre en un pati, jocs al gran vestíbul, etc., es comprova que els marges de confort acceptats pels usuaris són més amplis que en els espais convencionals.

Si s'havia dubtat de la possibilitat de realitzar aquestes activitats en aquests llocs per considerar-los poc aptes, la realitat demostra la bondat de les seves possibilitats. Els usuaris no semblen apreciar les incomoditats "teòriques" que presenten i semblen només apreciar el seu vessant positiu!

Però aquesta mateixa anàlisi porta a considerar les altres funcions que aconsegueix l'arquitectura, fora de les purament utilitàries i a donar-les-hi més importància en l'apreciació del confort per part de les persones.

COMENTARIS AL CAPÍTOL 4

Algunes reflexions sobre el confort ambiental en l'arquitectura dels espais intermedis

D'aquest capítol es desprèn que les tendències més convencionals d'avaluació del confort ambiental sempre han estat més aviat restringides. De la gran varietat de factors i paràmetres que influeixen en el confort només es consideren els que són fàcilment avaluable numèricament, deixant de banda la resta. Com que, d'altra banda, els factors són més difícilment mesurables quantitativament que els paràmetres, a la pràctica es tenen en menys consideració que els segons o bé s'utilitzen valors estadístics de dubtosa seguretat i sense cap flexibilitat.

Això porta a anàlisis parcials que no permeten —ni es plantegen— la consideració del confort ambiental com un fet global i sí com una suma de fets separats.

Es podria aventurar que la manca d'un aprenentatge del confort ambiental per part dels arquitectes i un desinterès total per l'estudi del tema, pot ser una de les raons d'aquest punt de vista que presenten els estudis de confort. Els inicis dels estudis de confort no han partit dels arquitectes i de la seva manera globalista d'aproximació als temes, sinó de tècnics de la indústria —química, mecànica, bèl·lica, etc.— que s'aproximen als problemes d'una altra forma llunyana a la dels arquitectes i, al cap i a la fi, de l'arquitectura.

Un punt important que cal remarcar és aquesta capacitat per "ampliar" els marges de confort que presenten els espais intermedis, que porten a afirmar que a mesura que fem espais més especialitzats, estrictament controlats i rígids, els usuaris es tornen com els espais mateixos i només accepten unes condicions ambientals molt rígides i estrictes. Quan fem espais flexibles, dòcils i adaptables, també els usuaris s'assemblen als espais i s'adapten a les condicions acceptant, com a resultat, uns marges de confort molt més amplis del que seria previsible.

I no és que la seva capacitat "reguladora" sigui capaç de modificar de tal manera les condicions ambientals com perquè sempre quedin dins dels marges establerts. Com s'ha vist a les simulacions i a les mesures (annex 2 i 3) queda clara la seva funció ambiental de regulador, però a les taules del capítol 3 (pag. 140 i 141) es valora aquesta "acció reguladora" per tenir una aproximació a les seves possibilitats en cada situació i poder-los incorporar a l'arquitectura d'una manera adequada. És l'usuari que eixampla els marges amb la incorporació d'unes volicions determinades i no considerades.

La necessitat "d'espai" que tenen els espais intermedis per exercir les seves funcions és una mena d'espiral que retorna sobre si mateixa. D'una banda, la complexitat de funcions que és capaç de fer la galeria estudiada no pot ser substituïda per una làmina de vidre, per molt tecnològicament estudiada que estigui. Però, d'altra banda, aquest espai intermedi té la capacitat d'ampliar l'atmosfera, d'allargar la vista i de donar aire —en sentit figurat— a tot l'espai que l'envolta. O sigui que els espais intermedis "necessiten" espai per existir, però a la vegada són "*generadors*" d'espai per si mateixos.

L'acció dels espais intermedis sobre els paràmetres de confort dels espais s'aprecia com a prou significativa en ordre de magnitud sobre els paràmetres específics dels sentits (valors de temperatura, oscil·lació de temperatura, il·luminància, etc.), però l'acció més característica d'aquests tipus d'espais es pot apreciar sobre els generals i especialment en el **gradient**.

I l'acció sobre els factors de confort dels usuaris es caracteritza especialment pel seu efecte sobre l'activitat i les expectatives de l'usuari, que tal com s'ha dit, justifica aquest eixamplament variable³¹ dels **marges de confort** preestablerts.

³¹ Chávez del Valle, F. *Zona variable de confort tèrmico*. 2002. Tesi doctoral.