

PERCEZIONE E SENSI NEGLI SPAZI RESIDENZIALI

Manuale sull'utilizzo consapevole dei sensi nella
progettazione



Prof. Ord. Ph. D.
Anna Marotta

Laureando:
Claudia Guarneri

A.A. 2018/2019

Gli ambienti (...) non devono e non possono essere osservati passivamente; essi (...) offrono diverse opportunità per il controllo e la manipolazione dell'ambiente stesso.

(**William H. Ittelson**, *“La psicologia dell'ambiente: il contributo della psicologia, geografia, architettura e urbanistica allo studio delle relazioni tra ambiente e processi psicologici”*, p. 25, Franco Angeli Editore, 1978, Milano, Italy)

1 PARTE

1		11
	Cronologia dei concetti base sulla psicologia dello spazio	
2		15
	Percezione, analisi e valutazione dell'ambiente	
3		23
	Fenomeno percettivo	
	Il movimento	26
	La distanza	27
	Il percorso	28
4		31
	Psicologia della forma	
	Principi della Gestalt	34
5		39
	Il cervello	

2 PARTE

1		58
	Vista Apparato visivo	59
	Progettare gli spazi	67
	Orientamento	67
	Illuminamento & abbagliamento	71
	Illuminazione naturale	74
	Colori negli spazi	81
2		110
	Tatto Apparato tattile	111
	Regole di progettazione	117
	Benessere termogrometrico	121
	Comfort termico	124
	Braille for architecture	133
3		142
	Udito Apparato uditivo	143
	Regole di progettazione	149
	Onde sonore	149
	Isolamento acustico	154
	Suono e spazio	163
4		172
	Olfatto Apparato olfattivo	173
	Regole di progettazione	183
	Inquinamento indoor	190
	Green wall	192

1		197
	Comunicazione	
2		205
	Mappe mentali	
3		215
	Programmazione neuro linguistica - PNL	
4		225
	Questionario conoscitivo	
	Quesiti visivi	227
	Quesiti auditivi	229
	Quesiti olfattivi	230
	Quesiti gustativi	231
	Quesiti tattili	232
	TTI Success Insight	233
5		237
	Conclusioni	

PARTE 3

Alla base di questo studio vi è la necessità di approfondire tematiche accennate all'interno del percorso universitario. La progettazione sensoriale necessita di una maggiore considerazione all'interno del panorama architettonico, in quanto il benessere fisico delle persone non può essere considerato unicamente come la sommatoria di normative e gusto estetico.

Le motivazioni che mi hanno spinta ad approfondire tematiche così complesse sono strettamente connesse alla mia esperienza personale e al desiderio di definire un manuale che cerchi, il più possibile, di coniugare in un *unicum* la teoria legata alla multisensorialità e alla progettazione architettonica. Fin da piccola la matericità di elementi, oggetti ed ambienti, mi appagava, generando sensazioni ed emozioni complesse. In particolare, l'obiettivo è quello di definire un manuale che possa essere considerato una base di partenza per i giovani architetti che si vogliono cimentare nella realizzazione di ambienti a misura d'uomo.

Durante la lettura bisogna comunque tenere in considerazione la sinestesia che contraddistingue la percezione umana. La capacità conoscitiva umana non può essere considerata come l'identificazione delle caratteristiche percepite da un solo senso, ma deve essere necessariamente concepita come la fusione degli elementi percepiti dai vari sensi.

PARTE

1

Cronologia dei concetti
base sulla psicologia dello
spazio

2

Percezione, analisi e
valutazione dell'ambiente

3

Fenomeno percettivo

4

Psicologia della forma

5

Il cervello

1 | Cronologia dei concetti base sulla psicologia dello spazio

Non si può pensare un'architettura senza pensare alla gente.

(Richard Rogers – conferenza premio Pritzker 2007)

Lo studio degli spazi diviene, oggi, fondamentale in quanto incide in maniera sostanziale sul benessere psicologico e fisico delle persone che vivono o interagiscono con l'architettura. Non considerare l'aspetto umano durante la progettazione potrebbe portare all'insorgere di patologie psicofisiche che vanno ad influenzare la quotidianità e la salute degli abitanti. Essendo di difficile misurazione ed essendo una variabile soggettiva, solitamente la sensazione di disagio non è subito attribuita ad una carenza di attenzione durante la progettazione degli spazi. La progettazione basata sulla persona e sul modo in cui questa si rapporta con l'ambiente circostante viene definita "**psicologia ambientale**". Essa affonda le proprie radici nella **psicologia architettonica**, che muove i primi passi intorno agli anni Cinquanta-Sessanta, prima in Europa e successivamente nel Nord America.

Uno degli anni fondamentali nello sviluppo del nuovo approccio progettuale è il 1958, quando gli psicologi sociali **W. Ittelson** e **H. Proshansky** analizzano, presso la City University di New York, l'influenza che l'ambiente ha sul comportamento e sul benessere dei pazienti all'interno di un ospedale psichiatrico.¹ Negli stessi anni, lo psichiatra **H. Osmond**, comincia i suoi studi riguardanti i *setting* fisico-spaziali sociofughi (che inibiscono l'interazione sociale) e sociopeti (che facilitano le relazioni sociali). Ossia tutti quegli elementi che favoriscono o meno un approccio sociale tra le persone che vivono l'ambiente.

¹ Claude LEVY-LEBOYER, *Psicologia dell'ambiente*, Laterza, Roma-Bari 1980, Capitolo: *Introduzione – Psicologia e ambiente*;

Grazie a questi studi, la progettazione architettonica comincia ad indirizzarsi sulla funzionalità e sulle problematiche reali degli ambienti residenziali e lavorativi, non abbandonando però la parola chiave del secolo: l'estetica. S'iniziano, quindi, a realizzare edifici che coincidano con le esigenze e le aspettative degli utenti. Sarà quella psicologia architettonica che, qualche anno dopo, confluirà nella più ampia psicologia ambientale emergente negli USA, agli inizi degli anni Settanta. Va evidenziato che gran parte della psicologia ambientale europea si è originariamente sviluppata come psicologia architettonica e ingegneristica, concentrandosi soprattutto sui problemi dell'ambiente costruito. Tuttavia, nella prima metà degli anni Settanta, grazie al contributo di **T. Lee** e **D. Canter**, la psicologia ambientale acquista un orientamento sempre più interazionista² ed ecologico (Canter, Lee, 1974).³

Non dobbiamo, comunque, dimenticare il contributo di **K. Lewin**, che possiamo considerare il precursore della stessa psicologia ambientale. È grazie ai suoi principi teorici e metodologici che questa scienza ha assunto una prospettiva multidimensionale ed ecologica, che considera l'ambiente nel suo insieme. Lewin getta le basi teoriche e metodologiche di quella "nuova psicologia" che non considera più la parte scientifica separata dai problemi della vita reale.⁴ Tramite questo lavoro riesce quindi a favorire un nuovo orientamento alla psicologia, andando a sviluppare una stretta collaborazione tra teoria e applicazione. Queste due componenti, più che in ogni altro campo della psicologia, risultano essere strettamente connesse in senso metodologico, tanto che, se opportunamente combinate tra loro, diventa possibile fornire risposte a problemi teorici e, allo stesso tempo, consolidare l'approccio razionale ai problemi sociali pratici (Lewin, 1951).⁵

² Il termine *interazionista* deriva da *interazionismo*; In sociologia viene inteso come un'indagine sulla vita quotidiana degli individui, le loro relazioni, le microstrutture in cui si sviluppa la comunicazione fra gruppi e soggetti;

³ Claude LEVY-LEBOYER, *Psicologia dell'ambiente*, Laterza, Roma-Bari 1980, capitolo I - *Modelli, concetti e metodi*, paragrafo II - *I modelli ambientali*;

⁴ *Ibidem*, paragrafo I - *I dati teorici*;

⁵ In riferimento all'articolo di Giorgio ANTONINI, *Psicologia Ambientale*, novembre 2018, paragrafo - *Origini ed evoluzioni della psicologia ambientale*;

Successivamente architetti e progettisti si avvicinano alla definizione di strutture basate sulla correlazione tra uomo e architettura. Lo stesso **F. L. Wright**, padre del Movimento Moderno, parla della sua architettura come "**architettura organica**", connubio tra uomo, natura e spazio architettonico. In particolare, la teoria vuole approfondire il concetto che per il benessere umano (spirituale e fisico) è fondamentale il contatto con la natura circostante in quanto questa può portare giovamento. Le sue opere architettoniche propongono studi di spazi e materiali innovativi, mostrando come si possa progettare in armonia con l'ambiente, nel completo rispetto della natura.

Contemporaneamente anche **C. Jeanneret-Gris**, più conosciuto come **Le Corbusier**, si affaccia sul panorama architettonico con una *teoria psicologica*. All'interno dei suoi studi sostiene che i centri urbani devono essere considerati come **proiezioni dell'essere umano** e, quindi, devono raggiungere livelli di funzionalità elevata in modo che le capacità dell'uomo possano svilupparsi. Questo significa che l'uomo diviene soggetto centrale di ogni progetto, legando le sue proporzioni a quelle degli spazi vitali e che bisogna liberarlo dalle costrizioni fisiche che lo spazio edificato può imporre. Nel 1923 pubblica il suo trattato *Vers une architecture (Verso un'architettura)* in cui espone i suoi cinque punti fondamentali dell'architettura (pilotis, tetto-giardino, pianta libera, facciata libera e finestra a nastro) che devono aiutare l'architetto a progettare nel migliore dei modi.

Alloggiare? Vuol dire abitare, saper abitare.

L'alloggio è lo specchio della coscienza di un popolo.

(Le Corbusier - Vers une architecture)

L'uomo viene quindi analizzato e studiato costantemente, in tutti i suoi cambiamenti. Un aspetto fondamentale della conoscenza della persona è *l'analisi comportamentale* sulla quale vengono individuate due teorie che ci aiutano a conoscere quali siano i motivi di eventuali alterazioni del

comportamento umano: la teoria **evoluzionista** e la teoria **esperienziale**.⁶ La prima è un mezzo per comprendere l'atteggiamento umano; viene studiata l'evoluzione della personalità soggettiva ed i motivi che generano determinati cambiamenti. Nello specifico, vengono analizzati i meccanismi che possono generare alterazioni comportamentali nelle persone in relazione all'ambiente circostante. L'altra si concentra sugli eventi che provocano cambiamenti a livello individuale all'interno di un ambiente, sottolineando come quest'ultimo possa influenzare l'apprendimento conoscitivo delle persone. Quest'ultima teoria viene oggi sempre più approfondita da ricerche e studi in modo da poter garantire il benessere della persona.⁷

Infatti, il tema del rapporto tra lo spazio e lo stato mentale di un individuo è trasversalmente affrontato ormai a livello globale. Ad esempio, negli Stati Uniti nel 2003 nasce l'*Academy of NeuroScience for Architecture (ANFA)*, il cui scopo è quello di promuovere la conoscenza che collega la ricerca neuroscientifica ad una crescente comprensione della risposta dell'uomo a ciò che è costituito.⁸ Vi è quindi la necessità d'intervenire con nuove leggi e normative per regolamentare la realizzazione di spazi, da parte di designer e progettisti, in funzione del benessere dell'individuo. Non è solo lo spazio studiato dal progettista che può influenzare l'aspetto psicologico delle persone, anche le scelte individuali come l'arredamento o la scelta cromatica hanno un peso sostanziale.⁹ I singoli oggetti hanno una rappresentazione che va oltre alla materialità dell'oggetto stesso (rappresentazione spaziale, figurativa, e così via). Ogni ambiente ha un preciso significato. Il salotto, ad esempio, è *un luogo prediletto ma è il luogo dell'apparire*, ossia della formalità, a differenza del bagno il quale viene identificato più intimo ove "siamo semplicemente essere noi stessi".

⁶ Steven G. CARLEY, *Psicologia ambientale*, Norma edizione, 2013, Capitolo II – *Approccio evolutivo e approccio esperienziale*, posizione kindle 94 di 680;

⁷ *Ibidem*;

⁸ <http://www.psicologiadellabitare.it/studi-e-ricerche/> - *Studi e Ricerche*;

⁹ <http://anfarch.org/board-of-directors/mission/> - *Mission*, 2019;

2 | Percezione, analisi e valutazione dell'ambiente

L'uomo, in quanto essere umano, ha la necessità di conoscere un luogo per potersi adattare, rendendolo di conseguenza più familiare e sicuro. Per conoscere lo spazio nella sua totalità è necessario, da parte dell'uomo, l'utilizzo dei suoi sensi e delle sue percezioni in maniera simultanea. Per apprendere quali siano i processi conoscitivi bisogna capire come funzionano le attività sensoriali dell'uomo, in modo da poterne sfruttare il potenziale in fase progettuale, definendo luoghi che non alterino psicologicamente il visitatore.

Ma esattamente su cosa si basa il **processo di percezione** alla base della conoscenza?

L'esistenza stessa dell'uomo si basa sul concetto di **equilibrio dinamico**, ovvero il bilanciamento precario di ciò che è necessario e ciò che viene consumato. Ad esempio, una specie sopravvive solo se riesce a mantenere un equilibrio tra le risorse disponibili e il consumo che ne fa; allo stesso modo un organismo vivente deve adattarsi costantemente a trovare soluzioni in grado di ottimizzare il consumo delle risorse. Su questo dinamismo si fonda il concetto di esistenza ed è su questo che si regola l'attività dei nostri sensi. Attraverso l'elaborazione operata dal cervello il contesto in cui ci troviamo prende forma; la percezione di una realtà in cui le forme, i materiali, l'illuminazione e l'angolazione degli oggetti giungono a noi mescolati, alla rinfusa. Nell'esatto istante in cui i nostri sensi prendono coscienza dell'elemento analizzato, il cervello riordina gli *input* in modo da percepirli nella loro forma finale.¹⁰

Questo processo viene descritto dal Dott. Arthur M. **Skeffington**, padre dell'optometria funzionale, che ipotizza, negli anni Quaranta, lo schema dello

¹⁰ Claude LEVY-LEBOYER, *Psicologia dell'ambiente*, Laterza, Roma-Bari, 1980, Capitolo: *Introduzione – Psicologia e ambiente*;

sviluppo percettivo-motorio, suddividendo le tappe conoscitive in quattro aree fondamentali, di forma circolare, parzialmente sovrapposte. Approfondendo il discorso sulla visione e conoscenza dello spazio possiamo considerare l'evoluzione quale parte essenziale e strettamente connessa dello sviluppo umano.

Partendo dal concetto che l'uomo rappresenta, in ogni momento, il risultato biologico e psichico della somma di più elementi costitutivi, fra loro inseparabili e funzionanti in modo sincrono, possiamo osservare come sia in grado di costruire le proprie esperienze e di darsi un indirizzo comportamentale tramite le informazioni trasmesse dai cinque sensi di cui è provvisto (vista, udito, tatto, olfatto e gusto) e dalla sua capacità motoria. ¹¹

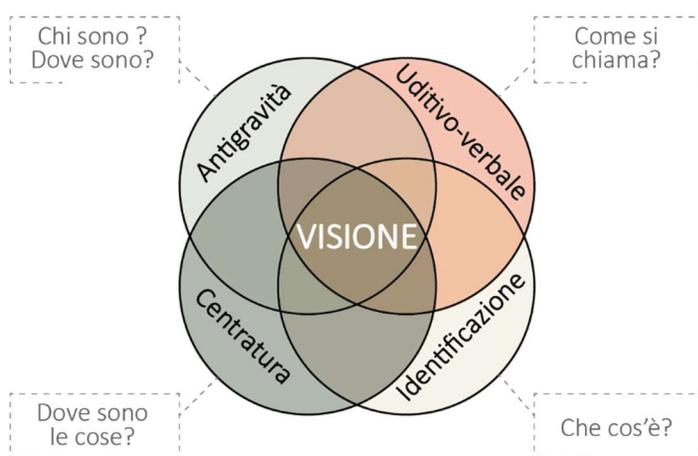


Figura 2.1

Schema raffigurante i processi psicologici legati alla visione ipotizzato dal Dottor Skeffington.

Rivisitazione immagine presente all'interno dell'Estratto del ciclo formativo ECM di Rossana Bardini, Bologna.

¹¹ Rosanna BARDINI, *Processo di sviluppo della visione secondo Skeffington*, Estratto da un evento del ciclo formativo ECM dell'Istituto B. Zaccagnini di Bologna;

Nello specifico, la teoria analizza il modo in cui l'uomo vive il concetto di percezione dello spazio in cui è situato; le varie parti descritte nella *figura 2.1*, inserita precedentemente, descrivono un processo specifico. La prima zona circolare è quella dell'**antigravità**, legata al movimento. Fornisce alla persona uno *schema corporeo*, grazie al quale si rende consapevole delle componenti del suo corpo e dei movimenti ad esse indispensabili per il mantenimento dell'equilibrio statico e dinamico. Lo schema corporeo costituisce il substrato sul quale s'inserisce la ricerca di una propria individualità. Le relazioni, stabilite con lo spazio esterno, comportano lo stimolo alla localizzazione di sé stesso in rapporto alle cose che ci circondano.

Il secondo cerchio rappresenta il processo di **centratura**. Esso si avvale degli stimoli trasmessi dai cinque organi di senso che raccolgono informazioni, in quantità dapprima numericamente elevate e via via sempre più ridotte, per provocare una risposta di conoscenza.

Il terzo elemento rappresenta l'**identificazione** degli elementi, portando alla facoltà d'apprezzamento ed interpretazione della forma delle cose, del loro peso, del loro colore, della loro composizione. Alla sua formazione concorrono tutti i sensi. A livello del processo visivo, l'identificazione si realizza tramite il collegamento degli impulsi trasmessi da ciascun occhio in uno schema unitario che confluirà con gli schemi determinati dagli impulsi provenienti dagli altri sensi, andandosi a confrontare con i modelli già memorizzati dalla corteccia visiva, al fine di una rapida percezione di quanto è situato nel campo visivo. La capacità di integrare gli impulsi correlandoli fra loro permetterà, in tempi successivi, la soluzione di un problema tramite l'uso di un solo senso.

Infine, l'ultima parte rappresenta il processo **uditivo-verbale**. I suoni provenienti dall'ambiente stimolano all'articolazione di altri suoni ed alla vocalizzazione, fino all'acquisizione del linguaggio, con il quale si impara a denominare le cose, a pronunciare discorsi, ad esprimere concetti, a formulare idee.¹²

¹² *Ibidem*;

I quattro processi si svolgono in modo sincrono e collegato anche se, in alcuni periodi, ciascuno di essi può prevalere sugli altri. La zona delineata dalla parziale sovrapposizione dei cerchi è quella che Skeffington definisce **visione**, ossia la capacità di ragionare e di comprendere. Essa assicura la possibilità di includere tutto ciò che non viene analizzato dagli altri sensi e, poiché la sua piena maturazione si raggiunge attraverso un articolato sviluppo delle modalità motrici e sensoriali, appare intuibile come elementi di disturbo, di carattere interno ed esterno all'ambiente, possano provocare disagio, facilmente compromissibile in presenza di richieste ambientali troppo stressanti.¹³

La facoltà di organizzare gli impulsi ricevuti non va relegata alla sola percezione visiva, ma si deve estendere alla capacità multisensoriale del nostro cervello, il quale vede intersecarsi continuamente sensi apparentemente distinti per rispondere congiuntamente o alternativamente all'elaborazione della realtà. L'uomo non si rende realmente conto di quanto i propri sensi tendano a collaborare gli uni con gli altri finché non vengono utilizzati singolarmente. Egli è convinto, per istinto, di ascoltare un racconto solo con le orecchie, di gustare un cibo con la lingua, di orientarsi in uno spazio con gli occhi. In realtà, quando l'informazione sensoriale raggiunge il cervello, a conferirle un significato è l'attività collaborativa e simultanea di aree sensoriali molto diverse. Infatti, nell'ascoltare un racconto non ci si rende conto di quanto il movimento labiale del nostro interlocutore incida sulla comprensione di ciò che sentiamo, così come non rileviamo i suoni riflessi che concorrono a farci orientare meglio. La percezione multisensoriale nell'uomo è il risultato di sintesi e di astrazioni successive, che integrano le informazioni provenienti dai singoli sensi in un *continuum* spazio-temporale. Come già accennato in precedenza, qualora un senso venisse meno, gli altri si adatterebbero e si svilupperebbero per sopperirne alla mancanza; ad esempio, l'area visiva, in caso di danneggiamenti relativi a quella uditiva, può rispondere a input olfattivi e tattili.

¹³ *Ibidem*;

Il primo impatto con la realtà porta alla stimolazione dei ricettori sensoriali presenti nell'organismo: gusto, olfatto, tatto, udito e vista.

Le sensazioni che l'uomo prova possono essere definite come degli stati causati dalle stimolazioni degli organi di senso attraverso le fibre nervose che conducono i segnali al sistema nervoso centrale. Gli stimoli sensoriali possono raggiungere il midollo spinale o il cervello e generare, rispettivamente, una risposta riflessa o di tipo motorio.

(E. BUIATTI, *Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione*, FrancoAngeli, Milano 2014, posizione kindle 327 di 4973)

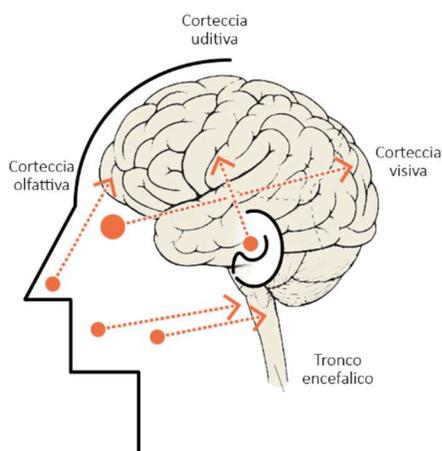


Figura 2.2

Schema raffigurante le modalità d'interscambio delle informazioni rilevate dai vari sistemi percettivi.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

La figura 2.2 mostra le principali vie sensoriali e le relative aree dedicate all'elaborazione degli stimoli. È possibile quindi osservare come il cervello venga suddiviso a seconda del senso che si sta usando. Gli *input* provenienti dal mondo esterno sono trasformati in segnali elettrici che vengono, successivamente, inviati alla zona dedicata del cervello in un processo chiamato trasduzione sensoriale. Seppur presentino differenze sostanziali a

livello recettoriale, l'architettura generale del cervello rileva molte similitudini tra i vari sensi, osservabili principalmente nella modalità con cui si generano le percezioni; attraverso uno stimolo fisico la struttura recettoriale trasduce¹⁴ l'energia contenuta nello stimolo in un messaggio nervoso. Questa capacità trasduttiva è comune a tutte le strutture recettoriali e, pervenendo ai centri superiori attraverso l'impulso nervoso, genera la percezione. Il passaggio dallo stimolo fisico alla percezione avviene attraverso la trasformazione dalle onde elettromagnetiche di diversa frequenza in sostanze chimiche di diversa composizione, formando un significato specifico, divenendo colori, suoni, odori o sapori per il nostro cervello.

Possiamo definire la percezione come il significato che conferiamo a un determinato stimolo e la sensazione il sensoriale dello stesso.

(E. BUIATTI, *Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione*, FrancoAngeli, Milano 2014, posizione kindle 366 di 4973)

Tutti i sensi hanno in comune proprietà di base: la **modalità sensoriale**, l'intensità e la localizzazione. La prima si definisce a seconda del tipo d'informazione che si origina da una singola classe di recettori. L'informazione circa la natura dello stimolo dipende sia dal tipo di fibra sensitiva da cui giungono gli impulsi nervosi, sia dall'attività di un gruppo specifico di cellule cerebrali. Ciascuna via nervosa trasporta l'informazione di una determinata modalità sensoriale mantenendo una suddivisione dei compiti dalla periferia alla corteccia. Per essere più chiari, l'informazione visiva di un oggetto in movimento sarà scomposta nelle varie parti; la forma e il colore dell'oggetto seguiranno una via nervosa differente da quella del movimento. Solo successivamente, a livello della corteccia, le informazioni trasportate parallelamente verranno riunificate per garantirci un'informazione unitaria e organizzata del mondo. L'**intensità sensoriale** è la proprietà per la quale,

¹⁴ Trasduzione è la capacità di un sistema nel trasformare una forma di energia in un'altra, alterando alcune delle caratteristiche che la identificano. Nel nostro caso la trasduzione è la capacità di trasformare l'energia proveniente dagli stimoli fisici in impulsi nervosi;

secondo un *codice temporale*, le fibre nervose segnalano la variazione dell'intensità dello stimolo a seconda del tipo di scarica emessa dai recettori e alla variazione di frequenza della stessa. Possiamo percepire gli stimoli soltanto quando questi ultimi possiedono una certa intensità, ossia quando raggiungono un livello minimo per suscitare una sensazione; Tale livello viene definito come soglia assoluta e rappresenta il confine tra gli stimoli che possono essere recepiti dall'organismo (stimoli sovralliminari) e quelli che, pur presenti, non possono essere recepiti (stimoli infralliminari).¹⁵ Secondo la *Legge di Weber*, più forte è lo stimolo iniziale, maggiore deve essere l'intensità addizionale affinché il secondo stimolo sia percepito come differente. Infine, la **localizzazione sensoriale**, è la proprietà per la quale l'organizzazione anatomica dei recettori sensoriali corrisponde agli aspetti funzionale del loro operare. In sintesi, alcune zone della superficie sensoriale si caratterizzano per una densità recettoriale superiore rispetto ad altre; questo succede poiché la zona interessata ha maggiore necessità di elementi recettivi, si pensi ai polpastrelli delle dita rispetto all'avambraccio. Prima di addentrarci nel discorso sulla percezione bisogna capire come il nostro cervello elabora le informazioni derivanti dall'ambiente esterno.¹⁶

¹⁵ E. BUIATTI, *Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione*, FrancoAngeli, Milano 2014, Capitolo I - *L'apparato sensoriale*, paragrafo - *L'apparato sensoriale*, posizione kindle 319 di 4973;

¹⁶ *Ibidem*;

3 | Fenomeno percettivo

Una volta osservate più da vicino le varie componenti della materia grigia possiamo capire meglio cos'è l'attività percettiva dell'uomo. A livello teorico la percezione è la presa di coscienza della realtà in cui l'uomo si trova; ciò avviene attraverso le stimolazioni sensoriali, le quali vengono analizzate e interpretate mediante processi intuitivi, psichici ed intellettivi. In sostanza è un complesso di attività psicologiche per mezzo del quale riconosciamo, organizziamo e diamo un senso alle sensazioni che derivano dagli stimoli ambientali.

L'architettura trova la sua esistenza primariamente nella nostra percezione spaziale.

(Schopenhauer, 1818)

La percezione e visione della realtà non è un'acquisizione passiva di immagini finite, ma una continua mediazione tra le informazioni trasmesse dagli stimoli provenienti dall'esterno e le informazioni provenienti dalla nostra memoria, frutto di precedenti esperienze.¹⁷ In conclusione, il sistema percettivo degli esseri viventi è un sistema in grado di definire ciò che appartiene alla sfera reale o meno. Nel mondo in cui viviamo esistono diverse realtà, tante quante sono le specie viventi e, ognuna di esse, percepisce il contesto in maniera completamente diversa, adattandosi all'ambiente. È facile quindi dedurre che ciò che percepiamo e comprendiamo, è il risultato di un processo selettivo e di trasformazione che rende la realtà diversa da ciò che è, ma comunque utilizzabile dalla nostra mente e dal nostro corpo.¹⁸

¹⁷ W. KOHLER, *la psicologia della Gestalt*, Feltrinelli Editore, Milano, 1961, Capitolo I – *Esame del behaviorismo*;

¹⁸ *Ibidem*;

L'atto del percepire è determinato da due principali tipi di processi: il primo, detto *bottom up*, è guidato dalle informazioni visive contenute nel *pattern* di luce che ricade sulla retina; il secondo, detto *top down*, è guidato dalla domanda di attenzione determinata dalla priorità dei compiti e influenza in modo decisivo cosa e come vediamo gli oggetti del mondo. L'elaborazione *bottom up* si basa quindi sullo stimolo fondato sui dati provenienti dall'esterno. Osservando un oggetto il nostro sistema visivo elaborerà prima gli elementi più semplici e, solo successivamente, le forme più complesse. L'altra tipologia di elaborazione, *top down*, sfrutta la memoria degli elementi conosciuti guidano l'*input* sensoriale. Una tipologia non esclude l'altra poiché l'uomo le utilizza entrambe quotidianamente a seconda dell'ambiente in cui si trova o degli elementi che osserva.¹⁹

Lo spazio, inteso come rapporto tra pieno/vuoto e osservatore, acquista un ruolo fondamentale nella percezione. Analizzando ciò che circonda l'osservatore, si può notare come il vuoto venga percepito in relazione al pieno che lo delimita, ossia la realtà costruita. Il carattere, il valore di uno spazio non è definito né dal vuoto, né dal pieno ma, semplicemente, è l'osservatore che ne conferisce importanza in quanto l'ambiente viene inteso come un sistema di relazioni tra il soggetto che osserva e le varie componenti della scena: l'individuo proietta se stesso in quello che percepisce attraverso la moltitudine delle sue sensazioni. Nello specifico lo **spazio architettonico** va inteso soprattutto come un'esperienza emotiva e multisensoriale, in quanto la reazione di un individuo ad un ambiente produce continui stimoli. Ogni persona ha la capacità di esprimere immediate reazioni emotive, somatiche, viscerali.

Essendo la percezione una caratteristica influenzata dall'esercizio sensoriale dell'osservatore, questa si può definire come soggettiva e variabile, in quanto ogni persona che vivrà il medesimo spazio avrà un'influenza differente che andrà ad alterare le sue emozioni, le capacità d'interazione, i

¹⁹ E. BUIATTI, *Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione*, FrancoAngeli, Milano 2014, Capitolo secondo: *La mente visiva*, paragrafo: *I principi di organizzazione visiva*, posizione kindle 1029 di 4973;

sogni e la personalità.²⁰ Poiché l'osservatore risponde all'ambiente attraverso i cinque sensi, interconnessi neurologicamente, le emozioni sono profondamente radicate sin dall'inizio in ogni esperienza architettonica. Esse stabiliscono inizialmente se un ambiente è piacevole o meno, indipendentemente dal fatto che appaia in una veste tradizionale o di avanguardia.

Le sensazioni piacevoli o spiacevoli generate da uno spazio sono dovute a reazioni elettro-chimiche che avvengono a livello cerebrale e oggi siamo ad oggi in grado di leggerle e misurarle, poiché avvengono in maniera simile in tutti gli esseri umani. Le sensazioni provate coinvolgono parti differenti del nostro organismo e, tramite termografie, si riesce a cogliere come sensazioni di benessere e piacevolezza coinvolgano l'intero organismo; sensazioni di neutralità o depressione invece inducono uno stato di apatia e impermeabilità nei confronti degli stimoli provenienti dalla realtà. La felicità incrementa le nostre capacità mentali e riduce l'attenzione per eventi secondari, la tristezza o la depressione hanno l'effetto contrario poiché ritardano le attività neurali.

La capacità di provare e compiere in prima persona le sensazioni e le azioni è radicata in ogni esperienza percettiva, poiché consente di unificare a livello corporeo le differenti esperienze che facciamo dei mondi reali e immaginari, compresi quello della creatività artistica e dell'architettura. La scoperta della teoria dei **neuroni specchio** ha diverse implicazioni anche nel campo dell'architettura. Questi sono stati individuati nella corteccia premotoria ventrale sinistra, ben lontano dalle aree destinate all'analisi di processi sensoriali.²¹ Questa scoperta cambia completamente la visione che possiamo avere sulla materia grigia; l'uomo codifica gli stimoli ambientali in azioni potenziali, ossia non concettualizziamo gli oggetti in modo astratto, ma li associamo al modo in cui vengono toccati, maneggiati o utilizzati.²² Vengono

²⁰ Gaetano KANIZSA, *Grammatica del vedere – saggi su percezione e gestalt*, Mulino biblioteca, 2006, Capitolo III – *Percezione attuale, esperienza passata e l'esperimento impossibile*, p. 117;

²¹ http://www.treccani.it/enciclopedia/neuroni-specchio_%28XXI-Secolo%29/ - Giacomo RIZZOLATTI, *Neuroni specchio*, Enciclopedia Treccani, 2010;

²² H. Francis MALLGRAVE, *L'empatia degli spazi: architettura e neuroscienze*, Raffaello Cortina Editore, Milano 2019, cap. 2 (78-79);

attivati anche in presenza di oggetti inanimati, di paesaggi naturali e costruiti e non solo come riflesso di soggetti umani. La percezione dello spazio è legata al **movimento**, uno spazio va attraversato, l'osservatore diviene il punto di riferimento di una realtà che percepisce in termini di relazioni e **distanze** con gli altri componenti della scena. I neuroni specchio risiedono nella corteccia pre-motoria, quindi il legame della percezione spaziale con i movimenti corporei implica una sollecitazione maggiore di questi ultimi nell'architettura rispetto alle altre arti.²³ Muoversi in uno spazio fa sì che l'osservatore crei mappe mentali che gli consentono di conoscere la direzione in cui si muove per raggiungere una meta, orientandosi all'interno di un ambiente. Il visitatore diviene così il punto di origine, di riferimento, dello spazio in cui si muove e sul quale si basa la ricostruzione, a livello cerebrale, dell'architettura in cui si trova in termini di distanze e rapporti di prossimità. Per questi motivi l'ambiente – e qualunque altro oggetto – va considerato e progettato in modo **dinamico**: gli occhi non sono mai fissi su un punto e gli altri sensi sono tesi ad afferrare ogni minima variazione, il corpo tende a muoversi, i sentimenti relazionano altri elementi.²⁴

IL MOVIMENTO

Come già accennato precedentemente, il movimento ha molta importanza nel campo della percezione spaziale. Questo perché concorre alla comprensione della tridimensionalità, compensando la tendenza dell'occhio di appiattire, oltre una certa distanza, la profondità. Poiché gli edifici hanno dimensioni spesso imponenti, è necessario muoversi al loro interno ed esterno per studiarli nella loro articolazione spaziale di pieni e vuoti. Muovendosi, il visitatore, ha il controllo delle reali misure, la percezione dello spazio, la conoscenza delle parti nascoste e del grado di benessere che può o non può suscitare il complesso. La conoscenza architettonica attraversa quindi diverse fasi e approfondimenti che si possono riassumere così:

²³ Claude LEVY-LEBOYER, *Psicologia dell'ambiente*, Laterza, Roma-Bari 1980, Capitolo II – *Percezione e valutazione dell'ambiente*, paragrafo I – *I processi percettivi*, p. 50;

²⁴ *Ibidem*, paragrafo III – *La rappresentazione dell'ambiente*, p.60;

- lo studio generale tramite l'esaminazione degli spazi architettonici dall'esterno e dall'interno della struttura;
- l'analisi tattile dei particolari che lo compongono;
- se presenti diversi piani si può optare per un cambio di prospettiva, osservando l'organizzazione spaziale dei vari livelli.

Per aumentare le suggestioni relative alla percezione durante il movimento, il progettista può accentuare o minimizzare un effetto caratteristico di un edificio; ad esempio, imporre un punto di vista o creare un intervallo di elementi. Non bisogna dimenticare che anche lo studio dell'illuminazione, sia essa naturale o artificiale, impone grandi cambiamenti a livello spaziale.²⁵

LA DISTANZA

La percezione visiva dipende dalla capacità di formare immagini a livello cerebrale, tramite le informazioni captate dall'occhio. L'apparato visivo da solo non riesce a incanalare tutte le informazioni in maniera ordinata, completa, questo perché esiste una parte dell'occhio, chiamata *macchia cieca*, posta esattamente dietro l'iride, dove la luce non arriva e quindi non vengono captate informazioni. È quindi necessario un processo di ricostruzione chiamato *filling it* o *riempimento* in cui l'attività cerebrale riordina le immagini disordinate captate dall'occhio fino ad ottenere una visione completa dell'ambiente che ci circonda o dell'oggetto osservato.²⁶ Durante l'apprendimento di uno spazio l'occhio identifica nel campo visivo centrale foveale una quantità di dettagli superiore rispetto al campo visivo periferico, ove i dettagli vengono meno, ottenendo un'immagine che tende sempre di più a sfocare. Per questo motivo muovendosi tra strade strette e spazi ridotti, i dettagli di un edificio sono percepiti con un'acuità e un'intensità maggiore di quanto avviene in ampi spazi con edifici alti e strade ampie.

²⁵ R. L. GREGORY, *Occhio e cervello – la psicologia del vedere*, Il Saggiatore, 1966 (1979), capitolo VII – *La visione del movimento*, p. 107

²⁶ Jean PIAGET, Paul FRAISSE, *Trattato di psicologia sperimentale – La percezione*, Giulio Einaudi Editore, 1963 (1967), capitolo XX – *La percezione dello spazio*, sotto capitolo IV – *La percezione della distanza in profondità*, paragrafo VII – *I dati propriocettivi oculari*, p.204

IL PERCORSO

Interconnessa al movimento, l'esperienza del percorso è basilare per la comprensione di un luogo in quanto produce cambiamenti di visuale, suggerendo e rafforzando l'immagine complessiva degli ambienti. Famosa è la duplice soluzione di percorso adottata da *Le Corbusier* nella villa Savoye: la scala a spirale e la rampa rettilinea sono poste tra loro perpendicolarmente nel loro punto mediano e creano, attraverso il movimento del corpo, un gioco tra le persone che seguono i due percorsi.

Lo spazio architettonico è quindi definito da una reciproca influenza tra realtà interna ed esterna: l'osservatore proietta se stesso e il suo modo di pensare all'interno dell'ambiente che, a sua volta, lo influenza.



Figura 3.1

Schema raffigurante l'utilizzo di rampe o scale per definire un percorso e una relazione tra i vari piani di una struttura architettonica all'interno della Villa Savoye di Le Corbusier.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

La complessità dei sensi e il loro totale coinvolgimento sono individuabili anche nella sistemazione del *Museo di Castelvecchio (VR)* di **C. Scarpa**, incentrata su un sistema di percorsi funzionali, orizzontali e verticali, che aprono

spazi e vedute prospettiche e accompagnano i suoni dell'acqua, i movimenti di luci sulle superfici, la gioia nella scoperta dei dettagli, l'esperienza tattile dei materiali (figura 3.2).

Il senso dell'orientamento nello spazio contribuisce a evidenziare tridimensionalità e posizione di un edificio, talvolta svelandone il significato simbolico. Percepire dove ci si trova e immaginare la dinamica di un luogo o di un'architettura è possibile solo se i sensi sono allenati. Il senso dell'orientamento non va però confuso con l'orientamento polare vero e proprio, il quale indica la direzione, rispetto ai punti cardinali, verso cui si affaccia un ambiente o un intero edificio. Si può quindi dire che l'orientamento spaziale è la lettura degli elementi naturali (sole, notte, stagioni, cielo, terra, conformazione orografica) combinata con tutti i sensi (movimento compreso) e con gli elementi fisici della persona stessa.



Figura 3.2

Fotografie del Museo di Castelvecchio di Carlo Scarpa in cui si può osservare il gioco di connessioni tra i vari piani della struttura. L'immagine a sinistra propone una visione laterale del collegamento mentre l'immagine a destra la propone dall'alto.

<https://archiobjects.org/museo-castelvecchio-verona-italy-carlo-scarpa/> - Luca ONNIBONI, Castelvecchio Museum – A masterpiece by Carlo Scarpa, marzo 2014

La percezione di uno spazio reale e di uno rappresentato in immagine coinvolge il fruitore in maniera totalmente differente. Nel caso in cui l'osservatore analizzi un'immagine statica, come un'opera d'arte o una fotografia, il punto di vista è esterno, coincidente con quello del fotografo o del pittore. Il soggetto, guardando la composizione, si rapporta con essa attraverso una simulazione mentale delle sensazioni che potrebbe avere essendo fisicamente nello spazio rappresentato. L'immagine è quindi un messaggio compiuto, finito, che si imprime mente, ma non ha in sé gli strumenti che portano ad una sua valutazione critica. Il messaggio per immagini è molto più veloce a livello di ricezione rispetto a quello verbale o spaziale, inducendo la risposta quasi completamente in maniera riflessa. Viceversa, muoversi all'interno di uno spazio consente di elaborare in successione le informazioni e gli stimoli che sono trasmessi dall'ambiente, metabolizzandoli e attribuendo loro il giusto significato.

J. Piaget è uno dei primi studiosi della psicologia umana a cavallo tra l'Ottocento e il Novecento; in particolare i suoi studi si concentrano sulla psicologia conoscitiva infantile, dimostrando che lo spazio del bambino può essere descritto come una collezione di spazi separati, ognuno dei quali interamente concentrato su un'attività singola. Le prime relazioni che mettono ordine tra questi spazi hanno una natura topologica generale e sono prestabilite ancor prima dell'identificazione di forma e misura delle singole cose. La topologia infatti non tratta distanze permanenti, angoli, aree, ma si basa su rapporti di vicinanza, separazione, successione, recinzione e continuità. Interpretando i risultati delle sue ricerche in termini generali, possiamo dire che gli schemi organizzativi elementari consistono nella determinazione di centri o luoghi (prossimità), direzioni o percorsi (continuità) ed aree o domini (chiusura). Come dimostrato da Piaget, molti processi o attività cognitive umane (si pensi alla digestione), sono effettuate in maniera inconscia. Per questo motivo introduce una nuova tecnica di analisi del comportamento umano chiamata **colloquio clinico**, in cui viene studiato il l'apprendimento del bambino attraverso giochi e stimoli. Con questa nuova metodologia si riesce a studiare ed analizzare le prestazioni analitiche e conoscitive della crescita della psiche umana.²⁷

Qualche anno dopo, più precisamente agli inizi degli anni Venti in Germania, nasce una corrente di impostazione teorica chiamata **Gestaltpsychologie** o psicologia della forma, in quanto il termine *Gestalt* significa letteralmente *forma*, ossia tutto ciò che l'uomo può percepire.²⁸ Questo movimento sostiene che la totalità del percepito non può ridursi alla mera somma delle singole parti, delle singole attivazioni sensoriali, ma vi è sempre qualcosa in più che permette la comprensione delle parti. Gli studi

²⁷ Claude LEVY-LEBOYER, *Psicologia dell'ambiente*, Laterza, Roma-Bari 1980, Capitolo II – *Percezione e valutazione dell'ambiente*, p. 43;

²⁸ Prof. Arch. Anna MAROTTA, *Corso di percezione e comunicazione visiva – vedere non a caso: l'infinito universo della visione*, Politecnico di Torino, Dipartimento di architettura e Design, a.a. 2018/2019, Lezione III – *Leggi della Gestalt*;

basati su tale teoria dimostrano che da ogni esperienza percettiva si ottiene un'immagine totale a cui la mente attribuisce un significato il quale, a sua volta, deriva da singoli dettagli. La forma rappresenta l'attitudine a organizzare le sensazioni elementari in figure emergenti da uno sfondo, ottenendo così una figura dai contorni dettagliati, che si distacca in maniera netta dallo sfondo indifferenziato, che in alcuni casi appare impercettibile. A differenza dell'osservazione di un elemento fisso, immobile nello spazio e nel tempo, dove l'apprendimento della figura passa attraverso il riconoscimento della stessa distaccata dal contesto, la conoscenza risulta differente nel caso in cui il soggetto osservante sia in movimento. Infatti, considerando una serie di stimoli visivi fissi, distaccati tra loro di una manciata di secondi, essi producono nell'osservatore la percezione di un solo elemento che si muove nello spazio. È un fenomeno che capita di percepire e sperimentare soprattutto quando si è in viaggio e si osserva un'immagine fuori dal finestrino del treno o dell'auto.²⁹ Questo processo conoscitivo è stato descritto per la prima volta da **M. Wertheimer**, uno dei principali esponenti della Gestalt, che lo definì **fenomeno del Phi** o della persistenza percettiva degli oggetti, dove l'oggetto viene percepito nella sua totalità prima delle singole parti da cui è composto.³⁰ Per essere più chiari la teoria si basa sulla percezione del movimento prodotto dalla successione di immagini statiche. Basti pensare, ad esempio, a dodici pallini posti su due file da sei. Tramite una serie di immagini statiche si può indurre la percezione di movimento, ad esempio illuminando in modo sequenziale i singoli pallini. Si ottiene in questo modo una figura strutturata e organizzata che diventa l'unità di misura della percezione stessa, chiaramente in relazione all'ambiente in cui si è immersi. Famose in questo ambito sono le **figure geometriche ambigue**,³¹ come ad esempio il vaso di Rubin (*figura 4.1*) o la donna di Leavitt (*figura 4.2*); sono figure aperte, senza margini, in grado d'ingannare la percezione dell'uomo. Esse vengono riconosciute come figure chiuse, nella loro totalità e non come costituite da parti aperte.

²⁹ Anna MAROTTA, corso per il Master Universitario di I livello in *Interior Exhibit & Retail Design, Le teorie della Gestalt*;

³⁰ <http://www.sapere.it/enciclopedia/Gestalt.html> - Gestalt;

³¹ Osvaldo da POS, Elena Zambianchi, *Illusioni ed effetti visivi – una raccolta*, Guerini Studio, Milano 1996 (2000), capitolo III – *Figure ambigue*, p. 18;

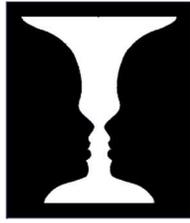


Figura 4.1

Vaso di Rubin; esempio di forme bidimensionali ambigue che sono in grado di alterare la percezione umana.



Figura 4.2

Donna di Leavitt; immagine ambigua in cui si può osservare una donna giovane o anziana.

Immagini in riferimento al libro di Osvaldo da POS, Elena Zambianchi, Illusioni ed effetti visivi – una raccolta, Guerini Studio, Milano 1996 (2000), capitolo III – Figure ambigue, p. 18

Il nostro cervello compie un notevole sforzo per suddividere il campo visivo in superfici e decidere quale parte s'identifica come figura e quale come sfondo. Ad esempio, analizzando nello specifico il caso del vaso di Rubin (figura 4.1) il nostro cervello identifica i due volti disegnati di profilo o la coppa centrale, mai contemporaneamente.³²

Lo stesso **Le Corbusier**, ha concepito molte sue costruzioni sulla base di operazioni visive analoghe in cui i confini appaiono spesso come prevalenti sui volumi, conferendo quindi maggiore attenzione ai piani. È quindi la forma predominante a imporre il confine come propria linea di demarcazione, limitando l'altra a uno sfondo uniforme. Ciò non significa che la percezione debba essere considerata in modo distinto rispetto allo sfondo su cui gli elementi si proiettano. Il contesto è determinante per farci percepire gli oggetti in un certo modo: illuminazione, distanza, cromatismo e la differenza di profondità rappresentano gli indizi, per lo più corretti, grazie ai quali percepiamo le caratteristiche di un oggetto.

³² *Ibidem*;

Tutto ciò che le illusioni ottiche hanno insegnato all'uomo vengono riassunte all'interno dei **principi della Gestalt** che, a livello progettuale, possono rappresentare soluzioni valide in ambiti specifici; ad esempio, in ambito militare si può far riferimento ai bunker antiatomici o alle tute mimetiche.³³

I sette principi possono essere così riassunti:

- il principio di **prossimità** avviene quando sono raggruppati insieme elementi vicini. In natura questo fenomeno può essere riscontrato quando gli animali si muovono in branco e traggono vantaggio dal principio di raggruppamento confondendo i predatori circa il numero di individui che compongono il gruppo;
- il principio di **somiglianza** si può identificare quando elementi di carattere simile vengono raggruppati per colore, forma, grandezza o orientamento. La maggior parte delle forme di mimetismo si rifà a una somiglianza con lo sfondo di riferimento. In natura questo avviene attraverso la pigmentazione del corpo, come ad esempio per gli orsi polari (bianchi come la neve), agli ippopotami (grigi come il fango) o ai camaleonti (i quali hanno la capacità di cambiare colore a seconda della vegetazione su cui stanziano);
- il principio di **buona continuazione** fa sì che l'occhio possa percepire piacevole ed unito tutto ciò che dimostra una continuità formale o direzionale. La creazione di una falsa continuità fra gli elementi del corpo ed elementi di sfondo può essere fondamentale in natura: le zebre sfruttano il principio di continuità per nascondersi nell'erba alta;
- il principio di **chiusura** impone che le forme chiuse che l'occhio riesce a identificare, vengano raggruppate insieme. L'occhio umano è propenso a vedere figure chiuse anche dove non ci sono, basti

³³ Prof. Arch. Anna MAROTTA, *Corso di percezione e comunicazione visiva – vedere non a caso: l'infinito universo della visione*, Politecnico di Torino, Dipartimento di architettura e Design, a.a. 2018/2019, Lezione III – *Leggi della Gestalt*;

pensare alle costellazioni e alle figure geometriche con le quali vengono identificate;³⁴

- il principio del **destino comune**. Questa teoria si basa sul concetto che tutti gli elementi che si muovono insieme tendono ad essere raggruppati;
- il principio dell'**esperienza passata** fa sì che il cervello unifichi tutti gli elementi che generano una figura chiusa, familiare e dotata di significato. La conoscenza pregressa e l'esperienza divengono elemento fondamentale per il riconoscimento;
- il principio di **buona forma** in cui vengono preferite le configurazioni semplici, stabili, regolari, simmetriche in quanto emergono più facilmente dallo sfondo.³⁵

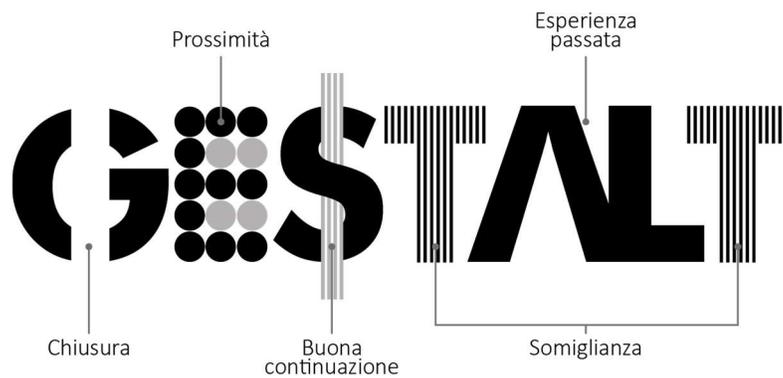


Figura 4.3

Raffigurazione grafica dei principi teorizzati dalla Gestalt ed utilizzati ancora oggi in molteplici campi.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

³⁴ Anna MAROTTA, corso per il Master Universitario di I livello in *Interior Exhibit & Retail Design, Le teorie della Gestalt*;

³⁵ Prof. Arch. Anna MAROTTA, *Corso di percezione e comunicazione visiva – vedere non a caso: l'infinito universo della visione*, Politecnico di Torino, Dipartimento di architettura e Design, a.a. 2018/2019, *Lezione III – Leggi della Gestalt*;

Secondo la Gestalt la percezione non viene quindi preceduta da sensazione ma è un processo regolato da leggi innate, primordiali e naturali, che scompongono la percezione in schemi atti a organizzare e a rilevare la figura nella sua totalità. Il percepito è qualcosa di diverso da una immagine che si forma sulla retina, per questo rientra in un sistema di significati più complessi presenti nel sistema nervoso centrale.

La **percezione** avviene in due fasi:

- analisi della forma;
- elaborazione cognitiva.

In sostanza il soggetto riesce a vedere solo ciò che è possibile elaborare dopo la fase di percezione e, quindi, dopo l'attribuzione di significato.

Grazie agli studi di **K. Z. Lewin**, psicologo tedesco vissuto a cavallo tra Ottocento e Novecento, si va a delineare sempre più la relazione esistente tra individuo e ambiente. Avvalendosi di una serie di informazioni provenienti dall'ambito della fisica sviluppa la **Teoria del Campo**, secondo la quale ogni oggetto non può intendersi se non in relazione al contesto nel quale è incluso. Il **campo** è la realtà che circonda e in cui si muove l'individuo per raggiungere i propri obiettivi; il **campo percettivo**, invece, è una sorta di cornice da cui emergono figure nuove, percepite dall'individuo come rilevanti per riuscire a perseguire i propri obiettivi o scopi. Quindi, uno stesso oggetto può assumere significati diversi a seconda del bisogno espresso dalla persona in quel preciso momento.³⁶

³⁶ <http://www.humantrainer.com/wiki/Kurt-Lewin.html> - articolo su K. Lewin;

La Teoria della Gestalt prende piede anche in Italia e tra i suoi maggiori esponenti troviamo **F. Metelli**, studioso della percezione visiva ha prodotto contributi di notevole valore scientifico che gli hanno garantito pubblicazioni su riviste internazionali, e **G. Kanizsa**, noto per il fenomeno percettivo detto Triangolo di Kanizsa (figura 4.4): immagine aperta da cui emerge un triangolo bianco che spicca dal contesto, come conseguenza dal contrasto figura-sfondo.³⁷

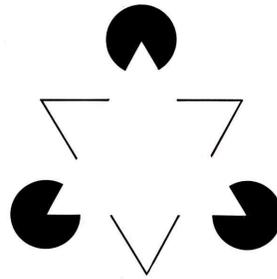


Figura 4.4

Triangolo di Kanizsa.

Affrontando la questione dell'esperienza fatta dall'uomo nel suo ambiente si è dimostrato come la percezione dello spazio sia un processo complesso, che implica numerose variabili. L'individuo non percepisce un universo comune a tutti, come sostengono i Realisti, ma mondi diversi che derivano da motivazioni personali e da esperienze precedenti. La percezione tende in genere a stabilire un rapporto con la natura dell'ambiente, tramite il riconoscimento d'ipotesi valide le quali variano relativamente alle situazioni implicate. La percezione trasmette un ambiente che potrebbe essere anche descritto come la somma di "eventi spazio-temporali a quattro dimensioni". L'architetto assume quindi un ruolo particolarmente importante e la sua responsabilità aumenta perché è in grado di vedere e progettare anche ciò che l'involucro esterno nasconde. Egli ha il compito di organizzare lo spazio interno in relazione con la parte strutturale, definendo connessioni sia a livello *personale*, per i soggetti che vivono lo spazio interno, sia *pubblico* in quanto la presenza dell'edificio stesso ha un impatto sull'area urbana circostante. Sfruttando la percezione della luce, del colore, delle trasparenze e dello spazio si possono comunicare determinate sensazioni. Partendo dalla conoscenza dei cinque sensi si possono sfruttare le percezioni a favore dello spazio, facendo sì che le persone ne siano influenzate anche nel subconscio.

³⁷ Gaetano KANIZSA, *Grammatica del vedere – saggi su percezione e gestalt*, Mulino biblioteca, 2006, Capitolo X – *Contorni senza gradiente o contorni cognitivi*, p. 273;

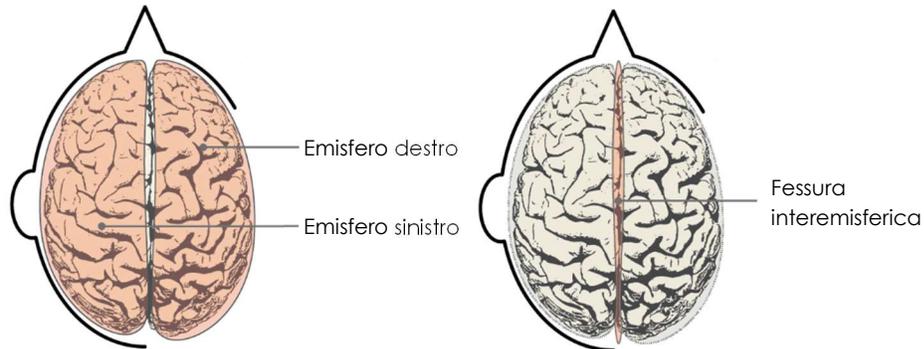


Figura 5.2

Schema anatomico della suddivisione in emisfero destro e sinistro dell'encefalo.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Figura 5.1

Identificazione e posizionamento della scissura di separazione tra gli emisferi cerebrali.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Il cervello è l'organo che ci permette di distinguere e comprendere ciò che ci circonda. Successivamente si andranno ad analizzare le sue componenti, considerandone posizione e funzionalità, cercando di comprendere come si attivino durante l'attività percettiva umana. La struttura cerebrale si suddivide in due emisferi, sinistro e destro, i quali sono separati da un solco profondo, chiamato scissura³⁸ interemisferica (figura 5.1). Durante il fenomeno percettivo entra in funzione per primo l'**emisfero** cerebrale **destro**,³⁹ sede della **creatività artistica**, che procede per intuizione ragionando attraverso rapporti e relazioni. Esso non si sofferma sui singoli stimoli, ma cerca di cogliere la situazione nella sua globalità, senza esprimere un giudizio. Questa parte del cervello viene anche chiamata **emisfero spaziale**, poiché è in grado di ricostruire un'immagine mentale completa dello spazio attraverso le relazioni e i rapporti

³⁸ In anatomia, fenditura o solco, che, approfondendosi più o meno nel parenchima di un organo, lo divide in porzioni dette per lo più lobi (*Enciclopedia Treccani*).

³⁹ <https://medicinaonline.co/2018/03/09/differenze-tra-emisfero-destro-e-sinistro-del-cervello/> - Articolo *Differenze tra emisfero destro e sinistro del cervello*, marzo 2018;

tra pieni e vuoti. Anche l'osservatore è percepito come una componente dello spazio che si mette in relazione con il contesto. L'**emisfero sinistro** entra in azione successivamente; sede del pensiero **razionale**, funziona in base al rilevamento, all'astrazione e alla catalogazione degli stimoli esterni, confrontandoli in base a successioni logiche e consequenziali di causa-effetto, formulando un giudizio e una soluzione finale coerente. Questo emisfero percepisce solo gli elementi pieni e catalogabili dello spazio, trascurando le relazioni e le connessioni presenti. Per questi motivi entrambi gli emisferi sono importanti nella percezione della realtà; solo dall'unione dei due si ha la comprensione del significato degli stimoli che cogliamo per poter poi formulare una reazione adeguata. Le conformazioni spaziali degli ambienti possono suscitare sensazioni di benessere o malessere a seconda dell'attività cerebrale che inducono. È stato dimostrato che ambienti definiti da forme taglienti, con numerosi spigoli, composte di elementi in tensione sono percepiti come potenzialmente pericolosi, poiché subentra l'istinto di sopravvivenza che induce reazioni immediate e riflesse. Spazi dalle linee morbide, con conformazioni equilibrate e proporzionate inducono rilassamento e piacevolezza.⁴⁰

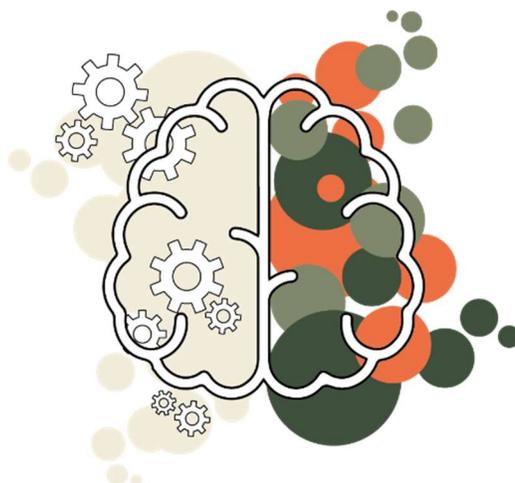


Figura 5.3

Raffigurazione della diversità di funzionamento tra l'emisfero destro ed il sinistro.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

⁴⁰ *Ibidem;*

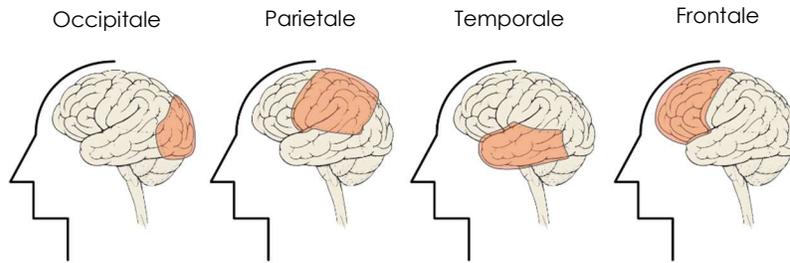


Figura 5.4

Schema anatomico identificativo dei vari lobi presenti nel cervello, responsabili dell'analisi e dell'elaborazione dei sensi.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Ogni emisfero può essere a sua volta suddiviso in quattro lobi specializzati nell'analisi ed emissione di input specifici. Questi sono conosciuti come lobo **occipitale**, **parietale**, **temporale** e **frontale** (figura 5.4). In particolare, il lobo occipitale è deputato all'elaborazione visiva, il lobo parietale ospita la corteccia uditiva, il lobo temporale è specializzato nello studio spaziale ed infine il lobo frontale contiene l'area corticale motoria e premotoria, ed è la sede delle attività psichiche superiori.^{41,42}

Bisogna qui sottolineare che esistono diverse tipologie di catalogazione delle aree cerebrali in funzione di aspetti specifici; ad esempio, possiamo effettuare una suddivisione della corteccia basandola sullo studio filogenetico⁴³ della struttura, identificando di conseguenza tre aree differenti: *Paleocortex*, *Archicortex* e *Neocortex*. In primis troviamo la parte più antica e meno sviluppata, connessa all'olfatto (*Palocortex*), successivamente s'identifica l'*Archicortex* in cui viene compreso l'ippocampo e che costituisce

⁴¹ <https://www.msmanuals.com/it-it/professionale/malattie-neurologiche/funzione-e-disfunzione-dei-lobi-cerebrali/panoramica-sulla-funzione-cerebrale> - MD, PhD Juebin HUANG, *Panoramica sulla funzione cerebrale*, giugno 2017;

⁴² Le parole della scienza, *Dizionario di anatomia*, Rizzoli Editore, Milano 1987, p. 114;

⁴³ Filogenesi: così si chiamano la serie degli stadi attraverso ai quali sono passati gli organismi nel corso delle epoche geologiche e la scienza che cerca di ricostruire tali serie. (Enciclopedia Treccani)

ciò che conosciamo come il *lobo limbico*, ed infine, il *Neocortex*, ossia la parte più recente e sviluppato del cervello. ⁴⁴

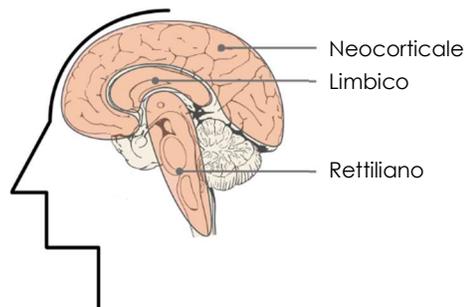


Figura 5.5

Identificazione e posizionamento delle aree cerebrali descritte secondo la teoria evuzionista del neuroscienziato P. MacLean nel 1962.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Legata alla psicologia evuzionista precedentemente descritta, possiamo identificare anche la **teoria del cervello tripartito** o **trino**, ideata ne 1962 dal neuroscienziato **P.MacLean** (figura 5.5). All'interno dello studio egli sostiene come il cervello possa essere suddiviso in tre zone connesse alle fasi evolutive dei vertebrati: il cervello rettiliano, limbico ed il neocorticale.⁴⁵

- Il cervello **rettiliano** rappresenta la parte più antica del cervello dedicata alle funzioni istintive necessarie alla sopravvivenza e all'appagamento dei bisogni fisiologici. Questa zona racchiude il midollo spinale, il tronco encefalico, il talamo, i nuclei ipotalamici e ipofisari.
- Il cervello **limbico** s'identifica come l'area del cervello riservata alle sensazioni (fame, sete nausea) e alle emozioni (rabbia, felicità,

⁴⁴ <http://www.unife.it/medicina/infermieristica/studiare/minisiti/basi-morfologiche-della-vita/anatomia-umana/file-lezioni/27%20-%20Corteccia%20cerebrale.pdf> – Slide del corso di *Basi Morfologiche della vita – Anatomia umana*, Università di Ferrara;

⁴⁵ <https://www.neuroscienze.net/il-cervello-uno-e-trino/> - G. Brunetti, *Il cervello uno e trino*, 11 gennaio 2013;

tristezza). È formato dai bulbi olfattivi, dal fornice, dall'ippocampo e dall'amigdala.

- Il cervello **neocorticale**, invece, è la sede del pensiero umano, comprendendo quindi tutte le attività di ragionamento, adattamento, apprendimento e pianificazione. In quest'area nascono i ragionamenti logici e i pensieri astratti del sapere, delle invenzioni, delle idee e della fantasia.⁴⁶

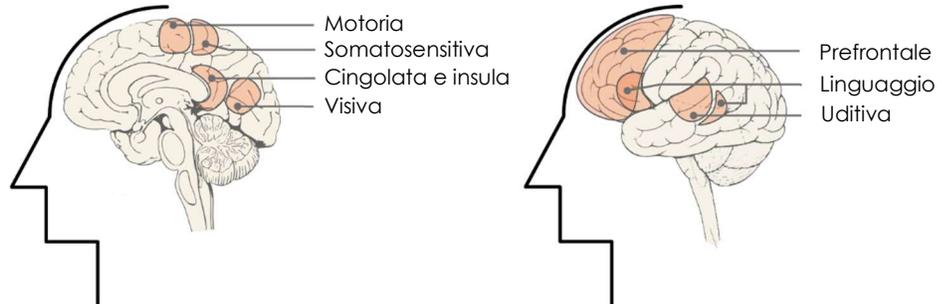


Figura 5.6

Identificazione e posizionamento delle aree cerebrali suddivise a seconda della funzione svolta.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

A prescindere dalla tipologia di criteri utilizzati per l'identificazione e la catalogazione delle aree cerebrali, possiamo riconoscere delle zone ristrette utilizzate in funzione ad attività specifiche. In linea generale possiamo suddividerle in:

- area **motoria**, posizionata nella parte superiore della corteccia cerebrale è la responsabile del movimento volontario. La sua particolarità risiede della specularità dell'azione dell'*input* sul corpo; nello specifico qualora l'informazione provenga dall'emisfero sinistro

⁴⁶ *Ibidem*;

l'azione motoria generata attiverà la parte opposta degli arti, in questo caso la parte destra del corpo;

- area **somatosensitiva** primaria, posteriore alla precedente, ha il compito di ricevere stimoli differenti, ossia quelli cutanei e quelli muscolo-articolari;
- area **uditiva**, posizionata sulla circonvoluzione temporale superiore, si compone di aree differenti in grado di analizzare differenti suoni a seconda della loro frequenza;
- area **visiva**, invece, si situa nel lobo occipitale e la sua funzione è quella dell'analisi e interpretazioni degli input visivi;
- aree del **linguaggio** sono situate in due punti differenti del cervello, l'area di Broca (lobo frontale inferiore) e l'area di Wernicke (circonvoluzione temporale), posizionate nell'emisfero sinistro del cervello;
- aree **prefrontali**, denominate così proprio per la loro ubicazione, sono fondamentali per le funzioni superiori, ossia la memoria, l'apprendimento, le emozioni e le capacità decisionali e di giudizio⁴⁷;
- infine, troviamo la **corteccia cingolata** e l'**insula**. Ancora poco studiate per la loro complessità, si posizionano all'interno della corteccia cerebrale posteriore e si suppone che siano connesse all'elaborazione di alcuni aspetti del dolore.^{48,49}

Tutte le informazioni sensoriali vengono trasmesse nel corpo, dall'estremità fino al cervello, attraverso un fitto sistema di nervi: dall'encefalo si espandono i fasci più grandi fino ad arrivare agli arti con dimensioni assai inferiori. Il sistema nervoso, in linea generale, si compone di due tipologie cellulari, i neuroni e le

⁴⁷ Le parole della scienza, *Dizionario di anatomia*, Rizzoli Editore, Milano 1987, p. 150;

⁴⁸ https://www.youtube.com/watch?v=tMLbz_haLBY&t=420s - Psicologa Laura PIROTTA
Approfondimento della struttura e della funzione della *corteccia cerebrale*;

⁴⁹ <http://www.unife.it/medicina/infermieristica/studiare/minisiti/basi-morfologiche-della-vita/anatomia-umana/file-lezioni/27%20%20-%20Corteccia%20cerebrale.pdf> - Slide del corso di *Basi Morfologiche della vita – Anatomia umana*, Università di Ferrara;

cellule gliali. I neuroni sono cellule specializzate che, ricevendo informazioni dall'esterno, sono in grado di elaborare ed inviare input all'intero sistema. Le cellule gliali, invece, si occupano di attività di supporto ai precedenti, nutrendoli con sostanze specifiche e proteggendoli con i loro prolungamenti (guaina mielinica). Il sistema nervoso può essere suddiviso in: Sistema Nervoso Centrale (SNC) e Sistema Nervoso Periferico (SNP). La differenza sostanziale tra i due si identifica nell'area d'interesse delle strutture nervose utili alla captazione sensoriale.⁵⁰ In particolare, il Sistema Nervoso Periferico (SNP) viene identificato come il fascio di nervi che percorre, in maniera non uniforme, l'intera struttura corporea, ossia tutti quei canali di ricezione e trasmissione degli input dai sensi al cervello.

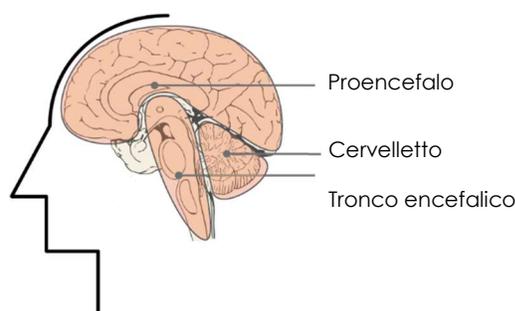


Figura 5.7

Schema anatomico in cui vengono identificati i componenti dell'encefalo.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Nel **Sistema Nervoso Centrale** (SNC) s'identificano due componenti principali: l'encefalo, il midollo spinale.⁵¹

Fondamentale per la comprensione delle aree sensoriale è la materia grigia, ossia tutto ciò che governa le nostre reazioni, sensazioni ed emozioni. La

⁵⁰ Le parole della scienza, *Dizionario di anatomia*, Rizzoli Editore, Milano 1987, p. 113;

⁵¹ <https://www.youtube.com/watch?v=OfjYdINkWR8&t=13s> - Psicologa Laura PIROTTA, Approfondimento della struttura e della funzione del *sistema nervoso*;

componente principale da identificare è quindi l'**encefalo**, ossia tutta la materia contenuta all'interno della scatola cranica. Questa parte è la sede del pensiero creativo e razionale precedentemente descritta. Prendendo in considerazione la *figura 5.7*, si può notare come l'intera struttura encefalica può essere suddivisa, a sua volta, in tre parti: proencefalo, tronco encefalico e cervelletto.^{52,53}

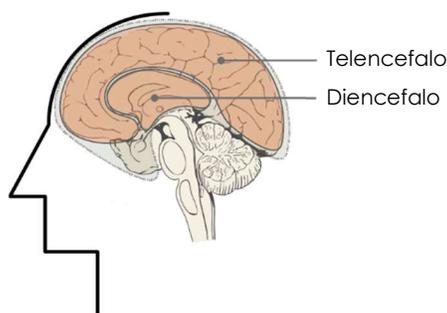


Figura 5.8

Schema anatomico in cui vengono identificati i componenti del proencefalo, parte principale dell'encefalo.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Tutte queste componenti risultano estremamente importanti all'interno della percezione sensoriale; è solo grazie al loro operato che possiamo osservare, captare, imparare e migliorare la nostra conoscenza relativa ad un oggetto o ad uno spazio. Osservando più da vicino il **proencefalo**, possiamo suddividerlo a sua volta in telencefalo e diencefalo; il primo comprende la corteccia cerebrale, sede delle funzioni cognitive umane, e i gangli della base, i quali hanno un ruolo fondamentale nel controllo motorio corporeo.⁵⁴ È fondamentale sottolineare come la *corteccia cerebrale* ricopra quasi

⁵² <https://www.msmanuals.com/it-it/casa/disturbi-di-cervello,-midollo-spinale-e-nervi/biologia-del-sistema-nervoso/encefalo> - MD, PhD Steven A. GOLDMAN, *Encefalo*, marzo 2018

⁵³ Le parole della scienza, *Dizionario di anatomia*, Rizzoli Editore, Milano 1987, pp. 57-113;

⁵⁴ Le parole della scienza, *Dizionario di anatomia*, Rizzoli Editore, Milano 1987, p. 182;

totalmente la struttura del telencefalo, generando numerose attività tipiche dell'essere umano; ad esempio il linguaggio, il pensiero decisionale e quello astratto. A causa della sua estensione e ricoprendo gli emisferi cerebrali, essa forma molte pieghe, le quali, a loro volta, generano solchi e scissure, visibili sulla superficie esterna attraverso delle circonvoluzioni.⁵⁵ Il diencefalo, invece, si posiziona nella zona centrale dell'intera materia grigia, comprendendo il talamo e l'ipotalamo (figura 5.9).⁵⁶

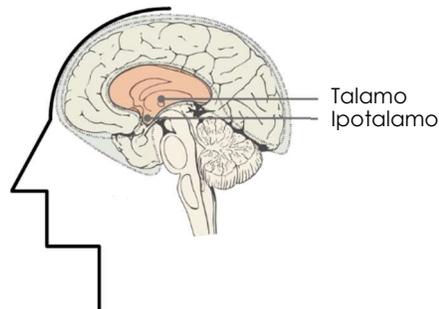


Figura 5.9

Schema anatomico in cui vengono identificati i componenti del diencefalo, parte del proencefalo.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Il **talamo** è una porzione della struttura del *sistema nervoso centrale* avente la funzione di tramite tra gli impulsi trasmessi dai recettori e la corteccia cerebrale con una sola eccezione, le sensazioni olfattive. Un altro compito fondamentale per quest'area cerebrale è l'omeostasi⁵⁷ corporea, in particolare per le funzioni di regolazione del ciclo sonno-veglia. La sua struttura si compone di dodici nuclei di sostanza grigia i quali sono indipendenti e con funzioni specifiche; ad esempio i nuclei del talamo motorio ricevono

⁵⁵ https://www.youtube.com/watch?v=3GgB_FaSano&t=77s - Psicologa Laura PIROTTA, Approfondimento della struttura e della funzione del *sistema nervoso centrale (SNC)*;

⁵⁶ Le parole della scienza, *Dizionario di anatomia*, Rizzoli Editore, Milano 1987, p. 52;

⁵⁷ L'attitudine propria dei viventi a mantenere intorno a un livello prefissato il valore di alcuni parametri interni, disturbati di continuo da vari fattori esterni e interni. (Enciclopedia Treccani)

informazioni dai gangli della base e dal cervelletto, mentre quelli aventi funzione cognitiva ricevono indicazioni dalla corteccia prefrontale.⁵⁸

Limitrofo a quest'organo troviamo l'**ipotalamo** che, grazie alla sua posizione, si rapporta con numerose strutture cerebrali tra le quali l'encefalo, il tronco encefalico, il sistema limbico e il midollo spinale.⁵⁹ A differenza del talamo, le sue funzioni riguardano principalmente la mediazione con gli stimoli inerenti la sopravvivenza della persona, quali ad esempio la fame e la sete, ed ha il compito di elaborare emozioni e sensazioni sia piacere sia di dolore.

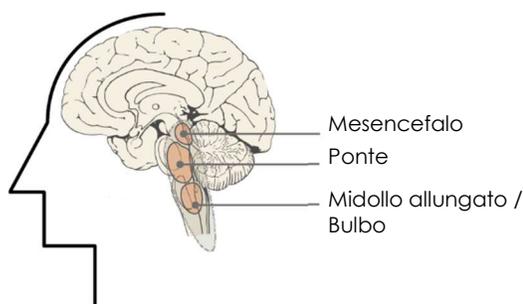


Figura 5.10

Schema anatomico in cui vengono identificati i componenti del tronco encefalico, parte fondamentale dell'encefalo.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Il **tronco encefalico** è considerato un'estensione bulbosa della colonna vertebrale. Viene quindi identificato dagli studiosi come la prima stazione di ricezione di tutti i segnali anatomici ascendenti del sistema nervoso del corpo. All'interno si possono trovare aree differenti necessarie per la captazione degli impulsi: il mesencefalo, il ponte e il midollo spinale, chiamato anche bulbo.⁶⁰ Come per le funzioni del talamo, anche questa struttura è importante per la regolazione ed il controllo delle attività necessarie alla sopravvivenza, ossia la respirazione, il battito cardiaco, il ciclo di sonno-veglia e la digestione.

⁵⁸ Le parole della scienza, *Dizionario di anatomia*, Rizzoli Editore, Milano 1987, p. 181;

⁵⁹ *Ibidem*, p. 87;

⁶⁰ Le parole della scienza, *Dizionario di anatomia*, Rizzoli Editore, Milano 1987, p. 190;

Analizzando nello specifico i vari componenti possiamo osservare come il mesencefalo, elemento finale del tronco encefalico, si componga principalmente di fasci di fibre, ascendenti e discendenti, aventi il compito di fare da tramite tra gli emisferi cerebrali e il cervelletto. Il ponte è considerato come un ispessimento ventrale del tronco encefalico ed è direttamente connesso con lo sviluppo e l'attività del cervelletto. Infine, troviamo il midollo allungato, ossia il bulbo, che può essere considerato come un prolungamento del midollo spinale.⁶¹ Al suo interno ha strutture adibite al controllo e alla regolazione della respirazione, del diaframma, dei muscoli intercostali, del tono muscolare e della frequenza cardiaca. Dal tronco encefalico passano quindi i principali fasci ascendenti e discendenti necessari alla trasmissione delle informazioni. all'udito e al distretto trigeminale del corpo, ossia della faccia e organi annessi.⁶²

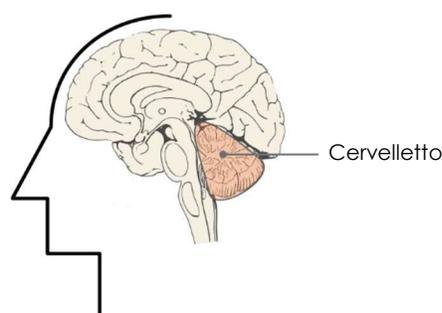


Figura 5.11

Schema anatomico in cui viene identificato il posizionamento del cervelletto.

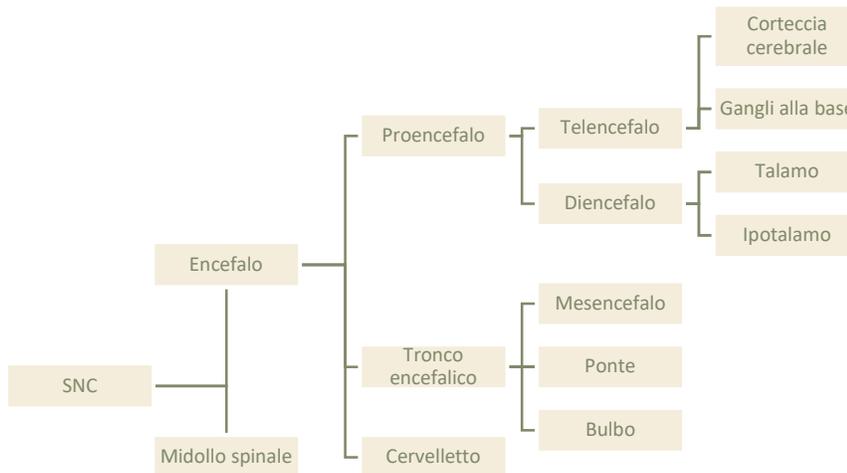
Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Infine, troviamo il **cervelletto** posizionato dietro al tronco encefalico e sotto il lobo occipitale. Si suddivide in emisfero destro e sinistro, separati da una struttura chiamata verme cerebellare. I suoi compiti sono inerenti al campo

⁶¹ *Ibidem*, p. 113;

⁶² <https://www.youtube.com/watch?v=-sXr3APizm4> - Psicologa Laura PIROTTA, Approfondimento della struttura e della funzione del *tronco encefalico*;

motorio del corpo, in particolare all'analisi di tutte le componenti del movimento: il range, la velocità, la qualità, l'equilibrio e così via.^{63,64}



Schema 1

Schema riassuntivo dei componenti del sistema nervoso centrale (SNC), responsabile della percezione sensoriale.

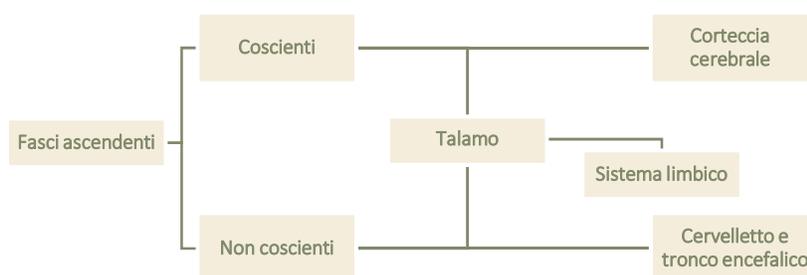
Schema autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Come già accennato precedentemente l'intera struttura dell'encefalo funge da "computer" durante l'elaborazione dei dati ricevuti dal corpo e dai suoi sensi. Tutte le informazioni inerenti alla captazione e la relativa reazione sono trasmesse attraverso un gruppo di fasci, ovvero gruppi di fibre nervose che percorrono la stessa via aventi uguale funzione. All'interno del corpo umano esistono due tipologie di fasci, discendenti e ascendenti. Questi ultimi risultano particolarmente importanti in quanto si occupano della trasmissione delle informazioni sensitive. A seconda della tipologia di input ricevuto l'informazione può arrivare alla corteccia cerebrale, diventando coscienza. Esistono però percezioni che vengono deviate verso il cervelletto e al tronco

⁶³ <https://www.youtube.com/watch?v=mvRo09laUbU&t=29s> – *ibidem*, *Cervelletto*;

⁶⁴ Le parole della scienza, *Dizionario di anatomia*, Rizzoli Editore, Milano 1987, p.29-115;

encefalico, fondamentali per il mantenimento dell'omeostasi. Entrambe le sensazioni, coscienti e non coscienti, passano per il talamo, il quale assume una vera e propria funzione di smistamento degli *input* sensoriali ricevuti, arricchiti successivamente con l'aspetto sensoriale grazie alla posizione e alle connessioni con il sistema limbico.⁶⁵ La differenza non sta nel tipo di informazioni incamerate ma nel modo in cui queste vengono valutate e acquistano valore provocando una reazione allo stimolo⁶⁶. Solo una parte di ciò che viene colto nella realtà diventa parte della coscienza, il restante rimane a livello inconscio. Tali stimoli vengono chiamati **sotto-sogliari**, ossia sotto la soglia dell'attenzione; hanno la capacità di modificare la rete di connessioni con cui il nostro cervello comunica al suo interno e con il resto del corpo.



Schema 2

Schema riassuntivo dei diversi percorsi nervosi, suddividendo la percezione dati sensoriali coscienti e non coscienti.

Schema autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Cerebralmente l'uomo percepisce ogni cosa, in maniera coscia o inconscia, e ogni elemento conosciuto comporta una variazione all'interno della materia grigia. Tutte le informazioni diventano poi parte della memoria, entrando a far parte del bagaglio di conoscenze della persona e sfruttate

⁶⁵ Le parole della scienza, *Dizionario di anatomia*, Rizzoli Editore, Milano 1987, p. 114;

⁶⁶ https://www.youtube.com/watch?v=VbYXk_KFpNA,

<https://www.youtube.com/watch?v=Yf4itj9OjrU&t=16s> - Psicologa Laura PIROTTA,

Approfondimento della struttura e della funzione delle *vie neurali ascendenti e discendenti*;

successivamente durante l'attività percettiva, come sistema di significati che di volta in volta attribuiamo alla realtà che ci si presenta.

Un'ulteriore caratteristica riguardante il cervello è definita dalla capacità di reazione in riferimento a ciò che circonda l'uomo. Infatti, quest'organo può essere considerato pigro, poiché in assenza di stimoli nuovi ed emozionanti tende ad abbassare il livello di attività. Ciò comporta una risposta sempre meno reattiva allo stesso stimolo: è un organo dinamico e, per questo motivo, tende a sopprimere informazioni che non presentano novità. La vita moderna obbliga a comportamenti ripetitivi, a tempi determinati, favorendo l'instaurarsi di abitudini comportamentali che, di fatto, sono risposte automatiche all'ambiente. Le architetture moderne sono esempi dell'istinto emotivo che porta alla ricerca continua della novità; estremamente efficaci nel catturare l'attenzione, non perché coinvolgano maggiormente dal punto di vista emotivo-sensoriale, ma perché distolgono più facilmente il cervello dalla sua pigrizia, il loro scopo è quello di imporsi nella memoria di chi le osserva come simbolo, icona. Per capire e conoscere meglio il nostro apparato sensoriale non bisogna dimenticare la neuroplasticità del cervello, ossia la possibilità di plasmarsi in funzione dell'esperienza effettuata dai singoli individui. Questo cambiamento può verificarsi qualora la percezione attiva generi eccitazione a livello neurale, portando di conseguenza mutazioni a livello di geni, di connessioni neuronali e ad un'effettiva variazione nella struttura del cervello stesso.

Non si può avere un'adeguata esperienza spaziale senza l'utilizzo congiunto delle componenti emotive e razionali: le *emozioni* sono il mezzo con cui conosciamo il mondo, la *ragione* è il mezzo con cui diamo significato a ciò che percepiamo. In architettura ogni passaggio deve portare dall'astratto al concreto, dall'informe al formato, dal concept al prodotto finale. Mentre il pittore e il compositore possono passare dal concreto (la materia prima) all'astratto (l'opera finale), l'architetto deve viaggiare nella direzione opposta, assimilando gradualmente le attività umane in quella che inizialmente è una rappresentazione astratta. Uno dei compiti di architettura e spazio costruito è quello di influenzare positivamente l'individuo nel suo subconscio (riflessioni,

pensieri, ...) e nel suo rapportarsi con il prossimo (intenzioni, azioni, parole, ...). Sta all'architetto/progettista tradurre nella pratica progettuale tali concetti.

Definendo le varie componenti dell'encefalo è necessario qui sottolineare e ricordare che nessuna di queste aree cerebrali lavora da sola. La percezione umana di oggetti ed ambienti si può definire come un sistema di operazioni neuronali multiple che lavorano in parallelo o in serie in luoghi diversi. Alcune di queste operazioni sono dirette dalla coscienza, molte altre sono inconse o guidate emotivamente in modi di cui siamo in gran parte inconsapevoli.⁶⁷

⁶⁷ MALLGRAVE H. Francis, *L'empatia degli spazi: architettura e neuroscienze*, Raffaello Cortina Editore, Milano 2019, cap. 1 (pag. 44-49)

PARTE

1

Vista Apparato visivo
 Progettare gli spazi
 Colori negli spazi

2

Tatto Apparato tattile
 Regole di progettazione
 Breil for architecture

3

Olfatto Olfatto

4

Udito Udito

5

Gusto Gusto





VISTA

Abbiamo ormai compreso che la mente crea una visione utile del mondo in virtù di una maggiore funzionalità adattiva, quanto piuttosto di un necessario dettagliato riscontro di ciò che ci circonda.

(BUIATTI Eleonora, Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione, FrancoAngeli, Milano 2014, posizione kindle 965 di 4973)

La vista è uno dei sensi principali che influiscono sulla percezione di uno spazio, influenzando di conseguenza la condizione di benessere della persona. All'interno di questo capitolo vengono approfondite le tematiche che interagiscono con questo senso, analizzando i requisiti normativi e i sistemi di controllo dell'illuminazione all'interno di un ambiente.

Gli studi riguardanti la percezione visiva divengono sempre più importanti anche grazie allo sviluppo della *computer graphics*, la quale viene oggi sempre più utilizzata dai designer e dagli architetti per la creazione d'immagini suggestive per la personalizzazione degli ambienti.

1 | L'apparato visivo

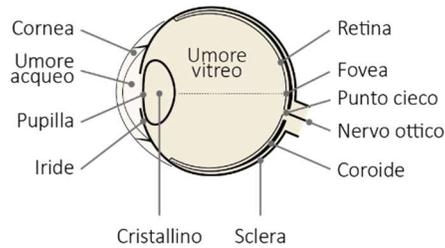


Figura 1.1

Rappresentazione schematica dell'apparato visivo e delle sue componenti.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

La captazione delle immagini da parte della persona parte dall'apparato visivo, ossia gli occhi. L'energia luminosa proveniente dall'esterno è fondamentale quando parliamo di vista, poiché è solo grazie ad essa che l'occhio umano riesce a captare i dettagli dello spazio circostante. Il processo di acquisizione delle informazioni attraverso il bulbo oculare può essere suddiviso in tre fasi: captazione, acquisizione e trasferimento dell'*input*.

Per la prima fase vengono utilizzati tutti gli elementi "esterni" del bulbo oculare, ossia la cornea, l'umore acqueo, la pupilla, l'iride e il cristallino. Tutti questi elementi sono necessari per la rifrazione e la trasmissione dell'energia luminosa alla retina, elemento cardine della fase di acquisizione delle immagini. La luce oltrepassa la cornea attraverso la pupilla,¹ foro situato al centro dell'iride, che ha il compito di adattarsi al quantitativo di luce del contesto, oltrepassando successivamente una lente chiamata cristallino.² Nello specifico, cornea e cristallino collaborano durante la captazione delle immagini poiché la prima ha il ruolo di messa a fuoco degli elementi

¹ Le parole della scienza, *Dizionario di anatomia*, Rizzoli Editore, Milano 1987, p. 152;

² Richard L. GREGORY, *Occhio e cervello – la psicologia del vedere*, Il Saggiatore, 1966 (1979), Capitolo II – *La luce*, p. 19;

circostanti, l'obiettivo del cristallino invece è quello di "aggiustare il fuoco" alle diverse distanze.³

Si passa successivamente alla fase di acquisizione delle informazioni che, come già accennato precedentemente, riguarda l'attività della retina. Essa si compone di un tessuto fitto di cellule nervose multistrato aventi il compito di captazione e trasmissione delle informazioni ricevute. Il primo strato che incontra il fascio luminoso, ossia lo strato posto all'interno del bulbo oculare, è composto dai fotorecettori (coni e bastoncelli) il cui compito è quello di convertire gli stimoli luminosi in segnali elettrici i quali, a loro volta, attraversano gli strati sottostanti fino ad arrivare all'innesto del nervo ottico.^{4,5}

Quest'ultimo elemento è fondamentale per l'ultima fase, ossia la trasmissione delle informazioni dall'occhio al cervello, poiché è un'estensione del sistema nervoso centrale (SNC). L'innesto del nervo ottico con il bulbo oculare comporta un addensamento e una distorsione delle cellule nervose che compongono la retina, definendo un'area in cui i fotorecettori non riescono a captare la luce. Questo punto specifico viene identificato come macchia cieca e, per questo motivo, il cervello deve operare attraverso un'attività di ricostruzione chiamata completamento percettivo.⁶ Il processo consiste in un completamento d'immagine attraverso lo scambio d'informazioni ricevute dai singoli occhi.⁷

Una delle caratteristiche principali del sistema visivo dell'uomo riguarda la percezione dei dettagli che compongono lo spazio circostante. Per esempio, osservando un punto fisso all'interno di uno spazio possiamo notare come, poco per volta, la definizione dell'oggetto venga meno sui lati del campo visivo. Questo fenomeno è collegabile alle caratteristiche della fovea, punto molto piccolo posto sulla retina (0,5 mm) situato in corrispondenza del fuoco cristallino. In quest'area la nostra visione è ottimale perché il numero delle

³ *Ibidem*, Capitolo III – L'occhio, paragrafo - La lente cristallina, p. 35;

⁴ Le parole della scienza, *Dizionario di anatomia*, Rizzoli Editore, Milano 1987, p. 121;

⁵ *Ibidem*, *Atlante di anatomia*, p. 28-29;

⁶ R. L. GREGORY, *Occhio e cervello – la psicologia del vedere*, Il Saggiatore, 1966 (1979), Capitolo III – L'occhio, p. 35;

⁷ J. GARRITY, *Manuale MSD - Versione per i pazienti*, 2016;

cellule recettive è enormemente più fitto. Questa caratteristica può ovviamente essere sfruttata in fase di progettazione. Infatti, se l'architetto posiziona un determinato numero di elementi in uno spazio ristretto allora l'attenzione dell'utente sarà attratta in quella direzione. ⁸

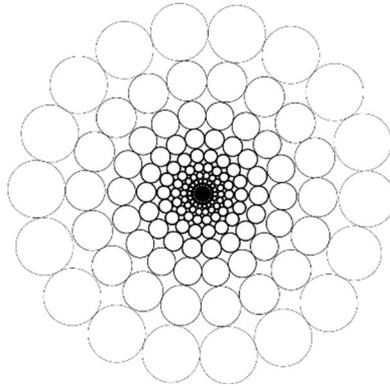


Figura 1.2

Schematizzazione del campo visivo umano e della sua percezione di dettagli.

Immagine estratta da Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione, FrancoAngeli, Milano 2014.

Possiamo pertanto distinguere due principali modalità di distribuzione visiva:

- la visione **focale**, solitamente di natura foveale, viene richiesta per la definizione di dettagli;
- la visione **ambientale** che coinvolge in modo decisivo la visione periferica impiegata per l'orientamento e il movimento. ⁹

Bisogna sottolineare che l'occhio è un **sistema attivo** di visione, ovvero il bulbo oculare viene costantemente mosso attraverso i muscoli esterni. Questi movimenti, chiamati movimenti oculari, vengono eseguiti in maniera

⁸ E. BUIATTI, *Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione*, FrancoAngeli, Milano 2014, Capitolo 2.3: *Dall'occhio al cervello*, paragrafo: *La fovea*, posizione kindle 1233 di 4973;

⁹ *Ibidem*;

simmetrica da entrambi gli occhi, in modo da focalizzare l'attenzione sugli stessi punti dell'immagine.¹⁰

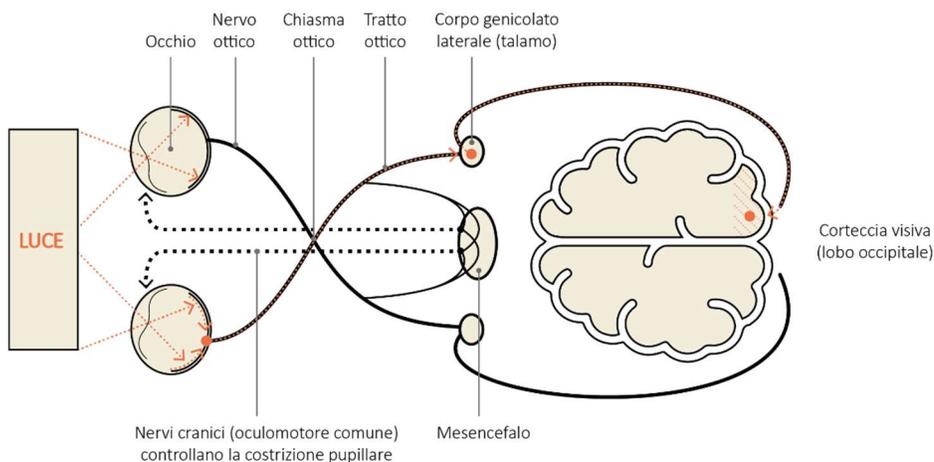


Figura 1.3

Schema concettuale inerente al sistema visivo e alla trasmissione dei dati dall'apparato visivo al cervello.

Immagine autoprodotta.

Il modo in cui il cervello elabora le informazioni derivanti dai cinque sensi è fondamentale a livello esperienziale nella vita dell'individuo. Limitando l'analisi al senso della vista, l'azione iniziale ha luogo nella corteccia visiva del lobo occipitale (estremità posteriore del cervello). Il suo funzionamento venne studiato ed approfondito da **D. Hubel** e **T. Wiesel**, i quali, alla fine degli anni Cinquanta, compresero che quest'area del cervello possiede un'elevata specializzazione nell'elaborare impulsi. Dalla sua nascita l'uomo, attraverso lo stimolo visivo, apprende e si rapporta con il mondo esterno. Già a 18 mesi i bambini sono in grado di assegnare agli oggetti le loro funzioni e comprendono la relazione tra gli artefatti e il materiale di cui si compongono. La *ricomposizione* del mondo esterno è una proprietà fondamentale quando

¹⁰ Maurice H. PIERENNE, *Percezione visiva – ottica, pittura e fotografia (Optics, Painting & Photography)*, Franco Muzzio Editore, 1970 (1991), capitolo I – *Introduzione*, paragrafo – *Visione: un processo attivo*, p. 10;

si parla di visione poiché, seppur la percezione avvenga tramite due occhi, è sintetizzabile nel concetto di occhio ciclopico. Può essere considerata una rappresentazione mentale univoca delle singole informazioni oculari che ci permette di vedere ciò che singolarmente gli occhi non potrebbero rivelare.¹¹

Nello specifico gli stimoli registrati sui recettori della retina passano lungo il nervo ottico fino ad arrivare al chiasma.¹² Qui i segnali si biforcano nei due emisferi del cervello. Incontrando il talamo questi impulsi sono elaborati preliminarmente prima di continuare il cammino verso i lobi occipitali. La corteccia visiva viene qui suddivisa in cinque macro-aree le quali hanno una specializzazione nell'elaborazione funzionale.

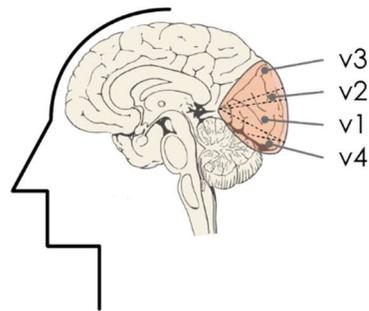


Figura 1.4

Schema raffigurante le aree specializzate nell'elaborazione delle informazioni visive.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Nello specifico:

- **v1**, chiamata anche corteccia visiva primaria, risulta responsabile del processo d'informazione riguardante la forma e la collocazione degli oggetti statici e il corrispettivo movimento nel campo visivo;

¹¹ R. L. GREGORY, *Occhio e cervello – la psicologia del vedere*, Il Saggiatore, 1966 (1979), Capitolo IV – *Il cervello*, p. 97;

¹² Si definisce chiasma ottico la struttura anatomica nervosa derivante dal confluire delle fibre dei due nervi ottici (Le parole della scienza, *Dizionario di anatomia*, Rizzoli Editore, Milano 1987, p. 30);

- **v2**, o corteccia visiva secondaria, collabora strettamente con l'area primaria, essendo la responsabile dell'analisi delle dimensioni, della frequenza spaziale, del colore e forma del mondo visivo. Funzionalmente parlando il suo compito è quello di generare una mappa specifica dell'area circostante;
- **v3** è ancora in fase di studio riguardante le funzioni e l'estensione. La corteccia visiva terziaria complessa assume, ad oggi, un ruolo nel processamento della forma degli oggetti in movimento ¹³;
- **v4** riceve segnali dalla v2 ed invia impulsi alla v1. È deputata principalmente all'analisi dei colori, i quali sono codificati secondo meccanismi di opposizione cromatica;
- **v5** è essenziale per elaborare informazioni relative al movimento. ¹⁴

L'impulso arriva dapprima nell'area primaria v1 dove viene suddiviso ed inviato nelle rispettive aree per l'elaborazione dei singoli componenti come le forme, i colori ed il movimento. È fondamentale sottolineare che le macro-aree di specializzazione non lavorano in sequenza ma in parallelo, in modo da poter generare un'immagine finita dell'elemento in minor tempo. Di fatto ciò che l'uomo "vede" è un'immagine scomposta in una serie di elementi i quali vengono successivamente assemblati all'interno della corteccia cerebrale visiva. Qui l'impulso visivo si arricchisce delle informazioni necessarie alla percezione dell'oggetto e dell'ambiente circostante. Bisogna però sottolineare che le diverse aree visive precedentemente descritte, elaborano il materiale in maniera quasi simultanea ma ad una velocità diversa; il colore, ad esempio, è percepito prima della forma e del movimento.

Il lavoro svolto in queste aree di elaborazione visiva è altamente specialistico. Neuroni selettivi per il colore, ad esempio, si attiveranno solo in risposta a determinate lunghezze d'onda della luce, ignorandone altri. Un altro

¹³ O. J. BRADDICK, J. M. D. O'BRIEN e J. WATTAM-BELL, *Brain Areas Sensitive to Coherent Visual Motion*, in *Perception*, vol. 30, n° 1, Gennaio 2001, p. 61–72;

¹⁴ F. FIORE, *La corteccia visiva – Introduzione alla Psicologia*, State of mind - Il giornale delle scienze psicologiche, articolo web, febbraio 2018;

esempio riguarda la percezione delle linee; alcuni neuroni percepiranno solo le linee orizzontali o verticali, mentre altri solo quelle diagonali.

Proseguendo il percorso dell'impulso visivo, ormai scomposto e analizzato dalle aree della corteccia visiva, le componenti risultanti coinvolgono aree del cervello di ordine superiore lungo due vie neuronali di elaborazione sensoriali: la via del dove e la via del cosa. La prima risale al lobo occipitale verso quello parietale al fine di elaborare l'informazione in termini di contrasto, di movimento e nella relazione spaziale con l'ambiente circostante. La seconda procede lateralmente dal lobo occipitale ai lobuli infero-temporali, dove le immagini sono sottoposte ad analisi delle forme, dei colori e nel riconoscimento dell'oggetto. Bisogna qui sottolineare che, come la maggior parte degli input sensoriali, anche all'interno delle vie neuronali vi è uno scambio d'informazioni. Diverse aree della corteccia visiva e alcune ad essa adiacenti, sono altamente specializzate nell'elaborazione di forme, oggetti, volti e corpi umani; basti pensare all'area situata nella parte finale della via del cosa, la quale si attiva solamente durante il riconoscimento di edifici e di scene naturali.

Il processo visivo, nel percorso della conoscenza, passa da una concezione storica in cui l'uomo vede passivamente attraverso gli occhi, ad una consapevolezza dell'attività cerebrale. Diviene sempre più necessario comprendere la differenza tra vedere e percepire: la **percezione** può essere identificata come diretta conseguenza di ciò che vediamo, unendo i dati captati con altre informazioni, ad esempio la memoria. I segnali visivi devono essere trattiene nella memoria per un periodo breve ma sufficiente per poter essere analizzati e associati ad informazioni congiunte o derivanti dall'esperienza. Come già detto in precedenza, la percezione altera la visione del mondo della persona in quanto le esperienze fanno sì che l'attenzione prestata ad elementi sia differente a seconda di ciò che ha influenzato il soggetto. Le esperienze vissute quando si è bambini, sono più incisive rispetto a quelle dell'età adulta. In sintesi, la percezione è un processo che interpreta e che apporta un significato ai dati sensoriali.¹⁵

¹⁵ Attilio de BERNARDI, *Forma, Spazio, Percezione – Conoscenza e Rappresentazione*, Giardini Editori, Pisa 1979, Parte I, Capitolo VII – *L'esperienza si acquista tramite la percezione*, p. 21

Ciò che i nostri occhi osservano è guidato da meccanismi cerebrali che favoriscono alcune parte della scena a scapito di altre.

(BUIATTI Eleonora, *Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione*, FrancoAngeli, Milano 2014, posizione kindle 1003 di 4973)

2 | Regole di progettazione

Durante la fase progettuale l'architetto affronta diversi ostacoli da superare come il rispetto di normative, leggi e regole per il benessere. Tutti questi elementi devono coesistere all'interno dell'edificio, definendo un progetto a **tutto tondo** in cui nulla è lasciato al caso. Molte volte, la mancata osservazione dell'aspetto psicologico porta a una progettazione erronea degli spazi. Esistono quindi diversi aspetti da tenere in considerazione durante la fase creativa dell'architettura, divisibili a seconda del campo applicativo. In particolare, possiamo evidenziare diversi aspetti tecnici, approfonditi dalle normative nazionali: l'orientamento degli spazi in base alla geolocalizzazione dell'area di studio, l'illuminazione interna con le dirette conseguenze che questa comporta, il dimensionamento degli spazi ed infine il benessere termico.¹⁶

L'**orientamento** dell'edificio viene valutato a seconda di come è posizionato rispetto al percorso del sole. Quest'ultimo viene studiato per valutare l'arco temporale e stagionale che influenza il contesto e l'edificio stesso dal punto di vista termico e dell'illuminazione. L'analisi della geometria solare mostra come durante i mesi invernali, il sole assume un'altezza sull'orizzonte inferiore rispetto al periodo estivo, ed il suo percorso giornaliero risulta essere più corto. La massima altezza sull'orizzonte, infatti, la raggiunge nel mezzogiorno del solstizio estivo (21 giugno), mentre la più bassa nel solstizio invernale (21 dicembre).¹⁷

Questa fase della progettazione è fondamentale in quanto non solo viene studiato il contesto in cui si trova lo stabile (presenza o meno di edifici che possono generare ombre tali da sottrarre radiazione solare all'edificio in

¹⁶ Mario BONOMO, *Progettazione tecniche & Materiali - Illuminazione d'interni*, Maggioli editore, Santarcangelo di Romagna 2002 (2008), Capitolo I – *La buona illuminazione*, p. 1;

¹⁷ http://www.diacr.masterproinn.unina.it/downloads/materiale%20didattico/2016/Losasso_2016.04.15_Orientamento.pdf - prof. arch. Mario LOSASSO, *La città antica – orientamento degli edifici e condizioni di comfort*, Università degli studi di Napoli, Facoltà di Architettura, Dipartimento di progettazione urbana e urbanistica – unità di ricerca e tecnologia;

progetto) ma viene studiato anche il posizionamento dei diversi ambienti all'interno dell'edificio stesso. Infatti, la distribuzione dell'energia solare sulle superfici dell'edificio, siano esse orizzontali o verticali, risentono della posizione rispetto al moto solare.

Gli ambienti si possono suddividere in tre macro-categorie:

- lo spazio vissuto, ossia tutti gli ambienti nei quali si svolgono le principali attività per la maggior parte dell'arco giornaliero;
- lo spazio di servizio nel quale si svolge un'attività specifica come locali igienici, depositi e magazzini;
- infine, lo spazio cuscinetto, cioè tutti quegli ambienti di interscambio tra gli spazi precedentemente descritti.¹⁸

Nello specifico possiamo notare come l'orientamento ottimale della costruzione sia identificato con un angolo di circa 32° sull'asse Nord-Est e Sud-Ovest. La conoscenza dell'importanza dell'orientamento è nota fin dal passato ed applicata soprattutto nelle aree rurali, dove il posizionamento dei portici, delle aree di lavoro e di riparo sia dal caldo che dal freddo, è sempre realizzato con orientamento Sud-Est.¹⁹ Come si evince dallo schema proposto (*figura 2.1*) ogni ambiente interno dell'abitazione ha un orientamento specifico adatto all'attività che deve ospitare. Ad esempio, per la zona notte, bagni e locali di servizio (ripostigli, garage, dispense, ecc...) si predilige l'orientamento Nord-Est; mentre per la zona giorno, sala da pranzo e locali esterni abitabili (terrazzi, giardino, ecc...) si opta per l'orientamento Sud-Ovest. Infatti, le zone giorno quali sala da pranzo, cucina, soggiorno, ecc.... necessitano di un quantitativo maggiore d'illuminazione al loro interno in quanto vengono sfruttate principalmente nelle ore diurne, mentre la zona

¹⁸ Kristian FABBRI, Michele CONTI, *Progettazione energetica dell'architettura – il progetto: involucro-impianti, comfort e ambiente*, Roma 2008, Capitolo IX – *Progettazione architettonica e soluzioni tecnico-costruttive*; Sottocapitolo I – *Edifici di nuova costruzione ed edifici esistenti*, p. 194;

¹⁹

http://www.diarc.masterproinn.unina.it/downloads/materiale%20didattico/2016/Losasso_2016.04.15_Orientamento.pdf - prof. arch. Mario LOSASSO, *La città antica – orientamento degli edifici e condizioni di comfort*, Università degli studi di Napoli, Facoltà di Architettura, Dipartimento di progettazione urbana e urbanistica – unità di ricerca e tecnologia;;

notte viene sfruttata nelle ore notturne e quindi necessita di un'esposizione diretta limitata. L'orientamento è fondamentale anche per l'inserimento e la progettazione di sistemi di riscaldamento passivi (pannelli fotovoltaici, collettori solari, ecc...).²⁰

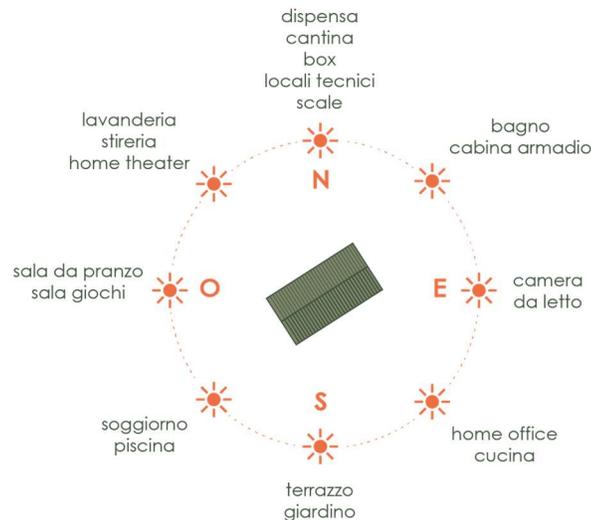


Figura 2.1

Identificazione dell'orientamento dei singoli ambienti di una residenza.

<https://alessandraaresta.wixsite.com/aarestaarchitettura/single-post/2016/12/11/QUAL-E-LESPOSIZIONE-MIGLIORE-PER-UNA-CASA>

Il benessere interno è dato non solo dal comfort termico e acustico, ma anche dal **comfort visivo**²¹, che influisce sullo stato in cui una persona svolge i diversi compiti e attività. All'interno di un ambiente l'illuminazione, artificiale o naturale, è considerata la principale responsabile del comfort visivo; un'inadeguata illuminazione causa sensazione di malessere generale e stanchezza all'apparato visivo della persona. La sua progettazione si deve

²⁰ *Ibidem*;

²¹ Il *comfort visivo* è definibile come lo stato di benessere in cui si trova un soggetto che dipende non dall'ergonomia di un artefatto, bensì dall'illuminamento di un locale e dal rapporto cromatico tra gli elementi presenti in esso.

basare sulle funzioni e valenze che la luce assume all'interno di un ambiente, ovvero:

- sicurezza: in quanto deve consentire lo svolgimento delle attività ed il movimento in condizioni di sicurezza. Ciò significa che la progettazione deve tenere conto del quantitativo di luce necessaria ad una determinata attività, in modo che la persona non corra alcun tipo di pericolo;
- prestazione: poiché deve permettere lo svolgimento del **compito visivo**²² in condizioni ottimali. La persona non deve sforzare la vista in caso di attività o movimento, perciò la luce all'interno dell'ambiente deve favorirne lo svolgimento senza danneggiare il benessere personale;
- comfort: deve garantire un ambiente interno confortevole evitando, di conseguenza, situazioni sfavorevoli come l'abbagliamento.

Per quanto riguarda il compito visivo precedentemente nominato non è altro che la richiesta a carico del sistema visivo per svolgere una determinata attività, intesa come visione degli oggetti utilizzati e della scena immediatamente circostante nel campo visivo. Gli aspetti da considerare per facilitare il compito visivo sono:

- la luminanza e contrasto di luminanza: in quanto influenza la nitidezza della visione;
- il colore e contrasto di colore: dipende anch'esso dalla luminanza, dalla composizione spettrale della luce e dalle caratteristiche delle superfici osservate. È un parametro soggettivo in quanto è il rapporto tra luminanza dello sfondo e minima luminanza percepibile dall'occhio del soggetto;
- le dimensioni, la forma e l'aspetto della superficie;
- la posizione dell'oggetto in relazione al campo visivo dell'osservatore;
- il movimento e il tempo di osservazione dell'oggetto in funzione all'attività che s'intende svolgere;
- la durata della prestazione legata al compito visivo.

²² Il *compito visivo* viene inteso come l'insieme delle aree e degli oggetti che l'osservatore deve correttamente e chiaramente distinguere per svolgere le sue mansioni ed attività.

La grandezza fotometrica utilizzata per descrivere la sensazione luminosa che l'occhio umano percepisce durante l'osservazione di un ambiente viene tecnicamente definita come **luminanza**. Questa viene descritta dal rapporto tra l'intensità emessa da una sorgente luminosa in una data direzione e l'area apparente di quella superficie.²³

Il comfort visivo, in linea generale, dipende da:

- livello di illuminamento;
- livello di abbagliamento.

L'**illuminamento** è una grandezza fotometrica risultato del rapporto tra il flusso luminoso (misurato in lumen) emesso da una sorgente e la superficie dell'oggetto illuminato. Per questo è considerata una grandezza che fa riferimento all'oggetto illuminato e non alla sorgente. Possiamo definire l'illuminamento massimo quando la superficie è disposta perpendicolarmente ai raggi luminosi e diventa nullo quando i raggi sono paralleli alla superficie.²⁴

L'**abbagliamento** è un fenomeno che si genera all'interno dell'ambiente quando le luminanze non sono correttamente distribuite o i contrasti di luminanza sono eccessivi per la presenza nel campo visivo di sorgenti primarie di luce (abbagliamento diretto) o di superfici riflettenti (abbagliamento indiretto). La luminanza si identifica come il rapporto tra l'intensità luminosa emessa da una sorgente nella direzione dell'osservatore e l'area apparente della superficie emittente. Questa condizione porta ad una sensazione di fastidio e ad una riduzione delle capacità visive causata da un eccesso di luce rispetto al livello di adattamento del soggetto preso in considerazione.²⁵

²³ Mario BONOMO, *Progettazione tecniche & Materiali - Illuminazione d'interni*, Maggioli editore, Santarcangelo di Romagna 2002 (2008), Capitolo II – *Grandezze fotometriche*, Paragrafo IV- *Luminanza*, p.11;

²⁴ *Ibidem*, Capitolo VIII – *Elementi che condizionano la buona illuminazione*, Paragrafo II- *Livello dell'illuminamento*, p. 201;

²⁵ *Ibidem*, Capitolo VIII – *Elementi che condizionano la buona illuminazione*, Paragrafo V - *Limitazione dell'abbagliamento*, p. 212;

Tipo di locale, compito visivo o attività	Illuminamento di esercizio lux ²⁶
Zona di conversazione o di passaggio	50-150
Zona di lettura	200-500
Zona di scrittura	300-750
Zona dei pasti	100-200
Cucina	200-500
Bagno – illuminazione generale	50-150
Bagno – zona specchio	200-500
Camere – illuminazione generale	50-150
Camere – zona armadi	200-500
Camere – letti	200-500

Tabella 1

Valori d'illuminamento raccomandati secondo la Normativa UNI 10380.

²⁶ L'unità di misura dell'illuminamento: corrisponde all'illuminamento prodotto su una superficie perpendicolare ai raggi emessi da una sorgente posta a un metro di distanza, la quale abbia l'intensità luminosa di una candela.

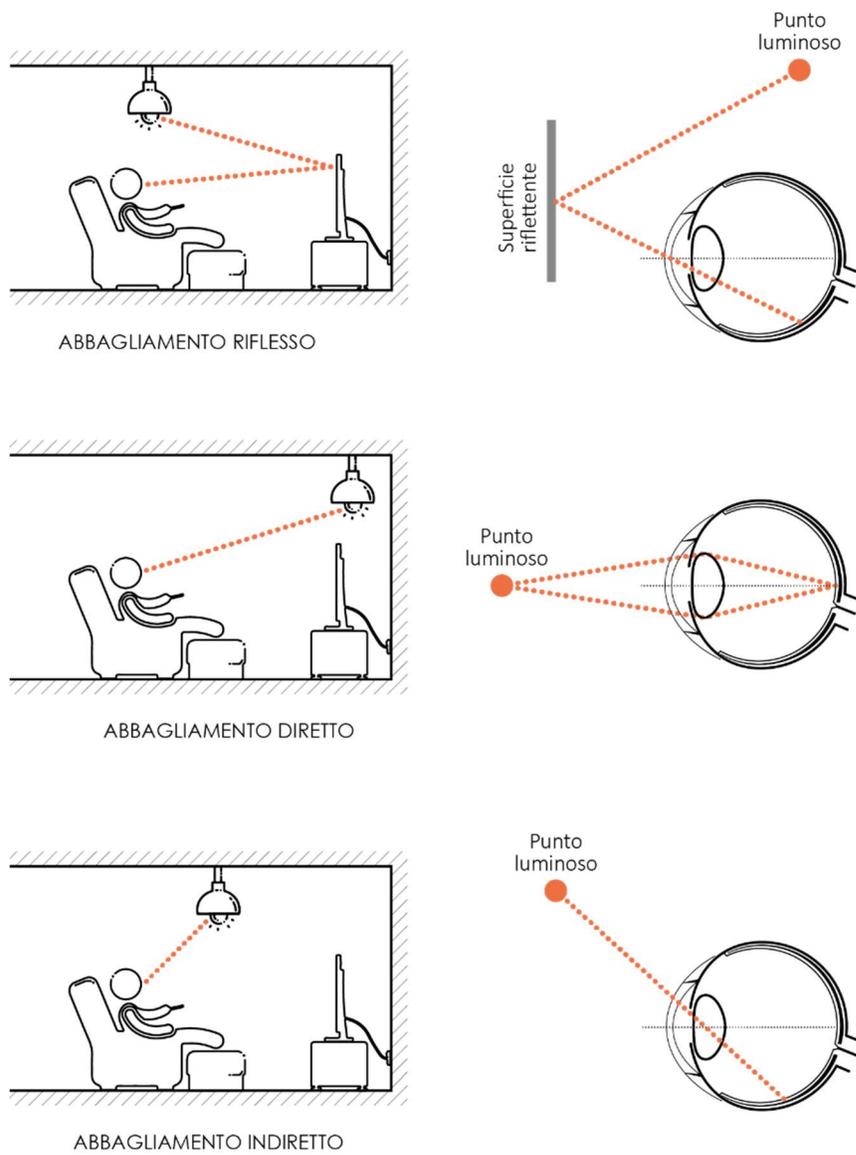


Figura 2.2

Raffigurazione schematica dei tre tipi di abbagliamento; le illustrazioni poste a sinistra mostrano i casi in una situazione reale mentre a destra viene spiegato cosa accade all'interno dell'occhio.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Sin dalla fase progettuale è quindi opportuno prevedere adeguati livelli di comfort visivo, definendo attentamente la collocazione, l'orientamento e le dimensioni dell'edificio e, di conseguenza, l'ubicazione delle finestre ed aperture. Successivamente si passa al controllo delle riflessioni e degli abbagliamenti ed infine alla previsione di schermature, fisse o mobili. È opportuno però precisare che la luce naturale ed artificiale hanno due compiti sostanzialmente differenti. La luce migliore rimane quella naturale perché riesce a riprodurre i colori fedelmente e, allo stesso tempo, giova al benessere psicofisico delle persone. Gli studi su come sfruttarla pienamente si sono moltiplicati negli ultimi anni, in quanto costituisce una risorsa importante per la progettazione e la realizzazione di edifici energeticamente sostenibili e qualitativamente confortevoli. Infatti, un'adeguata illuminazione diurna ed un'integrazione ottimale di luce artificiale possono contribuire in maniera significativa al risparmio energetico negli edifici.

ILLUMINAZIONE NATURALE

Come abbiamo già accennato precedentemente, la scelta dei sistemi d'illuminazione naturale e la relativa configurazione spaziale dipende da diversi fattori. In *primis* è necessario assicurare un livello di luce adeguato a seconda del tipo di attività o lavoro che si predispone all'interno dello spazio e, dall'altra parte, tenere conto di tutti gli aspetti di carattere qualitativo che incidono sul *comfort* visivo. In relazione alle condizioni di cielo coperto, la disponibilità di luce naturale all'interno di uno spazio può essere quantificata attraverso il concetto di fattore di luce diurna, ossia un indicatore di prestazione dato dal rapporto tra l'illuminamento all'interno dell'edificio in funzione di quello esterno:²⁷

$$\eta = \frac{E_{in}}{E_{out}}$$

- E_{in} Illuminamento in un punto interno all'ambiente, dovuto alla

²⁷ Associazione Italiana di Illuminazione (AIDI), *Guida alla progettazione dell'illuminazione naturale*, Toriazzi S.r.l., Parma 2003, capitolo III – *Requisiti ambientali di illuminazione naturale*, p.24

luce naturale diffusa [lux];

- E_{out} Illuminamento misurato all'esterno dell'ambiente, su un orizzontale non ostruito (valore standard pari a 5000 lux).

La misurazione di entrambi i parametri d'illuminamento deve necessariamente essere presa simultaneamente e in condizione di cielo coperto, in modo da non tener conto della componente di luce solare diretta e delle rispettive rifrazioni. Questo permette di definire un indicatore dell'efficienza del sistema d'illuminazione naturale nelle condizioni più svantaggiose. L'illuminazione interna di un ambiente varia a seconda delle caratteristiche fisiche delle aperture progettate ossia, dimensioni, materiale e struttura della finestra e della tipologia di vetro indicata.

$$E_{m,in} = \frac{E_{out,v} \cdot \tau_1 \cdot A_V}{A_{tot} \cdot (1 - \rho_{1,m})}$$

- $E_{m,in}$ Illuminamento medio interno all'ambiente;
- $E_{out,v}$ Illuminamento misurato all'esterno della superficie vetrata;
- A_V area della superficie finestrata al netto del telaio;
- τ_1 fattore di trasmissione luminosa diffusa del vetro (tabella 2);
- A_{tot} area totale delle superfici interne dell'ambiente;
- $\rho_{1,m}$ fattore di riflessione medio ponderale delle superfici interne;²⁸

All'interno del panorama architettonico moderno, le aperture sono diventate un elemento tecnologico e prestazionale notevolmente sfruttat per la caratterizzazione degli ambienti. Grazie all'innovazione tecnologica l'elemento finestrato diviene un sistema multifunzionale integrato, caratterizzato dal controllo di aerazione, schermatura, vista verso l'esterno, quantità e distribuzione della luce naturale trasmessa.²⁹ A seconda delle caratteristiche espositive dell'ambiente il progettista può optare per un vetro tradizionale o innovativo (schema 3), oppure per la predisposizione di

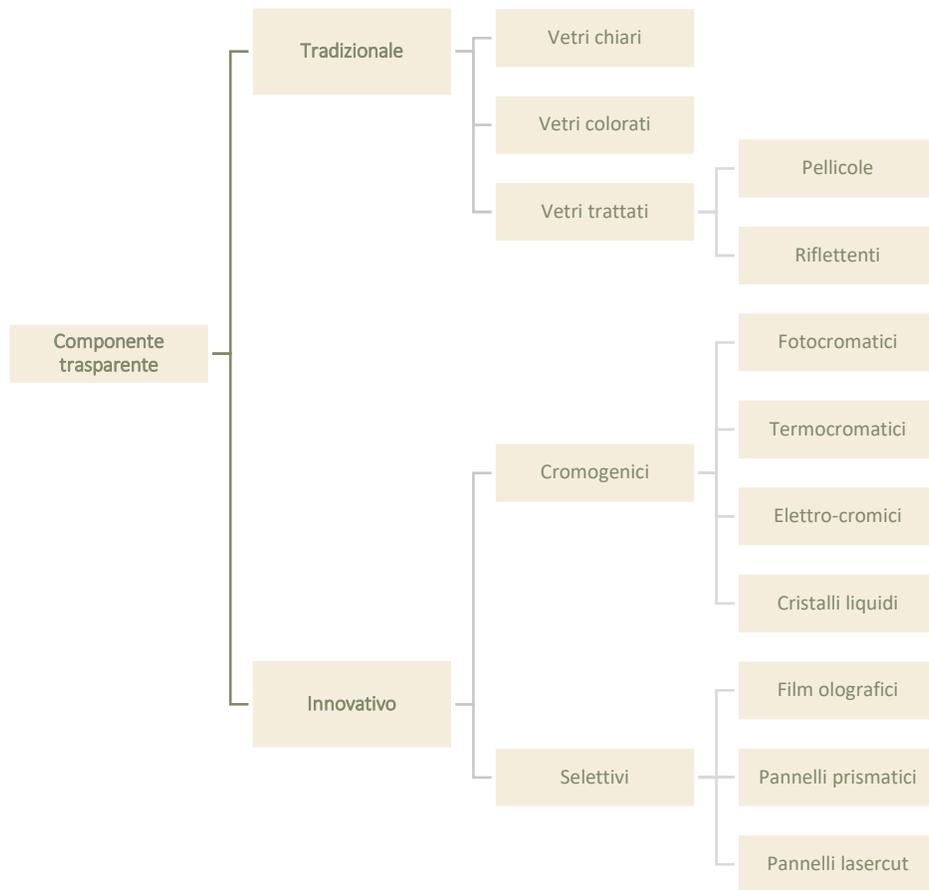
²⁸ *Ibidem*;

²⁹ *Ibidem*, capitolo V – Sistemi di controllo dell'illuminazione naturale, p. 47;

schermature esterne se necessarie. Questi ultimi possono essere classificati in relazione alla tipologia e al rispettivo posizionamento:

- sistemi interni;
- sistemi esterni;
- schermi esterni/interni;
- sistemi in intercapedine.

Questi sistemi di ombreggiamento divengono necessari quando vi è un'eccessiva disponibilità di luce naturale, la quale può creare alcuni svantaggi; per esempio, in determinate condizioni climatiche, un elevato irraggiamento comporta un incremento notevole dei carichi frigoriferi e quindi un conseguente incremento del fabbisogno energetico in fase di climatizzazione. Bisogna quindi prevedere adeguati sistemi di ombreggiamento per il periodo estivo.



Schema 3

Schema riassuntivo delle tecnologie attualmente disponibili per il controllo della luce naturale.

Schema estratto da Associazione Italiana di Illuminazione (AIDI), Guida alla progettazione dell'illuminazione naturale, Toriazzi S.r.l., Parma 2003, p.50

Tipologia di vetro (a lastra singola o in vetrocamera)	τ_1
Vetro chiaro singolo	0.87 - 0.91
Vetro singolo colorato	
Bronzo	0.39 - 0.67
Grigio	0.30 - 0.60
Verde	0.66 - 0.81
Vetro riflettente	
Chiaro	0.63 - 0.64
Argento	0.14 - 0.49
Bronzo	0.18 - 0.33
Vetrocamera (chiaro + chiaro)	0.78 - 0.86
Vetrocamera (riflettente + chiaro)	
Riflettente chiaro + chiaro	0.30 - 0.58
Riflettente argento + chiaro	0.19 - 0.59
Riflettente bronzo + chiaro	0.20 - 0.44
Riflettente verde + chiaro	0.60 - 0.67
Vetrocamera (assorbente + chiaro bassoemissivo)	
Assorbente argento + chiaro b.e.	0.29 - 0.45
Assorbente bronzo + chiaro b.e.	0.27 - 0.41
Assorbente verde + chiaro b.e.	0.44 - 0.61

Tabella 2

Valori del fattore di trasmissione luminosa τ_1 per differenti tipologie di vetri.

Tabella di riferimento estrapolata da Associazione Italiana di Illuminazione (AIDI), Guida alla progettazione dell'illuminazione naturale, Toriazzi S.r.l., Parma 2003, capitolo III – Requisiti ambientali di illuminazione naturale, p.26

NORMATIVE DI RIFERIMENTO DEI REQUISITI D'ILLUMINAZIONE NATURALE

- Decreto del Ministero della Sanità del 5 luglio 1975, indirizzato all'edilizia residenziale;
- Normativa Tecnica della Regione Emilia-Romagna n° 48 del 3 novembre 1984, indirizzata all'edilizia residenziale pubblica;
- Norma UNI 10840 del marzo 2000: indirizzata all'edilizia scolastica ed ai valori minimi prescritti per il fattore medio di luce diurna.

NORMATIVE DI RIFERIMENTO DEI REQUISITI D'ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE

- UNI EN 12464-1 *Luce e illuminazione*
Illuminazione dei posti di lavoro
Parte 1: Posti di lavoro in interni;
- CEI UNI 11222 *Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici;*
- UNI EN 15193 *Prestazione energetica degli edifici*
Requisiti energetici per illuminazione;
- UNI 10380: *Illuminazione d'Interni*
Valori di Illuminamento Raccomandati.

Colori negli spazi

L'origine del pensiero cromatico affonda le radici nel passato, le cui prime interpretazioni e studi si possono far risalire alla Grecia classica.³⁰ Uno dei primi studiosi di questo argomento di cui si hanno tracce è Empedocle, filosofo siceliota vissuto nel V secolo a.C. All'interno dei suoi scritti si afferma che ogni elemento che compone il nostro mondo è descritto sia dalla forma che dal colore, associando i quattro elementi terreni (fuoco, acqua, aria e terra) ai quattro colori elementari (nero, bianco, giallo e rosso).³¹ Da questo periodo in poi, la storia e la cultura dell'uomo si sviluppa insieme alle teorie del colore e della relativa percezione: in particolare, i principali movimenti artistici come il Rinascimento, il Manierismo, l'elettismo fino ad arrivare al Bauhaus, sviluppano teorie cromatiche che giungono fino ai giorni nostri. All'interno dell'opera redatta dall'architetto e Full Professor Ph. D. Anna Marotta, *Policroma*, pubblicata nel 1999, si afferma la necessità di studiare la percezione cromatica in modo sistematico: ciò significa che la sistematicità del colore, inteso sia come elemento di analisi sia per le sue valenze di progettuali, deve necessariamente essere considerata negli aspetti specialistici (colorimetrici) e in quelli interdisciplinari. Risulta quindi evidente la possibilità di avere molteplici registri di lettura del colore. Ad oggi la classificazione più recente e diffusa suddivide le prestazioni del colore in quattro tendenze principali:³²

- storico-filologica Tendenza che deriva per la maggior parte dalla critica d'arte, dove i maggiori esponenti possono essere identificati in critici di arte ed

³⁰ Anna MAROTTA, *Policroma : dalle teorie comparate al progetto del colore*, CELID, Torino 1999;

³¹ Angeliki VAFIDIS, *Educare alla visione per vivere meglio la città*, Tesi di Laurea magistrale della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Anna Marotta, a.a. 2018/19;

³² Anna MAROTTA, *Policroma : dalle teorie comparate al progetto del colore*, CELID, Torino 1999, Capitolo I – *Il raggio di Iride: luce e colore nelle teorie della visione*, p.9;

architetti come **F. Zeri, M. Brusatin e M. Kemp;**

- fisio-psicologica Si pone alla base della comprensione dei fenomeni percettivi nel loro aspetto clinico-scientifico. Tra i suoi autori principali si ritrovano autori già citati nei capitoli precedenti in quanto esponenti della *Gestaltpsychologie*. Tra di essi possiamo citare **G. Kanisza, R. Arnheim e D. Katz;**
- analitica-progettuale Comprende le fasi progettuali radicate e fondate sulle basi storiche. Tra i suoi maggiori esponenti possiamo indicare **J. Itten, A. Musell e F. Birren.**
- Tecnico-rappresentativa Identifica supporti manualistici aventi il fine di dare sostegno alla progettazione in se, delineando un'analisi specialistica degli elementi. Seppur siano ancora pochi gli esponenti che utilizzano questa tendenza, posso essere citate **L. Luzzato e R. Pompas.**³³

L'identificazione di questi quattro approcci alla disciplina cromatica sottolinea ancora una volta la complessità che sottintende questa materia. All'interno di un contesto così ampio assume enorme importanza l'operato del International Association of Color Consultants/Designers (**IACC**), attualmente guidata da **F. H. Mahnke**, la quale si occupa della formazione di figure

³³ *Ibidem;*

professionali che vadano a colmare le enormi lacune esistenti sulle risposte psico-fisiologiche indotte all'interno della persona stimolata visivamente da *input* cromo-luministici presenti all'interno dell'ambiente architettonico.³⁴ La luce diviene quindi un elemento identificativo anche per la percezione cromatica in quanto l'angolo d'incidenza dei raggi solari sulla superficie terrestre muta la colorazione apparente di un oggetto. Basti pensare, ad esempio, alla luce azzurrina del pieno mattino in contrapposizione a quella arancione del tardo pomeriggio le quali alterano in maniera significativa la percezione cromatica di un oggetto o spazio specifico. Anche all'interno del campo pittorico, artisti impressionisti come **C. Monet** si concentravano sulla comprensione del mutamento dei colori sotto l'effetto di condizioni luminose differenti. Infatti, all'interno delle sue opere paesaggistiche possiamo identificare la differente percezione cromatica in funzione della luce proposta.³⁵ A favore di questo connubio percettivo, luce-colore, è fondamentale evidenziare l'operato di **I. Newton** del 1666: il suo esperimento con il triangolo trasparente riesce infatti a scomporre la luce naturale bianca nelle sue componenti cromatiche (sette colori). Ciascun colore identificato dalla rifrazione della luce sul prisma viene successivamente riproposto all'interno di un cerchio andando a delineare uno dei primi diagrammi cromatici della storia.³⁶

Nel corso dei secoli, a supporto degli studi e delle teorie prodotte sul tema cromatico, venivano proposti dei **modelli**, o diagrammi, che costituiscono ancora oggi uno strumento indispensabile di elaborazione e di verifica in fase progettuale. A seconda della teoria cromatica sulla quale si fonda un modello, la rappresentazione grafica e l'ideazione dello stesso fa sì che esistano delle differenze sostanziali tra un diagramma e l'altro. In particolare, possiamo identificare configurazioni che differiscono per:

³⁴ *Ibidem*;

³⁵ EDWARDS Betty, *L'arte del colore: Guida pratica all'uso dei colori*, Longanesi & Co., Milano 2004 (trad. di A. Catania);

³⁶ Anna MAROTTA, *Policroma : dalle teorie comparate al progetto del colore*, CELID, Torino 1999, Capitolo I – Il raggio di Iride: luce e colore nelle teorie della visione, p.11-12;

- **matrice grafica** esistono tre forme utilizzate come basse per la rappresentazione grafica dei diagrammi:
 - **cerchio di Goethe;**
 - **sfera di Runge;**
 - **triangolo di Rood;**

- **centralità** spesso i modelli identificano al centro della rappresentazione un colore cardine;

- **assi e diametri** identificano le simmetrie o polarizzazioni all'interno di un modello, acquisendo importanza strategica. Si pensi, per esempio, alle opposizioni diametrali armoniche di Goethe;

- **rapporti formali** si possono identificare dei rapporti chiave tra forma geometrica, enti costruttivi e parametri rappresentati. Per esempio, all'interno del cerchio di Goethe non è possibile visualizzare la lettura tonale del colore in quanto vengono espressi alla massima saturazione;

- **topologia** si suddividono in aspetti topologici quantitativi e qualitativi alla base della composizione cromatica. I colori, infatti, possono essere collocati per esempio secondo valenze simboliche, radiazioni luminose o altro.³⁷

All'interno di *Policroma*, si possono visionare e comparare i principali modelli cromatici che hanno delineato il panorama artistico fino ai giorni nostri. Nelle pagine successive si andrà a delineare un piccolo excursus di

³⁷ Angeliki VAFIDIS, *Educare alla visione per vivere meglio la città*, Tesi di Laurea magistrale della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Anna Marotta, a.a. 2018/19

quattro modelli che hanno partecipato alla delineazione delle tappe principali della teoria cromatica.

Cerchio di Goethe (1809)

Come già annunciato precedentemente, il diagramma cromatico di **J. W. Goethe**, diviene una delle forme base su cui si sono sviluppate le teorie cromatiche successive. Il sistema su cui si basa il modello in questione è rivoluzionario, delineando l'esistenza di una relazione tra colore e mente umana. La cui percezione cromatica diviene quindi il risultato di un'esperienza soggettiva, stravolgendo la precedente teoria Newtoniana in cui dipendeva dalla luce.³⁸

La sua rappresentazione si basa su una prima suddivisione in due macrocategorie di colori: acromatici e cromatici. Successivamente le cromie vengono ulteriormente ripartite secondo una fenomenologia empirica, ossia sulla tipologia di reazione che viene provocata all'interno della persona durante l'atto della percezione (fisiologico, fisico e chimico). I colori individuati da Goethe non sono primari, ma consistono in un offuscamento della luce o nell'interazione con l'oscurità, disposti in circolo.³⁹

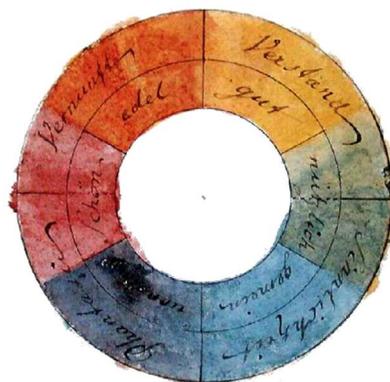


Figura 2.3

Zur Farbenlehre, Goethe, 1809

<http://www.didatticarte.it/Blog/?p=6746>

³⁸ Martina CALISSANO, *Percorsi. Il ruolo del colore nella riqualificazione urbana*, Tesi di Laurea magistrale della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Valeria Minucciani, Anna Marotta, a.a. 2018/19;

³⁹ Anna MAROTTA, *Policroma : dalle teorie comparate al progetto del colore*, CELID, Torino 1999, Capitolo I – Il raggio di Iride: luce e colore nelle teorie della visione, p.14-16;

È importante sottolineare che all'interno del modello vige la "legge dei complementari", indicando le coppie cromatiche complementari negli spazi diametralmente opposti (giallo-viola, verde-porpora, blu-arancio).

Sfera di Runge (1810)

Evoluzione del cerchio di Goethe, il modello definito da **P.O. Runge** sviluppa il primo diagramma cromatico tridimensionale, basato sulla sfera. Sulla base di questa forma geometrica, descritta da due assi principali, vengono identificate caratteristiche differenti: sull'asse meridiano del globo vengono identificati i gradi di saturazione, mentre sull'asse dell'equatore vengono rappresentati i colori primari, secondari e terziari.⁴⁰

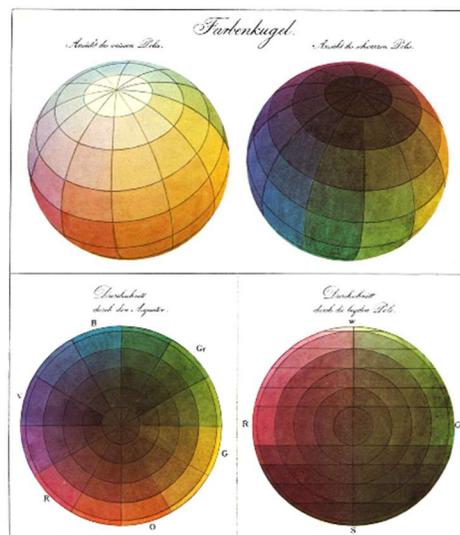


Figura 2.4

Farbenkugel, Runge, 1810

https://it.wikipedia.org/wiki/Philipp_Otto_Runge

È importante sottolineare come la sfera, pur evidenziando le diverse tonalità di saturazione che possono esserci mischiando il colore identificato con la scala di grigi (nero e bianco si posizionano ai poli della sfera), non riesce a descrivere tutte le gradazioni possibili, ma fornisce una base per la comprensione delle relazioni tra colore e tono.⁴¹

⁴⁰ Angeliki VAFIDIS, *Educare alla visione per vivere meglio la città*, Tesi di Laurea magistrale della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Anna Marotta, a.a. 2018/19;

⁴¹ Anna MAROTTA, *Policroma : dalle teorie comparate al progetto del colore*, CELID, Torino 1999, Capitolo I – Il raggio di Iride: luce e colore nelle teorie della visione, p.17

Triangolo di Rood (1879)

Il modello di **O. N. Rood** si delinea sulle osservazioni sviluppate da **M. E. Chevreul**, il cui diagramma cromatico si sviluppa su base circolare. Grazie ai suoi esperimenti si viene a delineare un modello in cui ogni settore cromatico di compone di cinque *nuances*, o sfumature, differenti per un totale di settantadue settori. Il suo lavoro diviene uno dei diagrammi cromatici più utilizzati in quanto conteneva il maggior numero di colori con l'individuazione immediata dei relativi complementari, situati in posizione opposta sul diametro.



Figura 2.5

M.E. Chevreul, *Cerchio cromatico*, 1839

Anna MAROTTA, *Policroma: dalle teorie comparate al progetto del colore*, p. 40

Un'altra opera da cui prende ispirazione **O. N. Rood** è descritta dal triangolo di **J. C. Maxwell** in cui la forma triangolare delinea sugli assi che descrivono la forma i colori primari, negli angoli i colori secondari e, al centro, si posiziona il colore bianco. Sulla base delle ricerche di Maxwell, Rood produce un triangolo di colore che mostra i risultati della combinazione dei colori primari e complementari con ogni altro, delineando così un nuovo modello cromatico.⁴²

⁴² *Ibidem*;

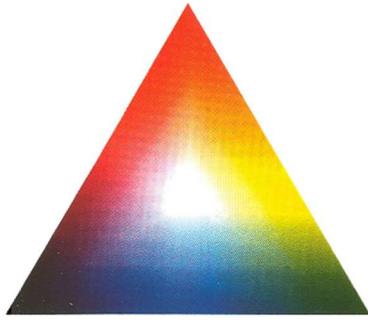


Figura 2.6

J. C. Maxwell, triangolo di Maxwell, 1861

Anna MAROTTA, Policroma: dalle teorie comparate al progetto del colore, p. 41

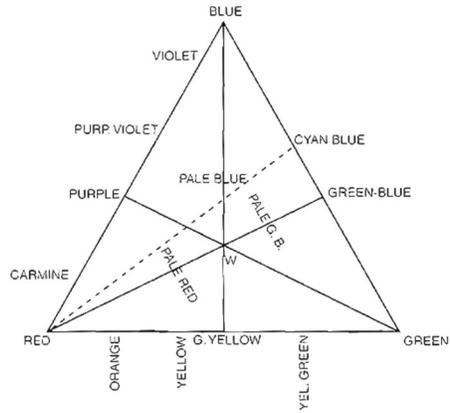


Figura 2.7

O. N. Rood, Triangolo del colore, 1879

Anna MAROTTA, Policroma: dalle teorie comparate al progetto del colore, p. 42

Il cerchio di Itten (1961)

Per concludere questo breve excursus all'interno della teoria cromatica, non può mancare il cerchio di **J. Itten**. Il suo modello cromatico si compone di dodici colori generati da un triangolo centrale in cui si identificano solo i tre colori primari. Il triangolo si trasforma in un esagono grazie all'identificazione dei colori secondari e, all'interno del cerchio, si posizionano anche i colori terziari.⁴³



Figura 2.8

O. N. Rood, Triangolo del colore, 1879

<https://colorgrammar.wordpress.com/2014/02/10/la-teoria-dei-colori-di-johannes-itten-contrasti-di-colore/>

⁴³ Angeliki VAFIDIS, *Educare alla visione per vivere meglio la città*, Tesi di Laurea magistrale della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Anna Marotta, a.a. 2018/19;

Psicologia del colore

Il colore, come è possibile osservare all'interno del campo artistico, suscita emozioni, sensazioni e reazioni forti all'interno della persona che osserva. Le risposte che provoca la visione cromatica, come per la percezione generica, possono essere identificate all'interno del lato fisiologico, poiché la visione di un colore può provocare una reazione all'interno del sistema nervoso centrale (SNC), e nel lato esperienziale.⁴⁴

COLORE	LUNGHEZZA D'ONDA
	Violetto 380 – 450 nm
	Blu 450 - 475 nm
	Ciano 475 - 495 nm
	Verde 495 - 570 nm
	Giallo 570 -590 nm
	Arancione 590 - 620 nm
	Rosso 620 - 750 nm

Tabella 3

Lunghezza d'onda dei colori riconoscibili dal sistema visivo.

Thomas J. Bruno, CRC Handbook of Fundamental Spectroscopic Correlation Charts, CRC Press, 2005

Scientificamente parlando, i colori possono essere definiti come *lunghezze d'onda*⁴⁵ aventi specifiche frequenze energetiche. Gli impulsi elettrici captati dalla retina vengono inviati nella parte posteriore del cervello che, dopo aver analizzato le informazioni pervenute, le invia a ulteriori aree cerebrali che identificano gli elementi presenti sino a rendere significativo ciò che si sta osservando. Nello specifico, la superficie della retina è formata da due tipi di fotorecettori, i coni e i bastoncelli, i quali consentono di operare in un'ampia

⁴⁴ Sutton T., Whelan B. M., *Il libro completo di armonia cromatica: teoria e psicologia del colore per ottenere risultati professionali*, Milano, Il castello, 2004;

⁴⁵ La lunghezza d'onda rappresenta la distanza fra due punti massimi (creste) o due minimi (avvallamenti) di un'onda elettromagnetica;

gamma di condizioni luminose. I **coni** mediano la visione in situazioni di elevata illuminazione, analizzando l'ambiente per la varietà di colori presenti e i relativi dettagli; i **bastoncelli**, invece, operano in condizioni di bassa luminosità e raccolgono le informazioni delle forme e del chiaroscuro.⁴⁶ Esistono tre tipologie di coni i cui segnali di uscita sono organizzati in canali separati che codificano le differenze tra bianco/nero (o luminanza), rosso/verde e giallo/blu. Essendo estremamente sensibili questi recettori ottengono una risposta massima con lunghezze d'onda:

- corte per i colori tra il blu e il viola (440 nanometri circa);
- medie per il colore verde (530 nanometri circa);
- lunghe per i colori tra il giallo e il rosso (560 nanometri circa).⁴⁷

A livello fisiologico la retina diviene elemento chiave durante la fase conoscitiva poiché è solo grazie al suo operato che si riescono a captare le informazioni necessarie alla comprensione del contesto. Infatti, i dati prelevati vengono suddivisi ed inviati al cervello dove si riescono a percepire anche i differenti cromatismi presenti.

Questa unicità di percezione cromatica porta a definire il colore come una grandezza psicofisica, soggettiva, unica in ogni osservatore. A seconda della lunghezza d'onda che caratterizza la riflessione della luce sull'oggetto, riusciamo a riconoscere i diversi colori e, di conseguenza, a suddividerli nella gamma cromatica che conosciamo. Quando la luce del sole (tabella 1) colpisce un oggetto, possiamo assistere a tre eventi:

- tutto lo spettro viene riflesso facendo sì che l'oggetto appaia bianco;
- tutto lo spettro viene assorbito facendo sì che l'oggetto appaia nero;
- parte dello spettro viene assorbito facendo sì che l'oggetto appaia del colore della luce riflessa.⁴⁸

⁴⁶ ROMANELLO Isabella, *Il colore, espressione e funzione*, Hoepli, 2006;

⁴⁷ R. L. GREGORY, *Occhio e cervello – la psicologia del vedere*, Il Saggiatore, 1966 (1979), Capitolo IV – *Il cervello*;

⁴⁸ MASTANDREA Stefano, *La psicologia della percezione*, Idelson Gnocchi, 2008;

Nello specifico ciò che è assorbito dall'oggetto stesso non raggiunge l'occhio e, perciò, non può essere visto. Il numero di colori differenti che possiamo vedere è sorprendentemente elevato, aggirandosi attorno ai sette milioni e mezzo. Essendo difficile catalogare tutta la gamma cromatica percepibile possiamo effettuare una suddivisione basata sulle caratteristiche fisiche che ci permettono di differenziare i colori:

- la **finta** è la qualità che permette di distinguere un colore dall'altro (il rosso dal verde, il giallo dal blu e così via) comprendendo anche quelli acromatici (bianco, nero e grigio). La sua grandezza fisica è la lunghezza d'onda;
- la **chiarezza** corrisponde a quanto un colore tende al chiaro (bianco) o allo scuro (nero). È strettamente legata alla luce riflessa dalla superficie; un oggetto verde ci sembrerà più chiaro tanto più la sua riflessione è elevata;
- la **saturazione** si riferisce alla vividezza del colore che può avere diverse caratteristiche quali intensità, vivacità, purezza.⁴⁹

A livello percettivo un determinato colore può favorire o sfavorire l'attività umana all'interno di uno spazio. **M. Lüscher**, psicologo del colore, sostiene che grazie al suo test cromatico è possibile analizzare, con metodo scientifico, lo stato psicofisico di una persona in base alla sua preferenza per i colori. La base teorica da cui è partito è la **psicologia autoregolativa**, secondo cui ogni essere umano tende al raggiungimento dell'armonia, che nasce dall'interazione dinamica equilibrata di quattro strutture emozionali di base.⁵⁰

In generale il colore è un mezzo per influenzare direttamente un'anima. Il colore è il tasto. L'occhio è il martelletto. L'anima è un pianoforte con molte corde. [...] È chiaro che l'armonia dei colori è fondata solo su un principio: l'efficace contatto con l'anima.

(V.Kandinskij, *Lo spirituale nell'arte*, SE, Milano 2005)

⁴⁹ FALCIANELLI Riccardo, *Cromorama*, Einaudi, 2017;

⁵⁰ MASTANDREA Stefano, *La psicologia della percezione*, Idelson Gnocchi, 2008

Per quanto riguarda il campo architettonico il colore, essendo una proprietà soggettiva, influenza sul benessere della persona. Lo studio cromatico diviene quindi una variabile fondamentale per l'ideazione e progettazione di uno spazio. L'utilizzo armonico di una cromia può delineare un ambiente sano, in cui il benessere umano deve necessariamente essere tutelato per il mantenimento di una condizione di benessere psico-fisico. Si può quindi indicare i colori ed il tipo di luce che essi generano, come componenti dell'architettura al pari di qualunque altro materiale che delineino un ambiente. La loro presenza può inoltre attribuire percezioni aggiuntive allo spazio e alle dimensioni, per questo motivo lo studio del colore su oggetti ed ambienti è diventato un elemento chiave della progettazione architettonica.⁵¹ In particolare, si può osservare che:

- su uno sfondo monocromatico i colori attirano l'attenzione, producendo un riconoscimento immediato;
- il contrasto luminoso è fondamentale qualora si vogliano rendere evidenti informazioni dettagliate (l'utilizzo di gamme cromatiche contrastanti favorisce la percezione: si pensi all'utilizzo del bianco/nero, giallo/nero o blu scuro/bianco). Questa caratteristica diviene critica su elementi di piccola dimensione, mentre è facilmente intuibile su interfacce di grandi dimensioni;
- alcuni colori hanno acquisito un significato puramente simbolico a livello culturale; utilizzare una determinata gamma cromatica nelle situazioni pertinenti alla cultura popolare dall'area in cui si opera può favorire l'identificarsi delle persone nell'oggetto o nell'ambiente progettato.⁵²

⁵¹ Angeliki VAFIDIS, *Educare alla visione per vivere meglio la città*, Tesi di Laurea magistrale della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Anna Marotta, a.a. 2018/19;

⁵² BIANCO Valentina, *Volare a colori, la percezione del colore in cabina come elemento influenzante il benessere*, Tesi di Laurea della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Claudio Germak, a.a. 2017-18;

J. Albers, artista vissuto a cavallo tra l'Ottocento e il Novecento, all'interno dei suoi studi cerca di sviscerare le nozioni inerenti le interazioni del colore, delineando un nuovo metodo sperimentale di analisi e insegnamento. In particolare, egli utilizza le nozioni e le reazioni che i suoi esercizi e le sue informazioni suscitano all'interno delle opere dei suoi studenti. Tramite l'utilizzo di carta colorata, utile per prevenire le complesse miscelazioni di colori, chiedeva di pervenire ad un particolare effetto. Questo permette allo studente di utilizzare la stessa tonalità e luce senza pensare alla diversa rifrazione luminosa, densità e luminosità che una diversa stesura del pigmento può provocare. All'interno dei suoi studi la percezione cromatica di due elementi diversi affiancati diviene uno degli esperimenti spaziali principali: si pensi all'esperimento della parete di mattoni a vista dove nel primo caso si utilizza la calce bianca, mentre nel secondo la calce nera. Si può notare che l'occhio umano percepisce il colore del mattone del secondo caso più scuro rispetto al primo, pratica percettiva che prende il nome di "**effetto di Bezold**".⁵³

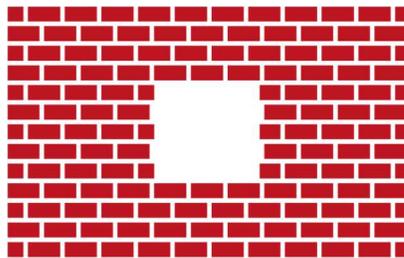
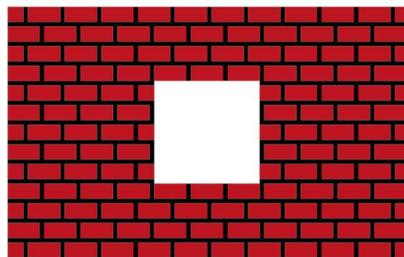


Figura 2.9

Josef Albers: miscela ottica, l'effetto di Bezold. Sopra si può notare la parete di mattone con calce bianca, sotto con calce nera.



È uno degli esempi più lampanti inerenti alla percezione cromatica dell'occhio, il quale tende a mischiare i colori limitrofi.

Josef Albers, Interazione del colore, Pratiche Editrice, Parma, 1991

⁵³ Anna MAROTTA, *Corso di Percezione e comunicazione visiva*, Politecnico di Torino, a.a. 2018-2019, Lezione – *Josef Albers e le interazioni del colore*;

Grazie ai suoi elaborati grafici, prodotti a metà del Novecento, si comincia ad intuire la potenzialità derivante da un uso consapevole del colore. In particolare, all'interno dei suoi collage la scelta cromatica collabora con la geometria al fine di raggiungere un'illusione volumetrica: la profondità spaziale è dunque considerata dall'artista come un fatto puramente percettivo. A seconda della posizione degli elementi che descrivono il collage, tipicamente quadrati, Albers ne sposta anche la tensione dinamica dell'intera composizione.⁵⁴

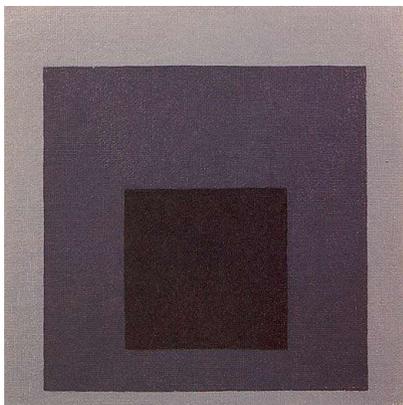


Figura 2.10

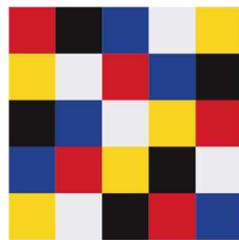
Josef Albers: Homage to the Square, 1964

Josef Albers: homages to the square & structural constellations. Catalogo della mostra, Waddington Galleries, Londra 1996

⁵⁴ *Ibidem*;

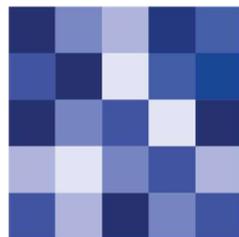
Proprietà del colore

Il colore viene oggi utilizzato in molteplici campi applicativi, dall'architettura al graphic design dove l'accostamento cromatico diventa appunto un fattore di marketing.⁵⁵ Partendo dal cerchio di Itten, visto in precedenza, vengono sviluppati diverse tipologie di contrasti utilizzati ancora oggi per rendere più accattivante uno o più elementi. In particolare, si possono identificare:⁵⁶



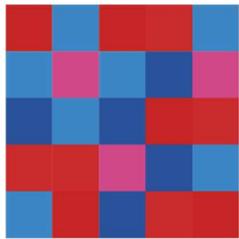
Contrasto di colori puri

Deriva dall'accostamento di qualunque colore al più alto grado di saturazione. Per definire un contrasto di questo tipo è necessario utilizzare almeno tre colori ben distinti, in grado di generare un effetto energico e deciso.



Contrasto di chiaro-scuro

Si tratta di un contrasto polare e, per questo, si verifica mettendo a contatto colori aventi luminosità differente.



Contrasto di freddo-caldo

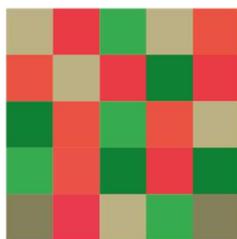
Ha come poli del freddo i colori tendenti al verde-blu, mentre quelli del caldo sul rosso-arancio.

Figura 2.11

Immagini rappresentative dei contrasti cromatici di
Johannes Itten, *Arte del colore, Il saggiaiore, Milano, 2010*

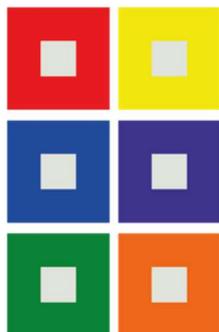
⁵⁵ BIANCO Valentina, *Volare a colori, la percezione del colore in cabina come elemento influenzante il benessere*, Tesi di Laurea della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Claudio Germak, a.a. 2017-18;

⁵⁶ Martina CALISSANO, *Percorsi. Il ruolo del colore nella riqualificazione urbana*, Tesi di Laurea magistrale della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Valeria Minucciani, Anna Marotta, a.a. 2018/19;



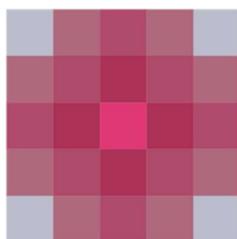
Contrasto di complementari

Ogni colore ha un complementare grazie al quale può esprimere il massimo grado di luminosità. La definizione di colore complementare indica che, qualora mischiati, i due colori si annullano, producendo colore grigio.



Contrasto di simultaneità

Basandosi sulla teoria dell'armonia cromatica, il nostro occhio quando è sottoposto a un impulso cromatico ne esige immediatamente il complementare: questo viene prodotto solo nella mente di chi osserva, non essendo presente nella realtà esterna. Più a lungo si osserva il colore dominante, quanto più risulta forte il risultato del contrasto.



Contrasto di qualità

In questo caso per qualità cromatica si intende il grado di saturazione dei colori. In particolare, è necessario mescolare ogni tono luminoso con il rispettivo tono smorto, tendente al grigio.



Contrasto di quantità

Nasce dal reciproco rapporto quantitativo di due o più colori, attraverso una scala di valori numerici di luminosità definiti da Goethe.⁵⁷

Figura 2.12

Immagine rappresentativa dei contrasti cromatici di Johannes Itten, Arte del colore, Il saggiaatore, Milano, 2010

⁵⁷ *Ibidem*;

Parallelamente agli aspetti di organizzazione nelle disposizioni cromatiche precedentemente descritti, è necessario tenere conto anche di alcuni vincoli:

- i processi dell'elaborazione del colore hanno alcuni limiti in quanto l'utilizzo di un numero superiore a cinque colori in una rappresentazione aumenta il rischio di errori e genera confusione;
- in base al punto precedente si può aggiungere un'ulteriore difficoltà di assimilazione da parte dell'utente; l'uomo, in linea generale, ha difficoltà a mettere differenti cromatismi in un ordine determinato. Per ovviare al problema si possono sfruttare la saturazione e la luminosità del colore, generano una scala cromatica mono-tono; il colore con saturazione più scura indica quasi sempre i livelli più grandi della variabile;
- un utilizzo consapevole del colore può migliorare i livelli di piacevolezza di un ambiente o di un prodotto (ad esempio l'utilizzo del colore può incrementare le vendite di un prodotto tramite un packaging accattivante).⁵⁸

Un colore può rendere diverso l'ambiente di una stanza a seconda che venga applicato sulle pareti, sul pavimento o sul soffitto.

(F. H. Mahnke, *Il colore nella progettazione: l'uso del colore come elemento di benessere*, UTET, 1998, pag. 71)

La percezione cromatica non viene quindi influenzata solamente dalla luce che colpisce l'oggetto, ma anche dal variare della cromia che lo circonda. L'accostamento di colori differenti risulta un'operazione assai complessa in quanto non vi è certezza che gli effetti percettivi siano effettivamente uguali

⁵⁸ BIANCO Valentina, *Volare a colori, la percezione del colore in cabina come elemento influenzante il benessere*, Tesi di Laurea della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Claudio Germak, a.a. 2017-18;

tra due o più persone. Ne consegue che il colore diviene il fattore cardine della stimolazione visiva ed è per questo che progettisti come **F. H. Mahnke**⁵⁹ concentrano i loro studi su come sfruttare appieno queste proprietà sensoriali; all'interno delle sue osservazioni si può infatti osservare che ambienti dalle tinte brillanti e di alta luminosità dirigono l'attenzione dell'osservatore verso lo spazio circostante, favorendo un certo attivismo e buon umore, dichiarando quindi un'azione centrifuga. Al contrario, ambienti più delicati, hanno un'azione centripeta, orientando l'attenzione verso il mondo interiore aumentando le capacità di concentrazione.⁶⁰ A seconda della scelta cromatica all'interno degli spazi può esserci un'alterazione all'interno della condizione di benessere psicofisico della persona. Per esempio, **B. Rodeck**, architetto e filosofo danese, identifica, all'interno dei suoi studi, l'effetto dei principali colori applicati alle pareti e le reazioni psicologiche che essi suscitavano negli individui:

Rosso

Solennità, passione, aggressività e potere. Fa sembrare gli ambienti più piccoli ed accoglienti.

Arancione

Caldo, luminoso, comunicativo, stimola il movimento.

Giallo

Eccitante, stimolante. Se molto saturo diviene irritante.

Verde

Freschezza, morbidezza, rilassatezza.

Azzurro

Incoraggiante, tranquillità, freddezza, lontananza in quanto aumenta la percezione di grandezza degli spazi

⁵⁹ Frank H. MAHNKE, *Color, environment and human response*, Wiley & Sons, New York 1996;

⁶⁰ Martina CALISSANO, *Percorsi. Il ruolo del colore nella riqualificazione urbana*, Tesi di Laurea magistrale della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Valeria Minucciani, Anna Marotta, a.a. 2018/19;

Blu

Sonnolenza, pesantezza, aumenta la percezione di profondità degli spazi.

Viola

Insicurezza, magia, disturbante, esitazione, dolore.⁶¹

Grazie al lavoro di Rodek si possono riassumere i concetti chiave che ogni colore provoca all'interno della persona durante la fase di percezione sensoriale cromatica. È importante però sottolineare che già dagli studi cromatici di Mahnke e di Itten il colore non viene più considerato come una semplice connotazione estetica per apportare migliorie all'interno di un ambiente. Infatti, si può notare come, a livello termico, semplicemente cambiando i colori prevalenti all'interno di una stanza, la persona identificherà un cambiamento sostanziale: nel caso in cui l'ambiente sia prevalentemente definito da colori caldi, allora l'uomo identifica una temperatura di circa 3-4 °C maggiore rispetto a quella reale, viceversa con i colori freddi. Ogni colore assume quindi un significato percettivo differente:

Rosso

È il colore dell'amore passionale sensuale ed erotico, legato indissolubilmente all'idea di forza, passione, attività e calore descrive un ambiente iperstimolante ed eccitante. A livello fisiologico, essere immersi in uno spazio il cui colore principale è il rosso accresce la tensione muscolare, la pressione sanguigna ed il ritmo respiratorio.⁶²



Figura 2.13

<https://www.pinterest.it/pin/404057397814928449/?nic=1>

⁶¹ Bettina RODECK, Gerhard MEERWEIN, Frank H. MAHNKE, *Mensch - Farbe - Raum*, Verlagsanstalt Alexander Koch, Denmark, Leinfelden Echterningen, 1998

⁶² Anna MAROTTA, *Corso di Percezione e comunicazione visiva*, Politecnico di Torino, a.a. 2015-2016, Lezione – *Eredità Goethiane: Un segmento del raggio di Iride da Goethe al Bauhaus*;



Figura 2.14

<https://www.pinterest.it/pin/464222674088813370/?nic=>

Arancione

A livello percettivo questo colore provoca sensazioni di calore, di defaticamento e anti-claustrofobia: per questi motivi spesso viene utilizzato per delineare grandi spazi caratterizzati da sovraffollamento, per esempio le palestre.



Figura 2.15

<https://www.pinterest.it/pin/226235581266813887/>

Giallo

Il giallo può essere descritto come una cromia allegra, briosa, attiva, riflettente e luminosa. In linea generale viene utilizzato come stimolante psichico, si pensi agli evidenziatori che hanno il compito d'individuare gli elementi importanti su un documento.



Figura 2.16

<https://www.pinterest.it/pin/350014202289250029/?nic=1>

Marrone

Di fatto può essere considerato come un'evoluzione dell'arancione. La sua visione provoca associazioni di idee legate al gusto, essendo di fatto il colore del caffè e del cioccolato. Inoltre, provoca sensazioni di stabilità e affidabilità in quanto legato all'idea di comodità e sicurezza. A seconda della sua saturazione variano le sensazioni della persona, in particolare più il colore è scuro più l'ambiente assumerà una connotazione tetra, lugubre e sporca.

Rosa

Delicato e femminile indica sottomissione, arrendevolezza e pacificazione.



Figura 2.17

<https://www.pinterest.it/pin/681521356092829963/>

Viola - Violetto

È una miscela tra rosso e blu i quali sono considerati come opposti nella sfera psicofisica. Il suo eccessivo utilizzo può portare ad ambienti tetri, malinconici e austeri, anche se, in linea di massima, viene considerato come un colore regale ed elegante.



Figura 2.18

<https://www.pinterest.it/pin/389983648957065233/>

Blu

È dolcezza, quiete e tranquillità. La vista di un ambiente il cui colore prevalente è blu concilia la calma e la socializzazione, rendendo le persone passive e sensibili. Viene associato ad un senso di bagnato e di pulizia.



Figura 2.19

<https://www.pinterest.it/pin/45076361146083370/>

Verde

Prodotto da una mescolanza tra l'allegria del giallo e la dignità del blu, assume un carattere rassicurante, rinfrescante e pacificante. In particolare, la visione di un ambiente tendente al verde provoca, a livello fisiologico, una sensazione di rilassamento



Figura 2.20

<https://www.pinterest.it/pin/457396905906865746/>

della vista e, per questo motivo, è ottimo per le sale d'attesa.



Figura 2.21

<https://www.pinterest.it/pin/59532026310312012/>

Grigio

Percettivamente parlando risulta un colore neutro, monotono, smorto, passivo e quieto. Identifica il cemento a vista, i macchinari, le armi e gli aerei e, spesso, viene utilizzato per trasmettere una sensazione d'intelligenza e professionalità.



Figura 2.22

<https://www.pinterest.it/pin/529806343662174538/>

Bianco

È ordine e pulizia. Se utilizzato in ambienti sovraesposti può diventare abbagliante, monotono e freddo, affaticando di conseguenza la vista. Viene utilizzato per dilatare l'ambiente e, per questo motivo, è il colore più utilizzato negli ambienti residenziali.



Figura 2.23

<https://www.pinterest.it/pin/562598178447352856/>

Nero

Opposto al precedente è introverso e deprimente simboleggiando la negazione, il rifiuto e il lutto. Elementi delineati con questo colore suggeriscono la solidità.⁶³

⁶³ *Ibidem*;

In ambito applicativo all'interno dell'abitazione queste sensazioni possono essere associate alle diverse stanze, a seconda dell'attività che si vuole effettuare al loro interno. È fondamentale quindi che il progettista operi una scelta cromatica che vada a favorire la psiche umana aiutandosi tramite le armonie cromatiche, ossia rapporti di equilibrio del colore i quali generano ambienti in cui le persone reagiscono positivamente. Partendo dal cerchio cromatico si possono generare schemi e rapporti di equilibrio del colore in diversi modi:

Armonie monocromatiche



I colori basati su un'unica tinta di cui variano la luminosità e la saturazione. Una combinazione di questo tipo, soprattutto nel campo del design e dell'architettura può ricadere nella monotonia.

Figura 2.24

*Esempio di armonie monocromatiche.
(V. Bianco, Volare a colori, la percezione del colore in cabina come elemento influenzante il benessere, p. 50)*

Armonie di relazione o per analogia



È uno schema cromatico che combina non più di tre tinte adiacenti sulla ruota dei colori. A differenza dell'armonia monocromatica offre maggiore varietà, ma ne uno ne l'altro risolvono il problema delle immagini residue⁶⁴.

Figura 2.25

*Esempio di armonie di relazione.
(V. Bianco, Volare a colori, la percezione del colore in cabina come elemento influenzante il benessere, p. 50)*

⁶⁴ Il fenomeno delle immagini residue avviene quando l'occhio, dopo aver fissato una tinta una tinta per un certo tempo, fissando una superficie bianca o grigia percepirà la tinta complementare. Questo fenomeno, per quanto impercettibile, può risultare fastidioso nonché creare affaticamento per gli occhi;

Schemi complementari

Partendo dal cerchio cromatico si possono ottenere degli schemi cromatici basati su tinte che risultano agli opposti. In particolare, possiamo ottenere:

- accordi cromatici a **due colori**
- accordi cromatici a **tre colori**: le **triadi**
- accordi cromatici a **quattro colori**: le **tetradi**⁶⁵

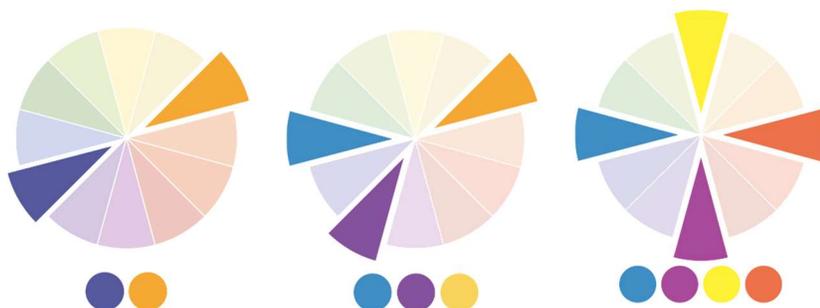


Figura 2.26

Inerente allo schema colore si sono individuati tre esempi specifici degli schemi complementari precedentemente descritti. Rispettivamente, da sinistra verso destra, si trovano gli accordi cromatici a due colori, le triadi e le tetradi.

(V. Bianco, *Volare a colori, la percezione del colore in cabina come elemento influenzante il benessere*, p. 51)

Armonia è interazione sia del simile sia del contrario, è un completarsi, un accrescere, un annullarsi. Un parametro comune che rende possibile il confronto, senza il quale le cose sarebbero soltanto differenti, senza rapporto, prive di significato l'una per l'altra.

(J. Tornquist, *Colore e luce, teoria e pratica*, Istituto del colore, 1999, op. cit. pag. 163)

⁶⁵ BIANCO Valentina, *Volare a colori, la percezione del colore in cabina come elemento influenzante il benessere*, Tesi di Laurea della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Claudio Germak, a.a. 2017-18;

Il colore non solo ha effetti benefici sulla persona e sulle sensazioni che essa prova all'interno dello spazio, ma ha anche la capacità di dilatare o rimpicciolire lo spazio. Per questo motivo la progettazione del colore non può passare in secondo piano. Nel 1936 viene fondato il *Cromambiente*, ossia un modello teorico-pratico definito da **P. Brescia** sull'uso finalizzato dell'energia Luce-Colore. Il suo lavoro si fonda su alcuni modelli teorici relativi all'influenza dei colori sull'essere umano cercando di integrare diversi contributi disciplinari in diversi ambiti. In particolare, ci offre una serie di linee guida per una corretta applicazione dei colori all'interno degli spazi architettonici:

- i soffitti devono essere chiari con una luminosità pari all'80-95%;
- le pareti devono avere un valore medio di riflessione, una luminosità pari al 50-70% ed essere mediamente opache;
- di conseguenza, le pareti non devono essere lucide o brillanti perché aumentano la riflessione della luce e i fenomeni di abbagliamento interno;
- i pavimenti devono essere saturi con luminosità pari al 20-45%, così da eliminare l'effetto acqua;
- più a lungo ci si deve fermare in un ambiente, più calda sarà la tonalità utilizzata;
- ambienti nei quali si sentono molti rumori e odori devono avere tonalità calde, perché queste attutiscono la percezione degli stessi;
- i bagni devono avere luci e colori intimi e caldi, senza eccedere con la saturazione. ⁶⁶

⁶⁶ BIANCO Valentina, *Volare a colori, la percezione del colore in cabina come elemento influenzante il benessere*, Tesi di Laurea della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Claudio Germak, a.a. 2017-18;

In generale, durante la fase percettiva dello spazio, l'uomo viene ingannato dal colore al quale si associa, a livello inconscio, un peso. Andando nello specifico possiamo osservare come i colori più scuri appaiono più pesanti in relazioni a tonalità più chiare e meno sature; queste ultime infatti vengono percepite più leggere e meno compatte. In ambito applicativo questa teoria può risultare molto utile poiché uno spazio può essere alterato percettivamente grazie all'uso consapevole dei colori: per esempio, soffitti bassi possono essere dipinti con tinte fredde e chiare per apparire più alti. **A. Jaglarz**, ricercatrice presso l'università di Architettura e Pianificazione urbanistica di Wroclaw in Polonia, afferma che *una stanza può essere visivamente ingrandita, intensificata, approfondita, allargata, ristretta o abbassata tramite l'utilizzo del colore, dell'illuminazione, di materiali e texture.*⁶⁷

All'interno delle sue ricerche elabora una serie di linee guida alla base della progettazione attraverso luce e colore:

- un soffitto scuro abbassa le pareti;
- una parete chiara allarga lo spazio;
- una parete scura accorcia il locale;
- un pavimento scuro viene percepito come più piccolo;
- un soffitto chiaro, abbinato a pareti scure, fa sembrare più alto lo spazio;
- trame verticali applicate al pavimento fanno sembrare la stanza più lunga;
- al contrario, trame orizzontali lo allargano;
- trame o texture orizzontali applicate alle pareti danno la percezione di lunghezza del locale;
- al contrario trame verticali applicate alle pareti aumentano visivamente l'altezza della stanza.⁶⁸

⁶⁷ *Ibidem*, p.65;

⁶⁸ JAGLARZ Anna, *The Application of Optical Illusions in Interior Design in order to Improve the Visual Size and Proportions of the Rooms*, Wroclaw University of Science and Technology, 2012

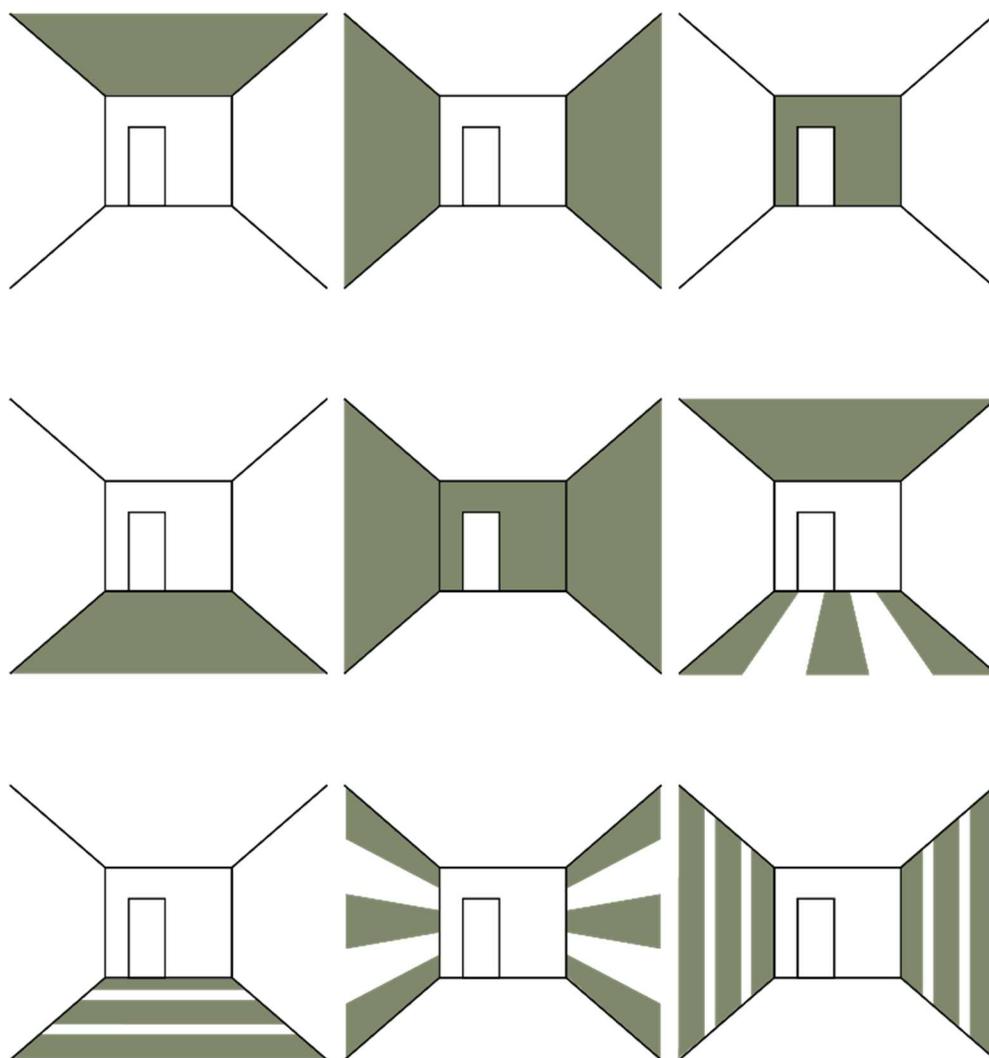


Figura 2.27

Linee guida di A. Jaglaz in riferimento all'utilizzo delle illusioni ottiche applicate all'interior design.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.



TATTO

La percezione tattile è uno dei principali sistemi di connessione tra l'uomo e l'ambiente che lo circonda. Oggi questo senso viene ancora identificato come **primordiale** poiché assicura un segnale immediato ad un organismo con una minuscola elaborazione da parte del cervello e, di conseguenza, un basso dispendio di energie. Il compito sensoriale principale è quello di connettere la persona con gli elementi presenti all'interno di uno spazio e, collaborando con gli altri sensi, convalidare ed aumentare il livello di dettaglio percettivo.

In questo capitolo vengono esposte le teorie alla base di una progettazione tattile, tenendo in considerazione tutti gli elementi che interagiscono con esso.

Ciò che comunemente definiamo tatto può essere descritto come il risultato di molteplici forme d'integrazione sensoriale che intervengono a differenti livelli del processo d'informazione neurale.

(BUIATTI Eleonora, *Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione*, FrancoAngeli, Milano 2014, posizione kindle 2794 di 4973)

È noto che il compito del cervello è quello di conferire un significato a ciò che ci circonda, organizzando al meglio le sensazioni provate all'interno di un contesto multisensoriale. Attraverso il contatto con oggetti e materiali si possono identificare informazioni indispensabili per l'interazione tra l'uomo e lo spazio. Alcuni esempi rilevanti possono essere informazioni riguardanti la temperatura, la consistenza e le relative sensazioni di piacere o di fastidio che possono generarsi nell'uomo.

Le differenti caratteristiche degli elementi che vengono a contatto con la superficie del nostro corpo vengono codificate per mezzo di diverse combinazioni di recettori¹ presenti sulla pelle e, solo successivamente, differenziate da un punto di vista fenomenologico.² Bisogna sottolineare che non esiste una singola classe di recettori nella pelle che, quando attivata, codifichi tutti gli elementi presenti; infatti, alcuni di questi elementi devono necessariamente essere analizzati da una classe particolare di sensori, la quale può essere influenzata da qualità precise dello stimolo. Esistono quindi diversi recettori tattili che si posizionano eterogeneamente sulla pelle la quale, a sua

¹ I *recettori* sono strutture neuronali specializzate in grado di percepire specifiche forme di energia. Rappresentano l'interfaccia tra il Sistema Nervoso e l'ambiente esterno ed interno.

² La *fenomenologia* è l'attività che riordina e fa conoscere quello che si manifesta nell'esperienza (*fenomeno*) percettiva o vissuta. In questo caso specifico s'intende una suddivisione dei *fenomeni* percettivi tattili a seconda della loro natura (sia essa termica, tattile o motoria).

volta, è formata da uno strato esterno, l'epidermide, e uno interno, il derma. La sensibilità percettiva tattile può raggiungere soglie di estrema acuità: basti pensare che è in grado di rilevare un punto sporgente alto soltanto 0.006 mm e largo 0.04 mm con la punta delle dita. Gli stimoli esterni vengono captati dai recettori sensoriali tattili, chiamati **esterocettori** e **meccanorecettori**³, i quali hanno il compito di trasformare l'impulso in uno o più segnali neuronali. L'*input* esercitato sulla superficie del corpo stimola una deformazione all'interno della struttura dei relativi recettori; in base alla quantità di cambiamento prodotto dalla pressione, dal calore o dal dolore, avremo una sensazione più o meno elevato.⁴ A seconda dell'area corporea presa in considerazione si possono avere livelli di adattamento dei recettori più o meno rapidi. Quelli a adattamento lento continuano a rispondere per un lasso di tempo in condizioni di stimolazione costante; ciò significa che le loro risposte sono mantenute per tutta la durata dello stimolo (ad esempio la ruvidità di un materiale). Al contrario, i recettori a adattamento rapido rispondono all'attivazione e alla disattivazione dello stimolo e cessano pochi secondi dopo il rilascio. Esistono ulteriori classi di recettori che hanno il compito di mediare le sensazioni relative al nostro corpo e alle superfici o ambienti; in particolare possiamo analizzare i **termorecettori**⁵ i quali hanno il compito di codificare la temperatura all'interno di un ambiente con i suoi cambiamenti e i range di temperatura non dolorosi. Nel caso di questi ultimi recettori si può identificare un'ulteriore suddivisione poiché vi è una specializzazione a seconda del delta termico dell'oggetto; esistono, infatti, recettori caratterizzati dal rispondere a gamme basse o alte di temperature.⁶

Una volta che l'informazione viene elaborata dai recettori e trasformata in segnali elettrici, può essere trasferita al Sistema Nervoso Centrale (SNC) per mezzo di fibre nervose le quali si differenziano in termini di velocità per la

³ Le parole della scienza, *Dizionario di anatomia*, Rizzoli Editore, Milano 1987, p. 155;

⁴ <https://www.corriere.it/salute/dizionario/recettore/index.shtml> - Dizionario della salute, *recettore*;

⁵ Le parole della scienza, *Dizionario di anatomia*, Rizzoli Editore, Milano 1987, p. 155;

⁶

http://win.pisavisionlab.org/teaching/burr/PsicologiaPercezioneAttenzione_ModuloPercezione/Ch12_Tatto.pdf – Il tatto;

conduzione di *input* sensoriali. Tale rapidità varia in funzione del diametro della fibra e dalla presenza o assenza della guaina mielinica che la ricopre. In particolare, più è largo il diametro della fibra, più è rapida la trasmissione del segnale e viceversa. Per quanto riguarda la fibra mielinizzata⁷ i passaggi tra i nodi assonici avvengono più rapidamente nelle fibre amielinizzate.

Esistono due vie principali di trasmissione dei segnali attraverso la spina dorsale: Il percorso spino-talamico ed il percorso colonna-dorsale lemnisco mediale (DCLM pathway). La prima via è la principale rete di comunicazione per le informazioni inerenti la temperatura della pelle e del dolore, mentre la via del lemnisco mediale si occupa della trasmissione di *input* tattili e propriocettivi utilizzati per pianificare ed eseguire movimenti che necessitano di rapidi *feed-back* per risultare corretti.⁸

Durante l'intero processo di trasmissione delle informazioni possiamo identificare diversi elementi chiave o *step*. Come si evince dalla figura 1.1 esistono diversi ordini di neuroni che fanno da staffetta al passaggio dei segnali tattili, lavorando quindi in successione. Il primo ordine, ossia la terminazione tattile, comunica con il secondo ordine attraverso connessioni sinaptiche.⁹ Quest'ultimo unifica gli impulsi derivanti dai due lati del corpo, sinistro e destro, emettendo un unico impulso sensoriale. Infine, le informazioni tattili giungono al terzo ordine, il quale le invia alla corteccia cerebrale per l'analisi percettiva.¹⁰

Quest'ultimo passaggio (terzo ordine) risulta fondamentale poiché è qui che viene effettuata la sinapsi dei neuroni del nucleo del talamo. Operazione necessaria per pre-analizzare le informazioni ed indirizzarle verso l'area

⁷ Una fibra nervosa si definisce mielinizzata qualora gli assoni dei neuroni vengano ricoperti dalla guaina mielinica, la quale si definisce come una struttura biancastra avente il compito di isolare la struttura;

⁸ http://win.pisavisionlab.org/teaching/burr/PsicologiaPercezioneAttenzione_ModuloPercezione/Ch12_Tatto.pdf – Il tatto;

⁹ La *sinapsi* è un collegamento tra due neuroni che consente la comunicazione tra loro attraverso la propagazione dell'impulso nervoso;

¹⁰ <http://www.unife.it/medicina/infermieristica/studiare/minisiti/basi-morfologiche-della-vita/anatomia-umana/file-lezioni/24%20-Sistemi%20sensitivi%20-vie%20fondamentali.pdf> – Università degli studi di Ferrara, Facoltà di Medicina, farmacia e prevenzione, slide sul *sistema sensitivo somatico*;

cerebrale pertinente. In particolare, le informazioni relative alla propriocezione¹¹ vengono analizzate all'interno del cervelletto.

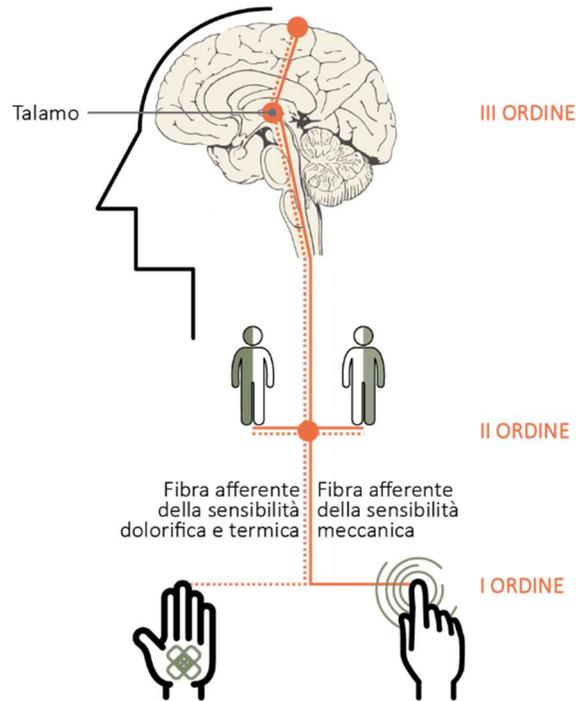


Figura 1.1

Schema raffigurante la sequenza e l'utilità degli ordini all'interno della trasmissione degli impulsi sensoriali tattili.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Le sensazioni tattili vengono poi elaborate nell'aria primaria e in quella secondaria della corteccia somatosensoriale, nella posizione anteriore del lobo parietale. Le aree all'interno di questa corteccia codificano attività come tatto, temperatura, propriocezione, dolore, attività dei muscoli e degli organi. Quest'area cerebrale viene suddivisa in sotto-aree focalizzate solo su specifiche parti del corpo, come le mani, il viso e i piedi, in modo da poter

¹¹ La *propriocezione* è la capacità di percepire e riconoscere la posizione del proprio corpo nello spazio e lo stato di contrazione dei muscoli, senza il supporto della vista.

gestire ed analizzare la moltitudine di informazioni ricevute.¹² La corteccia somatosensoriale si colloca in una fascia individuabile tra le orecchie e la sommità del cranio. La sua ubicazione è quindi limitrofa al lobo occipitale responsabile, come già spiegato nel capitolo precedente, della comprensione degli *input* visivi. Tutto ciò dimostra, ancora una volta, che l'uomo utilizza tutti i suoi sensi durante la fase percettiva, convalidando la tesi della multisensorialità umana.

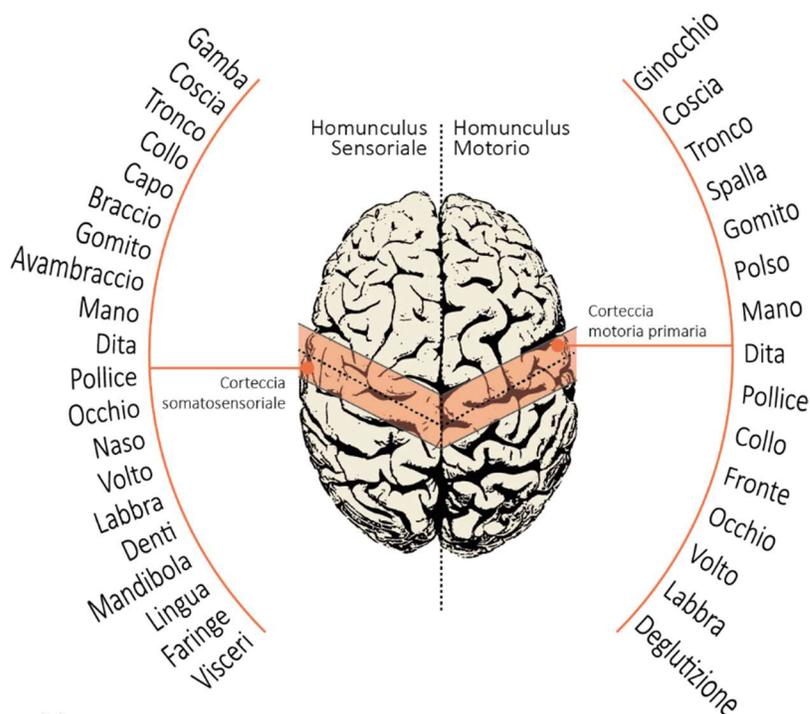


Figura 1.2

Schema raffigurante la posizione indicativa delle zone corporee sia nella corteccia somatosensoriale sia nella motoria. Dimostrazione della connessione tra le parti è la specularità degli elementi.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

A dimostrazione della forte correlazione tra la percezione tattile e il movimento vi è la suddivisione cerebrale tra la mappa somatosensoriale (*homunculus* somatosensoriale) e la mappa somatotopica (*homunculus*

¹² MALLGRAVE H. Francis, *L'empatia degli spazi: architettura e neuroscienze*, Raffaello Cortina Editore, Milano 2019.

motorio). Nello specifico le aree riferite ad una parte del corpo in una delle due mappe si troverà specchiata nell'altra (figura 1.2). Come si evince dall'immagine, l'area dedicata alle labbra si troverà indicativamente sulla stessa posizione nei due emisferi del cervello, a destra quello motorio, a sinistra quello somatosensoriale. Essendo anche il tatto un senso influenzato dall'esperienza della persona la mappa può variare a seconda degli *input* ricevuti nel corso della vita dell'individuo.¹³

Riassumendo, la percezione tattile si differenzia dagli altri sensi per due caratteristiche: la posizione e le capacità dei recettori. La differenza con gli altri sensi si può quindi identificare nel posizionamento non localizzato in una singola area dei recettori. Questi ultimi rispondono inoltre a molteplici tipologie di stimoli, rappresentando quattro principali tipi di sensazioni differenti: tatto, temperatura, posizione del corpo (propriocezione) e dolore. La parte del cervello dedicata all'analisi e all'esaminazione degli impulsi tattili si suddivide in funzione dell'area interessata e dal quantitativo di recettori presenti.

¹³ <http://www.unife.it/medicina/infermieristica/studiare/minisiti/basi-morfologiche-della-vita/anatomia-umana/file-lezioni/24%20-Sistemi%20sensitivi%20vie%20fondamentali.pdf> – Università degli studi di Ferrara, Facoltà di Medicina, farmacia e prevenzione, slide sul *sistema sensitivo somatico*;

2 | Regole di progettazione

Parlare di un progetto identificando come elemento principale la percezione tattile risulta assai complesso. *In primis* bisogna ricordarsi che la captazione di questo senso non è solo ciò che l'uomo percepisce toccando un elemento ma è anche la percezione dello spazio attorno ad esso, ossia la propriocezione. All'interno del panorama storico-architettonico si trovano progettisti che, attraverso lo studio antropologico¹⁴, determinano spazi a misura d'uomo. La proporzione umana diviene quindi oggetto di analisi già dal XV secolo, tramite gli studi di **L. da Vinci**, il quale rappresenta le proporzioni geometriche enunciate da Euclide all'interno dell'uomo vitruviano (figura 2.1).¹⁵ Successivamente si viene a sviluppare una vera e propria scienza basata sulla misurazione dell'uomo per ricercare la funzionalità degli oggetti e degli

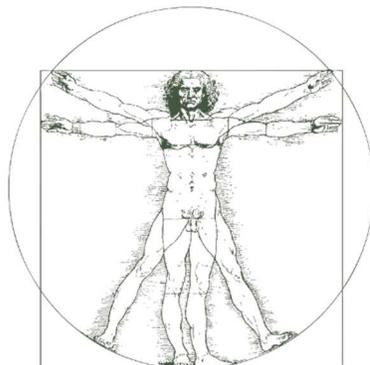


Figura 2.2

Leonardo da Vinci, *L'uomo vitruviano*, 1490

Immagine in riferimento a <https://www.arteworld.it/uomo-vitruviano-leonardo-da-vinci-analisi/>

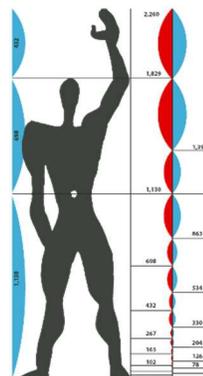


Figura 2.2

Le Corbusier, *Le Modulor*, 1948

Immagine in riferimento a <http://www.postspritzum.it/redazione/architettura/l-invenzione-del-modulor.php>

¹⁴ Antropometria: Letteralmente la misurazione del corpo umano nel suo insieme (statura, peso) e nei suoi segmenti, di cui vengono rilevate le dimensioni misurate tra punti anatomici o architettonici di riferimento e calcolati i rapporti dimensionali reciproci espressi in percentuale (indici antropometrici);

¹⁵ Julius PANERO, *Anatomy for interior designers*, Whitney Library of design, New York 1948 (1977), capitolo I – *The basis of all design*; Basic measurements, p. 3;

spazi, l'antropologia, la cui definizione deriva dall'operato del matematico belga **A. Quetelet** intorno al 1870.¹⁶

Anche in questo caso, come per la vista, la normativa italiana aiuta i progettisti durante la fase di progettazione, imponendo un dimensionamento minimo di spazi utili ed ambienti. Per esempio, l'articolo 36 del regolamento edilizio del Comune di Torino mostra il dimensionamento minimo necessario all'interno dei locali principali di una struttura residenziale.¹⁷ All'interno degli ambienti ad uso abitativo gli spazi progettati devono necessariamente soddisfare due usi differenti, polifunzionale e specializzato. Quest'ultima categoria racchiude tutti gli ambienti pensati per l'inserimento di un'attività specifica come la cucina, il bagno e la camera da letto. In opposizione ai precedenti, gli spazi polifunzionali devono soddisfare non tanto una necessità specifica ma devono essere adattabili alla situazione.¹⁸

Durante la fase di elaborazione l'architetto deve necessariamente tenere in considerazione tre punti chiave della progettazione, per il mantenimento del benessere psico-fisico dell'utente:

- quello architettonico, ossia la disposizione degli spazi, delle aperture e della attività che si vogliono effettuare all'interno;
- quello tecnologico/costruttivo identificando quindi quali materiali e tecnologie costruttive sono più utili in base al contesto;
- infine, quello tecnico-impiantistico per gli aspetti "attivi" della costruzione, in particolare gli impianti di climatizzazione.¹⁹

Una volta identificati gli spazi utili ad ogni ambiente si può passare alla personalizzazione degli stessi tramite la scelta dei materiali e dell'arredo, sia esso fisso o mobile. Questa fase conclusiva e, quindi, di dettaglio del progetto, è fondamentale per la riuscita di uno spazio che, percettivamente, generi

¹⁶ Julius PANERO, Martin ZALNIK, *Spazi a misura d'uomo – manuale delle misure utili alla progettazione*, BE-MA editrice, Milano 1986, capitolo I – *La teoria antropometrica*, p. 23;

¹⁷ Città di Torino, *Regolamento edilizio*;

¹⁸ Julius PANERO, *Anatomy for interior designers*, Whitney Library of design, New York 1948 (1977), capitolo II – *Residential applications; The living room*, p. 13;

¹⁹ *Ibidem*;

sensazioni di benessere all'utente. La committenza ha qui un ruolo fondamentale in quanto sono le preferenze dell'utente ad essere prese in considerazione; a seconda della sensazione e della percezione tattile che vuole ottenere come risultato finale si plasma la scelta materica. Il professionista ha quindi il compito di ascoltare e valutare le varie opzioni che il mercato offre in funzione delle caratteristiche dell'ambiente che l'utente vuole delineare. Per esempio, alcune teorie dimostrano che per definire un ambiente che trasmetta una sensazione familiare si possono scegliere o una pavimentazione con piastrelle di una tonalità scura tendente al caldo (marrone scuro) oppure una pavimentazione in legno. Rimane comunque una scelta che varia in funzione dell'utente e della sua percezione sensoriale. Come tale è variabile in quanto completamente soggettiva e, perciò tutti gli esempi fatti nel campo della progettazione non trattano di verità assolute ma di teorie basate sull'esperienza personale. Si può comunque indicare che questa scelta materica non è semplicemente estetica poiché ogni elemento scelto varia anche a livello termico sia percettivo sia tecnico.

Infatti, la scelta estetica-funzionale della pavimentazione all'interno di un ambiente dipende molto dalla tipologia di attività contenuta al suo interno. Se la temperatura superficiale del pavimento è troppo bassa o troppo elevata, gli arti inferiori degli occupanti possono provare una sensazione di fastidio. Per persone con normali calzature leggere da interni, il materiale di cui è costituito il pavimento ha un'importanza soltanto marginale; mentre il parametro più importante è rappresentato dalla sua temperatura superficiale. L'intervallo di temperatura accettabile risulta compreso tra 19-29 °C. Invece, altri spazi (camere da letto, piscine, stanze da bagno, etc.) concedono la possibilità di camminare scalzi e per questo la sensazione di benessere può dipendere anche dalla natura del materiale scelto. Nella seguente tabella, per diversi materiali, sono indicati, a titolo esemplificativo, gli intervalli di temperatura confortevoli per una persona a piedi nudi.²⁰

²⁰ https://architettura.unige.it/per/doc/isettic/matdid11_12/pdf/parte2/cap2_2.pdf - Doc. Carlo ISETTI, *Benessere termoigrometrico*, Università di Genova, Corso di fisica tecnica e ambientale, a.a. 2011/12

Pietra, marmo, cemento	27 – 30 °C
Linoleum, PVC	25 – 30 °C
Legno	23 – 28 °C
Tessuto (tappeti)	21 – 28 °C

Tabella 1

Tabella descrittiva, per diversi materiali, gli intervalli di temperatura che risultano confortevoli per una persona a piedi nudi.

Prof. Carlo ISETTI, Corso di Fisica tecnica e ambientale, p.15

Negli ultimi anni all'interno del panorama commerciale si sono sviluppati nuovi materiali in grado di unificare le caratteristiche estetiche e tecniche di materiali costruttivi, come per esempio il grès porcellanato. In questo caso specifico il materiale prende le caratteristiche termiche di conduzione dell'energia termica dalle piastrelle, con la possibilità d'inserimento d'impianti a pavimento, e l'estetica calda ed accogliente del parquet. La texture dei materiali diviene quindi uno degli elementi cruciali in fase di progettazione anche per quanto riguarda l'oggettistica presente all'interno dell'ambiente. Un altro esempio basato sull'esperienza personale è inerente alla progettazione della zona giorno, la cui percezione sensoriale varia in funzione del tessuto scelto: identificando due ipotesi di progetto, uno con il divano in pelle e uno in tessuto, il risultato sarà completamente opposto in quanto essi rappresentano gli antipodi. Uno è rigido, freddo, rispecchiando il gusto estetico del design contemporaneo, l'altro è caldo, confortevole dai tratti familiari e accoglienti. Oppure si pensi alla texture dei mobili situati all'interno dello spazio e alla moltitudine di scelte che la committenza e il progettista devono prendere. Per ogni rivestimento o piano devono essere presa in considerazione la percezione tattile che può provare l'utente nell'utilizzarlo. Un materiale ruvido con una texture specifica può rendere la superficie facilmente riconoscibile; il legno, ad esempio, è sfruttato per conferire una sensazione

piacevole al tatto, mobili laccati, invece, danno una sensazione di freddezza, dove la mano sfugge sulla superficie.²¹

Ogni scelta che si effettua andrà a delineare un ambiente differente, in funzione dei gusti e delle necessità dell'utente. Ogni elemento liscio, ruvido, caldo o freddo, delinea un tipo di spazio rispetto ad un altro e, di conseguenza, una sensazione rispetto ad un'altra.

Come già accennato la scelta degli elementi non dipende solo dal gusto estetico dell'utente in quanto il benessere umano è strettamente collegato con il delta termico esistente all'interno degli spazi. Per questo motivo una profonda conoscenza della conducibilità termica può favorire il mantenimento della temperatura ideale. L'organismo umano, per mantenere una condizione di benessere termico, ha la necessità di regolare la risposta fisiologica in relazione alle sollecitazioni ambientali. Tutto ciò avviene attraverso dei sistemi di regolazione termica finalizzati all'adattamento delle condizioni ambientali circostanti, fenomeno che prende il nome di **omotermia**. Per essere più chiari, la temperatura interna del corpo umano, per il mantenimento di una condizione di benessere, deve essere 37°C con una variante di più o meno di 0,5°C. Affinché tale condizione sia sempre rispettata, l'organismo attiva, al variare delle condizioni esterne, un sistema di **termoregolazione**.²²

È quindi opportuno precisare che la progettazione degli ambienti deve ricercare il **benessere termoclimatico** della persona, ossia l'equilibrio termico tra uomo e ambiente che non generi meccanismi biologici di controllo della temperatura. Esso dipende da sei grandezze:²³

²¹ *Ibidem*;

²² Prof. Carlo ISETTI, *Corso di Fisica tecnica e ambientale*, Università degli studi di Genova, a.a. 2011/12;

²³ *Ibidem*;

Condizioni ambientali	<ul style="list-style-type: none"> • temperatura dell'aria; • temperatura media radiante delle superfici che delimitano l'ambiente; • umidità relativa dell'aria; • velocità dell'aria.
Utente	<ul style="list-style-type: none"> • attività fisica svolta; • abbigliamento.

Tabella 2

Tabella riassuntiva delle sei grandezze da cui dipende il benessere termoigrometrico delle persone. Prof. Carlo ISETTI, Corso di Fisica tecnica e ambientale

Questa condizione può essere ricercata attraverso sistemi matematici di bilanciamento degli elementi attivi e passivi presenti all'interno della struttura. Tramite il metodo di **Fanger** si può descrivere un sistema esemplificativo costituito da un corpo umano in un ambiente, definendo l'equazione di bilancio energetico.²⁴ Sulla base di questa equazione si assume che l'energia prodotta dal metabolismo dell'uomo sia pari all'energia scambiata con l'ambiente, sotto forma di calore o lavoro.²⁵

$$\Delta U = M \pm W \pm R \pm C \pm C_K - C_{resp} - E \quad [W/m^2]$$

ΔU variazione di energia interna (accumulo termico);

M energia associata al metabolismo;

R potenza meccanica esterna: positiva se è compiuta dal corpo, negativa se è compiuta sul corpo;

C flusso termico (calore) scambiato per irraggiamento dal soggetto con l'ambiente circostante;

²⁴ S. BARTOCCI, *Lezioni sul benessere termoigrometrico*, uniroma2 (Università di Roma)

²⁵ http://didattica.uniroma2.it/assets/uploads/corsi/144485/04_-_TT1_-_Comfort_Termoigrometrico_-_Fanger_PPD_e_PMV1.pdf - Ing. G. BOVESECCHI, Corso di *Termotecnica 1 – Comfort termoigrometrico: Equazione del comfort, PPD e PMV*, a.a. 2012-13;

C_K flusso termico (calore) scambiato per conduzione con gli oggetti a contatto col corpo;

C_{resp} flusso termico (calore) scambiato attraverso la respirazione;

E flusso termico (calore) ceduto per evaporazione cutanea.

Quando la risultante dell'equazione di bilancio risulta maggiore di 0 allora la temperatura del corpo preso in esame tende ad aumentare. Con lo stesso processo, quando la risultante è minore di 0 allora la temperatura del corpo tende a decrescere. Qualora ΔU sia uguale a 0, siamo in presenza di equilibrio termico, ossia di potenziale benessere per la persona.

$$\begin{cases} \Delta U = 0 \\ M - W = E + C_{resp} + (R + C) = 0 \end{cases}$$

La percezione termica all'interno di un ambiente dipende principalmente da parametri ambientali misurabili (tutti gli elementi che emanano energia termica) e i fattori personali non quantificabili (ossia elementi di natura fisiologica, biologica o sociologica).

Nello specifico, per **benessere termico** s'intende la piena soddisfazione nei confronti dell'ambiente e del microclima che il progettista ha identificato per gli spazi, ovvero tutti quegli elementi che collaborano alla sensazione di piacere termico della persona.²⁶ Diviene qui ovvio che per il progettista il **microclima**, ossia il complesso dei parametri ambientali quali temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria, sia uno degli elementi di studio principali, poiché essi hanno la capacità di condizionare lo scambio termico tra individuo

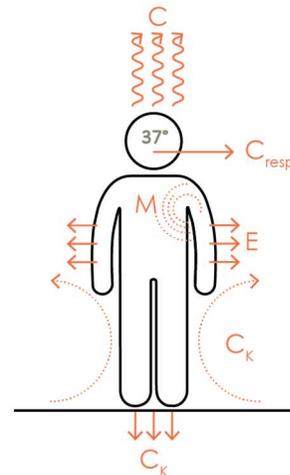


Figura 2.3

Schema raffigurante gli scambi termici tra corpo e ambiente secondo il modello di Fanger.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

²⁶https://www.inail.it/cs/internet/docs/indici_di_valutazione_degli_ambienti_moderati_pdf.pdf?section=attivita - Inail, *Indici di valutazione per ambienti moderati*, pdf, 2017

e ambiente. Tutti questi aspetti, compreso l'inquinamento dell'aria indoor, influiscono sulla qualità degli spazi in cui si vive e si lavora e, di conseguenza, sul benessere delle persone.

Valutando gli elementi precedentemente descritti il dato finale da valutare è comunque il grado di benessere percepito dagli occupanti all'interno dello spazio considerato. Per questo motivo il progettista deve necessariamente confrontarsi con tematiche specifiche quali:

- le caratteristiche termiche degli elementi di confine, definito come l'involucro edilizio;
- le sorgenti di calore e di vapore presenti all'interno;
- il clima esterno;
- le caratteristiche dell'impianto di climatizzazione;
- l'attività svolta all'interno degli spazi.

La percezione termica interna agli ambienti, da parte delle persone, viene comunemente identificata come **comfort termico**. È possibile però identificare tre diversi approcci per la sua definizione: fisiologico, psicologico e basato sul bilancio termico.²⁷

- l'approccio fisiologico si basa sull'entità degli impulsi che, dai recettori presenti sull'epidermide, raggiungono l'ipotalamo. Se il quantitativo è minimo allora si può parlare di comfort termico;
- l'approccio psicologico, invece, si basa sulla condizione mentale della persona interessata, la quale esprime soddisfazione nei confronti dello spazio termico. Questo tipo di approccio non viene quasi mai utilizzato poiché di difficile valutazione perché troppo legata a condizioni ed aspettative soggettive;
- l'approccio basato sul bilancio termico è strettamente legato al bilancio termico della persona e agli scambi che questa effettua a livello subconscio con l'ambiente circostante. In questo caso si può

²⁷ S. BARTOCCI, *Lezioni sul benessere termoigrometrico*, uniroma2 (Università di Roma);

parlare di comfort quando l'energia ricevuta è uguale a quella ceduta.²⁸

Il comfort termico può essere determinato grazie a principi teorici e a metodi di misura per la previsione della sensazione termica percepita dalle persone. Il progettista è quindi chiamato alla progettazione di un sistema edilizio in grado di raggiungere la temperatura di comfort (TCO), la quale viene definita come la temperatura equivalente alla quale una persona si sente a suo agio dal punto di vista termico. Poiché lo stesso ambiente può provocare leggere sensazioni di benessere o malessere, in base ai fattori precedentemente enunciati (tabella 2), per raggiungere un risultato più oggettivo possibile si tiene conto di un ulteriore indice chiamato *Predicted Mean Value* (**PMV**) o Voto Medio Previsto. Quest'ultimo valore rappresenta la media delle valutazioni soggettive di un gruppo di persone in un dato ambiente, valutato secondo una scala di sette punti: da -3 molto freddo a +3 molto caldo; lo zero rappresenta la neutralità termica.²⁹

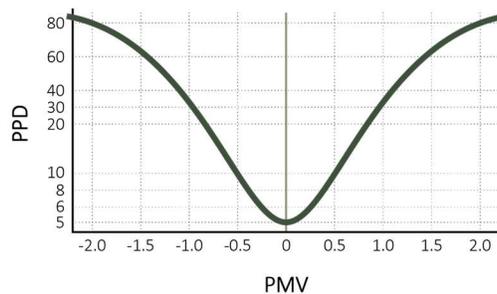


Figura 2.4

Schema raffigurante il rapporto tra l'indice PPD e il PMV nella valutazione termica di un ambiente.

S. BARTOCCI, *Lezioni sul benessere termoigrometrico, uniroma2* (Università di Roma).

²⁸ *Ibidem*;

²⁹ http://didattica.uniroma2.it/assets/uploads/corsi/144485/04_-_TT1_-_Comfort_Termoigrometrico_-_Fanger_PPD_e_PMV1.pdf - Ing. G. BOVESECCHI, Corso di Termotecnica 1 – Comfort termoigrometrico: Equazione del comfort, PPD e PMV, a.a. 2012-13;

Prendendo in considerazione un gruppo di persone, anche quando l'indice è pari a zero, ci sarà una percentuale di essi insoddisfatti della temperatura interna; questo avviene perché la valutazione del comfort differisce sempre da individuo a individuo. Essendo un indice estremamente soggettivo, per prevedere quante persone sono insoddisfatte in un determinato ambiente termico, è stato introdotto l'indice *Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD)* o Percentuale Prevedibile di Insoddisfatti. Nel valutare l'indice PPD vengono insoddisfatte le persone che votano -3, -2, +2, +3 sulla scala del **PMV**. Per raggiungere i suddetti livelli di **comfort termico** è necessario quindi garantire un'adeguata temperatura dell'aria durante le diverse condizioni climatiche; in particolare, è fondamentale tenere bassi i consumi energetici e favorire la zonizzazione termica all'interno di una singola abitazione.

Questa operazione viene semplificata dai sistemi di controllo utente, i quali consentono la regolazione indipendente di riscaldamento e raffrescamento all'interno dell'edificio.³⁰

Si può quindi parlare di **benessere microclimatico** e di **comfort termico** quando la maggior parte degli occupanti percepiscono l'aria interna ottimale, sia dal punto di vista delle proprietà fisiche (temperatura, umidità, ventilazione) sia di quelle chimiche (aria definita come pulita e fresca).

Per definire ambienti salubri viene emanato il DPR 16 aprile 2013, n. 74, ove vengono fissati i criteri generali in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione ed ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva. Inoltre, prevede per gli edifici residenziali che la media della temperatura dell'aria, misurata nei singoli ambienti, non debba superare i 20 °C (+2 °C di tolleranza) durante la climatizzazione invernale e non debba essere inferiore ai 26°C (-2 °C di tolleranza) durante la climatizzazione estiva. All'interno dello stesso si possono identificare anche degli altri valori fondamentali per il mantenimento del benessere termico all'interno

³⁰ Inail, *Indici di valutazione per ambienti moderati*, pdf, 2017 - https://www.inail.it/cs/internet/docs/indici_di_valutazione_degli_ambienti_moderati_pdf.pdf?section=attivita

dell'ambiente quali: umidità relativa (**UR**) e velocità dell'aria (**V**). Nello specifico la tabella sottostante descrive, a seconda della stagione presa in esame, i parametri precedentemente indicati.

Condizioni microclimatiche ottimali

Stagione	Temperatura dell'aria (T)	Umidità Relativa (UR)	Velocità dell'aria (V)
Inverno	19-22°C	40-50%	0,01- 0,1 m/s
Estate	24-26°C	50-60%	0,1-0,2 m/s

Tabella 3

Vengono così riassunti, a seconda del periodo annuale (inverno ed estate), quali valori o percentuali bisogna mantenere all'interno dell'ambiente residenziale, nei vari parametri identificati; temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria.

Tabella inerente agli indici presenti all'interno del DPR 16 aprile 2013

A seconda dell'ambito di progettazione, ex novo o esistente, esistono diversi accorgimenti utili per il mantenimento del comfort termico all'interno dell'ambiente. Nel caso di edifici di nuova costruzione, l'inserimento di elementi tecnologici diviene determinante in quanto il controllo degli apporti termici deriva dalla stratigrafica dei piani (verticali e orizzontali) e delle aperture. In linea teorica, la progettazione energetica di un nuovo edificio deve:

- adottare soluzioni che consentono di sfruttare le condizioni climatiche locali, favorendo interventi atti al risparmio energetico;

- scegliere ulteriori sistemi impiantistici efficienti che utilizzino il più possibile fonti energetiche rinnovabili, con possibilità di controllo da parte dell'utente.³¹

Inoltre, non si deve dimenticare l'inserimento di sistemi passivi i quali sfruttano le caratteristiche dei materiali da costruzione e la disposizione di ambienti e di aperture per il controllo termico (sistemi per la ventilazione naturale) e la produzione di energia elettrica (sistemi per la captazione della radiazione solare).³² Nel caso di interventi su edifici già esistenti le scelte del progettista vengono influenzate dal *check up* delle prestazioni, attività necessaria per comprendere lo stato di fatto delle prestazioni energetiche. A seconda dei problemi che si riscontrano nell'indagine diagnostica effettuata all'interno degli ambienti esistenti, gli interventi possono consistere in:

- nei casi di estrema necessità si può optare per la demolizione e la relativa ricostruzione di parti o dell'intera struttura (ristrutturazione integrale o parziale);
- possono essere necessari interventi di riqualificazione energetica³³, di restauro e risanamento conservativo.

Possiamo quindi riassumere, all'interno della tabella a pagina 115, le principali criticità riscontrabili all'interno di una struttura esistente con il relativo intervento necessario per modificare e giungere ad una condizione di comfort termico accettabile.³⁴

³¹ Kristian FABBRI, Michele CONTI, *Progettazione energetica dell'architettura – il progetto: involucro-impianti, comfort e ambiente*, Roma 2008, Capitolo IX – *Progettazione architettonica e soluzioni tecnico-costruttive*; Sottocapitolo I – *Edifici di nuova costruzione ed edifici esistenti*, p. 184;

³² *Ibidem*;

³³ Il termine riqualificazione energetica si riferisce agli interventi che prevedono la ristrutturazione dell'edificio e/o degli impianti energetici, in particolare di climatizzazione, in toto o solo in parte.

³⁴ Kristian FABBRI, Michele CONTI, op. cit., Capitolo IX – *Progettazione architettonica e soluzioni tecnico-costruttive*; Sottocapitolo I – *Edifici di nuova costruzione ed edifici esistenti*, p. 200-201;

Criticità	Intervento
<p>il cattivo isolamento termico il quale può portare alla formazione di muffe, condense superficiali o interstiziali;</p> <p>la presenza di ponti termici;</p>	<p>Inserimento di un isolamento dell'involucro esterno (isolamento a cappotto o sistemi analoghi);</p>
<p>la presenza di infissi senza tagli termici; per esempio infissi con vetro singolo o con formazione di condensa superficiale;</p>	<p>Sostituzione degli infissi ad alte prestazioni con tagli termico e vetrocamera;</p>
<p>le infiltrazioni d'acqua dalla <u>copertura</u> o l'umidità di risalita dalla <u>pavimentazione</u>;</p>	<p>Impermeabilizzazione della <u>copertura</u> e posa in opera di un nuovo strato di isolante termico;</p> <p>Rifacimento delle <u>pavimentazioni</u> controterra per la creazione di vespaio areato e strato di isolamento termico in pannelli o sfuso;</p>
<p>il cattivo funzionamento:</p> <p>dell'<u>impianto termico</u>; per esempio la presenza di un impianto non a norma o privo di gestione e controllo della temperatura da parte dell'utente;</p> <p>dell'<u>impianto elettrico</u>; per esempio nei casi di impianti non a norma o obsoleti;</p>	<p>Per quanto riguarda l'adeguamento dell'<u>impianto termico</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • adeguamento dei locali ove sono installati gli impianti termici; • la centralizzazione dei sistemi di climatizzazione autonomi (<i>Split system</i>) e la contabilizzazione del calore; • installazione di dispositivi di gestione per l'impianto termico, preferibilmente con terminali a bassa temperatura (termostati ambiente o valvole termostatiche); <p>Per quanto riguarda l'<u>impianto elettrico</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rifasamento dell'impianto e dei carichi elettrici tramite la predisposizione e l'utilizzo di lampade ed elettrodomestici ad alta efficienza;

NORMATIVE DI RIFERIMENTO DEI REQUISITI SPAZIALI

- Decreto del Ministero della Sanità del 5 luglio 1975, indirizzato all'edilizia residenziale;
- Regolamento Edilizio di Torino;
- DPR 16 aprile 2013, n. 74;

NORMATIVE DI RIFERIMENTO PER IL COMFORT TERMICO

- DLgs 129/2005 art. 3 Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici;
- UNI EN ISO 7357 *Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici;*
- UNI EN ISO 7933:2005 *Ergonomia dell'ambiente termico*
Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico da calore mediante il calcolo della sollecitazione termica prevedibile;
- UNI EN ISO 7730:2006 *Ergonomia degli ambienti termici*
Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale;
- UNI EN ISO 10344 *Riscaldamento degli edifici*
Calcolo del fabbisogno di energia;
- UNI EN ISO 10350 *Edifici residenziali*

Verifica igrometrica ai fenomeni di condensazione del vapore;

- UNI EN ISO 10351 *Materiali da costruzione*
Conduktività termica e permeabilità al vapore
- UNI EN ISO 11079:2008 *Ergonomia degli ambienti termici*
Determinazione e interpretazione dello stress termico da freddo con l'utilizzo dell'isolamento termico dell'abbigliamento richiesto (IREQ) e degli effetti del raffreddamento locale;
- UNI EN ISO 11300:2014 *Prestazioni energetiche degli edifici*
Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;

Braille for architecture

Non bisogna dimenticare che l'architettura si compone di una serie di luoghi, spazialità e movimenti che hanno il compito di generare sensazioni di benessere all'interno della persona che vive l'ambiente. In alcuni casi specifici gli utenti con disabilità, visiva o motoria, possono vivere la struttura architettonica come un ostacolo in grado di alterare la condizione di *comfort*. In questi casi la progettazione deve necessariamente tenere conto di eventuali dimensioni specifiche o movimenti indirizzati aventi il fine di definire una spazialità su misura per questa categoria di utenti, eliminando qualsiasi genere di barriera architettonica.³⁵ Queste ultime vengono descritte all'interno del D.P.R. del 24 luglio 1996, n. 503, come **“ostacoli fisici che sono fonte di disagio per la mobilità di chiunque, in particolare di coloro che, per qualsiasi causa, hanno una capacità motoria ridotta o impedita in forma permanente o temporanea”**.³⁶ A seconda dell'esperienza della persona si possono identificare diverse tipologie di disabilità. È fondamentale conoscere la storia della persona che si ha di fronte per comprendere se la sua è una condizione di disabilità dalla nascita o se è causata da un incidente o da una malattia. La deprivazione sensoriale traumatica è diversa in quanto, a livello mnemonico, il cervello ha già assimilato informazioni rilevanti la percezione del mondo esterno attraverso il senso ora perduto. È per questo motivo che, privando una persona di uno dei sensi, riesce comunque ad immaginare uno o più elementi richiesti. Per esempio, si pensi a due persone affette da perdita della vista, una dalla nascita e una a causa di un trauma; nel primo caso la persona non riesce ad immaginare l'oggetto nella sua totalità, mediando quindi con le informazioni assimilate tramite l'utilizzo degli altri sensi. Nel secondo caso, invece, la persona riesce a ricordare le caratteristiche fisiche dell'oggetto

³⁵ Raymond LIFCHEZ, *Rethinking architecture – Design students and physically disabled people*, University of California Press, London 1987, capitolo - Preface;

³⁶ https://www.pontegiulio.com/it-IT/userFiles/File/Cat_Legislazione.pdf - *Legislazione ed informazioni per la progettazione dei servizi igienici destinati a persone disabili ed anziani*, Italia 2008;

esaminato, in quanto assimilate in passato, quando la deprivazione sensoriale non era ancora compiuta.³⁷

Solitamente il rapporto tra uomo e ambiente costruito viene considerato esclusivamente attraverso i suoi aspetti dimensionali, analizzando e valutando i parametri numerici. In realtà all'interno del rapporto vanno presi in esame tutti quegli elementi che caratterizzano quella complessa interazione che coinvolge e modifica entrambe le parti. Possiamo quindi individuare diversi **piani di interazione** (interazione fisica, sensoriale, informativa, funzionale e culturale) che possono modificare, positivamente o negativamente, l'equilibrio degli elementi.³⁸ Capire la disabilità significa comprendere e progettare tenendo in considerazione i cambiamenti della sensibilità percettiva derivanti dalla privazione della capacità sensoriale, sia essa motoria o visiva.³⁹ Il rapporto precedentemente descritto, ossia quello che descrive il connubio uomo-ambiente, è mediato da una serie di relazioni fondamentali che intercorrono tra il soggetto e gli oggetti all'interno dello spazio. Tali relazioni possono essere suddivise in topologiche o proiettive; le relazioni topologiche sono quelle legate al movimento, ossia all'esperienza cinestetica, conseguenti alla manipolazione di oggetti. Le relazioni proiettive, invece, dipendono dall'esperienza spaziale acquisita attraverso i ricettori di distanza, in particolare della vista.⁴⁰

Giovanni del Zanna, all'interno del suo studio "Uomo, disabilità, ambiente", affronta la complessità dell'ambiente costruito, ponendo al centro della sua ricerca l'utente. Per semplificare la progettazione egli scompone il costruito in cinque livelli così da tenere in considerazione tutti gli aspetti che, in diversa misura, interagiscono tra loro: ⁴¹

³⁷ Giovanni Del ZANNA, *Uomo disabilità ambiente – ricerca dei criteri per una progettazione accessibile*, Abitare Segesta Spa, Milano 1996, Parte II, Capitolo IV – *Psicologia dello spazio*, p. 79;

³⁸ *Ibidem*, Capitolo I – *Vivere nell'ambiente costruito*, p. 55;

³⁹ *Ibidem*, Capitolo II – *Antropologia dello spazio*, p. 67;

⁴⁰ *Ibidem*, Capitolo IV – *Psicologia dello spazio*, p. 79;

⁴¹ https://www.pontegiulio.com/it-IT/userFiles/File/Cat_legislazione.pdf - *Legislazione ed informazioni per la progettazione dei servizi igienici destinati a persone disabili ed anziani*, Italia 2008;

- il primo livello si contraddistingue nell'analisi e nella comprensione dell'ambiente attraverso le sue caratteristiche generali (totalità dell'edificio e rapporto fra le parti);
- successivamente viene studiato la struttura elementare dello spazio, costituito da quattro pareti, dal pavimento e dal soffitto.
- il terzo livello si occupa dello studio dell'organizzazione degli spazi interni, indentificando le interazioni tra i diversi ambienti e il relativo arredamento;
- all'interno del quarto livello vengono analizzati tutti gli elementi di arredo, compresi gli apparecchi sanitari, i quali costituiscono degli aspetti fondamentali per determinare l'abitabilità di un ambiente;
- vengono, infine, identificati tutti gli oggetti che, pur non essendo elementi di arredo, sono essenziali alla fruizione dell'ambiente.

Questa suddivisione permette la creazione di una griglia di progettazione in cui è facile visualizzare ognuna delle componenti e le interazioni che intervengono tra loro, affinché la gestione dello spazio risponda realmente alle esigenze di chi lo vive.⁴² Tutti gli elementi della progettazione architettonica possono costituire delle barriere in determinate condizioni: la struttura, gli oggetti, gli arredi, i rapporti di distanza, la posizione degli edifici e così via. Da tutto ciò consegue che l'ambiente costruito deve offrire le medesime opportunità a tutti gli individui, attraverso una pluralità di soluzioni, per non escludere nessuno dall'uso di un oggetto o di un luogo.

⁴² *Ibidem*;

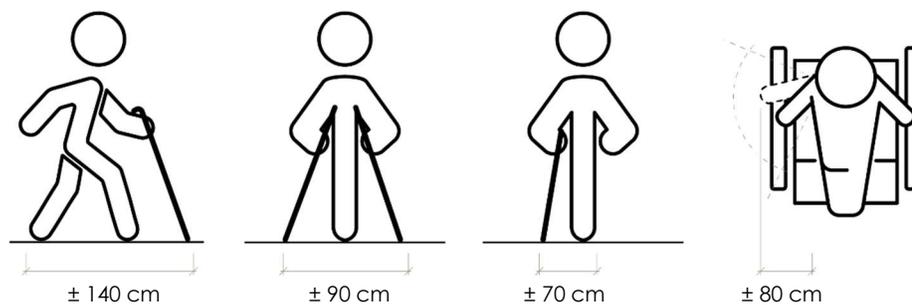


Figura 2.5

Spazi minimi necessari per movimento e transito di persona con stampelle, bastone e su carrozzina

Immagine autoprodotta in riferimento alla legislazione 12/2008, Claudia Guarneri, 2019.

Le normative che regolano la progettazione di edifici pubblici e privati si sono evolute notevolmente negli ultimi trenta anni, come conseguenza di una maggiore coscienza sociale e consapevolezza del diritto che ogni persona ha, indipendentemente dalle sue condizioni, di poter accedere ad ambienti e servizi. È necessario quindi optare per una visione progettuale più ampia, che non si focalizza su ambienti per "disabili" ma che sia rivolta a tutti. L'industria ha corrisposto a questa evoluzione culturale con la produzione di prodotti tecnicamente validi, studiati per le diverse situazioni, inseribili all'interno di ogni ambiente, rendendo possibile anche un'evoluzione all'interno delle normative. A seconda della disabilità della persona si possono apportare modifiche dimensionali all'interno degli spazi, in modo da abbattere le barriere architettoniche che una progettazione "classica" può offrire. Il campo di progettazione senza barriere architettoniche è molto più ampio di quello che comunemente si tende a pensare, comprendendo qualunque tipo di struttura, ostacolo, segnale che crei un impedimento e renda inagibile o difficilmente fruibile un luogo o un servizio. All'interno del **D.M. n.236/1989** vengono introdotte tre definizioni che corrispondono a tre diversi "gradi" di abbattimento delle barriere:

- **accessibilità** ossia la possibilità, anche per persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di raggiungere l'edificio e le sue singole unità immobiliari e ambientali, di entrarvi agevolmente e di fruire gli spazi e attrezzature in condizioni di adeguata sicurezza e autonomia;
- **visitabilità**, termine che indica la possibilità, anche da parte di persone con disabilità fisica, di accedere agli spazi di relazione e ad almeno un servizio igienico di ogni unità immobiliare;
- con **adattabilità** s'intende la possibilità di modificare nel tempo lo spazio costruito a costi limitati, allo scopo di renderlo completamente ed agevolmente fruibile anche da parte di persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale.⁴³

Nel caso di disabilità fisiche, tutti gli spazi, soprattutto quelli di transizione, devono permettere un passaggio agile per la carrozzina, modificando di conseguenza la disposizione degli arredi, fissi e/o mobili. Nello specifico, possiamo identificare alcune misure minime necessarie in fase di progettazione; per esempio, lo spazio necessario per la rotazione della carrozzina può variare dai 150x150 cm ai 170x170 cm (figura 2.6). Inoltre, la tabella inserita a pagina 125 individua quelle che possono essere considerate linee guida per la progettazione di spazi a misura dell'utente

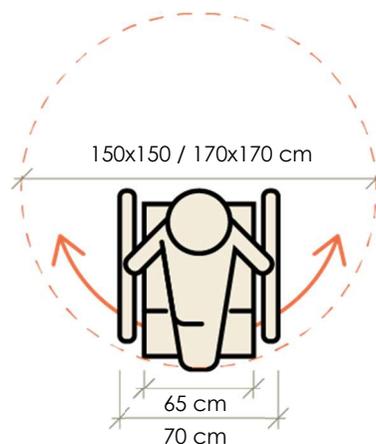


Figura 2.6

Schema raffigurante la rotazione di una persona con disabilità la cui mobilità è legata al dimensionamento della carrozzina.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

⁴³ <https://www.architutti.it/documenti/norme-barriere-architettoniche/> - *Norme barriere architettoniche – tutela e buona progettazione secondo la legge;*

con disabilità fisiche, ottenendo così spazi in cui l'uomo riesce ad essere, il più possibile, autonomo.⁴⁴

All'interno del panorama normativo italiano possiamo trovare diversi decreti e leggi che hanno il compito di indirizzare il progettista durante la fase d'ideazione degli spazi e dei movimenti interni agli ambienti. Le normative che governano questo ambito tengono presente in particolar modo la persona in carrozzina e questo determina l'accentuazione di alcuni aspetti a discapito di altri, seppure l'evoluzione culturale e legislativa in proposito sia stata decisamente significativa. Il più famoso per la progettazione di spazi residenziali è il **D.M. n.236/1989**, evoluzione dell'art.1 della legge n.13/1989, il quale rappresenta, tutt'oggi, il testo normativo di riferimento per il superamento delle barriere architettoniche. Nei vari articoli che lo compongono si parla quindi di criteri generali di progettazione (per accessibilità, visibilità e adattabilità); si presentano le specifiche funzionali e dimensionali e le soluzioni tecniche conformi alla progettazione inclusiva.

⁴⁴ <https://www.disabili.com/mobilita-auto/speciali-mobilita-a-auto/barriere-architettoniche-e-disabilita/barrarch09-spazi-interni> - *Barriere architettoniche - spazi interni di un'abitazione accessibile*, 2009;

Zona	Accorgimenti per la progettazione
Soggiorno – Sala da pranzo	<ul style="list-style-type: none"> • Se possibile è meglio optare per soluzioni aperte, disponendo gli arredi in modo semplice; • Lo spazio minimo consigliato per il passaggio tra gli arredi è di 70-90 cm;
Camera da letto	<ul style="list-style-type: none"> • Bisogna tenere in considerazione lo spazio di rotazione vicino al letto, misurando quindi almeno 150 cm tra parete e arredo; • Il passaggio tra mobile/mobile o mobile/muro deve essere di 70-95 cm; • La superficie minima dell'ambiente può variare da 350x300 per le stanze con letto singolo, fino a 550x400 cm per camere con due letti; • Il letto dovrebbe avere un'altezza di circa 40-50 cm per agevolare il trasferimento tra letto e carrozzina;
Cucina	<ul style="list-style-type: none"> • È preferibile optare per disposizioni centrali piuttosto che lineari, allo scopo di garantire adeguati spazi di mobilità; • L'altezza del piano deve misurare 75-80 cm da terra, ricordando di mantenere spazi liberi per il passaggio delle gambe (70 cm circa); • La superficie minima per una cucina è di circa 250x300 cm;
Bagni	<ul style="list-style-type: none"> • I sanitari e gli accessori da bagno vanno collocati in modo tale da garantire un corretto spazio di manovra e di accostamento; • Le porte dei bagni devono aprirsi verso l'esterno; • Utilizzare una pavimentazione antiscivolo in modo da evitare scostamenti improvvisi della carrozzina in fase di accostamento e relativo trasferimento;
Corridoi – Disimpegni	<ul style="list-style-type: none"> • I corridoi devono avere una larghezza tale da consentire la rotazione della carrozzina e il passaggio contemporaneo con una persona; • Inoltre, è pratico adottare delle aperture a scorrimento, in modo da agevolare l'apertura senza ingombro.⁴⁵

⁴⁵*Ibidem*;

Anche la scelta materica può essere considerata un elemento utile al fine di una progettazione per persone aventi disabilità. Infatti, si può optare per una diversità materica degli ambienti, favorendo la stessa mobilità ed individuazione degli elementi all'interno dell'abitazione a soggetti ipovedenti. Come per la condizione urbana con i *percorsi tattili* a terra, così anche nell'ambiente residenziale si può definire una scelta materica identificativa a seconda dell'ambiente preso in considerazione.

Ad oggi la società sta cercando di aprirsi verso una progettazione che possa essere per tutti. Per questo motivo molti settori della società si stanno avvicinando alla progettazione e all'attuazione di attività per persone con disabilità. Tramite il tocco e la stimolazione uditiva le persone possono esplorare il mondo artistico e/o architettonico: per esempio, stanno nascendo tante start-up come **Tooteko**, società fondata nel 2014 la cui occupazione è quella di portare le opere d'arte agli ipovedenti tramite riproduzioni fedeli.⁴⁶

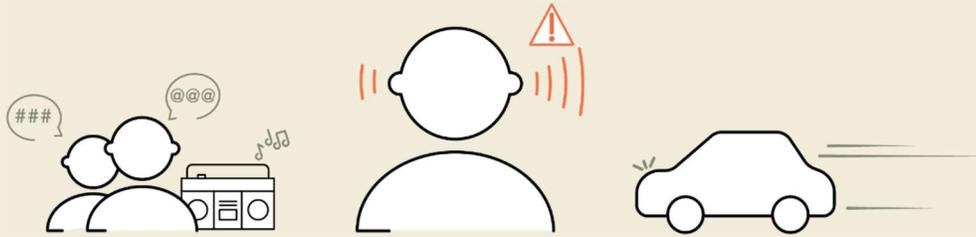
In ambito pubblico troviamo professionisti come l'architetto **C. Downey** la cui specializzazione si basa sulla progettazione multisensoriale in grado di ovviare alla mancanza della vista. Fondando la società, che prende il nome di **Architecture for the Blind**, Downey si concentra principalmente sulla progettazione di spazi come l'*Independent Living Resource Center* di San Francisco o il *Blind Rehabilitation Center* per il Department of Veterans Affairs.⁴⁷

⁴⁶ <http://www.tooteko.com/> - sito web di Tooteko;

⁴⁷ <http://arch4blind.com/> - Sito web di C. Downey;



UDITO



Ascoltare l'ambiente in cui ci troviamo è il principale sistema di avvertimento sensoriale. Contrariamente alla visione, vincolata ad una percezione ridotta della realtà (campo visivo), il sistema uditivo è in grado di rilevare tutti i suoni che ci circondano, permettendoci di reagire immediatamente. Come per la percezione visiva, la funzione primordiale dell'udito è quella della segnalazione di minacce. Infatti, evolutivamente parlando, le capacità del sistema uditivo si sono sviluppate per far percepire alla persona i suoni in avvicinamento in modo immediato rispetto a quelli in allontanamento o a quelli stazionari. Di conseguenza sentire un suono in avvicinamento causa l'attivazione delle funzioni di avvertimento, di attenzione e di reazione motoria, garantendo alla persona un margine di sicurezza.

Da quando nasce l'uomo viene continuamente stimolato da rumori di oggetti, situazioni e persone. Questo comporta uno sviluppo all'interno della memoria della persona, la quale acquisisce informazioni sul riconoscimento sonoro di elementi, luoghi e addirittura persone.

Diviene quindi naturale ipotizzare che, come esistono suoni che provocano in noi agitazione ed attenzione a ciò che ci circonda ne esistano di determinanti che favoriscono una condizione di benessere.

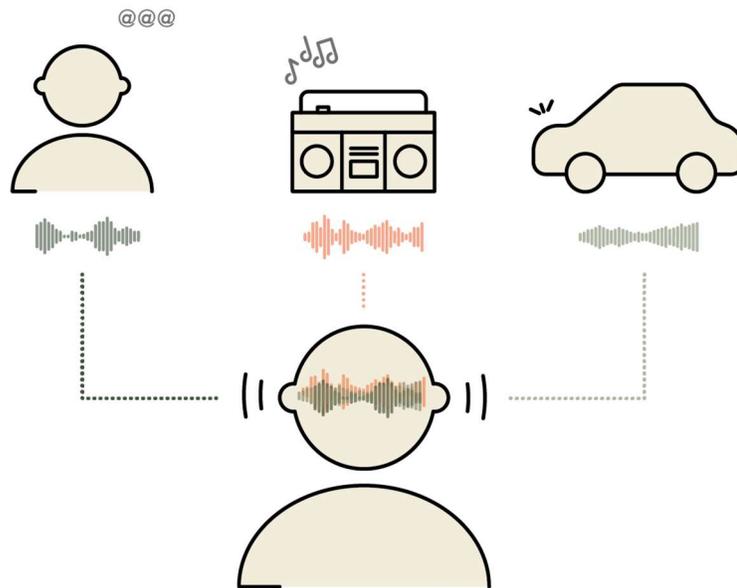


Figura 1.1

Esempio di analisi spettrale di tre sorgenti sonore differenti

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Il processo di percezione del suono avviene tramite l'acquisizione di informazioni derivanti dalle oscillazioni dell'aria che provocano una pressione sul timpano, costante o variabile nel tempo. Queste vibrazioni vengono prodotte dagli elementi presenti nello spazio circostante e, grazie al moto dell'aria, arrivano all'apparato uditivo. La percezione acustica risulta uno dei sensi più sviluppati grazie alla capacità intrinseca nell'uomo di associare, quasi in maniera simultanea, un rumore ad un determinato oggetto, situazione o persona.¹

1

http://win.pisavisionlab.org/teaching/burr/PsicologiaPercezioneAttenzione_ModuloPercezione/Ch09_UditoPsicologiaPsicoacustica.pdf – Pisa Vision Lab, *Udito: Fisiologia e Psicoacustica*;

L'esperienza assume quindi un'elevata importanza e per questo motivo possiamo osservare come la parte della memoria dedicata alle informazioni sonore abbia una **durata** superiore rispetto agli altri sensi.² A questa capacità mnemonica si affianca quella dell'**udito spaziale** (chiamata anche *cocktail party*), ovvero l'attitudine che una persona possiede per individuare, separare ed analizzare il suono di un elemento all'interno di un contesto frenetico, ricco di suoni diversi provenienti da molteplici punti nello spazio. Per esempio, all'interno di un contesto caotico, come un centro commerciale o una stazione ferroviaria, l'apparato uditivo della persona riesce a riconoscere ed individuare il suono dell'interlocutore, ponendolo al primo posto. Il cervello umano riesce quindi a captare quali suoni possono essere percepiti come utili lasciando in sottofondo il contesto. L'udito spaziale, come accennato precedentemente, è utile anche alla **localizzazione** dell'elemento che produce il suono; l'effetto **stereofonico** prodotto dall'azione combinata di entrambe le orecchie è ciò che ci aiuta a capire da che parte provengono i suoni e, di conseguenza, a direzionare l'ascolto; tanto più è basso il suono che percepiamo, tanto più l'oggetto è lontano dall'uomo e viceversa.³

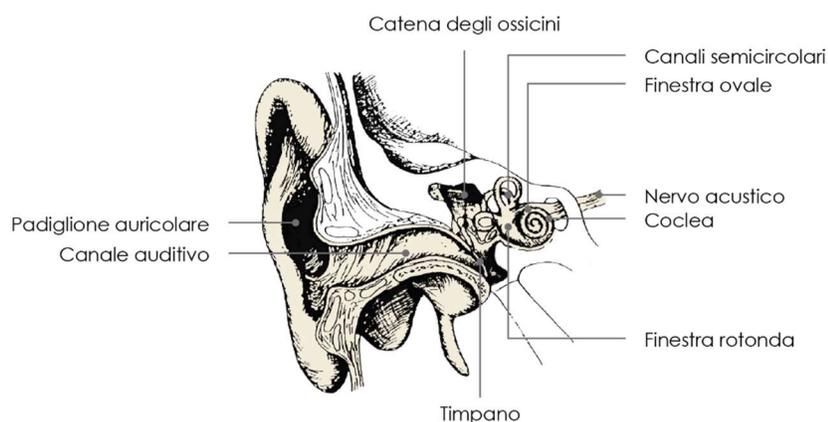


Figura 1.2

Schema raffigurante le componenti dell'apparato uditivo.

Schema autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

² *Ibidem*;

³ Francesco BIANCHI, Roberto CARRATU, *L'acustica in architettura*, Città Studi Edizioni, Novara 2007 (2011), Capitolo II – L'udito, p. 54;

L'**udito spaziale** può essere utilizzato solo grazie alla costituzione dell'apparato uditivo, il quale è formato da tre canali⁴ che possono essere utilizzati contemporaneamente. L'utilizzo simultaneo di questi elementi è possibile solo grazie all'**analisi spettrale** della coclea, ossia l'assegnazione di differenti frequenze a sorgenti sonore diverse. Le informazioni uditive che l'orecchio umano può captare, sono anche conosciute come transitorie, in quanto la componente pre-attentiva⁵ predomina, a differenza del tatto e della vista dove è solo parziale. L'uomo è quindi in grado di ascoltare ciò che lo circonda ed elaborare quasi nello stesso istante le informazioni necessarie circa la natura, la posizione e il moto di ciò che produce il rumore.

A livello anatomico il padiglione auricolare riceve una combinazione di tutti i suoni presenti nell'ambiente in un istante: le onde sonore si sommano arrivando al timpano. Anatomicamente parlando l'orecchio umano può essere suddiviso in tre parti fondamentali: *esterno*, *medio* ed *interno*. A loro volta si possono identificare le componenti principali di ciascuna parte:⁶

Esterno:

- il padiglione auricolare ha la funzione principale di amplificare, filtrare, raccogliere e convogliare il suono verso il timpano;
- il condotto uditivo è il canale necessario al collegamento tra l'esterno e il timpano.

Medio:

- il timpano e la catena degli ossicini. Sono elementi aventi il compito di trasmettere le informazioni dall'esterno all'interno dell'orecchio; il primo è composto da una sottile membrana che vibra quando viene colpita dalle onde sonore e che, con

⁴ G.MONCADA LO GIUDICE, S. SANTOBONI, *Acustica*, Ambrosiana, Milano 1995 (2000), Capitolo II – *Nozioni di psicoacustica*, Sottocapitolo II – *L'organo dell'udito*, p. 35;

⁵ È la capacità di elaborare le informazioni senza l'attenzione consapevole della persona.

⁶ Francesco BIANCHI, Roberto CARRATU, *L'acustica in architettura*, Città Studi Edizioni, Novara 2007 (2011), Capitolo II – *L'udito*, p. 54;

il suo movimento, trasmette le informazioni ai tre ossicini, chiamati rispettivamente martello, incudine e staffa;

- la finestra ovale, invece, è una membrana simile al timpano ma con dimensioni decisamente inferiori. È necessaria per trasmettere le vibrazioni ricevute ai liquidi della coclea.

Interno:

- la coclea, ossia il vero e proprio organo dell'udito, è la responsabile della trasduzione dell'impulso cinetico in elettrochimico;
- i canali semicircolari hanno il compito di rilevare le accelerazioni angolari dovute alla rotazione della testa;
- le terminazioni nervose sono necessarie per condurre fino al cervello i segnali stimolati dal suono.

L'orecchio umano è in grado di udire una gamma di frequenze particolarmente ampia, collocata tra i 20Hz e i 20.000 Hz.⁷ Al di fuori di quest'intervallo possiamo collocare gli infrasuoni e gli ultrasuoni. I primi, situati sotto i 20Hz, non vengono percepiti come suoni continui ma come un movimento di compressione sul timpano. Gli ultrasuoni, invece, si posizionando sopra i 20.000 Hz e corrispondono ad oscillazioni troppo rapide per una risposta da parte dell'inerzia meccanica del sistema uditivo.

⁷ *Ibidem*;

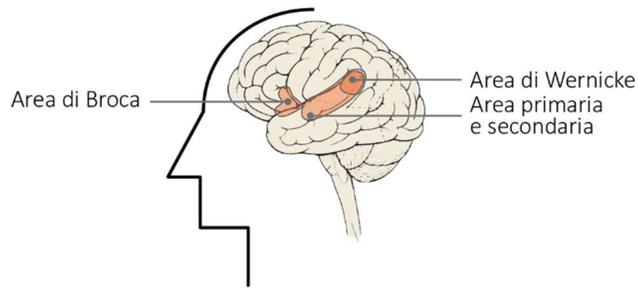


Figura 1.3

Schema raffigurante le aree adibite al linguaggio e all'analisi dei suoni captati.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

L'apparato uditivo, durante il percorso di evoluzione della specie, si è sviluppato anche in funzione delle capacità vocali dell'uomo; il linguaggio è infatti alla base quando si parla di sviluppo delle attività cognitive umane, grazie alle quali è possibile distinguere le caratteristiche della vocalizzazione e condividere le conoscenze. Si sono quindi definite delle regioni cerebrali che consentono la produzione di un discorso coerente: l'**area di Broca**⁸ e di **Wernicke** (figura 1.3).⁹ La prima consente di organizzare un pensiero attraverso strutture grammaticali corrette, mentre la seconda area è necessaria per il riconoscimento delle parole e dei nomi. La percezione di quest'ultimo risulta un'analisi assai complessa perché ogni singola parola ascoltata viene analizzata sia singolarmente sia nel contesto, in modo da conferirgli un significato preciso. L'espressione linguistica è quindi il risultato di una combinazione dell'analisi *bottom up*, per il risultato precedentemente descritto, e dell'influenza *top down* dei processi cognitivi. Esiste un'ulteriore area adibita all'analisi del suono, definita genericamente come **corteccia uditiva**, la quale si posiziona in entrambi i lobi temporali alla base della fessura interemisferica, suddividendosi in due parti principali: l'area primaria e l'area secondaria. L'area primaria è organizzata tono-topicamente, con cellule che rispondono solo a certe frequenze, toni e volumi, mentre le cellule che

⁸ Le parole della scienza, *Dizionario di anatomia*, Rizzoli Editore, Milano 1987, p. 19;

⁹ *Ibidem*, p. 201;

compongono l'area secondaria lavorano all'elaborazione di schemi armonici, melodici e ritmici.¹⁰

L'udito è strettamente connesso alla multisensorialità dell'uomo; basta pensare ad ogni volta che la persona riesce a percepire un suono attraverso uno degli altri sensi: vista, tatto, olfatto. Per facilitare la comprensione di questo concetto si può prendere come esempio la semplice comunicazione verbale dove il movimento labiale, analizzato quindi dalla corteccia visiva, collabora con le informazioni acustiche, in condizioni caotiche. Non solo lavorano contemporaneamente ma, in alcuni casi, sembrano prevalere gli elementi visivi rispetto a quelli sonori, ed è per questo che si può anche dire che **ciò che comprendiamo in realtà del linguaggio è correlato a ciò che vediamo.**¹¹

Un'altra cooperazione molto importante per l'udito è quella che avviene quotidianamente con il tatto; ogni oggetto o elemento in movimento crea delle onde sonore in grado di provocare vibrazioni all'interno degli elementi limitrofi. Attraverso la percezione tattile è quindi possibile captare queste onde trasformandole in informazioni ed input acustici.

Allo stesso modo in cui, a livello visivo, percepiamo come gradevoli forme semplici, così i suoni riconoscibili e chiari porranno l'ascoltatore in una condizione di comfort. I suoni piacevoli sono accumulati da alcuni elementi chiave come la periodicità, la regolarità e la coerenza nelle variazioni delle armoniche costituenti.

¹⁰ MALLGRAVE H. Francis, *L'empatia degli spazi: architettura e neuroscienze*, Raffaello Cortina Editore, Milano 2019.

¹¹ BUIATTI Eleonora, *Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione*, FrancoAngeli, Milano 2014, posizione kindle 1828 di 4973

2 | Regole di progettazione

A livello teorico le **onde sonore** sono descritte come variazioni di pressione dovute alla rarefazione e condensazione delle molecole; questi due fenomeni si possono osservare in presenza di vibrazioni derivate da oggetti o corpi in movimento. Il moto delle particelle gassose che compongono l'aria, dovuto al trasporto delle onde sonore, si spostano longitudinalmente, avanti e indietro, nella direzione del movimento della stessa. Graficamente parlando questa può essere descritta come un'onda sinusoidale le cui componenti sono: la lunghezza, l'ampiezza e il tempo.¹²

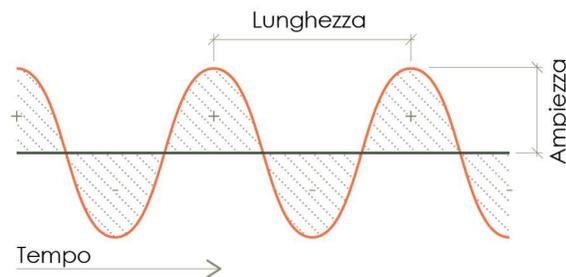


Figura 2.1

Onda sonora sinusoidale.

Figura in riferimento a Francesco BIANCHI, Roberto CARRATU, L'acustica in architettura, p. 67;

- la **lunghezza** d'onda viene descritta come la distanza percorsa dall'onda in un dato periodo;
- l'**ampiezza**, chiamata anche pressione sonora, è la distanza dalla cresta all'asse delle ascisse, ossia lo spostamento massimo delle molecole dalla posizione di equilibrio. All'aumentare di questo valore, cresce la forza con la quale viene colpito il timpano dell'orecchio e quindi l'intensità del suono;
- il **tempo** è la durata temporale di propagazione del suono.

¹² Francesco BIANCHI, Roberto CARRATU, *L'acustica in architettura*, Città Studi Edizioni, Novara 2007 (2011), Capitolo III – *Grandezze acustiche*, p. 65;

La propagazione sinusoidale, precedentemente descritta, è caratteristica di toni puri, non comuni fra i suoni che sentiamo tutti i giorni. Grazie al **teorema di Fourier** possiamo identificare i suoni consueti come combinazioni di onde sinusoidali in quanto sono complessi.¹³

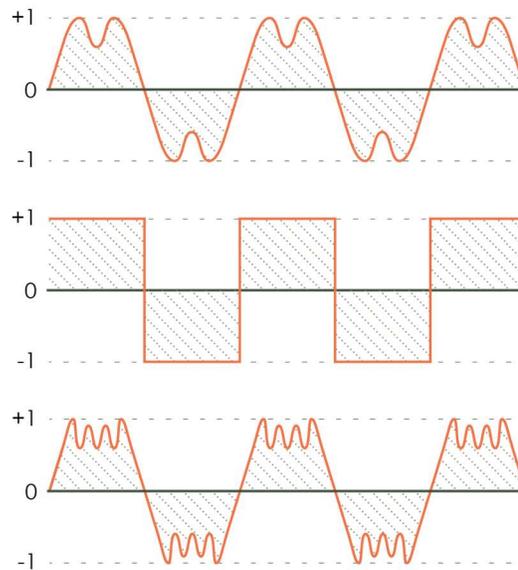


Figura 2.2

Esempi di onde sonore complesse

Schemi in riferimento alle immagini presenti nelle diapositive di Pisavisionlab – Udito: fisiologia e psicoacustica, 2009

L'onda sonora prodotta da uno o più elementi si propaga in tutte le direzioni all'interno di uno spazio tridimensionale e, per questo motivo, è suscettibile a fenomeni specifici come il riverbero, la rifrazione e la riflessione.¹⁴ Le onde sonore viaggiano quindi dalla loro sorgente attraverso l'aria ad una determinata velocità. Benché questa dipenda dalla temperatura e dalla

¹³ http://win.pisavisionlab.org/teaching/burr/PsicologiaPercezioneAttenzione_Modulo Percezione/Ch09_UditoPsicologiaPsicoacustica.pdf – Pisa Vision Lab, *Udito: Fisiologia e Psicoacustica*;

¹⁴ Giovanni Del ZANNA, *Uomo disabilità ambiente – ricerca dei criteri per una progettazione accessibile*, Abitare Segesta Spa, Milano 1996, Parte II, Capitolo I – *Vivere nell'ambiente costruito*, p. 55;

densità dell'aria nell'ambiente specifico, si può individuare un valore standard pari a 340 m/s in un ambiente con 0°C (pari a 1.193,04 km/h). Può essere propagato in qualsiasi materiale se caratterizzato da proprietà di massa e di elasticità: più il materiale è denso più sarà lenta la propagazione delle onde mentre sarà l'opposto con un materiale rigido.¹⁵

Mezzo di propagazione	Velocità indicativa (m/s)
Acciaio	5900
Cemento	3350
Gomma	1000
Legno	3300
Vetro	4000-5000

Tabella 1

Tabella riassuntiva della velocità di propagazione indicativa all'interno di alcuni materiali.

Francesco BIANCHI, Roberto CARRATU, L'acustica in architettura, p. 77;

Per conoscere un'onda acustica, bisogna prima di tutto capire i fattori principali che la caratterizzano, ossia l'intensità, l'altezza e il timbro. Una volta identificati, si può comprendere quali di queste caratteristiche possono perturbare la quiete della persona che sta vivendo un determinato ambiente:

- l'**intensità**, o volume del suono, indica la qualità sonora associata alla percezione della forza di un suono (determinata dalla pressione che l'onda sonora esercita sul timpano);
- l'**altezza**, o tonalità, permette di identificare se un suono è acuto o grave, in funzione della frequenza dell'onda sonora che lo ha generato;

¹⁵ Francesco BIANCHI, Roberto CARRATU, *L'acustica in architettura*, Città Studi Edizioni, Novara 2007 (2011), Capitolo III – *Grandezze acustiche*, p. 65;

- il **timbro**, invece, identifica il rapporto esistente tra ampiezza dell'onda e l'armonica prodotta.

L'intensità sonora risulta una delle caratteristiche principali da tener conto qualora si progettasse un ambiente. Essa rappresentando la quantità di energia che attraversa l'unità di area orientata normalmente alla direzione di propagazione, nell'unità di tempo.¹⁶

$$I = \frac{W}{S}$$

- W potenza sonora della sorgente, ossia l'intensità distribuita su un'intera superficie. È il flusso energetico che, nell'unità di tempo, attraversa una superficie genericamente individuata da una sfera¹⁷;
- S unità di area;

¹⁶ *Ibidem*, p.81;

¹⁷ *Ibidem*, p.82;

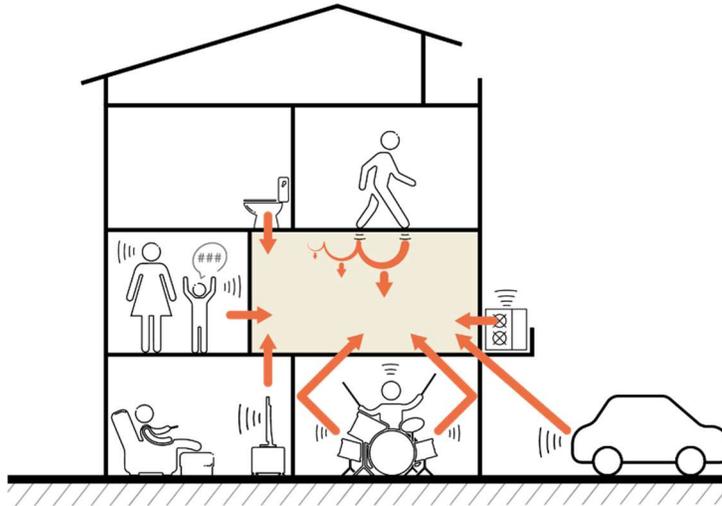


Figura 2.3

Rappresentazione schematica della diffusione delle onde sonore provenienti dall'esterno e/o da ambienti limitrofi.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Il sempre maggiore interesse per le tematiche di benessere ambientale in edilizia non può non tenere conto delle problematiche relative al rumore e all'inquinamento acustico. Lo studio acustico in edilizia è stato a lungo sottovalutato rispetto ad altre tematiche come ad esempio, il contenimento dei consumi energetici o la presenza di sostanze inquinanti negli edifici. Solo negli ultimi anni è stato riconosciuto come inquinante in grado d'influire pesantemente sulla salute delle persone. Negli spazi interni agli edifici sono spesso riscontrabili delle condizioni di disagio ambientale rilevate, nelle persone, a livello psico-fisico e secondo determinate patologie. La causa di questi mali è dovuta alle sollecitazioni sensoriali uditive generate da molteplici sorgenti, sia esterne sia interne all'ambiente. Per il progettista è fondamentale conoscere le cause dell'inquinamento *indoor* e i relativi interventi necessari per migliorare o evitare definitivamente gli effetti della sindrome da edificio malato (*Sick Building Syndrome*).¹⁸ Questa patologia si

¹⁸ Massimiliano NASTRI, *Introduzione al design vibro-acustico*, FrancoAngeli, Milano 1997 (2007), Capitolo I – L'inquinamento indoor generato dalle sollecitazioni dinamiche, p. 15;

verifica quando gli abitanti denunciano alcuni sintomi come mal di testa, nausea o affaticamento, unitamente a una sensazione di notevole disagio. Una delle principali cause di malessere all'interno di uno spazio, sia esso residenziale, commerciale o terziario, è l'inquinamento vibrazionale e acustico. Per sollecitazioni vibrazionali si intendono tutte quelle sollecitazioni che trasmettono direttamente ai componenti strutturali e non di un edificio; per esempio, possono essere generate dalla presenza di macchinari, impianti idrici o di condizionamento e dall'impatto che questi hanno su strutture come le solette. Esiste però, come specificato precedentemente, anche un inquinamento acustico derivante dall'esterno, ossia da tutti quegli elementi che producono suoni eccessivi, che si propagano anche all'interno degli ambienti. Il cosiddetto inquinamento *outdoor* deriva infatti dal traffico veicolare e ferroviario o dalla presenza di attività industriali o di costruzione. Durante la progettazione bisogna quindi tenere in considerazione l'**isolamento acustico** degli ambienti tramite l'applicazione di materiali e/o pannelli fonoassorbenti sulle superfici verticali e orizzontali, i quali attenuano notevolmente la trasmissione per via aerea delle sollecitazioni dinamiche.¹⁹

Il rumore ambientale è quindi costituito da tutte quelle componenti sonore associate a un dato ambiente, qualsiasi sia la loro sorgente. Negli spazi interni degli edifici, principalmente in quelli residenziali, gli effetti che l'esposizione costante al rumore causa sugli abitati variano in funzione delle caratteristiche fisiche del fenomeno acustico. In particolare, si può osservare una diversità di percezione del rumore in funzione al tempo e alle modalità di emissione e percezione del suono; per esempio, vengono definite come fastidiose, o *annoyance*, tutte quelle alterazioni temporanee delle condizioni psico-fisiche del soggetto. Possiamo quindi parlare rumori fastidiosi qualora il nostro orecchio percepisse un suono sgradevole che, sommato al rumore di fondo all'interno di un ambiente, causa un livello acustico superiore a 40 dBA di giorno (ore 6-22) e 30 dBA di notte (ore 22-6). La valutazione degli effetti di disturbo sonoro all'interno degli spazi non dipende solo da parametri matematici, ma dall'esame di altri parametri fisici riferiti appunto alle

¹⁹ *Ibidem*;

sollecitazioni di tipo acustico, ossia l'impulsività, le componenti tonali e le modalità di emissione.²⁰

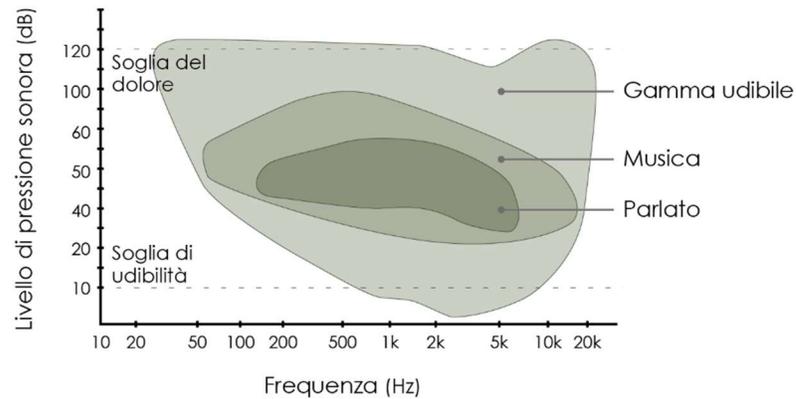


Figura 2.4

All'interno del grafico vengono individuate le aree di sensazione sonora, date dal rapporto tra il livello di pressione sonora (dBA) e la frequenza (Hz) dell'onda sonora.

Immagine in riferimento a Francesco BIANCHI, Roberto CARRATU, L'acustica in architettura, p. 92;

All'interno della tabella 2 possiamo osservare come, a seconda della tipologia di ambiente e dall'attività riconducibile al suo interno, i valori del livello acustico variano. Il livello di **pressione sonora**, o livello sonoro, è una misura logaritmica della pressione sonora efficace di un'onda sonora rispetto ad una sorgente di riferimento.²¹ A seconda del valore del livello acustico potremo avere un rumore fastidioso o nocivo per la persona che vive lo spazio:

- 0-35 fastidioso;
- 36-65 molto fastidioso;
- 66-85 affaticamento;
- 86-115 danno psichico e neurovegetativo.

²⁰ *Ibidem*;

²¹ Francesco BIANCHI, Roberto CARRATU, *L'acustica in architettura*, Città Studi Edizioni, Novara 2007 (2011), Capitolo III – *Grandezze acustiche*, p. 65;

Ambiente	Livello acustico (dBA)
Ufficio	25-30
Luogo di lettura	25-35
Luogo di studio/lezione	30-35
Appartamento e albergo	25-35
Abitazione (zona giorno)	30-35
Abitazione (zona notte)	20-25

Tabella 2

Tabella riassuntiva dei limiti di rumorosità espressi mediante il livello acustico.

Massimiliano NASTRI, Introduzione al design vibro-acustico, p. 61.

Gli effetti fisiologici sull'organismo dovuti al quantitativo di rumore in cui il soggetto è immerso, si possono suddividere in breve o lungo termine. Nel primo caso si considerano le conseguenze che interessano la muscolatura volontaria, secondo delle risposte minimali dello stato di tensione muscolare. In particolare, un uomo sottoposto ad una pressione acustica compresa tra i 90 e i 120 dBA, involontariamente, chiuderà gli occhi o contrarrà i muscoli facciali.²²

La comparsa di effetti fisiologici a lungo termine sull'organismo, conseguenti ad un'esposizione prolungata al rumore, in quanto legati alla liberazione di ormoni all'interno il circuito sanguigno. Questo provoca degli effetti che possono essere ricondotti a fenomeni di *stress* come, per esempio, gastriti, emicranie ed ulcere. In linea generale, gli effetti di disturbo possono influenzare anche le capacità verbali e, a livello lavorativo, influiscono sull'attenzione, sulla rapidità, sul rendimento e sulla qualità di quest'ultimo.

La normativa italiana, anche in questo caso, impone dei limiti di legge da rispettare per poter progettare consapevolmente in ambito acustico. Sono elementi fondamentali per comprendere come l'ambiente in cui viviamo e

²² Massimiliano NASTRI, *Introduzione al design vibro-acustico*, FrancoAngeli, Milano 1997 (2007), Capitolo I – *L'inquinamento indoor generato dalle sollecitazioni dinamiche*, p. 15;

lavoriamo sia circondato da elementi di disturbo e, di conseguenza, quali precauzioni si possono prendere in fase di progettazione. Se non trattati questi rumori possono generare ambienti in cui la persona faticherà a stare, provando in continuazione una sensazione di malessere generale che, sul lungo periodo, può trasformarsi in problemi di salute più gravi. La prima legge da identificare è il **D.P.C.M. del 5 dicembre 1997** – “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici” – nella quale vengono imposti i livelli di rumore massimo delle sorgenti sonore interne agli edifici e, di conseguenza, i relativi requisiti acustici. Al suo interno vengono suddivisi gli edifici e i parametri d'inquinamento acustico in funzione della categoria: residenziali, terziari o commerciali.²³ Il decreto dichiara che, in fase d'ideazione degli spazi, devono essere presi in considerazione tre elementi fondamentali:

- in *primis*, deve essere studiato e progettato un sistema acusticamente performante tramite l'installazione di un materiale isolante;
- la stessa scelta del materiale isolante deve essere effettuata con criterio e consapevolezza;
- la stessa posa in opera del sistema isolante deve essere fatta “a regola d'arte”, evitando così l'insorgenza di ponti acustici.²⁴

All'interno della normativa, vengono poi definiti alcuni parametri di riferimento suddivisi a seconda della loro funzione. Nello specifico:

R'_w	indice del potere fonoisolante apparente;
$L'_{n,w}$	indice del livello di rumore di calpestio dei solai;
$D_{2m,nT,w}$	indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata;
L_{ASmax}	livello di pressione sonora ponderata, misurata con costante di tempo;
L_{Aeq}	livello equivalente di pressione sonora ponderata.

²³ G. CELLAI, S. SECCHI, L. BUSA, *La protezione acustica degli edifici*, Alinea Editrice, Firenze 2005, Capitolo II – D.P.C.M. 5/12/97: requisiti acustici passivi degli edifici, p. 5;

²⁴ <https://www.ingenio-web.it/21890-isolamento-acustico-la-corretta-progettazione-nel-rispetto-della-normativa> – ISOLMANT, *Isolamento acustico: la corretta progettazione nel rispetto della normativa*, Novembre 2018;

Per ciascuno dei precedenti parametri e a seconda della tipologia di edificio che si vuole analizzare o progettare, la normativa impone dei valori limite da rispettare in opera, ossia a cantiere finito. Nella tabella successiva si va ad identificare quali sono i valori indicati per quanto riguarda gli edifici adibiti a residenza o assimilabili (categoria A).

Categoria	Valori espressi di dBA				
	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
A	55	45	58	35	35

Tabella 3

Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici.

Tabella A/B presente all'interno del D.P.C.M. del 5 novembre 1997, art.2.

I precedenti valori acustici impongono, come già detto precedentemente, una progettazione su misura, identificando, per ogni parametro, uno schema di calcolo. Per esempio, per l'isolamento acustico al rumore di calpestio, $L'_{n,w}$, viene predisposto un modello all'interno della **UNI EN ISO 12354**, utilizzabile per la progettazione di divisori orizzontali. Questo modello si basa su un'equazione specifica la quale coinvolge tutti gli elementi responsabili della trasmissione del rumore ovvero: la componente diretta (solaio di base, il sistema di pavimentazione e il controsoffitto), e le perdite di isolamento per fiancheggiamento laterale.²⁵

$$L'_{n,w} = 10 \lg (10^{L_{n,d,w}/10} + \sum 10^{L_{n,d,w}/10})$$

La trasmissione diretta al rumore trasmesso $L_{n,d,w}$ è calcolabile tramite la seguente espressione:

$$L_{n,d,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w - \Delta L_{d,w}$$

$L_{n,eq,0,w}$ livello di rumore da calpestio riferito al solaio privo dello strato di massetto galleggiante;

²⁵ *Ibidem*;

ΔL_w	indice di valutazione relativo alla riduzione dei rumori di calpestio dovuto alla presenza del massetto galleggiante;
$\Delta L_{d,w}$	indice di valutazione relativo alla riduzione dei rumori di calpestio dovuto alla presenza di uno strato addizionale nel locale ricevente (controsoffitto).

Si può prendere come esempio un immobile esistente al cui interno non vengono rispettati i parametri di riferimento precedentemente enunciati. In questo caso è comunque possibile adottare accorgimenti che vadano a migliorare le condizioni di benessere acustico. Infatti, le normative di riferimento indicano varie soluzioni sia per le nuove costruzioni sia per le ristrutturazioni di edifici esistenti. Come già accennato nel paragrafo precedente, gli elementi su cui ci si basa per effettuare una valutazione delle prestazioni acustiche di un'unità immobiliare sono:

- solai;
- facciate;
- muri divisori tra le diverse unità;
- impianti privati e/o condominiali.

L'isolamento acustico della facciata, per esempio, è determinato dall'indice di valutazione $D_{2m,nT,w}$ presente all'interno dell'UNI EN ISO 12354, calcolato in funzione di caratteristiche specifiche del sito:

- le prestazioni acustiche dei singoli elementi costituenti, ovvero il materiale di costruzione, le componenti finestrate e i piccoli elementi che possono presentare dispersioni acustiche (per esempio le prese d'aria, le bocchette di ventilazione);
- la forma stessa della facciata, e la relativa superficie interna che si affaccia sugli ambienti abitabili;
- il volume dell'ambiente di cui si verifica la facciata;
- il valore di riferimento del tempo di riverbero.

A seconda della problematica riscontrata all'interno di uno spazio possono esserci diverse tipologie d'intervento con le quali è possibile modificare alcune caratteristiche acustiche, migliorando l'insonorizzazione interno/esterno. Ad esempio, nel caso dell'intervento sulla facciata si può ottenere un netto miglioramento sostituendo ed installando nuovi infissi definiti da un uso consapevole di materiali in grado di rallentare sostanzialmente le onde sonore emesse all'esterno dell'abitazione (lavori in corso, macchine in movimento o flusso di persone). La valutazione e il confronto di diversi tipi di materiali utilizzati per gli infissi, permette di diversificare la possibilità di scelta proposta all'utenza. La soddisfazione di quest'ultima non deve essere sottovalutata in quanto ogni intervento che si effettua può variare il comfort interno.²⁶ La tematica acustica ha acquisito talmente tanta importanza che la valutazione dell'inquinamento acustico all'interno di uno spazio possa influenzare la quotazione di mercato degli immobili. Una casa isolata sia dall'esterno sia nelle sue componenti interne (si pensi ai bagni o alle residenze vicine se si tratta di un appartamento) valga economicamente parlando di più rispetto ad una casa non progettata sotto questi aspetti. La norma **UNI 11367**, ad esempio, è fondamentale per capire come le unità vengano classificate acusticamente; al suo interno troviamo i valori di riferimento riguardo alle tematiche sul tempo di riverbero (T), sulla chiarezza (C50) e sull'indice di trasmissione del parlato (STI).

²⁶ *Ibidem*;

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- D.P.C.M. del 5/12/1997 Legge quadro sull'inquinamento acustico;
- UNI 8199/98 Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione;
- UNI EN ISO 717-1 Valutazione delle prestazioni acustiche degli edifici;
- UNI EN ISO 140-3 Prestazioni acustiche dei divisori interne e la relativa procedura di calcolo;
- UNI EN ISO 12354 Calcolo delle prestazioni acustiche in opera dei componenti edilizi;
Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti;
Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti;
Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea;
Parte 4: Trasmissione del rumore interno all'esterno;
Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici;
Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi.
- UNI TR 11175 (2005) Guida alle norme serie UNI EN 12354
Previsione delle prestazioni acustiche degli edifici.
Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale.

- UNI 11367: 2010 Classificazione acustica delle unità immobiliari
Procedura di valutazione e verifica in opera
- UNI 11444 : 2012 Classificazione acustica delle unità immobiliari
Linee guida per la selezione delle unità immobiliari in edifici con caratteristiche non seriali.
- UNI 11532-1: 2018 Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinanti.

Suono e spazio

Il connubio tra architettura e suono esiste da secoli, comprendendo diversi fattori e campi disciplinari come la sociologia, la religione, la psicologia e la musica. L'elemento acustico, sebbene venga spesso considerato a se stante, in realtà è una presenza comune ad ogni spazio architettonico ed urbano, legata sia alla conformazione dell'ambiente sia alle sue condizioni d'uso.²⁷ La difficoltà che emerge in fase progettuale è quella inerente al cambiamento percettivo, ossia passare da un riferimento prettamente visivo ad uno basato sul suono, traslando quindi da una percezione lineare (vista) ad una temporale (suono). Ad oggi la progettazione sonora viene presa in considerazione o all'inizio del progetto o a posteriori. Procedendo su un edificio esistente le opzioni di migliorie acustiche, come già accennato nel capitolo precedente, si basano nella valorizzazione degli elementi già presenti in sito o sul miglioramento dell'impatto del suono attraverso filtri, barriere o pannelli assorbenti. La progettazione di un nuovo edificio, invece, deve necessariamente tenere in considerazione sia le esigenze visive sia le esigenze sonore, attraverso quindi un approccio ideativo multisensoriale.²⁸

All'interno di una struttura architettonica si possono individuare diverse tipologie di ritmi che influenzano il paesaggio sonoro: a seconda che sia giorno o notte, oppure estate o inverno, si avranno dei suoni caratteristici differenti. Questa ciclicità di suoni, propria del paesaggio in cui si trova l'edificio, può essere in parte riprodotta ed imitata, rendendo acusticamente piacevole il soggiorno nell'ambiente. Ogni suono comporta una percezione ed una conseguente emozione e reazione all'interno della persona. In linea generale, possiamo andare a definire alcuni tipi di suono che, ascoltati, influenzano la persona ponendola in una condizione di *relax*. Questi ritmi rilassanti possono

²⁷ Giacomo BAUDI, *Suono e spazio – Strumenti per valorizzare il patrimonio sonoro locale*, Tesi di laurea in Architettura del Politecnico di Torino, a.a. 2017/2018, *Introduzione*, p.5;

²⁸ Martino MOCCHI, *Il suono dell'architettura – Paesaggio sonoro e multisensorialità*, Dottorato di ricerca del Politecnico di Milano, 2015, *Introduzione: Inquadramento della ricerca*, p.11;

essere identificati nel mondo naturale: per esempio l'acqua, fin dalle origini, è sempre stato identificato come l'elemento naturale che, grazie alle sue infinite trasformazioni, riesce a procurare nell'uomo una sensazione di piacere.²⁹ Già Vitruvio, all'interno del *De Architectura*, riportava precise indicazioni inerenti alla costruzione di organi idraulici per modellare il paesaggio tramite l'uso dell'acqua.

Così come nel campo musicale si parla di armonia, di equilibrio e di ritmo, così anche in architettura possiamo identificare le stesse espressioni. Il compositore ha il compito di produrre una melodia che riesca a produrre, all'interno dell'ascoltatore, sensazioni piacevoli, in grado quindi di scaturire emozioni e sentimenti. Allo stesso modo il progettista ha il compito d'identificare spazialità che non generino, all'interno del visitatore, sensazioni contrastanti.³⁰ Lo spazio assume quindi un ruolo fondamentale quando si parla di *Sound Design*: a seconda delle dimensioni, della forma e dei materiali con cui si definiscono gli ambienti si otterranno acustiche differenti. Possiamo quindi parlare di architetture invisibili, ossia di spazialità percepite non solo attraverso la vista e la propriocezione, ma dal punto di vista sonoro.

La scelta materica risulta quindi necessaria per la percezione emotiva o "narrativa" del suono, poiché ogni materiale ha caratteristiche di trasmissione e risonanza differenti, generando di conseguenza armoniche precise. Bisogna qui differenziare la tipologia d'intervento acustico che si vuole effettuare, ossia se è necessario un intervento di isolamento acustico per prevenire la diffusione dei rumori dall'esterno all'interno dell'ambiente o se è necessario l'inserimento di elementi che gestiscano le onde sonore provenienti da una o più sorgenti posizionate nello spazio. Nel primo caso, l'isolamento acustico deve passare necessariamente attraverso la conoscenza dei materiali, i quali possono essere suddivisi in fonoisolanti o fonoassorbenti. I materiali **fonoassorbenti** vengono utilizzati per la loro capacità di annullamento della propagazione delle onde sonore, le quali una volta che entrano in contatto con la superficie si

²⁹ Giacomo BAUDI, *Suono e spazio – Strumenti per valorizzare il patrimonio sonoro locale*, Tesi di laurea in Architettura del Politecnico di Torino, a.a. 2017/2018, Capitolo II - *Elementi naturali come parte del paesaggio sonoro*, p.29;

³⁰ *Ibidem*, Capitolo III – *Costruire a partire dai suoni*, p.51;

trasformano in calore. Ciò permette un miglioramento netto dell'acustica all'interno dello spazio, annullando il suono proveniente dall'esterno. All'interno di questa macro-categoria possiamo trovare diversi prodotti, differenziabili a seconda della materia prima e del processo di fabbricazione. Possiamo quindi suddividerli in:

- minerali lana di roccia e di vetro;
- vegetali sughero, fibra di legno, canapa e juta;
- sintetici polistirene e poliuretano.³¹

Una delle caratteristiche principali quando si parla di materiali fonoassorbenti è la **porosità**, in quanto è uno dei parametri che ne determinano l'efficacia, insieme alla densità e alla rigidità strutturale. I pannelli realizzati con materiali porosi sono adatti, principalmente, ad assorbire alte e medie frequenze. Per materiali **fonoisolanti**, invece, s'intendono tutti quei prodotti utili alla riflessione delle onde sonore, non dissipandole negli ambienti adiacenti (il piombo e la gomma). Si opta per questa tipologia di prodotti non solo per le proprietà tecniche ma, anche, per le caratteristiche fisiche (spessore ridotto), le quali comportano una facile lavorazione e installazione.³² In linea generale, possiamo dire che la capacità di un materiale fonoisolante per le alte e le medie frequenze, è data dalla sua massa per metro quadro. In campo architettonico, la scelta deve necessariamente essere supportata dall'utilizzo che si vuole fare dello spazio progettato. Qualora al suo interno si voglia installare un impianto acustico che necessita un ascolto preciso, bisogna optare per l'utilizzo di materiali fonoassorbenti. Nel caso, invece, di residenze è preferibile una combinazione di materiali fonoassorbenti e fonoisolanti al fine di migliorare l'isolamento acustico, limitando la trasmissione del segnale negli spazi limitrofi o dall'esterno all'interno (figura 2.5).³³

³¹ <https://www.infobuild.it/approfondimenti/isolamento-acustico-materiali-fonoassorbenti-e-fonoisolanti/> - InfoBuild, *Isolamento acustico: materiali fonoassorbenti e fonoisolanti*, 2017

³² *Ibidem*;

³³ <https://blog.casanoi.it/isolamento-acustico-differenza-fonoisolanti-fonoassorbenti/> - Arch. Carmen GRANATA, *Isolamento acustico: differenza tra materiali fonoisolanti e fonoassorbenti*, 2016;

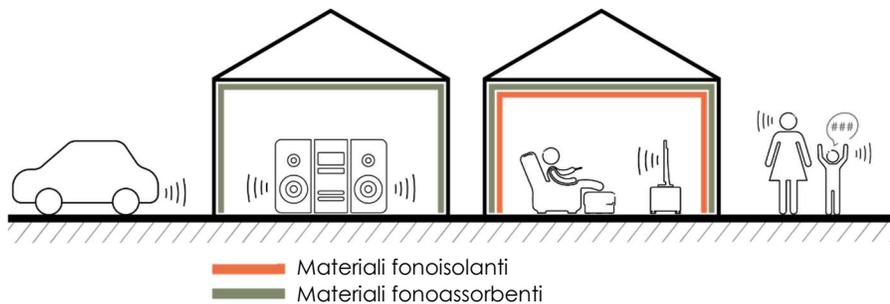


Figura 2.5

Immagine rappresentativa dei casi precedentemente descritti. Da sinistra verso destra troviamo: ambiente dedicato ad un ascolto specifico, isolato con materiale fonoassorbente, mentre nell'ambiente a destra troviamo un isolamento composto (fonoassorbente e fonoisolante) per l'uso quotidiano.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019

Si viene a formare una nuova figura professionale, il *designer* acustico, il quale ha il compito di comprendere alla perfezione l'ambiente che ha di fronte e possedere le giuste competenze in campo acustico, in psicologia, sociologia e musica. Una volta riscontrate le problematiche all'interno di un ambiente, ossia quali suoni presenti possono risultare nocivi e quali no, il compito del professionista è quello di eliminarli o contenerli il più possibile. È quindi fondamentale definire una progettazione sonora che generi situazioni di equilibrio tra suoni naturali ed artificiali, umani e tecnologici, acuti e gravi, continui e discontinui. Il ciclo circadiano³⁴ può essere utile durante la fase progettuale in quanto le misurazioni fisiologiche possono essere un riferimento utile per la definizione degli spazi attraverso i suoni. Ad oggi, il lavoro del *designer* acustico non è dettato da leggi, normative o formule ma è piuttosto un insieme di principi da utilizzare per giudicare e correggere gli ambienti:

- deve essere rispettato l'orecchio e la voce della persona che vive l'ambiente: quando l'apparato uditivo risente di uno spostamento di soglia o quando la voce non riesce a farsi sentire allora possiamo parlare di un ambiente nocivo;

³⁴ Con **ritmo circadiano** si intende l'orologio biologico, il cui periodo è di 24 ore, durante il quale si ripetono periodicamente determinate condizioni all'interno del nostro corpo. L'orologio circadiano è un complesso sistema interno regolato da molteplici fattori e basato su stimoli esterni al corpo. Per esempio, il ritmo di sonno-veglia è regolato in base alla luce e alla temperatura dell'ambiente.

- la consapevolezza che ogni suono ha un valore simbolico e, di conseguenza, non può essere considerato solo un segnale funzionale;
- risulta molto importante anche conoscere i ritmi e i tempi del paesaggio sonoro naturale;
- infine, bisogna comprendere i meccanismi di equilibrio grazie ai quali è possibile correggere un paesaggio sonoro compromesso.³⁵

Il progettista, sia esso un *sound* o *interior designer*, deve necessariamente comprendere che anche la disposizione degli elementi all'interno dell'edificio può alterare acusticamente il progetto; infatti, qualsiasi oggetto inserito all'interno dell'ambiente può generare delle riflessioni acustiche che, a loro volta, possono portare a disturbi psico-fisici nell'uomo. L'approccio più semplice per capire se l'ambiente progettato risulta corretto acusticamente si basa sullo studio del cammino dei raggi sonori via via riflessi dalle superfici delimitanti, nell'ipotesi semplificativa di riflessione speculare (acustica geometrica). Questo tipo di calcolo può essere utilizzato solo qualora le lunghezze d'onda risultino ridotte rispetto alle dimensioni della stanza e delle superfici sulle quali si riflettono. Nel caso in cui le precedenti condizioni non risultano verificate, allora si dovrà tener conto della natura ondulatoria delle onde, considerando l'ambiente come un sistema complesso ove possono coesistere un gran numero di onde stazionarie di diverse lunghezze d'onda λ . Per comprendere come un progettista può studiare un ambiente acusticamente adatto, bisognerà analizzare i principali fattori che possono influenzare la resa finale, ossia quello di riflessione, trasmissione e di assorbimento. Questi possono variare a seconda dell'angolo d'incidenza e della frequenza delle onde sonore presenti.³⁶

Il primo fattore, ossia la riflessione, si verifica quando l'onda sonora incontra un oggetto di grandi dimensioni, "rimbalzando" sulla superficie con un angolo uguale ed opposto a quello d'incidenza. Per questo motivo il suo calcolo si basa sull'intervallo di tempo che trascorre tra l'emissione del suono dalla fonte

³⁵ Giacomo BAUDI, op. cit, p.69;

³⁶

https://architettura.unige.it/did/12/architettura/terzo0708/fisicatecnica/capitoli/cap12_II.pdf
- Università di Genova, *Acustica architettonica*;

originaria, a quando quest'ultimo viene percepito nuovamente in seguito alla riflessione sonora. Questo fenomeno acustico si può verificare in due modi: come riverbero o come eco. Qualora il divario di tempo sia maggiore di un decimo di secondo, allora si può parlare di eco altrimenti, se inferiore, si definisce riverbero. In quest'ultimo caso, per esempio, la percezione sonora risulta assai differente rispetto alla precedente, poiché l'uomo riuscirà a udire un unico segnale acustico prolungato del tempo. All'interno di uno spazio residenziale, se non viene trattato, questo rumore può portare a interferenze con gli altri suoni presenti e, addirittura, alterare il benessere della persona.³⁷ Ciò non significa che bisogna annullare completamente le riflessioni all'interno di una struttura, ma esistono dei tempi convenzionali ottimali in relazione alla destinazione d'uso dello spazio. Questi valori vengono dedotti dall'esperienza, e vengono valutati in funzione del volume dell'ambiente:³⁸

$$\tau_{ott,1000} = K \cdot V^{\frac{1}{n}}$$

$\tau_{ott,1000}$ il valore del tempo ottimale di riverberazione considerato alla frequenza di 1000 Hz;
 K, V costanti da considerarsi nei diversi casi di utilizzo dello spazio:

Attività	K	V
Parola	0.3 – 0.4	6 – 9
Musica leggera	0.5 – 0.6	6 – 9
Musica organistica	0.7 – 0.8	6 – 9

Tabella 4

Valori delle costanti K e V presenti all'interno della formula per il calcolo del riverbero ottimale all'interno di una struttura, in funzione dell'attività svolta.

Tabella presente all'interno del file *Acustica architettonica*, Università di Genova, p.16.

³⁷ <https://www.marvinacustica.it/riflessione-del-suono-trasmissione-suono/> - Marvinacustica S.r.l., *Riflessione del suono e trasmissione del suono: cosa sono*, novembre 2018;

³⁸ https://architettura.unige.it/did/l2/architettura/terzo0708/fisicacustica/capitoli/cap12_II.pdf - Università di Genova, *Acustica architettonica*;

La trasmissione, d'altro canto, è la parte di energia che l'onda sonora disperde tra gli ambienti o verso l'esterno. Quando l'onda incontra una superficie, sia essa verticale o orizzontale, una parte riesce ad attraversare la struttura, "inquinando" acusticamente le stanze limitrofe.

In fase progettuale, esistono diverse tipologie di materiali che possono essere sfruttati per assorbire o riflettere un determinato suono all'interno dello spazio. Il progettista deve individuare:

- eventuali elementi di disturbo acustico, quali per esempio, ascensori, macchinari di condizionamento e così via, in modo da poterli isolare acusticamente;
- elementi sonori caratteristici che possano essere considerati positivi per il benessere acustico; per esempio, la presenza nelle vicinanze di elementi naturali.

Si deve quindi analizzare un ambiente dal punto di vista acustico poiché, come all'interno di un film, un determinato suono può alterare gli aspetti narrativi ed emotivi di una storia o, nel nostro caso, di un ambiente.³⁹

³⁹ <http://designingsound.org/2014/09/29/sonic-architecture/> - Miguel ISAZA, *Sonic Architecture*, 2014;



OLFATTO

In tempi primordiali il comportamento umano si basava anche sul riconoscimento olfattivo per valutare i pericoli ai fini della sopravvivenza.

Ad oggi le tecniche di *neuroimaging* hanno permesso di ipotizzare aree differenti nel cervello dedicate, rispettivamente, agli odori piacevoli e a quelli sgradevoli. Ogni individuo è caratterizzato da un odore ben preciso, collegato con il suo sistema immunitario; ciò comporta che l'odore che l'uomo percepisce all'interno di un ambiente sarà influenzato dalle persone che vi saranno all'interno. Inoltre, l'uomo riconosce come odore gradevole l'odore di persone a lui care, ossia quelle con le quali ha stretto rapporti interpersonali, mentre identifica come odori sgradevoli quelli percepiti in particolari situazioni; per esempio, locali sovraffollati o luoghi chiusi.

Diviene facile pensare che l'odore che sentiamo la prima volta che vediamo una persona influenza positivamente o negativamente la prima impressione.

1 | L'apparato olfattivo

Per comprendere l'importanza dell'apparato olfattivo all'interno del fenomeno percettivo, basta pensare alla sua capacità di alterare la comprensione di uno spazio e/o di una persona, attivando determinate aree cerebrali. In queste ultime possiamo ritrovare zone deputate alle emozioni, alla memoria, alla reazione motoria, all'attività multimodale¹ e al linguaggio.

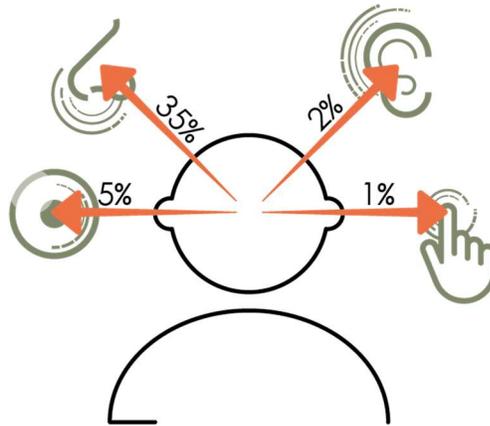


Figura 1.1

Schema rappresentativo dei risultati ottenuti sugli studi effettuati dalla Rockefeller University, in cui si dimostra che la memoria olfattiva superi quelle degli altri sensi percettivi.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Così come gli altri sensi anche in questo caso la conoscenza di un elemento si fonda sull'esperienza della stessa; percepire una traccia olfattiva già conosciuta può portare, inconsciamente, al ricordo di un evento passato, sia esso positivo o negativo. Più l'evento ha scosso emotivamente la persona interessata, allora maggiore sarà la capacità di ricordare le caratteristiche dell'odore. In particolare, l'olfatto, rispetto agli altri sensi, appare caratterizzato

¹ ossia la comunicazione basata sull'utilizzo di più di un senso contemporaneamente. Per esempio, possiamo parlare di comunicazione multimodale quando definiamo la televisione e il cinema, i quali comunicano attraverso il suono, le immagini e le scritte.

da una stretta correlazione emotiva, dovuta principalmente alla conformazione anatomica del sistema nervoso centrale (SNC). Rispetto alla vista e all'udito, infatti, l'olfatto presenta maggiori connessioni con le aree del cervello adibite prevalentemente al controllo delle emozioni, ossia il sistema limbico e l'ipotalamo.² Studi recenti della Rockefeller University hanno dimostrato che il ricordo olfattivo sia decisamente più duraturo rispetto a quello degli altri sensi; tutto ciò è imputabile alla capacità di legare un grande numero di dettagli ad uno stimolo olfattivo.³ All'interno del risultato della ricerca sono state pubblicate le percentuali di quanto le persone, in base al senso preso in considerazione, riescano a ricordare con precisione, indicando: l'1% per la percezione tattile, il 2% per la percezione uditiva, il 5% per la percezione visiva, il 15% per la percezione gustativa e, infine, fino al 35% per la percezione olfattiva (figura 1.1).⁴ Per sottolineare il concetto possiamo, per esempio, prendere in considerazione scene di vita quotidiana quando, passeggiando per un luogo affollato, una persona potrebbe ricordarne un'altra o un'esperienza connessa con essa sentendo un odore simile al suo oppure, entrando all'interno di un ambiente, l'odore presente potrebbe ricordare un luogo preciso del suo passato.

Gli stimoli olfattivi possono essere suddivisi in due macro-categorie:

- stimoli **semplici** i quali contengono un unico tipo di molecola;
- stimoli **complessi** ovvero quelli che contengono più di un tipo di molecola, alla cui base possiamo trovare sostanze odorose naturali o sintetiche.

È importante però sottolineare che la risposta che il cervello elabora in funzione agli stimoli, siano essi semplici o complessi, non è in relazione al quantitativo di molecole differenti; in sostanza, non è detto che ad uno stimolo

² https://www.openstarts.units.it/bitstream/10077/4561/1/Romoli_phd.pdf - Laura ROMOLI, *Studio fmri dell'olfatto. Componenti percettive e cognitive dell'elaborazione corticale di quattro aromi familiari*, Dottorato di ricerca dell'Università degli studi di Trieste, rel. Paolo Battaglini, a.a. 2009-10;

³ <https://www.galileonet.it/quanto-e-potente-il-senso-dellolfatto/> - Simone VALESINI, *Quanto è potente il senso dell'olfatto*, Marzo 2014;

⁴ <https://www.socialup.it/olfatto-e-memoria/> - Emanuele PUNZI, *Olfatto e memoria: come gli odori si legano alle emozioni*, Maggio 2016;

semplice il cervello elabori una risposta semplice, ossia una definizione chiara e oggettiva dell'odore percepito. La complessità degli stimoli va da un numero limitato di due o tre sostanze che compongono alcuni odori, fino ad arrivare a 400 nel caso di miscele floreali. Il progettista, per plasmare la componente olfattiva in un determinato ambiente, deve conoscere quali siano le proprietà sensoriali principali dell'olfatto:⁵

- il **valore di soglia** si basa sulla quantità minima di una sostanza chimica che può essere percepita. Questi vengono espressi in una sostanza odorosa per miliardo di parti di solvente, rilevano un campo di variabilità pari a 10.000 unità⁶;
- la **soglia di rilevabilità**, invece, è la proprietà sensoriale che fa riferimento alla concentrazione minima in grado di produrre una risposta olfattiva da parte dell'utente;
- la **qualità dell'odore** è la capacità di differenziare un odore dall'altro, anche se entrambi hanno la stessa intensità. Questa proprietà è meglio nota come *scaling* multidimensionale o di profilazione;
- infine, il **tono edonico**⁷ è la proprietà di riferimento della gradevolezza o sgradevolezza di un determinato *input* olfattivo. Quando un odore viene valutato in laboratorio, in un contesto neutro, è possibile utilizzare una serie di scale di riferimento che valutano la percezione dell'intensità e il livello di fastidio percepito.⁸

In quest'ultima proprietà troviamo introdotto uno dei parametri che si trovano alla base della comprensione sensoriale olfattiva: l'**intensità**. Questo indice descrive il numero di molecole, presenti in un dato momento, che compongono una determinata sostanza gassosa; per esempio, in precise condizioni ambientali, una bassa concentrazione di odore sgradevole

⁵ BUIATTI Eleonora, *Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione*, FrancoAngeli, Milano 2014, posizione kindle 3274 di 4973;

⁶ per unità di odore viene indicato il rapporto tra concentrazione di un componente e il livello di soglia relativo;

⁷ È il bisogno di provare gradevoli emozioni; sentito principalmente dai bambini viene soddisfatto nell'infanzia tramite passatempi, giochi e letture. In età adulta questa necessità non si perde ma diviene più complessa la sua ricerca;

⁸ *Ibidem*;

potrebbe risultare neutro o addirittura piacevole e, viceversa. Dalla percezione dell'intensità dipendono anche i fenomeni di adattamento e di abitudine. Questi ultimi si possono riscontrare qualora, entrando in un ambiente non conosciuto, l'odore che percepiamo come nuovo, diviene dapprima conosciuto trasformandosi fino ad arrivare ad una condizione di neutralità. Tale processo è funzionale a mantenere un equilibrio olfattivo, lasciandoci la possibilità di percepire al meglio eventuali odori più significativi.

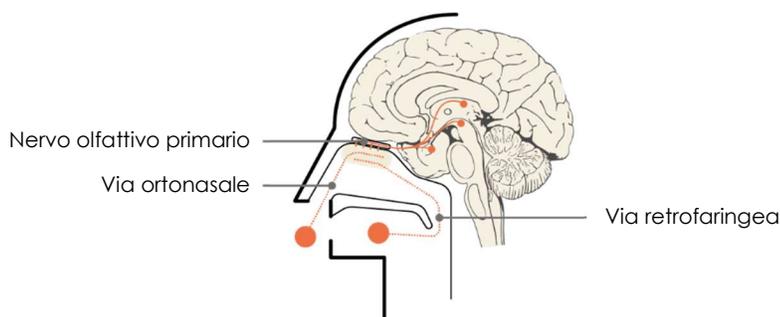


Figura 1.2

Schema raffigurante le vie principali della percezione olfattiva: via ortonasale e retrofaringea.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Il processo di percezione degli odori viene descritto secondo due modalità precise: ortonasale e retronasale (figura 1.2). La prima respirazione, definita anche come esterna, si applica immettendo aria attraverso le narici, alternando la velocità dell'aria introdotta a seconda della necessità specifica della persona. Le molecole dell'odore sono inalate per mezzo dell'aria che le trasporta dall'esterno fino alla corteccia olfattiva. La respirazione retronasale, invece, si differenzia dalla prima in quanto è un'attività interna all'organismo; quest'ultima coinvolge l'apparato orale-vestibolare, dove le componenti odorose, stimolando la rinofaringe, raggiungono l'apparato olfattivo. Inoltre, le due respirazioni differiscono anche per i dettagli percettivi assimilabili; l'olfatto ortonasale, a differenza di quello retronasale, è in grado di captare un numero decisamente maggiore di stimoli, evocando sensazioni relative ad elementi

piacevoli. L'anatomia dell'apparato olfattivo esterno risulta fondamentale per comprendere i motivi per cui la frase precedente risulta veritiera; nella fattispecie le due narici mettono a confronto l'input olfattivo, permettendoci di analizzare meglio la sua composizione e la loro ubicazione. In quest'ottica, anche il naso, come la percezione visiva ed acustica, collabora con gli altri sensi per farci individuare meglio la posizione degli oggetti o delle persone all'interno dello spazio. A differenza di ciò che si può pensare, la percezione olfattiva può essere considerata ipsilaterale, ossia una delle due narici segnalerebbe un grado di dominanza sull'altra, imponendo il risultato dell'analisi preliminare sugli emisferi cerebrali deputati alla comprensione degli *input* olfattivi. Conoscere un odore genera moti cerebrali soprattutto all'interno dell'emisfero destro influenzando quindi l'area dedicata al nostro sistema emotivo e motorio rispetto a quello analitico.⁹

L'aspetto incredibile della psicologia olfattiva risiede nella comprensione del processo che porta a distinguere gli odori. Ogni elemento che il nostro apparato olfattivo capta si compone di diverse **unità olfattive**, le quali vengono definite come componenti odorose; ogni qualvolta sentiamo un profumo dobbiamo ricordarci che non è singolo, unico, ma composto da diverse parti. Per esempio, quando sentiamo odore di banana in realtà in nostro senso ci inganna, facendoci percepire un unico sentore olfattivo; in realtà quell'odore è suddiviso in 350 componenti odorose, così anche per il caffè il cui odore è formato da circa il doppio delle componenti.

Il fenomeno precedentemente descritto viene chiamato di **raggruppamento dell'odore**, ossia un processo basato sul fatto che, quando respiriamo, il nostro cervello riconosce e raggruppa il complesso di odori, associandolo ad un elemento specifico, non riconoscendo quindi le singole componenti. La riuscita del processo di riunione dipende solo dalle cellule recettoriali olfattive situate all'interno delle cavità nasali: le molecole odorose assorbite riescono a unificarsi solo con i recettori proteici simili alla propria componente (figura 1.3). Successivamente vengono proiettati sull'area del

⁹ <http://www.ing-gdp.com/documents/il%20cervello%20ed%20il%20sistema%20olfattivo%20umano.pdf> – Giovanni DEL PAPA, *Il sistema olfattivo umano - uno studio teorico a livello di reti neurali*;

bulbo olfattivo dedicata; su di esso viene quindi a rappresentarsi un'immagine topografica dello stimolo. Ogni recettore risponde a diverse sostanze le quali, a loro volta, sono in grado di attivare diversi tipi di recettori. Questo comporta, a livello dei bulbi olfattivi, delle sovrapposizioni tra le zone di attivazione ed è per questo motivo che spesso degli odori provenienti da sostanze diverse ci sembrano uguali. L'uomo, teoricamente, può rilevare circa 10.000 sentori differenti ma non possiede lo stesso numero di recettori olfattivi. A differenza degli altri sensi, i recettori olfattivi non crescono con la persona, ma si rigenerano ogni sei giorni circa.¹⁰

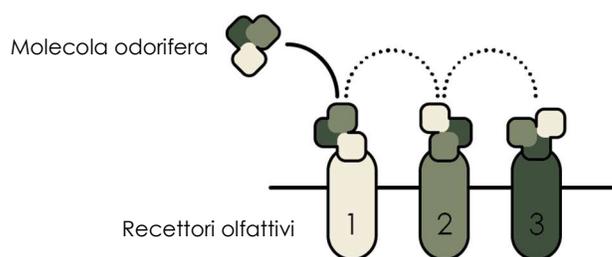


Figura 1.3

Schema semplificato di come una molecola odorifera, definita da molteplici componenti olfattiva, venga analizzata dai recettori olfatti specifici.

Immagine autoprodotta in riferimento alla figura a p.6 della lezione sull'olfatto di Visionlab di Pisa, Claudia Guarneri, 2019.

L'intero processo di captazione degli odori che si trovano attorno alla persona parte dal processo di respirazione che, come accennato precedentemente, comincia dall'assorbimento dell'aria presente nell'ambiente. Questa è formata anche da molecole odorose le quali risalgono le cavità nasali all'interno del flusso d'aria, suddiviso in due parti dal setto nasale. Il naso non è solo il luogo di contenimento dei recettori odoriferi,

¹⁰ http://win.pisavisionlab.org/teaching/burr/PsicologiaPercezioneAttenzione_Modulo Percezione/Ch13_Olfatto.pdf – olfatto;

ma ha diverse funzioni necessarie per il benessere psico-fisica della persona.¹¹ Infatti, all'interno delle narici:

- la temperatura cresce notevolmente in modo da annientare e filtrare eventuali organismi indesiderati che potrebbero far ammalare la persona;
- si vanno a generare delle correnti di aria turbolente, le quali limitano sì l'apporto di aria inalata al sistema olfattivo (solo il 10-15% riesce a raggiungerlo), ma sono utili anche nella fase di riconoscimento degli odori.

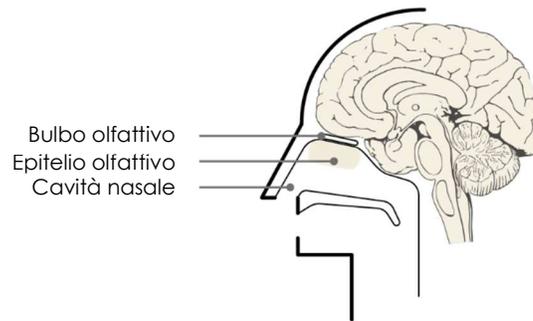


Figura 1.4

Rappresentazione schematica componenti del sistema olfattivo.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

Quest'ultimo punto risulta fondamentale se si vuole comprendere come il nostro sistema riesca a captare le componenti odorifere degli elementi che ci circondano. La turbolenza deriva dalla conformazione fisica della struttura nasale, in quanto nella parte superiore delle narici, dove si posiziona anche l'epitelio olfattivo, si trovano molteplici conche (figura 1.4). L'epitelio olfattivo è una delle aree aventi la maggiore densità di neuroni olfattivi in tutto il canale respiratorio; infatti, per gli esseri umani, si stima l'esistenza dai 20 ai 50 milioni di neuroni olfattivi localizzati in questa regione. Il loro compito è quello di fondersi con le molecole odorose captate dai recettori, andando a definire un *input*

¹¹ Le parole della scienza, *Dizionario di anatomia*, Rizzoli Editore, Milano 1987, p. 111;

olfattivo più accurato. Questa zona è composta da più strati di cellule che hanno funzioni differenti:

- cellule **recettrici** dell'olfatto chiamate anche cellule sensoriali. Sono neuroni aventi la funzione di trasdurre gli stimoli al sistema olfattivo;
- cellule di **supporto**, fondamentali per la produzione del muco ma non direttamente della percezione olfattiva;
- cellule **basali**, composte da cellule staminali, sono implicate nella neurogenesi¹² di cellule post-natali e nella rigenerazione dei recettori successivamente ad un danno.¹³

Le cellule recettrici sono costituite da un neurone bipolare con forma allungata a due estremità: un dendrite e un assone. Tramite gli assoni, i recettori entrano in contatto con i due bulbi olfattivi, dando avvio al primo livello di analisi dell'intero sistema olfattivo. Il bulbo olfattivo consiste in una struttura recettiva posizionata sulla superficie orbitale del lobo frontale in maniera simmetrica rispetto all'asse di simmetria del cranio. Anatomicamente parlando, quest'elemento è formato da sei strati e da diversi tipi cellulari, tutti fondamentali per la captazione, l'analisi e il trasporto dell'informazione. Lo strato che riceve gli assoni è costituito dai glomeruli, i quali vengono stimolati solo da una sostanza specifica dell'odore. Gli assoni, invece, si posizionano all'interno della scatola cranica, formando il tratto olfattivo, ossia le connessioni che raggiungono le diverse regioni del lobo frontale del cervello, tra cui la stessa corteccia olfattiva. Quando gli stimoli raggiungono quest'area corticale si passa dal rilevamento dell'odore alla sensazione vera e propria. I due bulbi olfattivi e la corteccia olfattiva formano insieme il rinencefalo, ossia il cosiddetto cervello olfattivo.¹⁴ Nell'atto della percezione olfattiva non esistono solo odori piacevoli o sgradevoli ma, tramite la percezione sensoriale, è possibile identificare odori irritanti, urticanti, dolorosi o con temperature

¹² La neurogenesi è il processo di formazione di nuove cellule nervose da cellule staminali neurali;

¹³ <http://www.ing-gdp.com/documents/il%20cervello%20ed%20il%20sistema%20olfattivo;%20umano.pdf> – Giovanni DEL PAPA, *Il sistema olfattivo umano - uno studio teorico a livello di reti neurali*;

¹⁴ <http://www.treccani.it/enciclopedia/olfatto/> - Enciclopedia Treccani, *Olfatto*;

differenti dalla captazione quotidiana. Questa capacità è possibile grazie al nervo trigemino le cui terminazioni si possono individuare nelle branche oftalmiche e mascellari. Essi rispondono alla natura chimica di un odore e, se la concentrazione è superiore alla soglia limite, allora il sistema trigemino si attiva e l'apparato olfattivo non percepisce quasi più l'odore. Ciò avviene plausibilmente a difesa del sistema percettivo il quale, durante la captazione dell'odore, potrebbe rimanere danneggiato. Uno degli esempi più semplici e quotidiano è l'assimilazione di una quantità abbondante di peperoncino; quando si assaggiano cibi estremamente piccanti, la risposta nel nervo evidenzia il fatto che una percentuale della capacità olfattiva della persona viene persa.¹⁵

¹⁵ <http://www.ing-gdp.com/documents/il%20cervello%20ed%20il%20sistema%20olfattivo%20umano.pdf> – Giovanni DEL PAPA, *Il sistema olfattivo umano - uno studio teorico a livello di reti neurali*;

2 | Regole di progettazione

Progettare per l'olfatto significa tenere conto del carattere soggettivo di quest'area sensoriale. La percezione edonistica della percezione olfattiva viene tipicamente misurata su tre dimensioni differenti: la gradevolezza, la familiarità e l'intensità dell'odore. Come già accennato all'interno del capitolo precedente, l'uomo tende a percepire come odore piacevole ciò che ha già percepito in passato, identificando alcune gamme odorifere come "familiari". Per comprendere quali odori possano essere considerati piacevoli bisogna fare una premessa importante inerente il lato evolutivo della persona; è noto, infatti, che i bambini molto piccoli non mostrano preferenze fra odori che vengono identificati come *good* o *bad*, in quanto non hanno ancora sviluppato la memoria olfattiva. Inoltre, a seconda del gruppo socioculturale che viene preso in esame, non vi sarà mai un corrispettivo univoco inerente la classificazione degli odori.¹⁶

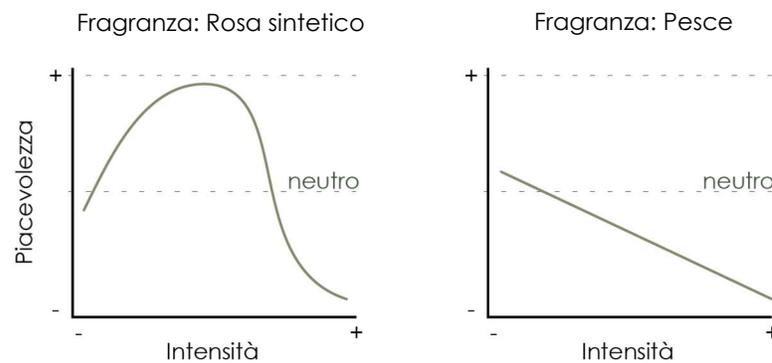


Figura 2.1

Grafici indicativi sul rapporto esistente tra piacevolezza e intensità di un odore; a seconda della fragranza, al variare di uno di uno dei fattori si avrà una percezione olfattiva più o meno gradevole.

Immagine autoprodotta in relazione alle informazioni ricavate dal pdf della Pisavisionlab, Claudia Guarneri, 2019.

¹⁶ http://win.pisavisionlab.org/teaching/burr/PsicologiaPercezioneAttenzione_ModuloPercezione/Ch13_Olfatto.pdf – olfatto;

Una nozione fondamentale da tenere presente in fase d'ideazione di un ambiente è che il senso olfattivo umano sia in costante attività in maniera inconscia. Questa proprietà è uno degli aspetti più stupefacenti relativi alla percezione sensoriale olfattiva in quanto opera, a livello subliminale, anche mentre dormiamo influenzando, di conseguenza, i nostri sogni; un odore sgradevole condizionerà i contenuti onirici in maniera negativa e viceversa. Il rilevamento consapevole di un odore avviene solo se questo supera la **soglia limite**; questa, come si può facilmente intuire, non può essere fissata come valore univoco, ma dipende dalla sensibilità della persona. In linea generale si può sostenere che molte delle fragranze presenti nell'aria contengono delle percentuali minime di molecole odorifere, troppo poche per essere percepite dall'uomo. Qualora il contenuto superi la soglia di percezione allora si attiveranno i recettori e, di conseguenza, vi sarà una reazione all'interno delle aree cerebrali deputate all'attenzione, alla memoria e alle emozioni.¹⁷

Esistono diversi benefici apportati dalla somministrazione di fragranze specifiche, studiate in funzione della percezione soggettiva della persona interessata. Queste possono influenzare un'ampia gamma di risposte emotive, cognitive e comportamentali; in particolare, si potrà ottenere:

- un effetto rilassante e, di conseguenza, una riduzione dell'affaticamento mentale;
- un miglioramento dell'umore, aiutando anche le persone affette da depressione;
- miglioramento delle prestazioni di compiti cognitivi e di recupero mnestico¹⁸;
- una propensione nelle relazioni interpersonali con individui di estrazione culturale differente;
- una regolarizzazione nel ciclo di sonno-veglia.

¹⁷

http://www.lescienze.it/news/2012/08/28/news/sonno_odori_suoni_condizionamento_apprendi

mento-1221780/ - Le Scienze, *La mente impara anche nel sonno*, 2012;

¹⁸ ossia un elemento che concerne la memoria.

Per questi motivi l'utilizzo di fragranze che vengono identificate come piacevoli nel contesto sociale e culturale in cui si è immersi, può migliorare la condizione di benessere della persona. Bisogna, però, tenere in considerazione il contesto ipotizzato per l'inserimento di questa fragranza; nel caso in cui la persona percepisca un profumo che si discosta completamente dal suo contesto originario, i benefici che potrebbe indurre vengono meno, attenuando di conseguenza l'influenza psicofisica che possono portare.¹⁹

In termini di risposta edonica, vi è un'ulteriore differenza all'interno delle risposte involontarie derivanti dalla percezione di odori specifici a seconda del sesso della persona che si ha di fronte: nello specifico, **J. SEUBERT**, neuroscienziato cognitivo, e colleghi, nel 2009, hanno anche messo in luce che il giudizio delle donne predilige l'odore di canfora, di mentolo, di citronella, di valeriana e di odori dolci come la cannella e la vaniglia, a differenza degli uomini i quali identificano come fragranze piacevoli quelle di cedro, di pino e di muschio. Seubert, all'interno della ricerca per la Monell Chemical Senses Center, ha dichiarato:

“Un odore piacevole e l'attrattività del viso si integrano insieme in una valutazione emotiva comune. Ciò può indicare la presenza nel cervello di tutti noi di un sito di elaborazione neurale del profumo”

(E. BUIATTI, *Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione*, FrancoAngeli, Milano 2014, Capitolo I – *La mente olfattiva*, paragrafo – *Progettare per l'olfatto*, posizione kindle 3467 di 4973)

Non bisogna dimenticare che anche l'operato della percezione olfattiva si fonda sulla collaborazione multisensoriale, in modo da accrescere i dati necessari alla compressione dell'ambiente in cui ci si trova. Per esempio, l'olfatto e il gusto cooperano strettamente per informare di eventuali sostanze nocive o per determinare l'appetibilità di cibi e bevande; la motivazione alla base di questo operato è il fatto che entrambi rientrano all'interno della categoria di "sensi chimici", ossia basano la loro captazione sulla capacità di

¹⁹ E. BUIATTI, *Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione*, FrancoAngeli, Milano 2014, Capitolo I – *La mente olfattiva*, paragrafo – *Progettare per l'olfatto*, posizione kindle 3467 di 4973;

analizzare le molecole presenti nell'ambiente con cui l'uomo entra in contatto.²⁰

Anche all'interno di campi alternativi come il Marketing e il Design del prodotto i colori utilizzati dalla comunicazione servono per evocare, nell'ambito del packaging, il profumo e/o il gusto del prodotto, definendo di conseguenza il "colore di un odore" e il "colore di un sapore" (tabella 1).²¹ Ricercatori come **Frieling, Pfister, Lüscher Stefanescu-Goanga** hanno studiato a fondo le reazioni emozionali derivanti dalla percezione dei colori e condotto numerosi esperimenti che giungono fino a noi. Questi misero a confronto differenti simbologie basate sui colori all'interno di gruppi culturali diversi. Tutte le culture analizzate creavano associazioni con il colore in natura. Le reazioni al colore non sono quindi frutto di una pure interpretazione individuale ma rientrano nella nostra eredità collettiva.²²

²⁰ http://www.treccani.it/enciclopedia/olfatto-e-gusto_%28Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica%29/ - Giovanni BERLUCCHI, *Olfatto e gusto*, Enciclopedia della scienza e della tecnica, 2007;

²¹ E. BUIATTI, *Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione*, FrancoAngeli, Milano 2014, Capitolo I – *La mente olfattiva*, paragrafo – *Progettare per l'olfatto*, posizione kindle 3505 di 4973

²² BIANCO Valentina, *Volare a colori, la percezione del colore in cabina come elemento influenzante il benessere*, Tesi di Laurea della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Claudio Germak, a.a. 2017-18;

COLORE	ODORE
Rosa	Dolce, tenue
Lavanda	Dolce, non sensuale
Magenta	Pesante, narcotico, affascinante, dolce
Indaco	Profumato
Blu	Profumato
Menta	Succoso, fresco
Verde	Fresco, fragrante
Oliva	Stantio
Verde lime	Saporito, secco, amaro
Giallo	Profumato, floreale
Arancione	Caloroso
Rosso	Dolce, robusto, caldo
Oro	Dolce, buono, sorprendente
Ocra	Saporito, neutro
Marrone	Aromatico, stantio

Tabella 1

Associazioni olfattive-gustative con i colori di Frieling, studio effettuato nel 2005.

Tabella presente all'interno di E. BUIATTI, Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione, posizione kindle 3505 di 4973

Gli interventi progettuali per la gestione olfattiva degli ambienti o degli artefatti possono variare a seconda dell'obbiettivo che l'architetto o l'utente stesso si pone. Questi possono essere ricondotti a quattro azioni specifiche:

- **deodorare** è un'azione necessaria per eliminare gli odori sgradevoli o molesti al fine di raggiungere una soglia olfattiva che risulti gradevole, favorendo la percezione di uno spazio non inquinato;
- **purificare** serve per eliminare i contaminanti respirabili che hanno effetti negativi sulla salute psicofisica delle persone;
- **profumare** favorisce la percezione di una fragranza piacevole la quale aumenta, di conseguenza, la gradevolezza dell'ambiente stesso;
- **evocare** ossia generare ricordi positivi associati ad un odore specifico, influenzando sullo stato d'animo e sul livello di stress.

In ambiente residenziale è necessario purificare e profumare allo stesso tempo per mantenere un ambiente salubre per gli abitanti. Grazie all'industrializzazione e alle nuove tecniche produttive, la persona può definire un vero e proprio *mood* olfattivo che va a personalizzare l'ambiente in cui vive; in questo la gamma olfattiva scelta diviene una parte fondamentale dell'arredamento. Ciò è possibile grazie alla diffusione sul mercato dei profumatori per ambienti i quali, a seconda delle essenze e della loro natura, sprigionano nell'ambiente un profumo specifico. Dal profumatore la fragranza si sprigiona gradualmente, riempiendo lo spazio di sensazioni e profumi scelti dallo stesso utente, a seconda della propria preferenza ed esperienza. La scelta della profumazione può variare anche in funzione dello spazio che si sta vivendo, in modo da conferirgli una "personalità olfattiva" tutta sua.²³ Le fragranze del soggiorno o della cucina saranno sicuramente differenti da quelle che si possono trovare negli ambienti più intimi della casa; per esempio

²³ <https://www.officinadelleessenze.com/profumatori-per-ambiente-come-scegliere-i-migliori/>
- Profumatori per ambienti;

per la zona giorno vengono identificate profumazioni calde, forti, presenti nell'ambiente, mentre per la zona notte si possono scegliere degli odori più neutri, puliti e delicati.²⁴

In campo terziario e commerciale, per esempio, gli obiettivi principali perseguiti dalle aziende come strumento di comunicazione sono profumare e/o evocare.²⁵ L'olfatto quindi può rivelare la vera natura di un luogo, rafforzando il legame tra spazi interni ed esterni e, quindi, tra uomo e architettura. Lo stesso **P. Zumthor**, all'interno del suo saggio "Un modo di vedere le cose" descrive come la scelta dei materiali assuma qualità poetiche, in quanto gli odori a loro connessi sono fondamentali per la riuscita di un progetto sensoriale. Il suo padiglione all'Expo 2000 di Hannover (figura 2.2) è uno degli esempi più eclatanti inerenti all'uso del profumo derivante dal materiale, il quale emana costantemente essenza di legno resinoso.²⁶



Figura 2.2

Immagine dell'interno del padiglione di P. Zumthor per l'Expo 2000 di Hannover.

Foto di Roland Halbe. Pinterest.

²⁴ *ibidem*;

²⁵ E. BUIATTI, *Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione*, FrancoAngeli, Milano 2014, Capitolo I – *La mente olfattiva*, paragrafo – *Progettare per l'olfatto*, posizione kindle 3505 di 4973

²⁶ <https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/criteri-progettuali/architettura-olfatto-percezione-odori-771> - Federico DA DALT, *L'architettura dell'olfatto: progettare la percezione degli odori*, 2014;

Durante la fase progettuale, l'architetto, non si deve concentrare solo sulla percezione di un odore specifico ma deve curare nei dettagli anche la qualità dell'aria che si sta proponendo all'utente. L'**inquinamento indoor** è uno dei principali rischi per l'essere umano in quanto la maggior parte dei componenti che si trovano sono inodori o non riconosciuti come nocivi. Questo tipo di contaminazione corrisponde a qualsiasi alterazione chimica, fisica o biologica dell'aria presente in uno spazio chiuso che sia in grado di produrre danno o molestia all'uomo, consapevolmente o inconsiamente. Esistono sorgenti multiple quando si parla d'inquinamento *indoor*: per esempio, possono identificarsi come tali tutte le attività umane, gli impianti di riscaldamento e/o climatizzazione. Anche gli stessi elementi costruttivi emanano sostanze chimiche o assorbono quelle già presenti, emanandole all'interno dell'ambiente in maniera graduale in tempo variabile a seconda della sostanza chimica. Per la valutazione della qualità dell'aria all'interno di uno spazio ritroviamo:

- *Indoor Environmental Quality* (IEQ);
- *Indoor Air Quality* (IAQ).

All'interno del IAQ vengono tenuti in considerazione i valori di riferimento delle aree industriali rapportandole con le situazioni residenziali. Tale relazione va a identificare i limiti di concentrazione delle sostanze chimiche aerodisperse, *Threshold Limit Values* (TLV), sotto ai quali una persona non riporta danni, temporanei e perenni; i valori identificati possono variare da 0 a 1, purtroppo nei casi di soggetti ipersensibili o con grandi capacità olfattive, risulta ad oggi ancora troppo elevato come valore massimo.²⁷

All'interno di uno spazio si possono identificare diverse tipologie d'inquinanti. Le più importanti sono:

- **POPs** identificati come le sostanze nocive più pericolose per la salute umana. Si accumulano all'interno dei tessuti degli esseri viventi, persistendo nell'ambiente; per esempio,

²⁷ Lezioni prof. Simonetta Lucia PAGLIOLICO, *Sostenibilità di processi e prodotti nei materiali per l'architettura C*, Politecnico di Torino, a.a. 2017/2018;

all'interno di questa categoria troviamo elementi come il pentaclorofenolo, le diossine e i bifenili, sostanze che si possono facilmente trovare dentro ai prodotti usati quotidianamente, come disinfettanti o pesticidi;

- **VOCs** chiamati Composti Organici Volativi (COV) in Italia, sono sostanze organiche che hanno origine dalla chimica del carbone e, di conseguenza, possono essere contenuti in materiali da costruzione come, per esempio, nelle vernici o negli elementi d'arredo composti da legno incollato;
- **PCBs** acronimo di policlorobifenili sono sostanze contenute nei sistemi acquosi e penetrano nell'organismo degli animali, accumulandosi nei tessuti adiposi. Non hanno tossicità elevata ma comportano a gravi disturbi fisici;
- **IPA** ossia idrocarburi policiclici aromatici, sono composti chimici volativi che hanno effetti negativi sull'ambiente e sulla salute umana. Nello specifico nella vita quotidiana sono contenuti all'interno del fumo di sigaretta.²⁸

Nel 2015 il Ministero della salute ha pubblicato un *vademecum* per l'informazione pubblica inerente ai Composti Organici Volativi (COV) all'interno del quale si possono leggere nozioni inerenti alla riduzione all'esposizione e al diretto miglioramento della qualità dell'aria indoor.²⁹ Vengono quindi indicate delle linee guida utili per l'utente e per il progettista: per la persona che vive l'ambiente è fondamentale ridurre l'utilizzo di elementi nocivi come cosmetici, deodoranti, materiali di pulizia, colle, adesivi e così via. All'interno di questi possono esserci, anche in un quantitativo minimo, sostanze chimiche che alterano la percezione sensoriale. Un altro elemento chiave è, dove possibile, l'utilizzo di vernici a base d'acqua evitando tutte quelle che, a

²⁸ *Ibidem*;

²⁹ http://www.salute.gov.it/portale/news/p3_2_1_1_1.jsp?lingua=italiano&menu=notizie&p=dalministero&id=2812 – Ministero della salute, *Inquinamento indoor: il vademecum dell'ISS*, 2017;

lungo andare, possono rilasciare sostanze chimiche. Anche la manutenzione di elementi impiantistici come riscaldamento e raffrescamento è importante, in quanto è necessario evitare il cattivo funzionamento dei macchinari, impedendo che elementi inquinanti entrino all'interno dell'abitazione.³⁰

L'architetto, d'altro canto, ha il compito d'impegnarsi nella predisposizione di una ventilazione, forzata e/o naturale, adeguata per i locali ove sono presenti possibili sorgenti di composti chimici; in particolare è necessario effettuare un cambiamento dell'aria presente in un ambiente subito dopo la posa di materiali da costruzione e degli arredi. Anche la scelta della pavimentazione e sulla metodologia di fissaggio è importante, optando per soluzioni alternative preferibili alle colle per fissare gli elementi costruttivi. Un'ulteriore installazione che il progettista può pensare di predisporre all'interno di un ambiente al fine di migliorare la qualità dell'aria indoor è il giardino verticale o **green wall**. Una delle loro proprietà principali di questo elemento verde è l'assorbimento di sostanze gassose nocive presenti all'interno dell'ambiente; in particolare, la parete verticale opera attraverso l'assorbimento di benzene e formaldeide, ripulendo costantemente l'aria presente all'interno di un'abitazione. Questi elementi verdi portano quindi a benefici multipli in quanto coniugano perfettamente bellezza e praticità; a seconda degli elementi naturali che s'intendono installare cambierà la sua conformazione, la sua estetica e la sua utilità.³¹

A seconda della disponibilità in loco di luce, acqua o di spazio esistono diverse tipologie di verde che possono essere utilizzate per la definizione delle pareti verdi. Nel caso di ambienti di piccola dimensione o con poca luce naturale disponibile si può optare per l'installazione di **muschio stabilizzato** la cui caratteristica principale è quella di mantenere la colorazione e la morbidezza senza necessità di acqua, terra e luce. Qualora l'ambiente sia dimensionalmente predisposto per una parete verde rigogliosa, allora si potrà optare per l'inserimento di vere e proprie piante di piccola dimensione.

³⁰ *Ibidem*;

³¹ <https://www.abitoverde.it/pareti-verticali/> - Pareti verdi;

L'utilizzo di queste piante stabilizzate garantisce tridimensionalità alla parete, con variazioni cromatiche e di *texture* che movimentano l'intera struttura.³²

Nel caso in cui l'ambiente fosse relativamente piccolo e la persona sia particolarmente propensa ad avere una parete verde che soddisfi non solo il lato estetico dell'elemento, allora si può optare per una duplice funzione: l'orto verticale. In questo caso specifico, estetica e utilità si fondono perfettamente generando un ambiente in cui l'aria risulta sicuramente migliore e, allo stesso tempo, producendo materie prime per l'utente.

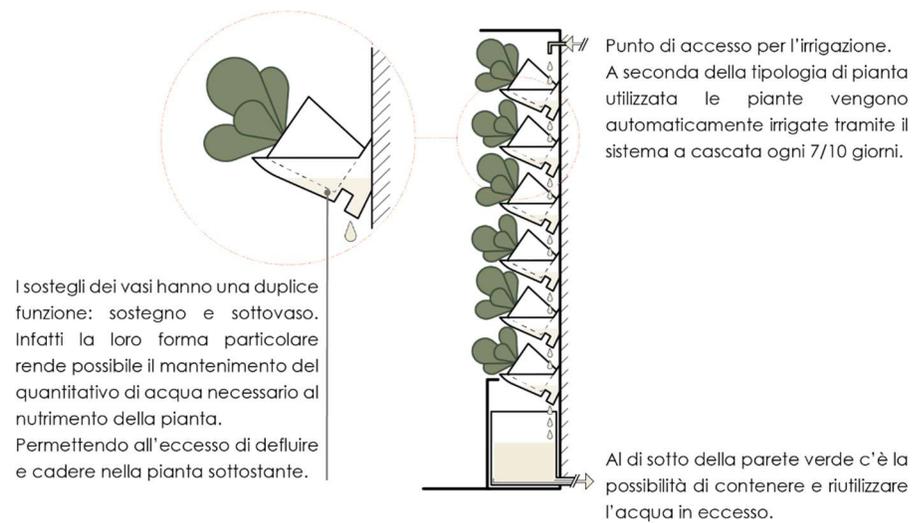


Figura 2.3

Schema raffigurante la predisposizione degli elementi verdi e del sistema d'irrigazione automatico per la cura e il mantenimento delle piante su una green wall.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

³² *Ibidem*;

A livello psicofisico la persona che vive lo spazio avrà un enorme beneficio in quanto le pareti verticali contribuiscono in parte alla serenità e al benessere generale. Infatti, la presenza di piante all'interno di un'ambiente, sia esso residenziale, terziario o commerciale, riduce drasticamente lo stress migliorando, di conseguenza, anche le capacità di concentrazione.³³

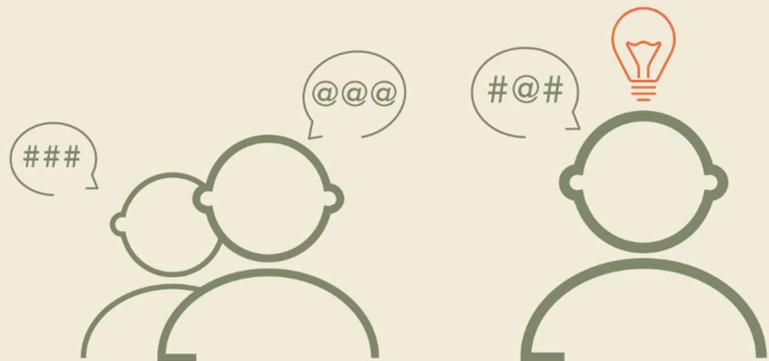


Figura 2.4

Immagine raffiguranti le possibili composizioni delle pareti verdi. Nella prima riga troviamo le diverse composizioni flat, costituite dalle varie tipologie di muschio stabilizzato. Nella seconda riga troviamo la resa dell'installazione di piante.

Immagine del catalogo di Abito Verde - <https://www.abitoverde.it/pareti-verticali/>

³³ *Ibidem*;



Fase progettuale

Immaginiamo di far osservare la stessa immagine a persone differenti per un lasso di tempo e, successivamente, di porgli delle domande su ciò che era rappresentato. Le loro risposte risulterebbero differenti, l'una dall'altra, perché l'attenzione delle persone varia a seconda della percezione e, di conseguenza, di ciò che viene intrinsecamente definito come importante. L'analisi di queste risposte aiuta il progettista nella comprensione delle caratteristiche dell'uomo e/o del cliente, in quanto esso non descriverà dettagliatamente la situazione rappresentata nell'immagine, bensì una sintesi di ciò che è stato percepito e compreso. Per questo motivo il progettista ha l'obbligo di studiare una mappa mentale al fine di rendere lo spazio il più possibile adatto alla persona e viceversa. Questi modelli, pur differenziandosi da persona a persona, rimangono fedeli alla cultura generale del macro-gruppo a cui i soggetti appartengono. In ambito progettuale, la comprensione dei **modelli mentali** che le persone formano di sé, degli altri, degli ambienti e degli artefatti con cui interagiscono rappresenta un aspetto importante. La comprensione di ciò che ritiene importante l'utente significa porsi a un livello di progettazione consapevole e strategico, mettendo in luce gli aspetti emotivi, sensoriali, cognitivi di un qualsiasi artefatto o concetto del mondo.

La comunicazione tra cliente e progettista è decisamente complessa in quanto entrambe le parti hanno la necessità di esprimere le proprie idee e convinzioni in maniera chiara. La persona che si rivolge all'architetto per ristrutturare o costruire la sua abitazione ideale cerca di esprimere i concetti essenziali grazie ai quali il progettista può capire le esigenze reali della persona, analizzandone i gusti e le abitudini. Secondo la teoria del linguista **R. Jakobson** esistono sei aspetti fondamentali da conoscere quando si parla della comunicazione verbale; nel complesso sono riconducibili anche ad altre forme di comunicazione, comprese quelle che utilizzano un linguaggio non verbale, argomento approfondito nel capitolo 3 di questa sezione (ad esempio si tratta di suoni o di gesti).¹

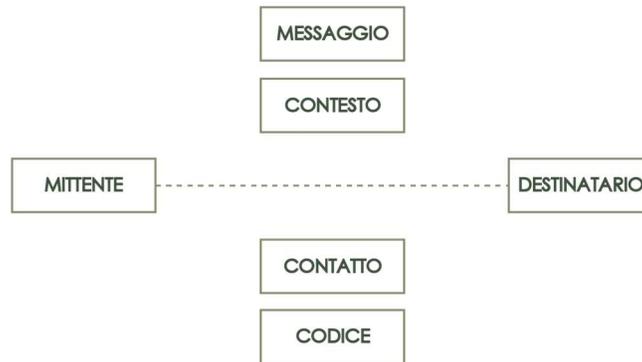


Figura 1.1

*Modello comunicativo di Roman Jakobson in G.P. CAPRETTINI,
Comunicazione e scienza dei segni, Torino, CUSL, Pier Giorgio Frassati,
1992, p. 24.*

Possiamo comunque riassumere così gli aspetti fondamentali individuati da Jakobson:

¹ <https://www.lacomunicazione.it/voce/jakobson-roman/> - Carlo GAGLIARDI, *Jakobson Roman*, La comunicazione – il dizionario di scienze e tecniche, 2019;

- un **mittente** o locutore, responsabile dell'avvio della comunicazione (messaggio). Egli produce e codifica il messaggio orientandolo verso il destinatario;
- un **codice** che può essere identificato in un linguaggio comune tra i soggetti coinvolti. Questo è l'insieme di regole convenzionali, socialmente riconosciute le quali garantiscono struttura coerente al messaggio e, di conseguenza, ne permette la produzione e l'interpretazione. Possono a loro volta suddivisi in:
 - Sintattico se basato sulle relazioni *formali/strutturali* di ciascun segno;
 - Semantico se si basa sulle relazioni segni/universo dei significati;²
 - Pragmatico se si riferisce alle relazioni fra segni e soggetti che li usano;
- il **messaggio** o oggetto dell'invio; è un'informazione composta di segni e sensi strutturati secondo regole particolari di uno o più codici trasmessi attraverso un suddetto canale di comunicazione;
- il **contesto** è riferito all'insieme della situazione generale e delle circostanze particolari in cui l'evento comunicativo avviene;
- un **contatto** o canale riassumibile in una connessione fisica e psicologica tra le parti e che consenta loro di stabilire e mantenere la comunicazione;
- un **destinatario** o interlocutore, è colui che riceve il messaggio e, di conseguenza, ha il compito di riceverlo ed interpretarlo (decodificare il codice).³

² Anna MAROTTA, *Corso di Percezione e comunicazione visiva*, Politecnico di Torino, a.a. 2018-2019, Lezione n. 5 – *Modelli di comunicazione*;

³ Anna MAROTTA, *Corso di Percezione e comunicazione visiva*, Politecnico di Torino, a.a. 2018-2019, Lezione n. 3 – *Il processo di comunicazione e le sue regole*;



Figura 1.2

In funzione del modello comunicativo di R. Jakobson (figura 1.1) si è pensato di aggiungere nel sistema anche le funzioni in relazione ai singoli aspetti della comunicazione.

Schema autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

In base al riferimento comunicatorio che si ha si possono successivamente indicare sei **funzioni** differenti:

- **referenziale** riferita al contesto: nello specifico si ottiene quando, nel comunicare qualcosa, il mittente collega due serie di elementi: le parole con i referenti.⁴ Il locutore, per poter effettuare tale processo, deve possedere una conoscenza extra-linguistica che gli permetta di comprendere e utilizzare il fenomeno della coreferenza oltre che condividere il codice per una competenza verbale comune;
- **emotiva** riferita al mittente: basata sul rilievo assunto dal locutore nel messaggio e dall'atteggiamento del soggetto nei confronti di ciò che egli esprime. In sostanza, questa funzione si basa sull'ipotesi in cui il mittente cercasse di mostrare, nel proprio messaggio, il proprio stato d'animo, utilizzando vari mezzi (espressioni forti, alterazione del normale ordine di parole o modulazione del tono della voce);

⁴ La *referenza* viene descritta dal dizionario Treccani come una funzione alla base del linguaggio grazie alla quale un segno linguistico rinvia ad un'entità extra linguistica; ad esempio la parola cane fa sì che venga connessa psicologicamente alla raffigurazione dell'animale.

- **conativa** riferita al destinatario: definita anche funzione di forza, si manifesta quando viene accentuata l'intenzione del mittente nel mutare il comportamento del destinatario o di coinvolgerlo direttamente, stimolando la sua risposta. In questa categoria si possono racchiudere tutti quei messaggi che si aspettano una precisa reazione; ad esempio, la provocazione o la richiesta d'aiuto;
- **fatica** riferita al contatto: è il momento di contatto tra i due soggetti ed entrambi si orientano sul canale attraverso il quale passa il messaggio, cercando di richiamare l'attenzione dell'ascoltatore sul funzionamento dello stesso;
- **poetica** riferita al messaggio: indicata anche come autoriflessiva, si basa sul consolidamento dell'espressività del messaggio. Viene quindi posta l'attenzione sull'aspetto fonico delle parole, dei vocaboli e della costruzione formale;
- **metalinguistica** riferita al codice: viene attuata quando il messaggio parla di sé stesso, soprattutto quando viene descritto il codice implicato all'interno della comunicazione stessa.⁵

La comunicazione è quindi definita come l'insieme di tutti i segni utilizzati come oggetti di scambio tra due persone per informare, influenzare, elaborare, definire, coinvolgere e divertire. Per far sì che sia efficace, l'azione di scambio deve essere rapida e diretta, in modo da non distrarre l'interlocutore con elementi non necessari che potrebbero indurre a distrazione. Ovviamente si può riferire il discorso anche alla comunicazione visiva, importantissima nel campo dell'architettura in quanto il suo scopo è quello di far percepire al mittente ciò che il locutore, o progettista in questo caso, elabora. Esistono quattro livelli di attenzione visiva: percepire, vedere, guardare ed osservare; a seconda di quali adoperiamo potremo stabilire

⁵ Stefano D'AMICO, Corso di arte e disegno, Università di Macerata - Dipartimento di scienze della formazione, dei beni culturali e del turismo, a.a. 2018-2019 ,*Lezione sulla Comunicazione*;

molteplici tipologie di comunicazione. Fino ad ora abbiamo introdotto le nozioni generali di comunicazione esponendo le basi su cui si delinea lo scambio d'informazioni tra due o più persone. A seconda dell'attività che si sta svolgendo o che s'intende svolgere la comunicazione diviene sempre più indirizzata; per esempio, all'interno dell'universo di compra-vendita è necessario approfondire il concetto di comunicazione **persuasiva**.

“La persuasione può essere definita come un processo simbolico in cui i comunicatori cercano di convincere altre persone a cambiare i loro atteggiamenti o comportamenti in vista di un problema, attraverso la trasmissione di un messaggio in un clima di libera scelta”

(R. PERLOFF, *The Dynamics of Persuasion: Communication and Attitudes in the 21st century*,
Routledge Communication Series, NY 2015)

È fondamentale sottolineare che per padroneggiare questo tipo di comunicazione il mittente deve essere conscio che il destinatario è libero di agire, pensare, credere e decide in ciò che ritiene più corretto. Questo significa che lo scambio d'informazioni non deve assolutamente essere un'opera di convincimento forzata, poiché non deve indurre il soggetto ricevente ad agire contro la propria volontà. Si può quindi riassumere la comunicazione persuasiva come una modalità verbale grazie alla quale i concetti vengono esposti in maniera chiara, evidente, positiva ed efficace a cui il destinatario non riesce ad opporsi, trovando solo consapevolezza, assenso e approvazione negli elementi esposti. L'obiettivo finale è quindi quello di ottenere un consenso su un'idea, un prodotto o un servizio, favorendo il maturare della consapevolezza all'acquisto da parte del cliente.⁶ Questa tipologia di comunicazione viene utilizzata soprattutto per la vendita di prodotti attraverso la pubblicità in quanto basa la sua essenza su un forte impatto emozionale sul ricevente il quale, assorbendo le informazioni trasmesse,

⁶ www.professionisti.it/enciclopedia/voce/2070/Comunicazione-persuasiva - *Comunicazione persuasiva*, Enciclopedia – Formazione e consulenza, 2012

si convince di dover compire determinate azioni o comprare determinati elementi.⁷

Una volta scremate le informazioni ricavate in funzione della comunicazione verbale, il progettista può operare in funzione della seconda fase di progettazione: l'ideazione. Grazie agli elementi estetici descritti attraverso uno o più colloqui, l'architetto ha chiaro quali siano gli *input* sensoriali grazie ai quali l'utente può immedesimarsi in ambienti esistenti per capire cosa gli trasmette una sensazione di benessere e cosa li confonde. La difficoltà di quest'ultimo passo è intrinseca al linguaggio, ossia risulta complesso descrivere perfettamente ciò che il cliente desidera. Come per la percezione sensoriale olfattiva, dove l'apparato sensoriale capta un numero elevato di fragranze ma il cervello le raggruppa in famiglie di odori, così anche per il linguaggio. Spesso la persona fatica ad esprimersi in quanto, ricco di emozioni e sensazioni contrastanti, non riesce a captare ciò che gli interessa realmente. Per questo motivo il progettista deve effettuare un ulteriore lavoro di analisi di tutte quelle comunicazioni non verbali.

Le suggestioni sono uno degli elementi visivi che può aiutare la comunicazione verbale tra architetto e committente. Grazie ad esse il cliente ha la possibilità di identificare, attraverso fotografie di ambienti esistenti, quali elementi appagano o aggravano maggiormente la percezione visiva dello spazio. Successivamente agli *step* precedentemente indicati, si può passare alla vera e propria progettazione su un ambiente esistente o *ex-novo*. È facilmente intuibile il fatto che nel primo caso esistano dei vincoli che possono complicare la realizzazione di un determinato ambiente. Ad esempio, se alla clientela piacciono i soffitti alti ma l'immobile ha un'altezza *standard* interna non si potrà riprodurre fedelmente l'ambiente desiderato. In questo caso l'architetto deve necessariamente sfruttare le sue conoscenze per rendere ugualmente piacevole lo spazio concesso; si potrà quindi effettuare un lavoro sulla scelta cromatica e materica che lasci una percezione di apertura dello

⁷ *Ibidem*, Lezione n. 5 – *Modelli di comunicazione*;

spazio, in modo da eliminare la sensazione claustrofobica che lo renderebbe non adatto a quel genere di clientela.

Poiché l'immaginazione della persona si struttura in funzione dell'esperienza, spesso il cliente non è in grado di visualizzare nella sua mente le idee del progettista rappresentate dai disegni tecnici. Per questo motivo è bene ricordare che, grazie allo sviluppo tecnologico, oggi siamo in grado di disegnare tridimensionalmente lo spazio, inserendo le idee dell'architetto. Questa nuova tipologia d'immagini bidimensionali, *render*, si comportano esattamente come le fotografie: la persona riesce a focalizzarsi sullo spazio identificandolo come reale anche se, in questo caso, non è stato ancora realizzato. Grazie all'uso di software di progettazione possiamo ottenere una serie di vantaggi: precisione millimetrica nel calcolo di superfici e volumi per il computo metrico e la possibilità di mostrare al cliente viste tridimensionali di foto realistiche. Quest'ultimo parametro, come già detto precedentemente, è fondamentale per anticipare alla persona quale potrebbe essere la percezione visiva dell'ambiente. La continua evoluzione della *computer graphics* ha portato non solo all'elaborazione di immagini statiche fotorealistiche ma, anche, alla realizzazione di video rendering in cui, tramite la telecamera, ti muovi nello spazio come se fossi all'interno. Lo step successivo sarà quello di utilizzare i visori ottici per "ingannare" la percezione dello spazio della persona e immergerlo nel render, ossia nell'ambiente di progetto non ancora realizzato.

Immagini fotorealistiche realizzate durante il percorso universitario:



Una **mappa mentale** è uno strumento olistico, grafico e visivo, applicato alle funzioni cognitive; in particolare, si sviluppa sulle funzioni cognitive, mnemoniche e di apprendimento della persona stessa. Partendo da un'immagine, una parola o un colore si delinea una struttura naturale ed organizzata, definendo una serie di connessioni che, a livello rappresentativo, possono ricordare o le venature di una foglia o le innumerevoli sinapsi tra le cellule cerebrali. Saper analizzare i risultati ottenuti da una mappa mentale non propria è fondamentale: esse definiscono le aree d'interesse delle persone che si hanno accanto o dei committenti stessi. In particolare, all'interno di uno schema di questo tipo, ci saranno argomenti che portano ad un maggiore flusso di connessioni e altri meno; l'analisi di questa differenza mostra le preferenze cognitive dell'uomo. Bisogna qui sottolineare che le parole utilizzate per descrivere un soggetto, animato o inanimato che sia, sono solo una semplificazione dell'immagine a cui ci riferiamo. Questo concetto è fondamentale poiché la conoscenza della mente umana si basa su immagini e non su parole, come si è pensato per moltissimo tempo.⁸ Nel capo della progettazione, diviene fondamentale capire con quali strumenti le persone si rapportino ad oggetti, ambienti e persone, in modo da poter generare spazialità su misura. Per individuare queste preferenze ci si può appunto avvalere dell'apporto della tecnica qualitativa descritta precedentemente, ossia la **mappa cognitiva**. Si tratta di uno schema generata dalla presenza di una parola stimolo, alla quale un gruppo di persone associa liberamente altre parole. Si ottiene così una ramificazione d'idee e parole interconnesse tra di loro aventi come origine la parola iniziale.

⁸ Tony BUZAN, Barry BUZAN, *Mappe mentali*, ebook, 2012, Parte II – *Benvenuti nella mappa mentale*, posizione kindle 681 di 3209;



Figura 2.1

Raffigurazione grafica di una mappa mentale per associazione d'idee in riferimento ad una parola chiave.

E. BUIATTI, *Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione*, FrancoAngeli, Milano 2014, posizione kindle 731 di 4973;

Dato l'esempio precedente si può osservare come, attraverso la ramificazione, esistano dei gruppi generici fondamentali, definiti come aree semantiche, in cui vengono evidenziate le potenzialità comunicative e segnaletiche, con dimensioni simboliche ed emotive, di natura sperimentale o sostenibile della parola stimolo. Utilizzando questo sistema di comunicazione, le parole identificate sono il punto di partenza per la fase progettuale.⁹

“La potenza dei modelli mentali è che permettono di indovinare cosa può succedere in situazioni nuove e insolite.”

(D.NORMAN, *La caffettiera del masochista. Psicopatologia degli oggetti quotidiani - The psychology of everyday things*, Giunti Editore, Milano 1997, p.82)

Il progettista si trova spesso a dover produrre modelli e rappresentazioni che utilizza per trasferire concetti e visualizzazioni agli altri. Se le mappe mentali sono identificate come elementi concettuali, le rappresentazioni possono

⁹ <http://www.hyperlabs.net/ergonomia/menini/rappresentazione/02.html> - Sarah MENINI, *I modelli mentali*;

essere di due nature differenti: descrittiva e prescrittiva. La funzione descrittiva è necessaria quando l'immagine presentata raffiguri qualcosa di esistente, di reale, senza integrazioni di alcun genere, la funzione prescrittiva, invece, è fondamentale per dare indicazioni e/o un riscontro raffigurativa rispetto alla costruzione e identificazione di elementi che di fatto non esistono ancora.¹⁰

La rivista "Scientific American", in una sua pubblicazione, ha riportato i risultati dell'esperimento psicologico di **R. Haber**. Il test si basa sul mostrare 2.560 diapositive, una ogni dieci secondi, ai soggetti interessati. L'intera proiezione viene suddivisa nell'arco di dieci giorni e, alle persone coinvolte, vengono poste delle domande di riconoscimento esattamente un'ora dopo il termine della visualizzazione inserendo, insieme alle diapositive viste, anche immagini non presenti nel test. I risultati del test sono impressionanti: è risultato che la precisione del riconoscimento è dall'85% al 95%.¹¹ La dimensione raffigurativa e quella linguistica vengono quindi identificate come due sistemi di informazione necessari all'interno del rapporto esistente tra progettista e utente. Le rappresentazioni prescrittive, nel campo dell'architettura e del design, sono i pilastri su cui si erge l'intero sistema comunicativo. Esse servono principalmente per mostrare qualcosa che non esiste nella realtà oggettiva, ipotizzando la resa finale secondo l'idea del progettista.

I modelli si differenziano dalle categorie precedenti in quanto operano sulla scala tridimensionale, rappresentando una realtà in miniatura che, seppur semplificata, lascia lo spazio alla simulazione e alla predisposizione di scenari in cui il committente può immedesimarsi. La comunicazione visiva e verbale è la base di partenza su cui ogni progettista deve operare. Per questo motivo bisogna approfondire il concetto di **semiotica** su cui si fonda l'intero processo di costruzione di una rappresentazione visiva. Essa viene definita come la scienza che ha per oggetto lo studio comparato dei segni, della struttura e del

¹⁰ Emanuele ARIELLI, *Pensiero e progettazione: la psicologia cognitiva applicata al design e all'architettura*, Bruno Mondadori, Milano 2003, Capitolo II – *Tipi di rappresentazione e modelli*, p. 24;

¹¹ Tony BUZAN, Barry BUZAN, *Mappe mentali*, ebook, 2012, Parte II – *Benvenuti nella mappa mentale*, posizione kindle 843 di 3209;

funzionamento di tutti i processi in cui gli stessi segni sono coinvolti. Si può così riassumere l'analisi semiotica in due orientamenti differenti a seconda degli elementi che vengono presi in considerazione; questa differenziazione si basa unicamente sulla natura dell'oggetto analizzato non sulle modalità di analisi, le quali rimangono strettamente interconnesse:

- semiotica come classificazione dei segni;
- semiotica come indagine dei processi comunicativi.¹²

Alla base della comunicazione rappresentativa c'è il **segno** il quale è considerato come la somma tra le parti che lo compongono, ossia il significante e il significato. Il primo riguarda la forma, il contenitore e, nel caso del linguaggio, s'identifica nell'unione delle lettere le quali, raggruppandosi, originano una parola. Il significato, invece, è il valore che la società decide di attribuire agli elementi che lo compongono. Per comprendere la differenza tra i due elementi si può eseguire un'analisi semiotica su un esempio semplice: ipotizzando di osservare una moneta da un euro, il significante sarà la forma e il materiale dell'oggetto, il significato è invece il valore monetario che la società ha deciso di affidargli, il segno sarà la somma delle parti, ovvero una moneta di metallo dal valore stabilito. Di fatto, l'essenza delle due parti è così strettamente connessa che diviene quasi impossibile l'esistenza di uno senza l'altro e viceversa; infatti, la caratteristica principale di questo connubio è quella che il significante deve essere presente, in modo che il significato possa esprimersi. Esistono tre tipi di segno, suddivisibili in una classificazione:

- segni naturali individuati dalla vicinanza con processi naturali, non razionali e/o controllabili. Hanno un significato universale che non cambia con il trascorrere del tempo;
- segni non naturali o di equivalenza che, a differenza della prima categoria, nascono dall'intenzione di comunicare informazioni. In particolare, identifichiamo all'interno di questa categoria tutti quegli

¹² Anna MAROTTA, *Corso di Percezione e comunicazione visiva*, Politecnico di Torino, a.a. 2018-2019, Lezione n. 4 – *Classificazione dei segni: Tipi di icona*;

elementi che assumono significati differenti a seconda del tempo e del luogo in cui la persona si trova;

- segni analogici o iconici dati da similitudine formale e/o rapporto culturale e sociale. Si utilizzano quando gli si attribuisce un valore soggettivo e/o collettivo e, quindi, un'interpretazione critica. Un esempio pratico sono le formule logiche, matematiche o chimiche.

13,14

Partendo quindi dal concetto base del segno si possono generare immagini, suggestioni, che hanno il compito di rapportarsi con altri elementi, definendo nuovi rapporti significativi. **C. Peirce**, filosofo americano a metà dell'Ottocento, è noto per le sue teorie inerenti la semiotica, ossia sulla definizione di segno e del suo rapporto con gli oggetti. A questo proposito Peirce introduce tre categorie fondamentali all'interno della rappresentazione: l'**icona**, l'indice e il simbolo.¹⁵ La prima si identifica in un segno il cui rapporto con l'oggetto viene definito per somiglianza, semplicemente in base alle sue caratteristiche di segno. In sostanza, utilizzare un'icona vuol dire rappresentare un oggetto o una persona reale attraverso l'utilizzo di segni; questo fa sì che i tratti formali descritti siano una rappresentazione realistica di un oggetto, un ambiente o di una persona. A contrapposizione dell'icona troviamo il **simbolo** definito dal rapporto tra un segno e la convenzione sociale; esso viene delineato dai segni e assume un significato specifico, quasi universale.¹⁶ All'interno della società moderna siamo circondati di simboli, ovvero elementi grafici che rappresentano un'istituzione come, per esempio, la croce degli ospedali o quella delle farmacie. Entrambe queste categorie rientrano sotto il macro-gruppo dei segni culturali poiché prodotti dall'uomo in relazione e a regole sociali sancite in un

¹³ *Ibidem*;

¹⁴ <https://www.lagrammaticaitaliana.it/lezionegrammatica/1.3-la-classificazione-dei-segni.aspx> - La classificazione dei segni;

¹⁵ <https://www.lacomunicazione.it/voce/peirce-charles-s/> - Carlo GAGLIARDINI, Pier Cesare RIVOLTELLA, *Peirce Charles S.*, 2019;

¹⁶ <https://www.lacomunicazione.it/voce/simbolo/> - Pier Cesare RIVOLTELLA, *Simbolo*, 2019;

codice.¹⁷ Infine troviamo l'indice, all'interno della quale il rapporto tra segno e oggetto s'instaura nel campo fisico; lo stesso Pierce identifica degli esempi lampanti per indicare il concetto ossia la mano che indica o il bussare ad una porta.¹⁸

Attraverso l'uso di segni l'architetto o progettista può procedere con la comunicazione rappresentativa e verbale necessaria con il cliente. In questa fase risulta necessario avere un'adeguata conoscenza sulla disposizione corretta delle informazioni attraverso un concetto base, chiamato **mapping**.¹⁹ In sintesi, è la capacità di rappresentare delle indicazioni, manifestando il tipo di relazione tra due oggetti, attraverso la stimolazione sensoriale dell'utente. Quest'ultimo sarà in grado di comprendere gli elementi descritti utilizzando singolarmente o contemporaneamente i sensi; per esempio, i sistemi touch-screen offrono vantaggi dal punto di vista cognitivo sfruttando sia la vista sia il tatto. Più l'oggetto in questione ha un'*affordance*²⁰ intuitiva più la persona sfrutterà le sue potenzialità; termine coniato dallo psicologo statunitense **J. Gibson**, il quale, all'interno della sua opera "Un approccio ecologico alla percezione visiva" pubblicata nel 1979, espone le grandi potenzialità che l'*affordance* offre al campo della comunicazione. In particolare, attraverso la coniazione di questo termine, si vuole identificare la capacità di un oggetto a trasmettere alla persona il modo con cui si deve utilizzare, senza l'utilizzo di spiegazioni. In parole povere, è un invito all'uso di un oggetto o, addirittura, di uno spazio, identificando così uno dei principi base su cui si fonda oggi la progettazione delle interfacce. La teoria viene poi approfondita da **D. Norman** il quale, all'interno di molte sue opere, cerca di esaminare come l'uomo riesca ad interagire con gli oggetti. Il suo concetto di *affordance* si può suddividere

¹⁷ Anna MAROTTA, *Corso di Percezione e comunicazione visiva*, Politecnico di Torino, a.a. 2018-2019, Lezione n. 4 – *Classificazione dei segni: Tipi di icona*;

¹⁸ <https://www.lacomunicazione.it/voce/indice/> - Adriano ZANACCHI, Pier Cesare RIVOLTELLA, *Indice*, 2019;

¹⁹ Con *mapping* s'intende la progettazione pensata in funzione dell'utilizzo di un oggetto o di un ambiente. Posizionare gli elementi in modo che il loro utilizzo risulti il più intuitivo possibile fa sì che il progettista sia svincolato dall'utilizzo di etichette informative supplementari.

²⁰ Con *affordance* (invito all'uso) si definisce la qualità fisica di un oggetto che suggerisce a un essere umano le azioni appropriate per manipolarlo. Ogni oggetto possiede le sue *affordance*, così come le superfici, gli eventi e i luoghi.

in due parti, reale e percepita, a seconda che le azioni che si possono compiere sull'oggetto siano effettive o semplicemente ipotizzate.²¹ A seconda del senso che viene preso in considerazione, il concetto di *affordance* si fonde con le caratteristiche di percezione sensoriale, identificando così gli elementi che possono favorire la comunicazione tra progettista e cliente.



A livello visivo, le modalità di disposizione di una serie di comandi e/o di elementi in relazione all'interfaccia dell'oggetto possono diventare determinanti per generare un'*affordance* ottimale. Così come per le interfacce grafiche anche per la progettazione di ambienti il progettista deve necessariamente saper ordinare le informazioni, in modo da rendere il più chiaro possibile l'intervento al cliente. Quindi, possiamo dire che lo stesso concetto di *affordance* può essere applicato anche alla comunicazione tra progettista e committente. Nel caso della progettazione, il professionista deve saper sfruttare due capacità fondamentali per uno scambio d'informazioni verbali e rappresentative: l'analisi e la sintesi. La prima riguarda la capacità di un individuo di cogliere elementi salienti all'interno di un contesto, catalogandoli e comprendendoli nel loro essere; la capacità di sintesi, invece, è l'abilità cognitiva e rappresentativa degli elementi salienti, riducendo la loro descrizione in poche immagini o parole che descrivano uno o più aspetti percepiti. L'unione di queste due abilità riesce a creare un aspetto fondamentale per l'architetto perché, quando si riesce, con pochi segni, a rappresentare una struttura complessa, allora significa che si è riusciti a percepire la sua essenza, cogliendone gli aspetti strutturali nascosti.²²

²¹ <http://www.lbollini.it/appunti-sul-digital-e-visual-design/affordance-da-gibson-a-bagnara-e-porte-antincendio/> - Letizia BOLLINI, *Affordance. Da Gibson a Bagnara, passando per le porte antincendio*, 2018;

²² E. BUIATTI, *Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione*, FrancoAngeli, Milano 2014, Capitolo II – *La mente visiva*, paragrafo – *progettare per la vista*, posizione kindle 1429 di 4973;



In campo acustico possiamo avvalerci delle conoscenze su come il sistema uditivo risponde ai suoni per migliorare gli aspetti circa i sistemi di comunicazione e d'interfaccia con l'utente. Il suono, come abbiamo già osservato all'interno del capitolo dedicato al senso dell'udito, influisce positivamente o negativamente sull'azione che la persona deve effettuare nello spazio. Secondo i principi dell'*affordance* sonora si possono individuare due tipologie di ascolto:

- l'ascolto **quotidiano** il quale comprende suoni facilmente riconoscibili ed implicano un tipo di esperienza conferita dalla familiarità che l'utente ha con questi rumori;
- l'ascolto **pratico** basato sulle caratteristiche acustiche, la cui esperienza è data sia dalla familiarità sia dalle specificità tecniche dell'ambito acustico acquisite dalla persona.

Le due tipologie sono fondamentali per comprendere come un progettista del suono possa influenzare la persona. Ognuna di esse possiede caratteristiche specifiche che vengono riconosciute in maniera diversa dal cervello: la prima riguarda eventi quotidiani, nella seconda, invece, sono le caratteristiche specifiche del suono che ne veicolano il senso.²³



Anche a livello tattile, la conoscenza di come il sistema sensoriale tattile funzioni, è necessario per quanto riguarda la scelta di materiali e forme che possano favorire l'*affordance* tra l'utilizzo di uno strumento/spazio e la persona. Per comprendere come il progettista può sfruttare questo concetto anche a livello tattile, bisogna prima identificare le principali proprietà del prodotto:

- gli aspetti **microgeometrici** di una superficie, ossia tutto ciò che riguarda la consistenza nei suoi aspetti di ruvidità, rigidità o densità spaziale della superficie;

²³ *Ibidem*;

- le proprietà **macrogeometriche** degli stimoli cioè la forma, le dimensioni e la struttura dell'oggetto;
- le proprietà **spaziali** le quali concernono la localizzazione dello stimolo tattile a seconda della posizione del corpo, dell'area stimolata e anche dal tipo di oggetto con cui ci si relaziona.²⁴

A seconda di ciò che si vuole comunicare il progettista può utilizzare una delle proprietà indicate per l'inserimento di elementi materici che attirino l'attenzione dell'utente, e favorirne l'utilizzo. Per esempio, nel marketing, questo tipo di comunicazione materica è fondamentale per la trasmissione di genuinità e qualità del contenuto. Questo lavoro di grafica pubblicitaria è fondamentale per attrarre l'utente e fargli scegliere un determinato prodotto rispetto ad un altro.

²⁴ *Ibidem*;

3 | Programmazione neuro linguistica (PNL)

Il vocabolario Treccani descrive la comunicazione come **un'azione verbale o non, dove due o più persone mettono in comune per lo più elementi non materiali come, per esempio, pensieri, sentimenti e idee**. Viene quindi già anticipato uno dei presupposti fondamentali per lo scambio d'informazioni, ossia che la persona possiede più di un canale di comunicazione; in particolare si possono osservare tre livelli differenti:

- **Il linguaggio** livello verbale.
È il canale principale per lo scambio d'informazioni tra le persone. All'interno di questa macrocategoria vengono raggruppate tutte le abilità verbali che una persona sviluppa crescendo;
- **il livello paraverbale** è l'insieme dei suoni individuabili nel parlato. Quando una persona espone un concetto, un'idea, il suo tono di voce fa trapelare i sentimenti e le reazioni istintive nei confronti di ciò che sta dicendo;
- **il livello non verbale** è l'insieme delle movenze e della persona mentre espone i concetti.

L'efficacia massima della comunicazione è la massima congruenza dei livelli precedentemente descritti. La persona deve porsi in una condizione per cui ciò che vuole esprimere non alteri la condizione di benessere psichico del suo interlocutore.²⁵

²⁵ <https://www.corsi.it/corso/guida-rapida-alla-pnl/#lesson=132393> – Stefano SANTORI, *Guida rapida alla PNL*;

Tutto ciò che viene affermato in precedenza fa parte dell'introduzione ad una pseudoscienza definita come **Programmazione Neuro Linguistica (PNL)**, ossia la disciplina che, essenzialmente, si occupa dei processi cognitivi grazie ai quali una persona definisce una relazione tra il mondo interno ed esterno, tramite la struttura neurologica ed il linguaggio.

- **programmazione** deriva dal mondo dell'informatica e dell'elaborazione dei dati. Termine utilizzato specialmente poiché le nostre esperienze vengono immagazzinate e codificate come all'interno di un software;
- **neuro** si riferisce alla struttura neurologica della persona, identificando i modi in cui elaboriamo le informazioni raccolte dai sensi;
- **linguistica** si riferisce all'uso dei sistemi di linguaggio per codificare, organizzare ed attribuire significato alle nostre rappresentazioni interiori del mondo. In quest'ultima categoria non va dimenticato ciò che è stato approfondito sul linguaggio in precedenza, ossia che la comunicazione non può essere considerata solo quella verbale, poiché avviene anche tramite la gestualità e le posizioni del corpo.

La percezione dell'uomo in fase di conoscenza, all'interno di un determinato ambiente o con una persona, avviene tramite l'utilizzo dei cinque sensi. Questi assorbono, consciamente o inconsciamente, un quantitativo di dati e informazioni che la persona non può immagazzinare completamente.²⁶ Subentra quindi una fase di analisi e di scrematura delle informazioni ricavate, eliminando quelle che la persona ritiene futili o di poca importanza; operazione che definisce una mappa mentale su quali siano le note importanti e quali no,

²⁶ Steve BAVISTER, Amanda VICKERS, *PNL essenziale*, Alessio Roberti Editore, Bergamo 2012, Capitolo 1 – cos'è la PNL, posizione kindle 384;

in funzione delle esperienze passate, dei valori e delle convinzioni. **L. Cameron-Bandler**, co-fondatrice del modello originario della PNL, identifica circa una sessantina di **meta-programmi**.²⁷ Questi sono filtri inconsci della percezione, in grado di gestire le informazioni sensoriali provenienti dall'ambiente circostante. L'attuale sistema di catalogazione dei meta-programmi mostra come gli individui percepiscono la realtà creando rappresentazioni interiori, differenti da soggetto a soggetto. Bisogna qui sottolineare che le persone non hanno la capacità di mantenere un meta-programma stabile, poiché varia in funzione del tempo e dello stato emotivo del soggetto. Come già accennato, esistono diverse tipologie di meta-programmi, la maggior parte dei quali descrivono schemi di comportamento opposti e differenti.

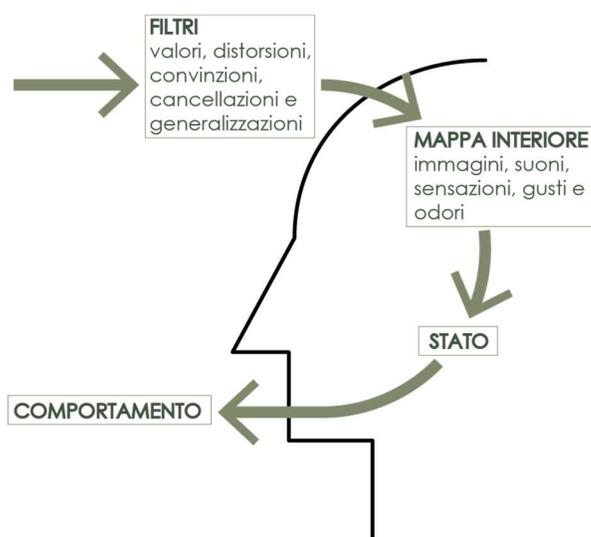


Figura 3.1

Modello schematico delle varie fasi secondo la PNL. Vengono qui identificate le varie fasi, dalla captazione degli input fino alla reazione finale espressa nelle tre forme di linguaggio (verbale, paraverbale e non verbale).

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

²⁷ *Ibidem*;

Nell'esempio precedente si possono notare due approcci differenti in una situazione x:

- "di processo" l'uomo che possiede questo tipo di filtro mentale ha un comportamento spinto dal ragionamento, identificando vari step per arrivare all'obiettivo finale;
- "di obiettivo" invece, tende a "saltare" gli step intermedi, ponendosi come problema immediato il raggiungimento dell'obbiettivo finale.²⁸

Per comprendere meglio questo meccanismo comportamentale si può descrivere attraverso un esempio basato su due soggetti in vacanza. Al loro risveglio avranno due reazioni differenti:

"Bene, zaino in spalla e sciammo la montagna!"

"Abbiamo bisogno di un giorno per studiare la mappa, il percorso più adatto. Dobbiamo capire quanto acqua e cibo portare, telefonare per le condizioni meteo..."

Il primo interlocutore tende ad essere "di obiettivo", mentre il secondo "di processo". Nessuna delle due modalità può essere considerata sbagliata in quanto entrambi gli schemi comportamentali offrono vantaggi e svantaggi. Relazionarsi con persone aventi un filtro mentale "di processo" risulta leggermente più complesso, bisogna evitare di esercitare troppa pressione nel fargli prendere decisioni. Questo perché un soggetto di questo tipo ha bisogno dei suoi tempi e di seguire i suoi schemi di pensiero per giungere all'obiettivo. Per questo è fondamentale assicurarsi di seguire i suoi ritmi senza forzarlo in alcuna maniera. D'altro canto, con una persona "di obiettivo" l'importante è mostrarsi attivi, immediati e diretti, senza ripensamenti sulle parti già decise.²⁹

²⁸ <https://www.vincenzofanelli.com/pnl-e-metaprogrammi.htm> - Vincenzo FANELLI, *PNL e Meta-programmi*, 2011;

²⁹ *Ibidem*

Meta-programma	Tratti identificativi	Stile di relazione da adottare
Di Processo	Attento ai dettagli, più schemi di pensiero, ha bisogno di seguire procedure mentali per arrivare all'obiettivo finale.	Bisogna essere attenti ai dettagli, evitando la superficialità e la diretta connessione con l'obiettivo finale.
Di obiettivo	Focalizza l'attenzione sull'obiettivo finale, non delineando troppo i dettagli.	Bisogna essere generici e andare direttamente "al sodo", evitando dove possibile i giri di parole.

Tabella 1

Tabella riassuntiva sintetica del meta-programma processo-obiettivo identificando i tratti identificativi della personalità del soggetto in esame e quale stile di relazione si deve adottare.

Tabella in riferimento a Vincenzo FANELLI, PNL e Meta-programmi, 2011

L'esempio precedente identifica solo uno dei sessanta meta-programmi indentificati da **Cameron-Bandler**. Il processo di conoscenza attraverso la PNL però, non si ferma alla mera conoscenza del filtro conoscitivo della persona, in quanto avviene sulla base di quattro pilastri fondamentali: i risultati, l'acutezza sensoriale, la flessibilità comportamentale e il rapport.

RISULTATI

All'interno della teoria della PNL, l'obiettivo della persona viene definito come risultato, ed è fondamentale per l'intero processo di comunicazione; conoscere il risultato a cui si ambisce è il primo passo per ottenerlo realmente. Per esempio, l'architetto è una figura professionale che, oltre al lato creativo, deve fare da tramite fra svariati personaggi: il cliente, gli operai, persone giuridiche e così via. Ogni volta che si rapporta con una persona deve, necessariamente, far capire nella maniera più chiara possibile, con tutte le forme del linguaggio, lo scopo e le motivazioni dell'operato.

ACUTEZZA SENSORIALE

In questo caso, la persona deve utilizzare le sue capacità sensoriali per comprendere ciò che gli succede attorno; ciò che le persone notano e la

misura con cui le osservano denota quale senso viene sfruttato maggiormente. Il progettista, in questo caso specifico, può utilizzare queste informazioni a suo vantaggio: conoscere la percezione sensoriale che appaga maggiormente il cliente, porta ad una semplificazione del lavoro delineando, di conseguenza, ambienti su misura.

FLESSIBILITA' COMPORTAMENTALE

Una volta superati i primi due pilastri, il feedback è semplice: attraverso una semplice analisi la persona può capire se ciò che comunica ottiene un riscontro positivo o negativo, modificando il comportamento in funzione dell'interlocutore.

RAPPORTO

Al fine di mantenere un rapporto di fiducia e di comprensione reciproca, la persona deve necessariamente porsi, consciamente o inconsciamente, sulla stessa "lunghezza d'onda" del suo interlocutore; ciò può essere effettuato rispettando il suo punto di vista o adattando il linguaggio del corpo al suo.³⁰

Le informazioni che il sistema percettivo capta sono superiori alla soglia di comprensione e di analisi del cervello. Per questo motivo, il sistema mnemonico della persona immagazzina, dopo la prima scrematura degli *input* ricevuti, informazioni mirate, delineando una mappa sensoriale degli elementi prediletti dal soggetto. Queste mappe cognitive vengono definite, all'interno della PNL, come **sistemi rappresentazionali**, indicati complessivamente con l'acronimo **VAKOG**.



³⁰ Steve BAVISTER, Amanda VICKERS, *PNL essenziale*, Alessio Roberti Editore, Bergamo 2012, Capitolo II – I fondamenti della PNL, posizione kindle 540;

Come si può evincere dall'immagine precedente, esplicativa dell'acronimo, si pone l'accento sulle prime tre lettere in quanto l'uomo si affaccia sulle scene di vita quotidiana principalmente con i sensi della vista, dell'udito e della cinestesia (sensazioni). In generale, durante la crescita personale una persona sviluppa, inconsciamente, una propensione per un senso il quale viene considerato come **sistema primario** o preferenziale.³¹

Il modo più semplice per identificare quale senso predilige la persona è ascoltare attentamente quali predicati predilige all'interno di un discorso. Per esempio, una persona il cui sistema primario è basato sulla vista, utilizza principalmente predicati come apparire, colpo d'occhio, occhiata, chiarificare, luminoso, scuro, illuminare e così via. Un esercizio base per comprendere quale senso è più sviluppato all'interno di un soggetto è la descrizione di un ambiente, facendogli domande inerenti alla percezione sensoriale mirata a un singolo senso. A seconda della fatica che la persona compie nel descrivere un sistema rappresentazionale indica quale è il suo prediletto; più è in difficoltà nella descrizione meno il senso è sviluppato e viceversa. Anche il sistema visivo può darci informazioni utili inerenti su quale sia il sistema primario della persona che si ha di fronte, poiché la persona, inconsciamente, muove la pupilla in direzioni specifiche a seconda di quale senso sta utilizzando.

All'interno della figura 2.1 si possono notare che i movimenti oculari inerenti all'elaborazione delle informazioni visive sono verso l'alto, mentre quando si spostano sull'asse orizzontale ricordano o costruiscono un suono. Il sistema rappresentazionale della persona presa in considerazione non sempre coincide con il sistema guida; quest'ultimo viene identificato come il motore grazie al quale il soggetto pone attenzione su determinati elementi, siano essi parte del mondo esterno o prodotti interiori. Il sistema di guida può essere identificato attraverso una o più domande mirate in modo da invogliare l'interlocutore produrre movimenti oculari inconsci.³² Oltre all'individuazione di parole chiave all'interno del discorso con l'interlocutore e ai movimenti oculari

³¹ *Ibidem*, Capitolo III – Sistemi rappresentazionali, posizione kindle 777;

³² *Ibidem*;

subconsci di quest'ultimo, esistono altri segnali associati al sistema rappresentazionale.

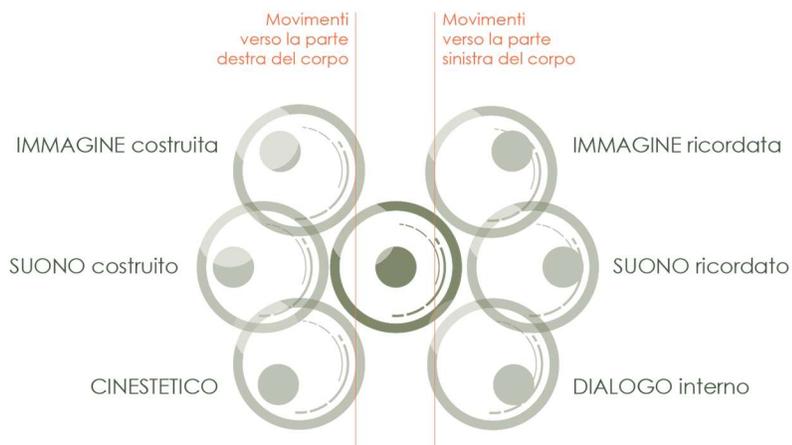


Figura 3.2

Osservando una persona sono stati identificati i movimenti oculari inconsci inerenti all'utilizzo di un senso.

Immagine autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019.

In particolare, possiamo elencare altri elementi individuabili:

VISIVO

- respirazione parte alta del petto, superficiale;
- voce acuta;
- parlata veloce;
- gestualità indicare con il dito;
- posizione della testa inclinata verso l'alto.

AUDIVITO

- respirazione distribuita uniformemente;
- voce chiaro e preciso;
- parlata velocità media;
- gestualità braccia conserte;
- posizione della testa leggera inclinazione verso un lato.

CINESTESICO

- respirazione profonda e nel ventre;
- voce basso e profondo;
- parlata lenta, con pause;
- gestualità indicare con il dito;
- posizione della testa inclinata verso l'alto.³³

Ovviamente l'intero sistema PNL non possiede basi scientifiche, perciò tutti gli elementi indicati sono solo indicazioni che possono essere utili per comprendere l'interlocutore.

³³ *Ibidem*, posizione kindle 951

La progettazione parte dalla necessità di fornire un prodotto che soddisfi il committente, rispecchiandone la personalità e l'obiettivo che vuol raggiungere, indipendentemente che si tratti di unità abitative, commerciali o produttive, permettendogli di comunicare al mondo che la osserverà la soggettività di chi commissiona l'opera, non identificando solo il gusto del progettista. In particolare, l'architettura di ambienti residenziali deve essere progettata necessariamente "su misura" alle persone che vivono lo spazio. Questo è fondamentale poiché la casa deve rispecchiare la sintesi esistente tra l'inconscio e l'espressione quotidiana dell'uomo e, come tale, deve esprimere amore e sicurezza. Sono questi i motivi generali che portano l'architetto ad avvicinarsi al mondo della percezione e della progettazione sensoriale.

Analizzata, almeno in parte, la capacità dell'essere umano di percepire, analizzare ed interagire con l'ambiente che lo circonda attraverso i suoi sensi, possiamo pensare di utilizzare questa caratteristica per progettare in maniera più personalizzata.

Possiamo ricavare informazioni dalle sensazioni o dalla sensibilità ad un livello più profondo, subconscio, dove non sempre la comunicazione verbale riesce ad arrivare. Come evidenziato nei vari capitoli la profondità di alcune percezioni cromatiche, auditive o olfattive ci possono generare piacere o disagio senza arrivare alla soglia di attenzione del ragionamento, rimanendo nel sistema limbico primordiale.

Pensando all'evoluzione dell'uomo, possiamo raggruppare le sensazioni sensoriali in due grandi famiglie: i sensi necessari per procurare il cibo (vista e udito) e quelle che servivano per giudicare il cibo (olfatto e gusto) con il tatto che aveva una funzione prettamente pratica. I primi due sensi si svolgevano più all'aperto, (caccia, agricoltura, ricerca) fornendo anche informazioni sulla sicurezza dell'ambiente che circondava i nostri antenati, gli altri due (gusto e

olfatto) prevalentemente negli ambienti più sicuri (caverne, tende, capanne) tanto che in parte ne abbiamo diminuito la sensibilità rispetto ad altre specie. Da qui la necessità, se vogliamo capire un po' meglio la nostra committenza, di valutare se il nostro interlocutore risulterà più cacciatore/nomade o agricoltore/stanziale.

Voglio pertanto proporre un questionario propedeutico alla progettazione che unito alle altre esigenze del committente, mi permetta di entrare un po' più in sintonia con il suo essere.

Ogni professionista ha nel suo bagaglio culturale un modo di interrogare la persona con cui si deve relazionare, e lo schema che voglio proporre potrà essere ampliato e variato a seconda di chi interroga e del progetto che deve essere costruito. Le domande, che ci possono aiutare, a volte potrebbero risultare ripetitive, ma questo viene utilizzato solo a scopo di conferma e rinforzo per le tendenze che possono emergere.

Qui di seguito propongo gruppi di domande e dell'interpretazione che può emergere dalla valutazione sensoriale espressa nell'analisi precedente.

Quesiti visivi

Di cromatismo

3 foto identiche della stessa ambientazione con colorazione di base filtrata, una con colori caldi, neutri o freddi.

3 foto di accessori domestici (divani, cucine, coperte da letto) con colorazioni come sopra.

Di forma

Tavoli rotondi o quadrati

Vetrate sullo stesso paesaggio con forme diverse (finestre tondo, quadrate o triangolari)

Divani nello stesso ambiente, nel medesimo colore, ma con forma diversa

Di texture

Stesso procedimento del divano, ma con finiture diverse, nei colori scelti in precedenza.

Di luminosità

Stesso ambiente con luminosità diverse naturali

Stesso ambiente con luminosità diverse artificiali

Di omogeneità

Stesso ambiente con pareti omogenee, tinta unita e carta da parati o disegni, di colori diversi tra loro.

Di distanza

ambienti raccolti o open-space?

Le risposte a queste domande ci indicano le preferenze soggettive sia cosce che inconsce sul cromatismo di base, sulle forme geometriche, sul bisogno di rassicurazioni (tinta unita) o sui desideri più legati alla fantasia (rigati, texture, diversi accostamenti cromatici). Potrebbero inoltre essere integrate da domande non pertinenti alla progettazione come:

Di che colore sono le sue lenti dell'occhiale da sole?

Preferisce estate o inverno?

Maglione o cappotto? Sciarpa o cappello?

Domande semplici che ci possono raccontare con che colore preferisce vedere il mondo, se preferisce ambienti caldi e avvolgenti ad ambienti grandi e "freschi", ariosi.

Queste domande andrebbero a convalidare le risposte precedenti, se coerenti, o ad evidenziare eventuali contraddizioni.

Quesiti auditivi

Guasti musicali (classica /rock/ pop/ liscio)

Rumori più fastidiosi (tram/treno/campane/ clacson/ ferriera)

Hobby preferiti (lettura, videogiochi, televisione bricolage)

Abbiamo evidenziato come il sistema visivo ed auditivo sono strettamente collegati tra loro, quindi dovremmo aspettarci coerenza tra le scelte visive e quelle auditive.

È probabile che chi mostra preferenze per spazi aperti e colori freddi mostri più attitudine per musica rock o pop, fastidio per campane e clacson e sopporti meglio rumori ritmati come treni e tram, preferendo videogiochi e televisione, i colori caldi e rilassanti potrebbero predisporre per attività come bricolage con musica classica e campane.

La tranquillità di un museo o la sensazione avvolgente del teatro (colori caldi e ambienti avvolgenti con forme tondeggianti) contro un concerto all'aperto (open-space, colori vivaci e spigoli vivi).

Quesiti olfattivi

Quando le offrono un fiore cosa fa per prima cosa: lo tocca, lo annusa o lo guarda?

Entrando in un ambiente i profumi di fondo li percepisce subito? Riesce a riconoscerli?

Intensità (intensi, soffici)

Gusto (cucina, fiori, mare,)

Fragranza preferita

Quesiti di gusto

A livello percettivo, il gusto e l'olfatto umano sono strettamente legati e risultano essere sensi più portati agli ambienti chiusi, alla prossimità, alla "tana" e possono evidenziare incongruenze con le risposte visive e auditive, oppure fornire importanti coerenze che ci possono assicurare sulle scelte da fare. Sarà difficile proporre colori forti a chi preferisce profumi leggeri e sapori delicati.

Piatto preferito? (serve per capire se si preferiscono gusti forti (piccanti salati) o piatti delicati. l'ambiente dovrà rispecchiare quindi il gusto del committente anche nell'immagine e nei colori.

Ristorante preferito? (cinese, giapponese, messicano / trattoria o ristorante elegante) Questo quesito serve a rispecchiare i gusti personali inerenti sia alla cucina che all'ambiente in cui si sentono a proprio agio.

Quesiti tattili

Al tatto, piace di più l'acciaio, il legno, il vetro o il marmo?

In casa cammina a piedi nudi o in ciabatte?

Pigiama, camicia da notte o nulla?

Materasso e cuscino, duro o morbido?

Cashmere o seta?

Domande di questo tipo possono evidenziare le preferenze di una persona verso le caratteristiche dei materiali che potrebbero essere utilizzati. Ci raccontano se una persona vuole un contatto diretto con gli oggetti o preferisce mediarlo con qualcosa che faccia da separatore (ciabatta, pigiama) ma che limita il senso del tatto, diminuendolo sia nel riconoscimento dei materiali che mediandone la temperatura. Altre indicazioni giungono sulla densità dei vari materiali orientandoci verso consistenze diverse (materiali soffici, sostenuti o rigidi)



Figura 4.1

Schema sulle principali caratteristiche della personalità umana, in funzione del colore secondo la teoria TTI Success Insight. S

schema autoprodotta, Claudia Guarneri, 2019, basato su <https://cappgemini.github.io/development/techniques-for-a-better-culture>

All'interno del questionario troviamo anche domande che sfruttano la la preferenza cromatica per suddividere le persone in funzione della percezione. Ciò significa che il professionista, tramite accurati sistemi di comunicazione, deve saper ascoltare e interpretare le emozioni del committente, delineando un'idea di progetto in funzione di ciò che esprime. Per esempio, all'interno del questionario si può trovare una scelta multipla cromatica, definita secondo la teoria **TTI Success Insight**, sviluppata dallo psicanalista **V. Jung**. Tramite questo studio le persone vengono suddivise a seconda della loro personalità. Il cliente

viene quindi indirizzato verso la scelta di uno dei quattro colori disponibili (rosso, giallo, verde e blu).³⁴ Possiamo così interpretare la sua scelta:

- **ROSSO** persone intraprendenti, che amano sentirsi importanti. Prediligono una casa alla moda, che segue gli stili e le tendenze del momento;
- **GIALLO** persone allegre, che cercano la varietà e cambiano spesso. Amano i colori accesi e le soluzioni innovative e originali;
- **VERDE** persone inclusive e positive, che hanno bisogno di unità e condivisione. Preferiscono ambienti caldi e accoglienti nei quali stare bene in famiglia e con gli amici;
- **BLU** persone organizzate, precisa, puntigliosa e che, quindi, hanno bisogno di sicurezza e precisione. Amano uno stile *minimal*, votato alla semplicità.³⁵

Ovviamente è difficile che una persona sia Invogliata da un unico colore poiché avremo diverse tendenze che caratterizzano anche altri gruppi. Per questo motivo la scelta si basa su una ruota cromatica e non con una semplice scelta multipla.

Per aiutare i progettisti in questa fase così delicata si è pensato, inoltre, di delineare delle domande inerenti ai gusti personali del committente, in modo da delineare un profilo personalizzato. È fondamentale però sottolineare che questo questionario non può essere considerato in sostituzione della comunicazione verbale diretta in quanto è fondamentale per la lettura delle altre due tipologie di comunicazione, paraverbale e non verbale. Il

³⁴ <https://www.ttisuccessinsights.it/analisi-talent-insights/> - TTI success insights, sito web;

³⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=tIZcfPcJhes> – Chiara ALZATI, *I quattro colori della comunicazione del metodo TTI Success Insight*, 2018;

questionario può aiutare a comprendere meglio la mappa mentale e il sistema primario che muove la persona che si ha di fronte.

Come già specificato nell'introduzione della tesi la base su cui si fonda l'intera opera è la necessità di approfondire tematiche inerenti la percezione dello spazio attraverso i sensi. La progettazione sensoriale necessita di una maggiore considerazione all'interno del panorama architettonico, in quanto il benessere fisico delle persone non può essere considerato unicamente come la sommatoria di normative e gusto estetico.

La chiave di una progettazione consapevole nasce quindi dalla ricerca e dalla passione che accomuna gli architetti. Ogni professionista ha quindi una sua personalità e un suo modo di operare attraverso schemi e relazioni mettendo a servizio del committente la sua esperienza personale. All'interno della tesi si espone quindi il mio modo di operare, ponendo al centro della progettazione il fabbisogno sensoriale della persona.

Le ricerche effettuate si basano quindi sulla mia esperienza personale, e vanno ad indentificare quali possono essere gli elementi chiave di una progettazione consapevole basata sulla relazione esistente tra cliente e spazio. Saper interrogare ed interpretare le persone con cui ci si appropria è una delle ricchezze più preziose qualora si ponga come obiettivo progettuale il **benessere quotidiano**. L'uomo ha bisogno di riconoscersi all'interno dei luoghi in cui vive e necessita di sentirsi rappresentato da essi. L'architetto deve essere in grado di provvedere in maniera professionale alla naturale esigenza dell'uomo ad ottenere spazi personalizzati. Questo può essere ottenuto grazie alla mediazione tra le necessità della persona e le normative riferimento in contrasto con la creatività e fantasia di entrambe le parti. Gli elementi indicati derivano dall'incontro tra cultura ed esperienza di tutti i soggetti coinvolti, i quali non potranno che accrescere il valore dell'opera architettonica. L'intera percezione dello spazio da parte del cliente diviene fulcro principale della progettazione, individuando quali possono essere gli interventi architettonici che possono favorire l'appagamento sensoriale della persona. La personalizzazione degli spazi in funzione di ciò che comunica il committente,

in maniera verbale o inconscia, diviene l'obiettivo finale dell'intero iter progettuale.

Il materiale raccolto non può essere considerato un manuale completo, bensì una raccolta degli elementi che, a mio parere, possono influenzare maggiormente la percezione dello spazio. L'intero scritto può essere inoltre utilizzato come una linea guida dalla doppia lettura. Leggendo la tesi al contrario si può osservare come le risposte identificate all'interno del questionario conoscitivo indirizzano il progettista verso il senso principale della persona e, di conseguenza, si possono sfruttare le regole di progettazione e le normative identificate all'interno del capitolo specifico.

BIBLIOGRAFIA

PERCEZIONE

LIBRI

- G. ROISECCO, Spazio evoluzione del concetto in architettura, Bulzoni, Roma 1970
- NORBERG-SCHULZ Cristian, *Existence, Space and Architecture*, Oslo 1971
- GERBINO Walter, *La percezione*, Il Mulino, Bologna 1983
- KENIZSA Gaetano, LEGRENZI Paolo, SONINO Maria, *Percezione, linguaggio, pensiero*, Il Mulino, Bologna 1983
- BRICARELLO Germana, VAUDETTI Marco, *Dentro gli spazi, Celid, Torino 1987*
- W.J.FREEMAN, *La filosofia della percezione*, in "Le Scienze" (1991), n. 272
- F. MANGILI, G. MUSSO, *La sensorialità delle macchine*, McGraw, Milano 1992
- BERNE R. M., LEVY M. N., *Principi di fisiologia*, Ambrosiana, Milano 1992 (trad. di T. Manzoni, F. Conti), (*Principles of Physiology*, Mosby Company, Ohio 1990)
- HOLL Steven, PALLASMAA Juhani, PEREZ-GOMES Alberto, *Question of Perception. Phenomenology of Architecture and Urbanism*, Special Issue 1994
- BERGSON H., *Saggio sui dati immediati della coscienza*, Cortina, Milano 2001
- CARISSIMI Giacomo (a cura di), *La percezione: saggio sul sensibile*, Mimesis, Milano 2002
- ROOKES Paul, WILSON Jane, *La Percezione*, il Mulino, Bologna 2002
- MERLEAU-PONTY, *Phenomenology of Perception*, Routledge & Kegan Paul, Londra 2005
- ARMATO Francesco, *Ascoltare i luoghi*, Alinea, Firenze 2007
- PALLASMAA Juhani, *The Thinking Hand*, John Wiley & Sons Ltd, Londra 2009
- *MALLGRAVE H. Francis, *L'empatia degli spazi: architettura e neuroscienze*, Raffaello Cortina Editore, Milano 2019.

PSICOLOGIA della FORMA

LIBRI

- WOLFFLIN H., *Psicologia dell'architettura*, Cluva, Venezia 1985 (a cura di L. Scarpa), (*Prolegomena zu einer psychologie der architektur*, Schwabe & co., Basel 1946)
- KOHLER W., *La psicologia della Gestalt*, Feltrinelli, Milano 1961 (*Gestalt Psychology*, Liveright Co., New York 1947). KATZ, *La psicologia della forma*, Boringhieri, Basilea 1948
- A. L. ROSSI, D. MAZZOLINI (a cura di), *Spazio e comportamento*, Guida, Napoli 1974
- ITTELSON, William H., *La psicologia dell'ambiente: il contributo della psicologia, geografia, architettura e urbanistica allo studio delle relazioni tra ambiente e processi psicologici*, Angeli, Milano 1978
- DE BERNARDI Attilio, *Forma Spazio Percezione*, Giardini Ed., Pisa 1979
- LEVY-LEBOYER Claude, *Psicologia dell'ambiente*, Laterza, Roma-Bari 1980
- CINI BOERI M., *Le dimensioni umane dell'abitare. Appunti per una progettazione attenta alle esigenze fisiche e psichiche dell'uomo*, Franco Angeli, Milano 1985
- GALIMBERTO Umberto, *Enciclopedia di psicologia*, Garzanti, Milano 1999

SENSI

LIBRI

- **Attilio de BERNARDI, *Forma, Spazio, Percezione – Conoscenza e Rappresentazione*, Giardini Editori, Pisa 1979**
- LURIJA R., *Coma lavora il cervello*, Il Mulino, Bologna 1986
- Le parole della scienza, *Dizionario di anatomia*, Rizzoli Editore, Milano 1987
- PIVA Antonio, GALLIANI Pierfranco, *Il progetto d'architettura e i 6 sensi*, Di Baio Editore, Milano 1991
- MCLUHAN M., *Gli strumenti del comunicare*, Il Saggiatore, Milano 1995
- BENEDETTI Fabrizio, *Meccanismi cerebrali dell'attività mentale*, ed. Ambrosiana, Milano 1994
- PERGOLA C., *La città dei sensi*, Alinea, Firenze 1997
- J. JENGER, *Le Corbusier, l'architettura come armonia*, Electra, Trieste 1997
- BRICARELLO Germana, *Architettura di interni, ambiti, ambienti, scenari dell'abitare*, Utet, Torino 1997
- LE DOUX J., *Il cervello emotivo, alle origini delle emozioni*, Baldini & Castaldi, Milano, 1998
- AN TOMARINI Brunella, *Le tattiche dei sensi*, Manifestolibri, Roma 2000
- BARBARA Anna, *Storie di architettura attraverso i sensi: nebbia, aurorale, amniotico...*, Mondadori, Milano 2000
- AN TOMARINI Brunella, *Le tattiche dei sensi*, Manifestolibri, Roma 2000
- O. J. BRADDICK, J. M. D. O'BRIEN e J. WATTAM-BELL, *Brain Areas Sensitive to Coherent Visual Motion*, in *Perception*, vol. 30, n° 1, Gennaio 2001
- **Mario BONOMO, *Progettazione tecniche & Materiali - Illuminazione d'interni*, Maggioli editore, Santarcangelo di Romagna 2002 (2008)**
- BECCALI Marco, GUSSONI Maristella, TOSI Francesca, *Ergonomia e ambiente. Progettare per i cinque sensi. Metodi, strumenti e criteri d'intervento per la qualità sensoriale dei prodotti e dello spazio costruito*, Il Sole 24 Ore, Milano 2003
- MARTELOTTI Daniela, *Architettura dei sensi*, Mancosu, Roma 2004
- PALLASMAA Juhani, *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*, Academy Press 2005
- MALAGUGINI Massimo, *Spazio e percezione: appunti di progetto*, ALINEA Editrice, Firenze 2007, cap. 1-5

- **MASTANDREA Stefano, *La psicologia della percezione*, Idelson Gnocchi, 2008**
- **GUSSONI Maristella, PARLANGELI Oronzo, TOSI Francesca, *Ergonomia e progetto della qualità sensoriale*, FrancoAngeli, Milano 2008**
- **BARBARA Anna, *Storie di architettura attraverso i sensi*, Postmedia Books 2011**
- **BUIATTI Eleonora, *Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione*, FrancoAngeli, Milano 2014**
- **F. FIORE, *La corteccia visiva – Introduzione alla Psicologia*, State of mind - Il giornale delle scienze psicologiche, articolo web, febbraio 2018**
- **MALLGRAVE H. Francis, *L'empatia degli spazi: architettura e neuroscienze*, Raffaello Cortina Editore, Milano 2019**

RIVISTE

- FISCHBACH G., *Mente e cervello*, il "Le Scienze" (1992), n. 291
- ANONIMO, *I cinque sensi*, in "L'Arca", febbraio 1998
- BOBBIONI M., *La casa come cura di sé*, in "Modo" (1998), 1998

TESI

- BORRA Luisella, *La dimora dei sensi*, Tesi di Laurea della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Antonio Petrillo, a.a. 1999-00, n. 116L
- DE MACEDO Paloma Asenjo, *Progettare nei cinque sensi : lo stimolo percettivo nei bambini*, Tesi di Laurea della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Anna Marotta, a.a. 2010-11, n. 13422
- HUMMEL Mariana Martins, *Di che colore è la sensazione del buio? : l'architettura raccontata attraverso il tatto, l'udito, l'olfatto, il gusto e la curiosità dell'immaginazione*, Tesi di Laurea della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Anna Marotta, a.a. 2012-13, n. 14313

VISTA

LIBRI

- ARNEHIM Rudolf, *Arte e percezione visiva*, Feltrinelli, Milano 1962 (Trad. di G. Dorflès), (*Art an Visual Perception. A psycology of creative eye*, University of California Press, Berkeley 1954)
- **Maurice H. PIERENNE, *Percezione visiva – ottica, pittura e fotografia (Optics, Painting & Photography)*, Franco Muzzio Editore, 1970 (1991)**
- **GREGORY Richard L., *Occhio e cervello. La psicologia del vedere*, Il Saggiatore, Milano 1979, (*Eye and brain. The psycology of seeing*, Weidenfeld & Nicolson, London, 1966)**
- MAFFEI Lamberto, MECACCI Luciano, *La visione: dalla neurofisiologia alla psicologia*, Mondadori, Milano 1979
- KENIZA Gaetano, *Grammatica del vedere. Saggi su percezione e Gestalt*, Il Mulino, Bologna 1980
- RUGGERO Pierantoni, *L'occhio e l'idea. Fisiologia e storia della visione*, Boringhieri, Torino 1981
- CEPPI E. (a cura di), *Minorazione della vista e apprendimento*, Cosmodidattica, Roma 1982
- G. KANIZSA, *Vedere e pensare*, Il Mulino, Bologna 1991
- SENNET R., *La coscienza dell'occhio*, Feltrinelli, Milano 1992
- ARNHEIM R., *Arte e percezione visiva*, Feltrinelli, Milano 1994
- ROBOTTI Ciro (a cura di), *Punti di vista. Forme, percezione e comunicazione visiva*, Edizioni del Grifo, Lecce 1999
- **Associazione Italiana di Illuminazione (AIDI), *Guida alla progettazione dell'illuminazione naturale*, Toriazzi S.r.l., Parma 2003**
- **Kristian FABBRI, Michele CONTI, *Progettazione energetica dell'architettura – il progetto: involucro-impianti, comfort e ambiente*, Roma 2008**

RIVISTE

- GREGORY Richard L., *Le illusioni ottiche*, in "Le Scienze" a. VII (1969), n.7, pp. 30-39
- HOFFMAN David D., *L'interpretazione delle illusioni visive*, in "Le Scienze" a. XX (1984), n 186, pp. 104-10

- STRYER Lubert, *I meccanismi molecolari della visione*, in "Le Scienze" a. XXIII (1987), n 186, pp. 8-17

TESI

- BUCCINI Claudia, *La percezione visiva. Apparenza, realtà, rappresentazione*, Tesi di Laurea della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. G. Briacarello, R. Pierantoni, a.a. 1996-97, n. 5605

COLORE

LIBRI

- VERANI Giovanni, *Combinazione e armonia dei colori*, Milano 1919
- OVIO Giuseppe, *Scienze dei colori. Visione dei colori. Espressione e senso estetico dell'occhio*, Cisalpino-Gliardica-Hoepli, Milano 1927
- ITTELSON Johannes, *Arte del colore*, Il Saggiatore, Milano 1961 (trad. di A. Monferini, M. Bignami), (*Kunst der Farbe*, Otto Maier, Ravensburger 1961)
- FRIELING Heinrich, AVER Xaver, *Il colore, l'uomo, l'ambiente*, Il Castello, Milano 1962 (trad. di M. Fruttero, *Mensch, Farbe, Raum*, Callwey, Munchen 1961)
- MAIONE Mario, PISANO Elisa, *Il colore e la visione dei colori*, Maccari, Parma 1966
- PUGNO Giuseppe A., *Colore funzionale ed architettura*, Politecnico di Torino, Facoltà di Architettura (coll. *Quaderni di Studio*), Torino 1967
- HUNT Roland, *Le sette chiavi per guarire con i colori*, MEB, Milano 1979, (*The seven keys to color healing*, Daniel Co., London 1971)
- LUSCHER Max, *Il test dei colori. I colori della vostra personalità*, Astrolabio, Roma 1976, (*The Lüscher color test*, Random House Inc. New York 1969)
- ARGAN Giulio Carlo, *Goethe. La teoria dei colori*, Il Saggiatore, Firenze 1979
- GOETHE (VON) Johann W., *La teoria dei colori*, Il Saggiatore, Firenze 1979
- OVIO Giuseppe, *Scienza dei colori*, Hoepli, Milano 1979
- LUZZATO Lia, PAMPAS Renata, *Il linguaggio del colore*, Il Castello, Milano 1980
- TALOZZI Diego, *Il colore e l'architetto*, Università Studi Firenze, Firenze 1982
- BRUSATIN Manlio, *Storia dei colori*, Einaudi, Torino 1983
- FROVA Andrea, *Luce, colore, visione*, Editori Riuniti, Roma 1984
- GARAU Angela, *Le armonie del colore*, Feltrinelli, Milano 1984
- TAGLIASACCHI Germano, *Colore e ambiente*, Sikkens, Novara 1984
- MEJETTA Mirko, SPADA Simonetta, *Il colore. L'uso del colore nell'arredo contemporaneo*, Electra, Milano 1984

- FRANCINI F., LOSANO G., *Elementi di fisiologia dell'uomo*, Utet, Torino, 1985
- CONTI Flavio, CONTI Maria R., *Il colore nella casa*, Istituto Geografico de Agostini, Novara 1985
- TAGLIASACCHI Germano, ZANETTA Riccardo, *Progettazione del colore nell'ambiente costruito*, Designers Riuniti, Torino 1986
- BELOTTI Giulio, *Luce e colori*, Hoepli, Milano 1986
- F.BIANCHETTI, *Il colore nell'ambiente costruito*, Vangelista, Milano 1986
- G.SPAGNESI, *Il colore della città*, Treccani, Roma 1988
- AMBER Reuben B., *Cromoterapia. Colori e qualità della vita*, Xenia, Milano 1989, (*Color therapy-Healing with color*, Aurora Press, Santa Fè 1983)
- CINELLI Alessandro, RUPI Pier Ludovico, *In nome del colore. Uso e abuso dei colori in architettura*, Alinea, Firenze 1989
- DE GRANDIS Luigina, *Teoria e uso del colore*, Mondadori, Milano 1990
- DOULESSIS Y., *La percezione parapsicologica dei colori*, Astrolabio Ubaldini, Roma 1990
- LACY M. L., *Conosci te stesso attraverso i colori*, Gremese, Roma, 1991
- BIANCHI Fabrizio, *L'architettura della luce*, Kappa, Roma 1991
- LUSCHER Max, *Il test rapido dei colori*, Red, Como, 1993
- MIOTTO Enrico, *Luce e colore*, Fenice 2000, Milano 1994
- GIMBELL Theo, *Cromoterapia. Uso del colore e della luce per recuperare il proprio benessere*, Tecniche Nuove, Milano 1995 (trad a cura di C. Carnavali, L. F. Rossi), (*Healing with colour & light*, Gaia Book Limited, London 1994)
- CERIANI Massimo, PERIETTI Paolo, VICINELLI Luca, *La diagnostica Luscher. I colori della nostra personalità*, Astrolabio, Roma 1995
- DE PONTE Stefano, *Architetture di luce*, Gangemi, Roma 1996
- ROOD Ogden N., *La scienza moderna dei colori*, Il Bagatto, Roma 1996 (a cura di M. Borzone), (*Modern chromatics. Students test-book of color*, Appleton & Co. New York 1879)
- MAHNKE Frank, *Il colore nella progettazione*, Utet, Torino 1998 (trad. di L. Giaccone), (*Color. Enviroment and human response*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1996)
- **MAROTTA Anna, *Policroma : dalle teorie comparate al progetto del colore*, CELID, Torino 1999;**

- MAROTTA Anna, *Il raggio di Iride. Luce e colore nelle teorie della visione*, in ROBOTTI
Ciro (a cura di), *Punti di vista. Forma, percezione e comunicazione visiva*, Edizioni del
Grifo, Lecce 1999, pp. 25-49
- TORNIQUIST Jorrit, *Colore e luce. Teoria e pratica*, Istituto del Colore, Milano 1999
- FEISNER Edith Anderson, REED Ron, *Color Studies*, Bloomsbury Publishing, 2001
- EDWARDS Betty, *L'arte del colore: Guida pratica all'uso dei colori*, Longanesi & Co.,
Milano 2004
- ROMANELLO Isabella, *Il colore, espressione e funzione*, Hoepli, 2006
- FEISNER Edith Anderson, *Color Studies*, Bloomsbury Publishing, 2014
- FALCIANELLI Riccardo, *Cromorama*, Einaudi, 2017

RIVISTE

- PORTMANN Paul, *Luce e colore*, in "Tavolozza" a. VIII (1959), n. 1, pp. 2-7
- HENDRICKS S.B., *Interazione tra luce e materia vivente*, in "Le Scienze" a. VII (1969),
n. 13, pp. 15-18
- BECK Jacob, *La percezione del colore delle superfici*, in "Le Scienze" a. XIII (1975), n.
88, pp. 58-70
- FERGUS W., MAFFEI Lamberto, *Contrasto e frequenza spaziale*, in "Le Scienze" a. XIII
(1975), n. 78, pp. 78-83
- CELENTANO Fabrizio (a cura di), *Luce, colore e materia* (coll. Le Scienze, Quaderni,
n. 21), La Nuova Italia, Firenze 1985

TESI

- D'AGOSTINI Elisa, *Il colore negli interni*, Tesi di Laurea della facoltà di Architettura
del Politecnico di Torino, rel. G. Brino, a.a. 1997-98, n. 4266
- OLIVIERI Paolo, *Il ruolo del colore nella percezione dell'ambiente*, Tesi di Laurea della
Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. P. Bertalotti, a.a. 1997-98, n.
5923
- ACTIS DATO Mariuccia, BOSCOLO Fabrizio, *Colore e luce : aspetti essenziali per il
progetto architettonico : gli ambienti di lavoro*, Tesi di Laurea della facoltà di
Architettura del Politecnico di Torino, rel. Anna Marotta, a.a. 1999-00.
- GIULIANO Charles, *Cromie per il benessere*, Tesi di Laurea della Facoltà di
Architettura del Politecnico di Torino, rel. Anna Marotta, a.a. 2001-02, n. 9749

- VOYRON Silvia, *Il colore e la luce nella percezione dello spazio costruito: materiali e tecnologie per il progetto*, Tesi di Laurea della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Liliana Bazzanella, a.a. 2005-06
- BUSATTO Davide, *Il colore nel progetto di architettura : colore tra passato e presente*, Tesi di Laurea della facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Anna Marotta, a.a. 2008-09;
- CORRONCA Carlo, *Psicolor : la psicologia del colore nell'architettura*, Tesi di Laurea della facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Anna Marotta, a.a. 2009-10;
- BIANCO Valentina, *Volare a colori, la percezione del colore in cabina come elemento influenzante il benessere*, Tesi di Laurea della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Claudio Germak, a.a. 2017-18

TATTO

LIBRI

- Julius PANERO, *Anatomy for interior designers*, Whitney Library of design, New York 1948 (1977)
- Raymond LIFCHEZ, *Rethinking architecture – Design students and physically disabled people*, University of California Press, London 1987
- B. MUNARI (a cura di), *I laboratori tattili*, Zanichelli, Bologna 1988
- KATZ David, *The world of Touch*, Hillsdale, L.Erlbaum Associates Publishers, Hillsdale NJ 1989
- Giovanni Del ZANNA, *Uomo disabilità ambiente – ricerca dei criteri per una progettazione accessibile*, Abitare Segesta Spa, Milano 1996
- RESTELLI Beba, MUNARI Bruno, *Giocare con tatto: per una educazione plurisensoriale secondo il metodo Bruno Munari*, FrancoAngeli “Le Comete”, Milano 2002
- MAZZEO Marco, *Tatto e linguaggio*, il Corpo delle Parole, Editori Riuniti, Roma 2003
- GUSSONI Maristela, PARLANGELI Oronzo, TOSI Francesca, *Ergonomia e progetto della qualità sensoriale*, FrancoAngeli, Milano 2008
- Kristian FABBRI, Michele CONTI, *Progettazione energetica dell’architettura – il progetto: involucro-impianti, comfort e ambiente*, Roma 2008

RIVISTE

- K. SACCHETTI, *La superficie delle cose*, in “Modo”, 1998, n. 193

TESI

- LERMA Beatrice, *I materiali e i cinque sensi: esperienze per una nuova metrologia sensoriale*, Tesi di laurea in Architettura del Politecnico di Torino, rel. Claudia De Giorgi, Davide Vannoni, a.a. 2003-04, n. 209L

UDITO

LIBRI

- G. MONCADA LO GIUDICE, S. SANTOBONI, *Acustica*, Ambrosiana, Milano 1995 (2000)
- Massimiliano NASTRI, *Introduzione al design visbro-acustico*, FrancoAngeli, Milano 1997 (2007)
- G. CELLAI, S. SECCHI, L. BUSA, *La protezione acustica degli edifici*, Alinea Editrice, Firenze 2005
- Francesco BIANCHI, Roberto CARRATU, *L'acustica in architettura*, Città Studi Edizioni, Novara 2007 (2011)

TESI

- Martino MOCCHI, *Il suono dell'architettura – Paesaggio sonoro e multisensorialità*, Dottorato di ricerca del Politecnico di Milano, 2015
- Giacomo BAUDI, *Suono e spazio – Strumenti per valorizzare il patrimonio sonoro locale*, Tesi di laurea in Architettura del Politecnico di Torino, a.a. 2017/2018

OLFATTO

LIBRI

- E. TARDIFF, *Gli odori ed i profumi*, Capaccini, Roma 1900
- L. MATTEOTTI, *La scala naturale degli odori*, Tipografia Paoli, Sassuolo 1910
- P. SUSKIND, *Il profumo*, Longanesi, Milano 1985

TESI

- NERRI Morena, *Progettare per l'olfatto: gli odori come mediatori per la generazione strategica di ambienti e di artefatti*, Tesi di laurea in Architettura del Politecnico di Torino, rel. Eleonora Buiatti, a.a. 2011-12, n. 1170L

FASE PROGETTUALE

LIBRI

- Emanuele ARIELLI, *Pensiero e progettazione: la psicologia cognitiva applicata al design e all'architettura*, Bruno Mondadori, Milano 2003, Capitolo II – *Tipi di rappresentazione e modelli*, p. 24;
- Tony BUZAN, Barry BUZAN, *Mappe mentali*, ebook, 2012, Parte II – *Benvenuti nella mappa mentale*, posizione kindle 681 di 3209;
- Steve BAVISTER, Amanda VICKERS, *PNL essenziale*, Alessio Roberti Editore, Bergamo 2012, Capitolo I – *cos'è la PNL*, posizione kindle 384;
- E. BUIATTI, *Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione*, FrancoAngeli, Milano 2014, Capitolo II – *La mente visiva*, paragrafo – *progettare per la vista*, posizione kindle 1429 di 4973;

CORSI

- Anna MAROTTA, *Corso di Percezione e comunicazione visiva*, Politecnico di Torino, a.a. 2018-2019;
- Stefano D'AMICO, *Corso di arte e disegno*, Università di Macerata - Dipartimento di scienze della formazione, dei beni culturali e del turismo, a.a. 2018-2019, *Lezione sulla Comunicazione*;

SITOGRAFIA

VISTA

- http://www.diarc.masterproinn.unina.it/downloads/materiale%20didattico/2016/Losasso_2016.04.15_Orientamento.pdf
prof. arch. Mario LOSASSO, *La città antica – orientamento degli edifici e condizioni di comfort*, Università degli studi di Napoli, Facoltà di Architettura, Dipartimento di progettazione urbana e urbanistica – unità di ricerca e tecnologia

TATTO

- <https://www.corriere.it/salute/dizionario/recettore/index.shtml>
Dizionario della salute, *recettore*
- http://win.pisavisionlab.org/teaching/burr/PsicologiaPercezioneAttenzione_ModuloPercezione/Ch12_Tatto.pdf
Il tatto
- <http://www.unife.it/medicina/infermieristica/studiare/minisiti/basi-morfologiche-della-vita/anatomia-umana/file-lezioni/24%20Sistemi%20sensitivi%20vie%20fondamentali.pdf>
Università degli studi di Ferrara, Facoltà di Medicina, farmacia e prevenzione, slide sul *sistema sensitivo somatico*
- <http://www.unife.it/medicina/infermieristica/studiare/minisiti/basi-morfologiche-della-vita/anatomia-umana/file-lezioni/24%20Sistemi%20sensitivi%20vie%20fondamentali.pdf>
Università degli studi di Ferrara, Facoltà di Medicina, farmacia e prevenzione, slide sul *sistema sensitivo somatico*
- https://architettura.unige.it/per/doc/isettic/matdid11_12/pdf/parte2/cap2_2.pdf
Doc. Carlo ISETTI, *Benessere termoigrometrico*, Università di Genova, Corso di fisica tecnica e ambientale, a.a. 2011/12
- http://didattica.uniroma2.it/assets/uploads/corsi/144485/04_-_TT1_-_Comfort_Termoigrometrico_-_Fanger_PPD_e_PMV1.pdf
Ing. G. BOVESECCHI, Corso di *Termotecnica 1 – Comfort termoigrometrico: Equazione del comfort, PPD e PMV*, a.a. 2012-13

- https://www.inail.it/cs/internet/docs/indici_di_valutazione_degli_ambienti_moderati_pdf.pdf?section=attivita
Inail, *Indici di valutazione per ambienti moderati*, pdf, 2017
- https://www.pontegiulio.com/it-IT/userFiles/File/Cat_legislazione.pdf
Legislazione ed informazioni per la progettazione dei servizi igienici destinati a persone disabili ed anziani, Italia 2008
- <https://www.architutti.it/documenti/norme-barriere-architettoniche/>
Norme barriere architettoniche – tutela e buona progettazione secondo la legge
- <https://www.disabili.com/mobilita-auto/speciali-mobilita-a-auto/barriere-architettoniche-e-disabilita/barrarch09-spazi-interni>
Barriere architettoniche - spazi interni di un'abitazione accessibile, 2009
- <http://arch4blind.com/>
Sito web di C. Downey
- <http://www.tooteko.com/>
Sito web di Tooteko

UDITO

- http://win.pisavisionlab.org/teaching/burr/PsicologiaPercezioneAttenzione_ModuloPercezione/Ch09_UditoPsicologiaPsicoacustica.pdf
Pisa Vision Lab, *Udito: Fisiologia e Psicoacustica*
- <https://www.ingenio-web.it/21890-isolamento-acustico-la-corretta-progettazione-nel-rispetto-della-normativa>
ISOLMANT, *Isolamento acustico: la corretta progettazione nel rispetto della normativa*, novembre 2018
- <https://www.infobuild.it/approfondimenti/isolamento-acustico-materiali-fonoassorbenti-e-fonoisolanti/>
InfoBuild, *Isolamento acustico: materiali fonoassorbenti e fonoisolanti*, 2017
- <https://blog.casanoi.it/isolamento-acustico-differenza-fonoisolanti-fonoassorbenti/>
Arch. Carmen GRANATA, *Isolamento acustico: differenza tra materiali fonoisolanti e fonoassorbenti*, 2016
- https://architettura.unige.it/did/l2/architettura/terzo0708/fisicatecnica/capitoli/cap12_II.pdf
Università di Genova, *Acustica architettonica*

- <http://designingsound.org/2014/09/29/sonic-architecture/>
Miguel ISAZA, *Sonic Architecture*, 2014
- <https://www.marvinacustica.it/riflessione-del-suono-trasmissione-suono/> -
Marvinacustica S.r.l., *Riflessione del suono e trasmissione del suono: cosa sono*, novembre 2018

OLFATTO

- https://www.openstarts.units.it/bitstream/10077/4561/1/Romoli_phd.pdf -
Laura ROMOLI, *Studio fmri dell'olfatto. Componenti percettive e cognitive dell'elaborazione corticale di quattro aromi familiari*, Dottorato di ricerca dell'Università degli studi di Trieste, rel. Paolo Battaglini, a.a. 2009-10
- <https://www.galileonet.it/quanto-e-potente-il-senso-dellolfatto/>
Simone VALESINI, *Quanto è potente il senso dell'olfatto*, Marzo 2014
- <https://www.socialup.it/olfatto-e-memoria/>
- Emanuele PUNZI, *Olfatto e memoria: come gli odori si legano alle emozioni*, Maggio 2016
- http://win.pisavisionlab.org/teaching/burr/PsicologiaPercezioneAttenzione_ModuloPercezione/Ch13_Olfatto.pdf
Olfatto
- <http://www.ing-gdp.com/documents/il%20cervello%20ed%20il%20sistema%20olfattivo%20umano.pdf>
Giovanni DEL PAPA, *Il sistema olfattivo umano - uno studio teorico a livello di reti neuronali*
- <http://www.treccani.it/enciclopedia/olfatto/>
Enciclopedia Treccani, *Olfatto*
- http://www.lescienze.it/news/2012/08/28/news/sonno_odori_suoni_condizionamento_apprendimento-1221780/
Le Scienze, *La mente impara anche nel sonno*, 2012
- <https://studylib.net/doc/8112731/as-a-pdf---monell-chemical-senses-center>
Leslie STEIN, *Pleasant smells increase facial attractiveness*, 2014
- http://www.treccani.it/enciclopedia/olfatto-e-gusto_%28Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica%29/
Giovanni BERLUCCHI, *Olfatto e gusto*, Enciclopedia della scienza e della tecnica, 2007

- <https://www.officinadelleessenze.com/profumatori-per-ambiente-come-scegliere-i-migliori/>
Profumatori per ambienti
- <https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/criteri-progettuali/architettura-olfatto-percezione-odori-771>
Federico DA DALT, *L'architettura dell'olfatto: progettare la percezione degli odori*, 2014
- http://www.salute.gov.it/portale/news/p3_2_1_1_1.jsp?lingua=italiano&menu=notizie&p=dalministero&id=2812
Ministero della salute, *Inquinamento indoor: il vademecum dell'ISS*, 2017
- <https://www.abitoverde.it/pareti-verticali/>
Pareti verdi

FASE PROGETTUALE

- <https://www.lacomunicazione.it/voce/jakobson-roman/>
Carlo GAGLIARDI, *Jakobson Roman*, *La comunicazione – il dizionario di scienze e tecniche*, 2019;
- www.professionisti.it/enciclopedia/voce/2070/Comunicazione-persuasiva
Comunicazione persuasiva, *Enciclopedia – Formazione e consulenza*, 2012
- <https://www.lagrammaticaitaliana.it/lezionegrammatica/1.3-la-classificazione-dei-segni.aspx>
La classificazione dei segni;
- <https://www.lacomunicazione.it/voce/peirce-charles-s/>
Pier Cesare RIVOLTELLA, *Simbolo*, 2019
- <https://www.lacomunicazione.it/voce/indice/>
Adriano ZANACCHI, Pier Cesare RIVOLTELLA, *Indice*, 2019;
- <http://www.lbollini.it/appunti-sul-digital-e-visual-design/affordance-da-gibson-a-bagnara-e-porte-antincendio/>
Letizia BOLLINI, *Affordance. Da Gibson a Bagnara, passando per le porte antincendio*, 2018;
- <https://www.corsi.it/corso/guida-rapida-alla-pnl#lesson=132393>
Stefano SANTORI, *Guida rapida alla PNL*;

- <https://www.vincenzofanelli.com/pnl-e-metaprogrammi.htm> -
Vincenzo FANELLI, *PNL e Meta-programmi*, 2011;
- <https://www.ttisuccessinsights.it/analisi-talent-insights/>
TTI success insights, sito web;
- <https://www.youtube.com/watch?v=tIZcfPcJhes>
Chiara ALZATI, *I quattro colori della comunicazione del metodo TTI Success Insight*, 2018;