

## 2 – I DISPOSITIVI PER L'INTERAZIONE

### 2.2 Periferiche d'ingresso

#### 2.2.1 Periferiche per l'inserimento del testo

Per quanto riguarda la **tastiera** può essere di varie tipologie:

- **QWERTY**;
- **Dvorak**: velocizzare il più possibile la scrittura e ridurre l'affaticamento della mano;
- **Tastiere virtuali**: proiettate su qualsiasi superficie tramite laser e lette da un sensore ottico che rileva la posizione delle dita;
- Nei cellulari viene usato il **T9** (a ciascuno dei 9 tasti vengono associate 3 o 4 caratteri) o lo **Swype** (permette di scrivere trascinando il dito sullo schermo).

I **sistemi di riconoscimento vocale** **fase di addestramento** in cui viene creato un database di modelli del parlato e **fase di riconoscimento** in cui il database viene utilizzato per riconoscere i fonemi. **Dipendenti dal soggetto** se nella fase di addestramento la voce viene analizzata in modo tale che il sistema possa adattarsi alla tonalità e alla pronuncia oppure **indipendenti dal soggetto** se non richiedono un addestramento per un particolare timbro di voce e hanno una precisione inferiore.

I **sistemi di riconoscimenti automatico della scrittura** possono essere **off-line** (immagini tramite scanner ottici) oppure **on-line** (movimento tracciato su tavolette grafiche o schermi tattili).

Esistono **sistemi a scansione ottica** come i **codici a barre** e **QR Code** (matrice composta da moduli neri su sfondo bianco) oppure **sistemi a scansione radio** come **RFID** (capacità di memorizzare dati e rispondere se interrogati a distanza tramite appositi lettori a radiofrequenze).

#### 2.2.2 Periferiche per l'acquisizione di immagini

Un'immagine digitale può essere di tipo **vettoriale** (composta da elementi primitivi come linee o poligoni, facilmente scalabile e ruotabile, usata in grafica) o **bitmap** (rappresentata come scacchiera in cui ad ogni pixel viene associato il valore corrispondente al colore nel punto, i valori che definiscono il colore si basano sugli spazi colore). Esistono vari **modelli additivi** (ad esempio **RGB**) e **sottrattivi** (ad esempio **CMYK**) per la sintesi del colore. La grafica bitmap ha due proprietà fondamentali:

1. **Risoluzione**: indica il n° di righe e colonne in cui è divisa l'immagine / una misura della densità dei pixel (PPI);
2. **Profondità di colore**: indica il n° di bit necessari per definire il colore di un pixel (BPP), maggiore è meglio.

Per catturare e ricostruire immagini tridimensionali viene utilizzata la **stereoscopia** in cui vengono posizionati due sensori ad una distanza pari a quella esistente tra gli occhi o ad una distanza differente nel caso in cui la distanza tra l'oggetto e la telecamera non consente una corretta riproduzione del rilievo in profondità.

#### 2.2.3 Periferiche per il posizionamento, puntamento e tracciamento

Una periferica di puntamento consente di **inviare al computer delle coordinate spaziali** tramite la manipolazione di oggetti fisici oppure interpretando la posizione degli arti, occhi o altre parti del corpo dell'utente.

Il sistema di puntamento più comune è il **mouse**, il quale non invia una posizione assoluta ma gli spostamenti relativi a traslazioni dello stesso rispetto alla superficie di utilizzo. Il mouse può essere di tipo **meccanico**, a **LED** o **laser** in base alla tecnica di trasduzione utilizzata.

Esistono periferiche di puntamento progettate per utilizzi specifici come la **trackball** (mouse rovesciato in cui il dispositivo rimane fermo e l'utente muove la pallina) o il **pointing stick** (semisfera rigida inserita in tastiera QWERTY tra i tasti G, H, B che tramite la spinta del dito converte la pressione in movimenti del cursore). pointing stick = joystick isometrico

Il **joystick** trasforma i movimenti di una leva rispetto alla posizione centrale di riposo dei comandi di spostamento lungo gli assi X e Y mentre il **gamepad** (o **joypad**) simile al joystick ma progettato per essere tenuto in mano con croce direzionale, diversi tasti per varie funzioni e uno o più micro-joystick.

Con **touchpad** e **touchscreen** si intende periferiche in cui il contatto con uno o più dita su una superficie sensibile è rilevato tramite una matrice di **sensori resistivi** o **capacitivi** e trasformato in comandi di posizione. Nei dispositivi resistivi la posizione del contatto è individuata tramite una matrice di elementi la cui resistenza varia in base alla pressione esercitata mentre i dispositivi capacitivi sono più sensibili e possono rilevare più contatti simultanei.

Per quanto riguarda la **rilevazione dei movimenti del corpo** possono venire usati dei **guanti** o **tute sensorizzate** (**Data Suit**) che rilevano i movimenti effettuati.

I **sistemi ottici per il tracciamento del corpo in 3D** analizzano la scena tridimensionale e tramite algoritmi di classificazione e tracciamento sono in grado di ottenere informazioni relative agli angoli fra gli arti e alla posizione delle varie parti del corpo nello spazio.

I **sistemi basati sul tracciamento oculare** vengono usati come ausilio alla scrittura per permettere a disabili motori di selezionare i caratteri mostrati su monitor, possono essere di due tipologie:

1. **A pupilla luminosa**: se la sorgente di luce è coassiale con l'ottica di acquisizione la pupilla risulterà illuminata;
2. **A pupilla scura**: se la sorgente di luce è posizionata lateralmente la pupilla risulterà più scura.

Esistono anche sistemi di puntamento per soggetti a ridotta mobilità come il **joystick orale** il quale rileva il movimento tramite un asticella mossa con la lingua e le funzionalità dei due bottoni sono sostituite da un sensore che rileva pressioni e depressioni d'aria nella cavità orale.

#### 2.2.4 Periferiche per la rilevazione di parametri ambientali e per la localizzazione

La più nota periferica è il **microfono** il quale è un trasduttore di tipo elettromeccanico in grado di convertire le onde di pressione sonora in segnali elettrici; unendo più microfoni si ottengono **array di microfoni** con i quali è possibile acquisire l'intensità sonora del segnale e individuare la posizione dell'emettitore.

Il **sensore di luminosità** è basato sull'utilizzo di un fotosensore che converte l'intensità del segnale luminoso in un segnale elettrico proporzionale, vengono utilizzati come elemento base per la regolazione automatica della luminosità dei display sui dispositivi mobili.

I **rilevatori di prossimità** sono basati sull'accoppiamento di un sensore di luminosità ed un LED infrarosso il quale emette una radiazione luminosa che viene riflessa dalla superficie e captata dal sensore di luminosità con un'intensità inversamente proporzionale alla distanza dalla superficie.

Le **piattaforme inerziali** sono sistemi integrati (di dimensioni molto ridotte essendo usate nei dispositivi mobili) composti da **accelerometri**, **magnetometri** e **giroscopi** con le quali è possibile ricavare informazioni relative alla posizione, inclinazione, rotazione ed orientamento del dispositivo rispetto all'asse terrestre.

Il sistema **GPS (Global Positioning System)** è un sistema per la localizzazione in ambienti esterni basato su una rete di satelliti geostazionari che inviano messaggi verso terra; un dispositivo che può ricevere segnali da almeno 4 satelliti può triangolare la propria posizione sulla superficie terrestre.

Un altro sistema per la localizzazione consiste nel **triangolare le celle telefoniche GSM** a cui è connesso un dispositivo, conoscendo la posizione delle ultime celle si può ottenere un'area di intersezione e ricavare la posizione.

Inoltre esistono **sistemi di localizzazione basati su etichette RFID attive** che a differenza di quelle passive hanno un'alimentazione propria e funzioni avanzate.

I sistemi di localizzazione più recenti sono quelli a **banda ultra larga (UWB)** che, a differenza dei sistemi RFID, inviano impulsi molto brevi e ripetuti nel tempo che permettono una migliore gestione energetica e accuratezza del segnale.

#### 2.2.5 Periferiche per la rilevazione di parametri biometrici e fisiologici

La biometria è la disciplina che ha come oggetto lo studio e misurazione delle variabili morfologiche, fisiologiche e comportamentali degli organismi viventi.

La misurazione di parametri fisiologici avviene tramite sistemi non invasivi come **l'ElettroCardioGramma ECG**, **frequenza e ampiezza del respiro**, segnale **ElettroEncefaloGrafico EEG**, **conduttanza dermica EDR** e la saturazione di ossigeno nel sangue **SpO2**.

### 2.3 Periferiche d'uscita

#### 2.3.1 Display per la visualizzazione di testi e immagini

Un **display alfanumerico o testuale** è in grado di visualizzare solo testo o un insieme limitato di simboli grafici, i quali possono essere visualizzati tramite **composizione di segmenti** o **matrici di punti** che accendendosi compongono uno dei simboli predefiniti.

Un **display per immagini** è un dispositivo elettro-ottico che consente la visualizzazione di immagini secondo la metodologia usata per le immagini bitmap.

Esistono anche display che, a differenza di quelli appena descritti, non usano una luce posteriore per illuminare i pixel ma riflettono la luce come un foglio di carta: un esempio è la tecnologia **e-ink**.

#### 2.3.3 Periferiche per la generazione di suoni e di linguaggio naturale

Il nostro sistema uditivo può percepire una gamma di suoni compresa tra i 20Hz e i 20kHz, detta **banda dell'udibile**.

I **suoni senza contenuto linguistico** sono spesso utilizzati in supporto alla comunicazione visiva di cui rappresentano un utile complemento, infatti il suono può ridurre il sovraccarico sensoriale visivo veicolando informazioni aggiuntive richiamando l'attenzione dell'utente.

Questa tipologia di suono può essere generata tramite **sintetizzatore** il quale è un sistema che grazie a modelli matematici produce un suono come composizione di diversi segnali modulati in base a vari parametri.

I **suoni con contenuto linguistico** sono basati sulla ricchezza ed importanza del linguaggio che contengono che può essere veicolato sotto forma di linguaggio naturale o di note nel caso della musica.

#### 2.3.4 Periferiche per la restituzione tattile e aptica

La **sensibilità tattile** proviene dai ricettori situati nello spessore dei tessuti sottocutanei mentre la **sensibilità cinestesica** (capacità di localizzare nello spazio le parti del nostro corpo e di rilevare le forze esercitate su di esse) deriva dai ricettori situati nei giunti, legamenti e fasci muscolari.

Le **periferiche per la generazione di stimoli vibro-tattili** nella loro forma più semplice sono basate su micromotori elettromagnetici collegati ad un carico asimmetrico che produce vibrazioni se messo in rotazione. Esempi di applicazioni di questa tecnologia sono la **vibrazione dei cellulari** ed il **ritorno vibrotattile delle tastiere virtuali**. Nei dispositivi di ultima generazione questo effetto viene ottenuto tramite film plastici integrati nello schermo in modo da essere meno ingombranti e più leggeri e forniscono una sensazione tattile più precisa.

I **display Braille** sono sistemi di lettura per non vedenti in cui l'utente posizionando le dita sulle celle, legge il contenuto che il dispositivo invia al display sotto forma di testo generato da opportuni software che identificano ed interpretano il testo mostrato sullo schermo di un computer.

Esempi di sistemi aptici (interfacce capaci di fornire simultaneamente sensazioni vibrotattili e cinestesiche) sono i **guanti CyberGlove** disponibili nella versione CyberTouch che integra sei attuatori vibrotattili con frequenza e ampiezza della vibrazione controllabili dal dispositivo permettendo di simulare diverse sensazioni tattili.

#### 2.3.5 Realtà mista e stampa 3D

La realtà virtuale è una simulazione della realtà in cui l'utente può essere parzialmente o completamente immerso, è basata su 3 elementi base:

1. **Ambiente tridimensionale con elevato livello di realismo;**
2. **Sistema di interazione tra utente e ambiente virtuale** (manipolazione degli oggetti);
3. **Sistema di immersione sensoriale che estende l'esperienza del realismo visivo agli altri sensi in modo da far sentire l'utente realmente immerso nella scena.**

Nella realtà aumentata la percezione sensoriale umana è arricchita tramite informazioni non percepibili dai cinque sensi. Nella virtualità aumentata invece predomina la percezione del mondo virtuale che viene arricchito con informazioni del mondo reale.

Esempi di sistemi per la generazione della realtà aumentata sono gli **Head-Mounted Display** ovvero caschi o occhiali con uno o due display in modo da sostituire o integrare la scena vista dall'utente con una generata dal sistema e gli schermi olografici che sono dei supporti di vetro su cui viene proiettata un'immagine tramite un video proiettore posto dietro lo schermo.

La **prototipazione rapida** si basa sulla fabbricazione stratificata che prevede la costruzione dell'oggetto tramite la sovrapposizione di tante sezioni di materiale di spessore infinitesimo create strato per strato. La prototipazione rapida può essere di due tipi:

1. **A sinterizzazione di materiale**, basati su laser o sistemi a deposizione di gocce di colla o solvente che aggregano strati di materiale plastico in polvere;
2. **A deposizione del materiale**, basati sulla fusione attraverso un estrusore controllato di materiale plastico che viene depositato strato per strato sotto forma di filo.

### 3 - PERCEZIONE VISIVA E DESIGN DI INTERFACCE GRAFICHE

#### 3.1 L'occhio umano

Nella parte più esterna dell'occhio si trova la **cornea**, trasparente e attraversata dalla luce che raggiunge così l'**iride**, l'elemento che dà agli occhi di una persona il colore distintivo. Al centro dell'iride, la **pupilla** permette di regolare la quantità di luce che può proseguire verso gli elementi più interni dell'occhio. Il **cristallino** svolge invece la funzione di una lente che riceve la luce entrata attraverso la pupilla e la focalizza sull'area più interna dell'occhio, la **retina**. Il trasporto dei segnali proveniente dall'occhio fino alle aree del cervello dedicate alla loro elaborazione avviene tramite il **nervo ottico**.

La retina contiene due tipi di cellule destinate alla ricezione della luce: **coni** e **bastoncelli**. I coni si concentrano nella parte centrale della retina, sono poco sensibili alla luce e specializzati per la visione dei colori e dettagli in ambienti illuminati mentre i bastoncelli si trovano sulla superficie periferica della retina, sono altamente sensibili alla luce, permettono la visione in condizioni prossime alla totale oscurità e sono specializzati nella rilevazione di movimenti.

#### 3.2 Percezione del colore

Il colore viene definito in base a tre parametri: (nel sistema HSB o HSV)

1. **Tonalità o gradazione (hue)**: identifica il colore percepito nello spettro delle lunghezze d'onda visibili;
2. **Saturazione o intensità (saturation)**: determina quanto il colore è vivace;

3. **Luminosità o valore (brightness o value)**: determina quanto un colore viene percepito come chiaro o scuro. La retina ha un ruolo fondamentale nella percezione del colore in quanto i coni possono essere divisi in tre tipi rispetto alla loro sensibilità alla luce:

- **Coni sensibili alle onde corte (colore blu)** – quantità x;
- **Coni sensibili alle onde medie (giallo-verde)** – quantità 2x;
- **Coni sensibili alle onde lunghe (arancio-rosso)** – quantità 4x.

**Teoria tricromatica**: spiega la percezione del colore in funzione delle intensità relative di attivazione dei tre tipi di coni.

**Teoria dell'opponenza cromatica**: ipotizza l'esistenza di tre processi nel sistema visivo umano ognuno dei quali si concentra sulla distinzione tra due colori opposti: canale rosso-verde, canale blu-giallo e canale nero-bianco.

Queste due teorie sono state integrate nella **Teoria del processo duale** che vede i segnali prodotti dai tre tipi di coni come input per i processi oppONENTI.

Nella **scelta dei colori** bisogna prendere in considerazione vari fattori come:

- **Color pollution** (troppi colori diversi usati per richiamare l'attenzione, inquinamento da colore);
- **Colori analoghi e complementari - cromostereopsi** (fastidioso effetto 3D in cui sembra che un colore fluttui sopra l'altro);
- **Il ruolo dello sfondo**:
  - **Contrasto di chiarezza**;
  - **Contrasto di colore**;
  - **Leggibilità**.

### 3.3 Reperimento visivo

L'**attenzione visiva** può essere richiamata indipendentemente dalla nostra volontà da **stimoli esterni (processo esogeneo o bottom-up)** oppure possiamo **controllarla volontariamente (processo endogeno o top-down)**, ha una **natura selettiva** in quanto permette di esaminare ad ogni istante solo una porzione limitata dell'ambiente che ci circonda trascurando le altre. Da questo ne deriva il fatto che un'interfaccia dev'essere progettata per facilitare il reperimento visivo degli elementi che l'utente sta cercando.

Le principali caratteristiche visive che il progettista di interfacce deve tenere in considerazione sono:

- **Colore**;
- **Forme geometriche elementari e suoi attributi** (lunghezza, larghezza, spessore, ...);
- **Orientazione**;
- **Movimento**.

Nelle interfacce viene fatto largo uso delle **icone**, disegni (spesso stilizzati) atti a comunicare sinteticamente un'informazione all'utente. Il riconoscimento di un'icona è fortemente dipendente da:

- **Esperienze e contesto culturale dell'utente**;
- **Possibilità di riuscire a raffigurare esplicitamente il concetto da comunicare nelle griglia di pixel dell'icona**.

Le icone possono essere di vario tipo:

- **Rassomiglianti** (dirette / pittoriche): riescono a riprodurre interamente il concetto nello spazio disponibile;
- **Esemplari** (esempio): se non è possibile riprodurla interamente si utilizza una sottoparte caratteristica;
- **Simboliche** (astratte): se non è possibile riprodurre una sottoparte si ricorre ad un disegno simbolico che evochi per associazione il concetto. Esempio bicchiere rotto per fragile;
- **Arbitrarie**: non suggeriscono un'associazione con il concetto e l'associazione deve essere appresa dall'utente. Esempio il mappamondo con due frecce in direzioni opposte per Internet.

Il progettista deve scegliere l'icona più adatta in base al comportamento che è preferibile ottenere dall'utente.

### 3.4 Layout dell'interfaccia e organizzazione percettiva

Nell'assegnare agli elementi dell'interfaccia una posizione precisa nello spazio, definendone il layout, il progettista deve trasmettere all'utente un'organizzazione di facile comprensione che faccia percepire come visivamente raggruppati quegli elementi che sono logicamente raggruppati.

Per questo compito viene in aiuto la **psicologia della Gestalt** con varie leggi:

- **Prossimità**: elementi spazialmente vicini tendono a essere raggruppati fra loro;
- **Somiglianza**: elementi simili vengono raggruppati assieme dal nostro sistema percettivo;
- **Chiusura**: l'osservatore completerà piccole interruzioni in una forma in modo da percepirla come intera;
- **Simmetria**: regioni di spazio delimitate da confini simmetrici vengono completate dall'osservatore in modo da essere percepite come figure coerenti.

Un layout ben organizzato in diversi livelli gerarchici contribuisce a favorire il reperimento visivo dell'elemento di interfaccia cercato dall'utente; la sua vista può individuare il gruppo di interesse al più alto livello senza dover analizzare in dettaglio i contenuti degli altri gruppi. **L'uso di elementi decorativi e geometrici aiuta ad evidenziare in modo esplicito l'organizzazione in gruppi.**

### 3.5 Il Presentation Problem

Con il termine **Presentation Problem** si indica la situazione in cui è impossibile presentare all'utente una visualizzazione in tutti i suoi dettagli perché essa ha una dimensione più grande di quella dello schermo. Per ovviare a questo problema si possono utilizzare le **barre di scorrimento verticale o laterale** e il **controllo dello zoom** ma in questo caso l'utente si troverà a dover scegliere tra una visione panoramica priva di dettagli e una visione dettagliata priva del suo contesto globale.

Sono state inventate tre tecniche per risolvere il problema:

1. **Focus + Context**: una o più aree focali vengono visualizzate nei suoi dettagli mentre le aree circostanti vengono geometricamente distorte per adattarsi allo spazio di schermo disponibile (es. Fisheye view);
2. **Overview + Detail**: separa la vista panoramica della visualizzazione dalla vista di un insieme di dettagli che riguardano una porzione della visualizzazione (es. mappe Google con viewfinder per capire dove ci si trova sulla mappa generale);
3. **Contextual Cues**: elementi grafici posizionati verso i bordi dello schermo che forniscono riferimenti visivi ad oggetti di interessi che si trovano fuori dall'area visualizzata (es. mappe sui dispositivi mobili).

### 3.6 Percezione della profondità

Esistono vari utilizzi della grafica 3D nelle interfacce, ad uso estremamente limitato come nel caso di interfacce bidimensionali con alcuni aspetti in 3D come i bottoni per evidenziarne la funzionalità oppure l'intera interfaccia può essere collocata in uno spazio tridimensionale come i **desktop 3D**.

Il designer di interfaccia deve conoscere come la percezione visiva determina le distanze a cui si trovano gli oggetti osservati, per far ciò vengono usati gli **indizi di profondità monoculari**:

- **Prospettiva lineare**: concetto classico di prospettiva usato nel disegno geometrico;
- **Prospettiva aerea**: oggetti con contorni ben marcati appaiono più vicini di oggetti con contorni non ben definiti;
- **Occlusione**: se un oggetto sullo schermo si sovrappone ad un altro verrà percepito come più vicino;
- **Tessitura (Texture)**: oggetti la cui texture viene resa con maggior dettaglio appariranno più vicini;
- **Ombre**: permettono di far percepire all'osservatore la distanza e posizione relativa dell'oggetto osservato;
- **Dimensione**: all'aumentare della distanza, gli oggetti occupano una parte più piccola del campo visivo;
- **Parallasse**: quando gli oggetti si muovono sulla retina a causa del movimento della testa dell'osservatore, gli oggetti più vicini all'osservatore si muovono più velocemente degli oggetti lontani.

Quando il mondo 3D da creare è complesso e occorre cambiare frequentemente il punto di vista dell'osservatore al suo interno ci si affida tipicamente ad un **motore di rendering** che, a fronte di una descrizione delle geometrie degli oggetti, delle loro posizioni e delle proprietà ottiche dei materiali di cui sono composti e delle fonti di luce, calcola in automatico gli indizi di profondità monoculari visibili da un determinato punto di vista nello spazio.

Gli **indizi di profondità binoculari** richiedono l'uso di entrambi gli occhi e sono utili per percepire differenze di distanza fra oggetti vicini all'osservatore:

- **Disparità binoculare**: le immagini raccolte dai due occhi sono differenti da loro (es. avvicinare il dito);
- **Convergenza**: gli occhi tendono a rivolgersi verso l'interno per mettere a fuoco l'oggetto vicino osservato.

Nel valutare una scelta fra 2D e 3D bisogna tener conto di vari aspetti come i possibili vantaggi dell'uso del 3D, la percezione delle dimensioni relative degli oggetti può essere difficoltosa nel 3D, possibili occlusioni parziali o totali degli oggetti più lontani da parte di quelli vicini nel 3D oppure considerare il vero valore aggiunto che può dare il 3D in un'interfaccia.

### 3.7 Illusioni ottiche e aspettative dell'utente

Le **illusioni** sono percezioni errate della realtà: ad esempio possono essere provocate da un'**errata percezione di colore** (esempio della coppa bianca con due facce nere ai lati) o da un'**errata percezione della distanza e dimensione** (esempio della scala con due rettangoli – Ponzo / esempio delle due linee con le punte speculari – Müller-Lyer). La stanza di Ames sfrutta il funzionamento dei meccanismi di percezione della profondità.

Un importante ruolo nelle illusioni ottiche viene ricoperto dal **contesto e dalle aspettative dell'osservatore**, basti pensare alla lettura di una parola effettuata in maniera corretta nonostante questa sia stata scritta in modo errato oppure alla presenza di ripetizioni all'interno di una frase che si conosce. Di fronte a segnali visivi non familiari, il



sistema percettivo risolverà l'ambiguità in base a ciò che l'esperienza passata dell'osservatore indica come più probabile per il contesto esaminato.

Nel disegnare le interfacce, soprattutto nei casi in cui un errore può causar rischi alla sicurezza delle altre persone (*interfacce safety-critical*), occorre tenere presente che è meglio avere un'interfaccia che aiuti l'operatore a mantenere la *situation awareness* (*consapevolezza della situazione*), ovvero la corretta percezione degli elementi dell'ambiente esterno, la comprensione del loro significato e la proiezione dello stato attuale nell'immediato futuro.

### 3.8 Estetica ed emozioni

L'influenza emotiva dell'aspetto dell'interfaccia è determinata da:

- Sensazione dell'utente;
- Percezione di usabilità;
- Tolleranza all'errore;
- Contesto culturale;
- Invogliare all'uso.

## 4 – MEMORIA, PENSIERO E LINGUAGGIO

### 4.1 Memoria

Con il termine *memoria* si intende l'insieme dei processi cognitivi che sono alla base della capacità di apprendere dall'esperienza passata e di pianificare il comportamento futuro. Il processo della memoria è composto da 3 fasi distinte:

1. **Acquisizione**: percezione del materiale da apprendere;
2. **Ritenzione**: trasformazione dell'informazione in ricordo;
3. **Recupero**: rievocazione del ricordo dalla memoria.

Questo processo coinvolge tre magazzini:

#### 4.1.1 Memoria sensoriale

Gioca un ruolo fondamentale nella fase di acquisizione della memoria avendo una *funzione di filtro fra la complessità del mondo esterno e la memoria di lavoro*.

La memoria sensoriale è composta da registri diversi per ogni modalità sensoriale quindi si parla di *registri iconico, ecoico o aptico* in riferimento a stimoli visivi, uditivi e tattili. *La funzione di questi registri è di prolungare la durata delle stimolazioni sensoriali da 0.5 a 5 secondi in base alla modalità sensoriale.*

#### 4.1.2 Memoria di lavoro

La memoria di lavoro (o a breve termine) è il sistema che *permette di mantenere attive per un periodo limitato di tempo le informazioni su cui operare manipolazioni o trasformazioni mentali*, preservandole da stimoli irrilevanti che vengono inibiti. Questo sistema è composto da 4 componenti principali:

1. **Esecutivo centrale**: sistema attentivo supervisore che distribuisce le risorse cognitive della memoria lavoro;
2. **Loop Articolatorio**: mantiene ed elabora l'informazione verbale e acustica;
3. **Taccuini Visuo-Spaziale**: mantiene ed elabora l'informazione visuo-spaziale e aptica;
4. **Buffer episodico**: integra l'informazione proveniente da altri sottosistemi sensoriali con quello presente nella memoria a lungo termine.

La memoria a breve termine ha una durata temporale limitata tra i 2 e i 20 secondi a seconda del tipo di stimolo ed un numero limitato di elementi che possono essere manipolati allo stesso tempo, ma esistono varie strategie per un uso più efficace della memoria di lavoro come ad esempio

Ricordare i primi e gli ultimi elementi di una lista (*effetto di priorità e recenza*) e le funzionalità che si conoscono meglio (*effetto di familiarità*)

- **Reiterazione**: quando ripetiamo più volte verbalmente o mentalmente un'informazione (es. n° telefono)
- **Raggruppamento**: il limite di elementi che possono essere manipolati allo stesso tempo viene esteso combinando i singoli elementi da ricordare in **chunk** (pezzi/gruppi).

#### 4.1.3 Memoria a lungo termine

L'informazione elaborata nella memoria di lavoro può essere trasferita nella memoria a lungo termine, la quale rappresenta *l'insieme delle conoscenze disponibili*; il trasferimento in memoria a lungo termine è facilitato da alcune strategie più o meno intenzionali:

- **Reiterazione**: ripetere mentalmente o ad alta voce l'informazione da visualizzare;
- **Organizzazione**: creare connessioni tra materiale nuovo e quello già presente in memoria;
- **Esposizione ripetuta**: non intenzionalmente vediamo una pubblicità più volte e ne impariamo il contenuto.

La memoria a lungo termine contiene due tipi di conoscenza:

- **Dichiarativa** (fatti): conoscenze esplicite direttamente accessibili alla coscienza e comunicate verbalmente
  - **Memoria semantica**: conoscenze enciclopediche, astratte e generali;

○ **Memoria episodica**: ricordi su eventi ed esperienze personali.

• **Procedurale** (abilità): conoscenza tacita non comunicabile verbalmente. Riguarda il modo in cui si fanno le cose. L'informazione in memoria a lungo termine è codificata in modo diverso a seconda del canale sensoriale attraverso il quale è stata comunicata. **Le immagini sono più facili da ricordare rispetto all'informazione verbale (superiorità dell'immagine)**: per spiegare ciò esiste la teoria della doppia codifica che ipotizza due sistemi paralleli di memoria:

1. **Sistema verbale**: gestisce le informazioni linguistiche le cui unità di rappresentazione sono i **logogeni**;
2. **Sistema visivo**: gestisce le informazioni visive, rappresentate dagli **immagini**.

Il **riconoscimento** è più semplice della **rievocazione** in quanto quest'ultima implica il ricordo spontaneo di ciò che è già stato immagazzinato mentre il riconoscimento è la capacità di identificare come familiari degli stimoli presenti ai sensi dell'osservatore che erano già stati visti in passato.

## 4.2 Memoria e Tecnologia: un rapporto bivalente

**Le tecnologie informatiche possono essere concepite come una sorta di protesi mnemonica** che permette di ricordare più informazioni per un tempo molto esteso.

Esistono tecnologie usate in ambito clinico per l'assistenza alle persone con disturbi della memoria (*SenseCam* che scatta automaticamente foto durante l'intera giornata) e tecnologie usate per raccogliere memorie personali (**sistemi di lifelogging** che registrano eventi in modo parzialmente automatico).

Dato che buona parte degli interessi economici, professionali e personali delle persone sono mediati da strumenti informatici diventa fondamentale implementare meccanismi di protezione come firewall, antivirus e crittografia.

### 4.2.1 Facilità di ricordo

Secondo il modello multidimensionale di Jacob Nielsen **la facilità di ricordo è un aspetto fondamentale dell'usabilità** in quanto un sistema non deve solamente essere facile da usare ma deve anche permettere all'utente di interagire dopo un lungo periodo di inutilizzo senza costringerlo a ripartire da zero. Proprietà fondamentale dei sistemi usati occasionalmente

### 4.2.2 Ricerca dell'informazione

**La ricerca dell'informazione può essere facilitata tramite interfacce che ne facilitano il riconoscimento** (es. Spotlight) le quali, in seguito all'inserimento della parola cercata, restituiscono una lista di file raggruppata per tipologia o in base all'ultima data di utilizzo.

**Le proposte di autocompletamento** possono aiutare l'utente a trovare le parole chiave per la ricerca sfruttando il fatto che il riconoscimento (inteso come selezione tra lista di alternative) è più facile della rievocazione non strutturata, questa tecnologia è molto utile nei browser Web.

## 4.3 Pensiero: elaborazione dell'informazione

### 4.3.1 Complessità dei compiti

Tipo di compito	MdL	MLT	Complessità
Basato sulle abilità	Basso	Procedurale	Semplice
Basato sulle regole	Medio	Procedurale	Medio
Basato sulle conoscenze	Alto	Dichiarativo	Complesso

- I **compiti basati sulle abilità** pongono richieste modeste alla memoria di lavoro in quanto vengono portati avanti in modo pressoché automatico tramite sequenze standard presenti nella memoria procedurale;
- I **compiti basati sulle regole** pongono moderate richieste attenzionali e utilizzano conoscenze procedurali che descrivono sequenze di azioni;
- I **compiti basati sulle conoscenze** pongono elevate richieste attenzionali in quanto si basano su conoscenze di tipo dichiarativo che vanno elaborate di volta in volta per pianificare l'azione.

Anche **lo stato psicologico e l'ambiente influenzano la complessità del compito**.

L'apprendimento permette di "far salire di categoria" alcuni compiti collegati all'uso di prodotti informatici

### 4.3.2 Errori

**L'errore** rappresenta un fallimento della comunicazione fra l'essere umano ed il sistema, gli errori vanno concettualizzati in maniera variabile a seconda del fatto che l'utente sia consapevole di aver sbagliato e a seconda del livello di elaborazione cognitiva sottostante l'azione che ha causato l'errore.

Gli **errori concettuali** riguardano gli **sbagli generati da un utilizzo scorretto delle conoscenze e regole sottostanti la pianificazione del comportamento** e si verificano quando si eseguono compiti a livello di conoscenze e regole, mentre gli **errori automatici** riguardano gli **inceppamenti nell'esecuzione dei compiti basati sulle abilità**.

Esistono 4 categorie di errori:

- **Slviste (slip)**: derivano dalla **mancaanza di collegamento tra intenzione e azione**, si verifica nell'esecuzione di compiti basati sulle regole che vengono portati avanti in modo automatico (es. errore battitura);

- **Lapsus**: dovuti a fallimenti in memoria o ad applicazione di procedure errate (es. una nuova versione di un prodotto viene rilasciata ma l'utente segue la vecchia procedura e non la nuova);
- **Sbagli (mistake)**: si verificano a livello dell'intenzione quando i piani generati dal soggetto non portano al successo dell'azione. L'errore deriva dall'attivazione di regole sbagliate, dall'applicazione di conoscenze erranee, dall'utilizzo di modelli mentali superficiali o errati;
- **Violazioni (violation)**: sono errori deliberati in cui il piano e l'azione della persona corrispondono ma sono in contrasto con le procedure definite da un'istituzione.

#### 4.3.3 Modelli mentali

Un **modello mentale** è la rappresentazione che le persone hanno in mente di come funziona il mondo e di come agire su di esso. Rappresenta le aspettative, conoscenze e credenze su come funzionano gli oggetti che ci circondano e tali conoscenze vengono usate per pianificare le nostre azioni, sia consciamente che non.

Questi modelli sono entità dinamiche che diventano più elaborate al crescere dell'apprendimento, i modelli mentali che gli utenti si formano dei dispositivi tecnologici sono spesso errati e gli errori aumentano in funzione della loro complessità.

Bisogna capire il modello mentale dell'utente per progettare interfacce che rendano il sistema trasparente tramite feedback dettagliato e comprensibile, sistemi di aiuto ecc...

I modelli mentali nei processi di cognizione sociale sono gli **stereotipi** ovvero rappresentazioni cognitive delle altre persone sulla base delle loro caratteristiche salienti come età, sesso o razza; vengono usati prevalentemente in mancanza di informazione specifica.

#### 4.3.4 Apprendimento

L'apprendimento può avvenire tramite due modalità:

- **Apprendimento di conoscenze informatiche necessarie all'utilizzo di un sistema**
  - Usabilità (facilità di apprendimento ovvero raggiungere buone prestazioni in tempi brevi);
  - Viene preferito l'apprendimento mediato dall'azione (provare il sistema anche commettendo errori e riprovando) piuttosto che l'apprendimento da manuale. Le interfacce a manipolazione diretta sono le migliori per questo scopo
- **Apprendimento mediato dalla tecnologia informatica (E-LEARNING)**
  - Durante la progettazione occorre considerare attentamente sia il **contenitore** (strumento interattivo con le funzionalità e caratteristiche interattive) e il **contenuto** (materiale didattico).

### 4.4 Linguaggio

L'utente interagisce con il computer per raggiungere **obiettivi** rappresentati in termini psicologici mentre il computer comunica il suo **stato** in termini fisici tramite le varie interfacce (schermo, mouse, tastiera); questa differenza crea una serie di **golfi interattivi** ovvero spazi che separano gli stati mentali dell'utente dagli stati fisici del sistema.

- **Golfo dell'esecuzione**: separa le azioni che l'utente ha in mente dal mondo fisico in cui sono eseguite;
- **Golfo della valutazione**: riguarda la comprensione dello stato del mondo fisico sulla base delle aspettative dell'utente.

Esistono varie modalità di comunicazione usate come output nell'interazione con un computer, le più usate sono

**lettura, scrittura, parlato.**

Il maiuscolo rallenta la velocità di lettura -> utile per soffermare l'attenzione su alcune parti del testo oppure per codici alfanumerici come il codice fiscale

#### 4.4.1 Common ground

La comunicazione richiede una **base di conoscenza comune** fra gli attori coinvolti che deriva da un processo di negoziazione dinamica del significato che stanno condividendo; le persone pianificano il comportamento verbale sulla base di quello che ritengono l'altra persona possa comprendere facendo uso di stereotipi sociali e modificando il comportamento sulla base della reazione delle persone coinvolte.

#### 4.4.2 Interfacce vocali

Sconsigliate in contesti critici

Servono a mediare la comunicazione telefonica con vari servizi di assistenza per il pubblico come le banche o compagnie aeree, gli output vocali **soffrono del problema di transitorietà** mettendo alla prova la memoria di lavoro.

#### 4.4.3 Agenti conversazionali

Sono un tipo di interfaccia animata dall'aspetto antropomorfo usata in molti settori tra cui l'ambito pedagogico, sanitario e commerciale. Questi agenti interagiscono con gli esseri umani reagendo ad input mediati da linguaggio scritto, parlato o altre modalità non verbali e l'interazione con essi è spesso mediata da regole simili a quelle che determinano l'interazione fra esseri umani.

## 5 – IL DESIGN DI AMBIENTI INTERATTIVI

### 5.3 Interaction design e il ruolo del contesto d'uso

Il design riguarda gli utenti futuri e il contesto in cui si trovano oltre la tecnologia, in quanto ciò che viene progettato attraverso gli artefatti è una trasformazione e arricchimento delle pratiche relative al loro uso. **L'interaction design** si occupa del design dello spazio occupato da utenti e tecnologia.



### 5.3.1 User Centered Design

L'interaction design è implementato in un processo di **design centrato sull'utente (UCD)**, i cui principi fondamentali sono:

- **Interesse anticipato per task e utenti:** riguarda l'identificazione di coloro che saranno gli utenti finali del prodotto o servizio sviluppato quindi occorre identificare e comprendere i bisogni di utenti specifici e costruire un prodotto che li soddisfi al meglio questi bisogni studiando gli utenti durante i loro compiti normali in un contesto di lavoro reale;
- **Fondamenti empirici:** viene fatto un **largo uso di prototipi e simulazioni** sin dalle prime fasi della ricerca raccogliendo e analizzando le prestazioni e reazioni degli utenti. I prototipi sono solitamente "leggeri" in modo che si possano incorporare velocemente eventuali cambiamenti nel sistema;
- **Design iterativo:** se nel test con gli utenti si rivelano dei problemi, questi vanno corretti e testati nuovamente per verificare che la modifica sia stata efficace. Prove ed errori fanno parte di questo processo e **qualsiasi modifica apportata al sistema dovrebbe essere convalidata con gli utenti finali**;
- **Multi-disciplinarietà:** molto importante avere a disposizione **diversi set di competenze**.

### 5.3.2 Design partecipato

Questa tipologia di design comprende l'utente non solo come soggetto sperimentale ma anche come membro del team di design dato che gli utenti sono i soli esperti del contesto d'uso e del lavoro che svolgono in quanto un design può essere efficace per i suoi utenti solamente se essi possono contribuire attivamente ad esso.

Le metodologie di design partecipato comprendono **brainstorming**, **storyboarding**, **workshop partecipativi**, **giochi**, **rappresentazione di prototipi** e **riprese video**.

## 5.4 Tecniche di design

### 5.4.1 Prototipi e Mock-up

Il **prototipo** è una rappresentazione concreta ma parziale di un prodotto/sistema/applicazione per sperimentare e discuterne gli aspetti, si differenziano per materiale; risoluzione/fedeltà; scopo.

Un **Mock-up** è un prototipo di bassa fedeltà, più precisamente è una concretizzazione del sistema futuro creato usando dei materiali veloci da assemblare e lavorare dalla carta a stampanti 3D. Viene usato per provare e validare idee, esplorare e raccogliere le idee degli utenti e rendere visibili scenari realistici.

### 5.4.2 Design basato sugli scenari

Gli **scenari** sono racconti di uso che descrivono utenti rappresentativi (**personas**) mentre usano la tecnologia che si vuole progettare, possono essere in **forma testuale** o **storyboard**.

### 5.4.3 Mock-Up e rappresentazione di scenari sul campo

Tale tecnica permette di provare le idee emerse e discernere informazioni contestuali importanti; raccogliere contributi creativi dei partecipanti; raccogliere scenari realistici e autentici.

## 5.5 Principi di design dell'interazione

- **Metafore e coerenza:** la riuscita di una metafora è legata anche alla coerenza con la quale si implementano gli aspetti di un sistema applicando soluzioni simili per problemi simili;
- **Affordance:** è la **presenza nel design di aspetti visivi che suggeriscono all'utente le azioni appropriate nell'usare un artefatto**; il designer deve pensare a come creare questi inviti che mettono in relazione l'utente e l'artefatto tenendo in considerazione aspetti ergonomici, cognitivi o culturali;
- **Trasparenza/accountability:** l'utente è capace di capire gli stati e il funzionamento del sistema e di esserne tenuto al corrente per una interazione ottimale. Vengono usate tecniche come le **conferme in forma di dialogo** e feedback sullo stato e processi del sistema;
- **Manipolazione diretta:** **gli oggetti da manipolare devono essere visibili**, l'interfaccia deve fornire un **feedback immediato** per ogni azione che deve comunque rimanere reversibile;
- **Aperto, molteplice e continuo:**
  - **Apertura:** quanto un artefatto è accessibile, apprendibile, combinabile con altri artefatti e diversamente usato e percepito;
  - **Molteplicità:** possibilità di realizzare un artefatto con diverse componenti dalle stesse qualità;
  - **Continuità:** possibilità di passare da una componente o funzionalità all'altra senza interruzioni spaziali o temporali.

## 6 - USABILITÀ

### 6.1 Che cos'è l'usabilità

#### 6.1.1 Concetti di base

Nell'ISO 9241 l'**usabilità** viene definita come *"la misura in cui un prodotto può essere usato da utenti specifici per raggiungere obiettivi specifici con efficacia, efficienza e soddisfazione in un specifico contesto d'uso"*.

- **Efficacia**: accuratezza e completezza con cui gli utenti possono raggiungere gli obiettivi;
- **Efficienza**: le risorse spese in relazione all'accuratezza e completezza degli obiettivi raggiunti (es. tempo);
- **Soddisfazione**: comfort e accettabilità del sistema per gli utenti;
- **Contesto d'uso**: comprende utenti, task, dispositivi oltre che ambienti sociale e fisico.

I benefici dell'usabilità sono:

- Aumentare efficienza e produttività;
- Ridurre errori ed aumentare la sicurezza;
- Ridurre l'addestramento;
- Ridurre il bisogno di supporto degli utenti e aumentare l'accettazione di usare applicazioni informatiche;
- Aumentare le vendite.

È possibile identificare delle **misure quantitative di usabilità** come tempo che l'utente ha impiegato per completare un compito, numero di errori, numero di compiti svolti, numero di compiti non svolti, rapporto tra interazione corrette ed errori, ...

#### 6.1.2 Come si creano i problemi di usabilità

Nel **modello di Norman** (identificare le fasi in cui l'utente svolge le azioni) vengono identificate sette possibili fasi:

1. Formulare l'obiettivo;
2. Formulare l'intenzione;
3. Identificare l'azione;
4. Eseguire l'azione;
5. Percepire lo stato del sistema;
6. Interpretare lo stato del sistema;
7. Valutare il risultato rispetto all'obiettivo.

In generale un **obiettivo** è una modifica allo stato di un'applicazione o un accesso a delle informazioni contenute in una applicazione. Queste 7 fasi sono collocate nel contesto del ciclo di un'azione in cui all'interno viene identificato il **golfo dell'esecuzione** (differenza tra intenzioni dell'utente e azioni consentite dal sistema) e il **golfo della valutazione** (differenza tra rappresentazioni fornite dal sistema e quelle che si aspetta l'utente).

#### 6.1.3 Analisi dei Task e usabilità

Un aspetto fondamentale per ottenere sistemi usabili è capire gli utenti e i loro **task** ovvero le attività da svolgere per raggiungere un obiettivo.

Nelle fase di progettazione è molto importante l'**analisi dei task** che mira a identificare quali sono i compiti più rilevanti per l'applicazione considerata e le loro caratteristiche; occorre **coinvolgere l'utente finale** e tener presente di come svolge abitualmente le attività.

### 6.2 I metodi per la valutazione dell'usabilità

Esistono due tipologie di valutazione:

- **Valutazione formativa**: eseguita durante il ciclo di progettazione e sviluppo, mira a supportare la progettazione fornendo informazioni utili al miglioramento;
- **Valutazione riassuntiva**: eseguita su prototipi avanzati o prodotto finale, mira alla convalida della qualità e a identificare nuovi requisiti e strategie di supporto all'adozione dell'applicazione considerata.

I metodi usati per la valutazione dell'usabilità sono:

- **Modelli** (descrizioni astratte del sistema);
- **Osservazione degli utenti** (laboratorio, sul campo o in remoto);
- **Feedback degli utenti** (questionari, interviste, focus group, diari);
- **Ispezione da parte di esperti** (analitica o senza coinvolgere gli utenti).

Un **approccio iterativo centrato sull'utente** è un approccio in cui l'utente viene coinvolto più volte durante il **processo di progettazione e sviluppo** allo scopo di soddisfarne i requisiti e ottenere prodotti usabili, l'utente va coinvolto dalle fasi iniziali di progettazione fino allo sviluppo del prodotto.

La valutazione può essere svolta su quattro tipologie di elementi:

- **Elementi iniziali di progettazione** (scenari d'uso, analisi task e mock-up cartacei);

- **Prototipi iniziali** (il software è relativo all'interfaccia utente senza le funzionalità implementate);
- **Prototipi avanzati** (buona parte dell'interfaccia utente e funzionalità sono state implementate);
- **Sistema finale completo.**

#### 6.2.1 Valutazione basata su modelli

I **modelli** sono **descrizione astratte che mirano a evidenziare aspetti importanti** da considerare e rimuovere dettagli meno importanti.

**Model Human Processor:** **uomo visto come un insieme composto da un insieme di memorie** (lavoro e a lungo termine) **e tre processori interattivi** (il percettivo, il motorio e il cognitivo).

**GOMS** (Goal, Operators, Methods, Selection rules) **mira a predire quanto tempo impiegherà l'utente per raggiungere un obiettivo**, è basato su quattro concetti:

1. **Obiettivi dell'utente intesi come risultati da ottenere;**
2. **Operatori intesi come azioni elementari necessarie per raggiungere tali obiettivi;**
3. **Metodi che raggruppano gli operatori necessari per raggiungere gli obiettivi;**
4. **Regole di selezione che indicano quando è più opportuno seguire un metodo invece che un altro.**

Considera solo azioni svolte in modo sequenziali, non considera i possibili errori ed interruzioni dell'utente.

**Legge di Fitts:** stabilisce che **il tempo richiesto per selezionare un oggetto dipende dalla sua distanza e l'ampiezza della sua area** secondo la formula  $T = a + b \log_2 (d/s + 1)$ , dove  $d$ =distanza,  $s$ =superficie e  $a$  e  $b$  variano a seconda delle situazioni e possono essere ricavati sperimentalmente.

#### 6.2.2 Valutazione basata sull'osservazione degli utenti

Può essere effettuata in laboratorio, sul campo o in remoto, sono importanti due fattori:

- **Affidabilità:** gli utenti sono rappresentativi? Se ripeto il test ottengo risultati analoghi?
- **Validità:** il test misura qualcosa di veramente importante?

Vi sono varie fasi possibili come **preparazione**, **introduzione**, **esecuzione del test** e **debriefing** (discussione con utenti).

Occorre chiarire inizialmente una serie di aspetti:

- Obietti e durata del test;
- Caratteristiche hardware e software;
- Condizioni iniziali;
- Utenti e numero di utenti,
- Compiti che gli utenti dovranno eseguire,
- Criteri per verificare la correttezza dell'esecuzione dei compiti;
- Quali dati verranno considerati e come verranno valutati.

Ci sono due modi per organizzare la partecipazione degli utenti:

- **Between subject:** **ogni utente è assegnato ad una sola condizione analizzata** quindi ogni versione dell'interfaccia viene valutata con un gruppo di utenti diverso;
- **Within subject:** **ogni utente esegue i compiti in ciascuna delle condizioni considerate.** Occorre dividere gli utenti in gruppi in modo da provare le varie condizioni in ordine differente.

Ci sono due tipologie di variabili da usare per la valutazione:

- **Indipendenti:** indicano **cosa si vuole manipolare** (stile interfaccia, numero elementi nel menù, icone, ...)
- **Dipendenti:** indicano **che cosa si vuole misurare al variare della variabile indipendenti** (numero errori, ...)

Tecniche di osservazione degli utenti:

- **Thinking Aloud;**
- **Mettere gli utenti in coppia;**
- **Retrospective testing:** dopo il test analisi della registrazione del test;
- **Coaching method:** l'istruttore aiuta tutti gli utenti in ugual misura.

La valutazione dell'usabilità basata sull'osservazione di utenti sul campo si riferisce a quando i compiti vengono eseguiti in un contesto reale, per capire come si comportano gli utenti spontaneamente e come la tecnologia modifica il loro comportamento.

#### 6.2.3 Valutazione basata su feedback dell'utente

Sono compresi tutti quei metodi che permettono di ricevere informazioni dagli utenti senza doverli osservare.

- **Questionari:** di solito diviso in due parti:
  - **la prima richiede le informazioni sull'utente** (età, sesso, occupazione, ...);
  - **la seconda valuta gli aspetti dell'applicazione che hanno un impatto sull'usabilità usando delle scale di valori.**

- **Interviste:** ne esistono tre tipologie:
  - **Non strutturata:** sorta di conversazione tra valutatore e utente, utile in indagini esplorative;
  - **Semi-strutturata:** si usano le risposte dell'utente per continuare l'intervista (modifiche e precisazioni);
  - **Strutturata:** domande già predefinite come nel questionario ma espresse oralmente.
- **Focus group:** riunioni utili a valutare i bisogni degli utenti e le loro sensazioni, circa 6-9 utenti per due ore
- **Diari:** tecnica di ricerca che permette di registrare lo svolgimento di specifiche attività senza la presenza del ricercatore, è utile quando le attività da svolgere si protraggono nel tempo. + Cultural probes

#### 6.2.4 Valutazione basata su ispezione

Esistono due tipologie di metodi:

- **Basati su regole:** differiscono in termini della loro astrattezza in:
  - **Principi** (prevedibilità, flessibilità, ...);
  - **Euristiche;**
  - **Linee guida;**
  - **Regole di stile** (regole di progettazione a livello molto dettagliato).
- **Basato su cammini:** specifiche procedure di ispezione dell'interfaccia utente

L'obiettivo è di non ottenere falsi positivi (segnalazione di errori inesistenti) e pochi falsi negativi (mancata segnalazione di errori esistenti).

L'efficacia del metodo è data da due fattori:

- **completezza:** rapporto tra numero di problemi reali trovati e numero di problemi reali esistenti;
- **validità:** rapporto tra numero di problemi reali trovati e numero di problemi trovati.

Metodi che seguono la valutazione basata su ispezione:

- **Valutazione euristica:** basata su un insieme di regole per valutare le decisioni prese nella progettazione e implementazione dell'interfaccia utente.

Le **euristiche di Nielsen** consistono nelle seguenti regole:

- **Visibilità dello stato del sistema** (cosa sta facendo il sistema, che effetti ha o ha avuto);
- **Linguaggio dell'applicazione** deve riflettere quello reale;
- **Controllo da parte dell'utente** (possibilità di fermare operazione, tornare alla home page, messaggi d'errore che suggeriscono come continuare);
- **Coerenza** (stesse parole, stessi comandi, stesse azioni devono produrre gli stessi effetti ovunque);
- **Prevenire errori** (verificare l'uso di etichette significative per ogni elemento interattivo, verificare la correttezza dei dati inseriti, etichette di link e pulsanti non ambigue);
- **Non richiedere eccessivi sforzi di memoria;**
- **Flessibilità ed efficienza** (rendere il sistema usabile da tutti gli utenti a diversi livelli di capacità);
- **Design estetico e minimalista;**
- **Aiutare gli utenti nella gestione di situazione erronee** (messaggi d'errore che indicano come rimediare);
- **Fornire aiuto e documentazione.**
- **Lineeguida:** forniscono indicazioni più concrete delle euristiche da seguire nell'implementazione. Per esempio riguardante le applicazioni interattive Web:
  - Includere in un'etichetta il formato accettato da un input testuale;
  - Ogni pagina deve finire con il nome e email del responsabile del contenuto;
  - La toolbar di navigazione deve riflettere la posizione della pagina nella struttura.
- **Cognitive Walkthrough:** hanno lo scopo di valutare la facilità di apprendimento, verificare discrepanze tra utenti e progettisti riguardo lo svolgimento dei task, identificare errori nella scelta delle parole di menu ed etichette, identificare casi di feedback inadeguato.

Domande da porsi:

- L'utente cercherà di svolgere l'azione? Identificherà l'azione da fare per raggiungere un certo obiettivo?
- L'utente noterà che l'azione corretta è disponibile?
- L'utente assocerà l'azione corretta con l'effetto che vuole raggiungere?
- Una volta che l'azione è eseguita l'utente sarà in grado di interpretare il feedback che riceverà?

Possono emergere varie informazioni utili: problemi di apprendimento, idee per progettazione, problemi di progettazione, problemi nei task considerati.

### 6.2.5 La scelta del metodo di valutazione

Scegliere il metodo di valutazione dell'usabilità dipende da vari fattori:

- In quale fase del ciclo si effettua e su cosa si svolge (modello, prototipo, implementazione completa);
- Stile di valutazione (con/senza utenti e in laboratorio/in campo);
- Livello di soggettività o oggettività;
- Tipologia di misure fornite (quantitativa o qualitativa);
- Informazione fornita;
- Immediatezza della risposta;
- Livello di interferenza e le risorse richiesti.

### 6.3 Gli strumenti di supporto alla valutazione di usabilità

Gli strumenti di valutazione di interfacce possono essere di due tipologie:

- Basati su ispezione: mirano a verificare che delle linee guida siano state rispettate;
- Basati su analisi del comportamento dell'utente: guardare il comportamento dei soggetti, scrivere le osservazioni su carta e usare l'orologio per avere informazioni temporali.

La **valutazione di usabilità remota** è una tipologia di valutazione in cui gli utenti sono separati in tempo e/o spazio dai valutatori e i suoi metodi sono l'osservazione remota, questionari remoti, incidenti critici riportati dall'utente e collezione e analisi automatica dei dati (log). Consente di valutare il comportamento degli utenti nei loro ambienti abituali quindi dove si comportano in modo più naturale.

Per quanto riguarda la raccolta e analisi automatica dei dati contenuti nei Web serve logs si possono ottenere informazioni quali la sorgente della richiesta (indirizzo IP), data e ora della richiesta, pagina richiesta, codice di stato, numero di byte, referrer (da quale pagina si è acceduto) e piattaforma utente. In questo caso notiamo una differenza tra le informazioni ottenibili e quelle che in realtà vorremmo ottenere come chi ha visitato il sito: il cammino effettuato nel sito, quanto tempo i visitatori passano su una pagina, dove i visitatori lasciano il sito ed il successo delle attività dell'utente nel sito. Uno degli strumenti più conosciuti che supportano l'analisi dei logs dei server è Google Analytics che fornisce report e grafici.

Un'altra importante fonte di informazione per la valutazione di usabilità sono i **movimenti oculari**:

- **Saccadi**: movimenti che l'apparato oculomotore può compiere per spostare l'asse visivo durante l'esplorazione di una scena;
- **Fissazioni**: pausa tra due saccadi successive; intervallo durante il quale viene acquisita l'informazione visiva;
- **Scanpath**: tracciato bidimensionali che gli occhi compiono.

Nelle analisi dei movimenti oculari si considerano:

- **durata delle fissazioni**: lunghe fissazioni indicano che l'utente spende troppo tempo nell'interpretare ciò che vede;
- **numero di fissazioni**: indica gli sforzi che l'utente compie per elaborare la zona in esame;
- **durata dello scanpath**: misura di produttività (confrontata con quella ottimale);
- **rapporto tra saccadi e fissazioni**: permette di confrontare la percentuale di tempo impiegata nella ricerca (saccadi) con quella durante la quale si acquisiscono informazioni (fissazioni).

L'Eye-tracker consente di rilevare automaticamente dove guarda l'utente fornendo indicazioni sulle zone in cui l'utente si sofferma di più con lo sguardo.

## 7 - L'ESPERIENZA DELL'UTENTE

### 7.1 L'esperienza dell'utente: origini, definizioni, modelli

#### 7.1.2 Definizione

L' "Esperienza dell'utente" (User eXperience, UX) è un termine coniato per descrivere quello che prova una persona quando interagisce o immagina di interagire con un prototipo, prodotto finito, sistema o servizio. L'UX oltrepassa i limiti di altri termini come "interfaccia utente" e "usabilità" in quanto comprende tutti gli aspetti dell'esperienza che le persone hanno con i sistemi interattivi. (Donald Norman)

L'esperienza dell'utente è stata definita nella normativa ISO FDIS 9241-210 come "le percezioni e le reazioni di un utente che derivano dall'uso o dalla previsione d'uso di un prodotto, sistema o servizio".

#### 7.1.3 Modelli

Donald Norman identifica 3 livelli di esperienza con la tecnologia basati sulle risorse fisiologiche e psicologiche mobilitate dall'utente durante l'interazione:

- **Viscerale**: siamo soliti ricevere e interpretare gli stimoli che ci provengono dal mondo esterno in modo automatico ed immediato;



- **Comportamentale**: viene analizzato l'uso del sistema e quindi la prestazione;
- **Riflessivo**: processo di elaborazione che considera gli aspetti culturali e il significato dell'uso di un prodotto.

Il modello del "design dell'esperienza" di Garrett illustra come un prodotto web possa essere progettato in funzione dell'esperienza dell'utente e si basa su cinque piani sovrapposti: Strategico; degli Scopi; della Struttura; Seleton; della "superficie" o del design sensoriale.

## 7.2 I tempi dell'esperienza

### 7.2.1 L'esperienza prima e dopo l'uso

Le esperienze con le tecnologie hanno inizio prima del loro utilizzo in quanto una tecnologia o l'immagine che vediamo di essa può incuriosire, emozionare, indurre risposte "viscerali" e può lasciar immaginare le cose che faremmo avendola a nostra disposizione; inoltre siamo influenzati anche dall'uso precedente di oggetti simili o dal brand dell'oggetto.

Le varie dimensioni dell'esperienza d'uso possono essere valutate durante tutto il ciclo di vita di un prodotto tramite strumenti opportuni (disegni, focus group, prototipi, ...) in base alla fase del ciclo del prodotto in cui ci troviamo.

### 7.2.2 Le aspettative dell'utente e l'accettazione delle tecnologie

L'**acceptance** è il livello generale di accettazione di una tecnologia da parte di un utente. Il modello TAM (Technology Acceptance Model) cerca di identificare i fattori che portano all'intenzione d'uso, passaggio preliminare all'uso effettivo del sistema. Questo modello assume come premessa che l'*utilità percepita* e la *facilità d'uso percepita* determinano le intenzioni di una persona nell'usare un sistema. Con il termine *utilità percepita* si intende il grado in cui una persona crede che un certo artefatto possa migliorare le sue performance mentre con *facilità d'uso percepita* si intende il grado in cui una persona ritiene essere privo di difficoltà l'uso di un prodotto o di un servizio. Quando decidiamo se e come usare un oggetto, teniamo in considerazione il giudizio che abbiamo sulla nostra capacità di eseguire efficacemente delle azioni con esso (*intenzioni d'uso*) e su quanto il risultato di tali azioni abbia effettivamente un valore (*uso effettivo del sistema*).

Le risposte dell'utente sono generalmente raccolte tramite tecniche di **self-report** con domande del tipo:

- L'uso della [tecnologia x] mi permette di migliorare le mie performance (utilità percepita);
- L'uso della [tecnologia x] velocizza l'esecuzione dei compiti che deve svolgere (utilità percepita);
- Ho bisogno di consultare il manuale prima di compiere un'[operazione x] sull'interfaccia (facilità d'uso percepita);
- Trovo facile utilizzare la [funzione x] per ottenere [y] (facilità d'uso percepita).

## 7.3 L'esperienza durante l'interazione

### 7.3.1 La soddisfazione dell'utente

La **soddisfazione** è il grado con cui gli utenti giudicano quanto le tecnologie incontrano le loro esigenze. Le ricerche sulla soddisfazione hanno come obiettivo una misura generale di soddisfazione chiamata **Overall User Satisfaction** il quale è un agglomerato di diverse dimensioni come *accuratezza*, *facilità d'uso*, *piacevolezza*, *coinvolgimento*, *divertimento* o *attrattività*.

### 7.3.2 Piacevolezza ed esperienza estetica

La **piacevolezza** può essere considerata una componente rilevante della soddisfazione provata dalle persone durante l'uso di un prodotto; è legata all'esperienza sensoriale, alle emozioni positive suscitate e alla qualità edonica dell'oggetto ovvero alla capacità di comunicare agli altri i valori personali di chi lo possiede presentandolo positivamente.

Nel giudizio di piacevolezza visiva o bellezza entrano in gioco due dimensioni:

- **Gradevolezza di un prodotto** ben progettato con ordine e chiarezza;
- **Dimensione espressiva del prodotto** legata alla capacità di rompere le convenzioni con soluzioni originali.

### 7.3.3 Le esperienze "ottimali": flusso e coinvolgimento

Il **flusso** o **psicologia dell'esperienza ottimale** è uno stato di motivazione intrinseca in cui le persone si trovano a essere completamente immerse in compiti di una certa difficoltà per una gratificazione legata all'esecuzione dell'attività stessa.

I fattori caratterizzanti lo stato di flusso sono:

- Gratificazione dall'esperienza;
- Consapevolezza dell'individuo verso gli obiettivi;
- Bilanciamento tra abilità personali e difficoltà del compito;
- Forte concentrazione, attenzione sostenuta;

- Abbandono dei problemi e dei pensieri che possono interferire con le azioni;
- Perdita della consapevolezza del sé e della realtà circostante;
- Percezione alterata del passare del tempo.

Il **coinvolgimento** dell'utente (**engagement**) è una **dimensione dell'esperienza d'uso (UX)** che presuppone che l'utente sia coinvolto, curioso, motivato, attento e percepisca un buon livello di controllo sulla situazione. Variabili influenti sono l'estetica, l'attrattività sensoriale, aspetti affettivi/emotivi, il tipo e livello di sfida e la motivazione. Il coinvolgimento è un aspetto di particolare interesse nell'ambito dei videogame, sistemi di supporto all'apprendimento, training e shopping on-line.

L'**engagement** si alterna in 4 fasi principali:

1. **Punto di coinvolgimento**: apprezzamento degli aspetti estetici, novità, provare interesse iniziale;
2. **Periodo di coinvolgimento**: inizio engagement vero e proprio, sentimenti positivi, piacere;
3. **Perdita di interesse (disengagement)**: associabile a fattori interni ed esterni
4. **Ri-coinvolgimento (reengagement)**: rispecchia il punto 1.

#### 7.3.4 Presenza

La **presenza** è una **dimensione dell'esperienza dell'utente** che si può tradurre come *"la sensazione di essere nello spazio mediato"* ovvero in un ambiente diverso circostante da quello in cui si trova il nostro corpo. Si ha iniziato a studiarla insieme all'uso delle realtà virtuale e 3D per poi estendersi ai media e altre interfacce.

La **presenza sociale** si riferisce alla sensazione dell'utente che ci sia qualcun altro oltre a lui nello spazio mediato ed è divisibile in tre sub-dimensioni:

- **Co-presenza**: consapevolezza della presenza fisica di qualcun altro nello spazio mediato;
- **Coinvolgimento psicologico**: consapevolezza di specifiche caratteristiche psicologiche dell'altro e la capacità di provare sensazioni;
- **Coinvolgimento comportamentale**: definizione della presenza reciproca derivante dall'interazione con l'altro nello spazio mediato.

Per misurare la sensazione di presenza e il suo livello vengono usati questionari e indicatori.

### 7.4 Aspetti emozionali dell'esperienza

#### 7.4.1 Il ruolo delle emozioni

Le emozioni interagiscono in modo importante con la parte più logica del nostro cervello aiutandoci nelle decisioni e nei comportamenti, anche se spesso siamo convinti di prendere decisioni basate su ragionamenti logici e coscienti.

#### 7.4.2 Lo studio delle emozioni: principali teorie e approcci

Esistono varie teorie sulle emozioni

- **Teoria periferica**: la radicazione biologica delle emozioni è nei visceri, la reazione viscerale agli stimoli esterni viene identificata, sentita e trasformata in un'esperienza soggettiva;
- **Teoria centralista**: le emozioni sono attivate da meccanismi residenti a livello del sistema nervoso centrale, nel talamo e nell'amigdala, una sorta di centralina emotiva presente nel cervello;
- **Teoria cognitivo-attivazionale**: presuppone che le emozioni siano determinate da due componenti distinte ma connesse tra loro, una fisiologica che permette l'attivazione dell'organismo attraverso il sistema nervoso periferico e una di tipo cognitivo che riconosce, elabora, etichetta e valuta l'esperienza soggettiva;
- **Teorie dell'appraisal**: le emozioni sono immaginate dipendenti da come le persone interpretano gli stimoli e la situazione; soggettive e diverse da persona a persona, anche a parità di stimolo iniziale;
- **Teorie psicoevolutionistiche**: ipotizzano che le emozioni sono legate all'esistenza di scopi universali presenti in tutti gli esseri umani e orientati alla sopravvivenza della specie e degli individui; emozioni primarie ed emozioni secondarie.

#### 7.4.3 L'arousal

L'**arousal** è una **misura non categoriale delle emozioni** che non ci dice se siamo felici o tristi ma comunica l'intensità dell'emozione; è molto usato in psicologia nello studio delle motivazioni, nel decision making e nella soluzione di problemi e più in generale come parametro in grado di influenzare ogni nostra attività. Generato e controllato dal "sistema di attivazione reticolare" insito nella parte posteriore del nostro cervello.

### 7.5 Tecniche e metodi per lo studio degli aspetti emozionali

#### 7.5.1 Metodi soggettivi

Per comprendere diversi aspetti della misura delle emozioni si possono usare gli **spazi emotivi**: incrociando un asse su cui distribuiamo l'intensità dell'arousal (alta o bassa) con un asse su cui distribuiamo la valenza dell'esperienza

emozionale (positiva o negativa) creiamo uno **spazio affettivo** nel quale è possibile collocare molte delle nostre emozioni. Lo schema così ottenuto si chiama **circomplesso**.

Il **PANAS (Positive and Negative Affect Schedule)** è un test dello stato emozionale diviso in due sottoscale positiva e negativa e composto da 20 aggettivi che il partecipante deve valutare in base al proprio stato emotivo.

Il **SEI (Sensaul Evaluation Instrument)** è un test in cui si chiede alla persona di associare alla propria esperienza una serie di forme evocative tondeggianti o spigolose e successivamente di spiegare il motivo della scelta in modo da descrivere le proprie emozioni in riferimento alla scelta della forma.

#### 7.5.2 Parametri comportamentali nello studio delle emozioni

- Espressioni facciali;
- Tono della voce;
- Dilatazione pupillare;
- Gestii, movimenti, postura.

#### 7.5.3 Le misure fisiologiche nello studio delle emozioni

- Frequenza cardiaca;
- Pressione sanguigna;
- Frequenza respiratoria;
- Attività elettrodermica (EDA);
- Temperatura;
- Elettroencefalogramma (EEG);
- Elettromiogramma (EMG).

Le misure fisiologiche sono in grado di dare alcune indicazioni sullo stato emotivo e sull'attivazione delle persone specialmente quando correlate a eventi o azioni che l'utente compie e quando rafforzate da altri tipi di misura (self-report, analisi delle reazioni visibili).

### **7.6 La misura dell'esperienza e i self report**

#### 7.6.1 L'uso dei questionari

La tecnica del **questionario** è un metodo molto adottato per ottenere informazioni in modo veloce e poco costoso, anche se presenta alcune debolezze teorico-metodologiche.

I dati dei questionari sono detti **"auto-riportati" (self-report)** perché ricavano informazioni sull'esperienza dell'utente chiedendo all'utente stesso di riferire le caratteristiche di tale esperienza senza che si possa osservare direttamente nessun indizio di tale esperienza dall'esterno.

#### 7.6.2 Questionari con risposte categoriali

Si tratta di domande la cui risposta è data scegliendo tra un numero limitato di risposte (es. SI/NO), in alcuni casi è possibile avere già delle risposte predefinite o rispondere con più di una risposta.

#### 7.6.3 Questionari che utilizzano una "scala di risposta"

Anche in questo caso si tratta di domande a cui l'utente deve rispondere scegliendo tra opzioni diverse che però in questo caso rappresentano **livelli di un'unica dimensione** (es. grado di accordo) o la **frequenza** (es. sempre/mai) quindi le risposte identificano delle posizioni su una dimensione che si assume sia continua.

Esistono due tipologie di scale:

- **Likert**: chiede di esprimere il grado di accordo con un'affermazione contenuta nella domanda;
- **Differenziale semantico**: chiede al rispondente di posizionare il target della propria valutazione su una scala i cui estremi sono rappresentati da due aggettivi opposti. Secondo Osgood gli attributi di un target ruotano attorno a tre aspetti:
  - **Bontà** (buono/cattivo);
  - **Potenza** (forte/debole);
  - **Attività** (attivo/passivo).

#### 7.6.4 Risposte aperte

Alle domande a risposta aperta si può **rispondere liberamente** e vengono anche abbinate a una domanda a scelta multipla **per approfondire le ragioni che hanno portato alla scelta** di una o più possibilità di risposta oppure **per aggiungere un'opzione di scelta** nel caso si vogliano aggiungere risposte non considerate tra le opzioni di risposta previste dallo sperimentatore.

#### 7.6.5 Ranking

I questionari che si servono di scale di classificazione o **ranking** richiedono che l'utente formuli una classifica tra **categorie di risposte ordinandole** dalla prima all'ultima secondo un criterio.

### 7.6.6 Questionari on-line

I questionari on-line possono essere free o a pagamento e sono caratterizzati da:

#### Vantaggi

- Basso costo;
- Efficienza e velocità;
- Possibilità di avere campioni vasti e geograficamente distribuiti;
- Possibilità di studi su variabili di tipo culturale, interculturale e transculturale.

#### Svantaggi

- Bias nella scelta del campione (errori sistematici, divario digitale; es. giovani-anziani o maschi-femmine);
- Difficoltà di controllo dell'attendibilità dei dati raccolti;
- Difficoltà nel monitoraggio del contesto in cui avviene la compilazione.

## 8 - ACCESSIBILITÀ E DESIGN UNIVERSALE

### 8.1 Accessibilità

Definizione secondo il **W3C**: *“La capacità di un sito web di essere acceduto efficacemente da utenti diversi in contesti diversi, qualsiasi sia il loro hardware, software, lingua, cultura, posizione, o capacità fisica o mentale”.*

Definizione secondo la **Legge Stanca**: *“La capacità dei sistemi informatici, nelle forme e nei limiti consentiti dalle conoscenze tecnologiche, di erogare servizi e fornire informazioni fruibili, senza discriminazioni, anche da parte di coloro che a causa di disabilità necessitano di tecnologie assistive o configurazioni particolari”.*

Definizione secondo **ISO 9241-171**: *“L'usabilità di un prodotto, servizi, ambiente o strumento, per persone con un diverso raggio di capacità”.*

### 8.3 La legge italiana sull'accessibilità

2004: Legge Stanca “Disposizioni per favorire l'accesso dei soggetti disabili agli strumenti informatici”;

2005: Decreto Ministeriale “Requisiti tecnici e i diversi livelli per l'accessibilità agli strumenti informatici”: sancisce le 22 linee guida recanti i requisiti tecnici e i diversi livelli di accessibilità dei siti, nonché i programmi di valutazione assistita utilizzabili a tal fine;

2011: aggiornamento del DM 2005 a causa delle evoluzioni tecnologiche e delle norme internazionali.

### 8.4 Tipologie di disabilità

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) nel documento International Classification of Functioning, Disabilities and Health (ICF) definisce la disabilità come *“fenomeno multidimensionale risultante dall'interazione tra persona e ambiente fisico/sociale in cui agisce”* e caratterizza le condizioni di una persona in base a:

- a) Funzioni fisiologiche e psicologiche;
- b) Parti anatomiche del corpo;
- c) Attività e partecipazione;
- d) Fattori ambientali.

Le tecnologie informatiche interessano i seguenti tipi di disabilità:

- **Disabilità visiva**: comprende tre classi di utenti: non vedenti, ipovedenti e daltonici;
- **Disabilità uditiva**: persone che hanno diverse forme di sordità in base al grado (lieve, medio, grave e profondo);
- **Disabilità motoria**: coloro che hanno un impedimento fisico;
- **Disabilità cognitiva**: problemi connessi a diverse patologie (ritardo/insufficienza mentale/grave trauma cranico).

### 8.5 Le tecnologie assistive

Le **tecnologie assistive** sono degli strumenti informatici specifici in grado di sostituire o potenziare le capacità limitate di una determinata disabilità. La legge Stanca le definisce come *“gli strumenti e soluzioni tecniche, hardware e software, che permettono alla persona disabile, superando o riducendo le condizioni di svantaggio, di accedere alle informazioni e ai servizi erogati dai sistemi informatici”.*

Per quanto riguarda i dispositivi hardware:

- **Tastiera bigkeys** con tasti grandi e colorati per chi ha problemi visivi, motori e/o cognitivi;
- **Barra Braille** per i non vedenti;
- **Mouse da testa** per le persone con disabilità motoria grave.

Per quanto riguarda le applicazioni software:

- **Lettore di schermo** (Jaws);
- **Voice browser** (Home Page Reader, TalkBack e VoiceOver per i dispositivi mobile);
- **Ingranditori di schermo** (ZoomText, Magic, LPWin, ...) per ipovedenti.

## 8.6 Design universale

Il **design universale** viene definito come *“il processo di progettazione di prodotti e ambienti che possano facilmente essere usati da più persone in diverse situazioni”*.

Un gruppo di ricercatori a fine anni '90 ha definito 7 principi generali di design universale:

1. **Equità d'uso**: occorre realizzare un prodotto che sia utile a tutte le persone con capacità diverse;
2. **Flessibilità d'uso**: il prodotto deve supportare le diverse abilità e preferenze individuali e adattarsi alle diverse modalità d'uso dell'utente;
3. **Informazioni facilmente reperibili**: il prodotto deve comunicare l'informazione effettivamente necessaria tramite diverse forme a tutti gli utenti indipendentemente dalle condizioni ambientali e dalle capacità dell'utente;
4. **Uso semplice e intuitivo**: l'utente deve comprendere l'uso del prodotto indipendentemente dall'esperienza, conoscenza, lingua o livello di concentrazione;
5. **Tolleranza degli errori**: il prodotto deve ridurre al massimo i pericoli e le conseguenze derivanti da azioni accidentali e non volute;
6. **Minimo sforzo fisico**: possibile usare il prodotto efficientemente, in modo confortevole e con sforzo minimo;
7. **Dimensione e spazio adatti all'uso e all'approccio**: il prodotto dovrebbe essere facilmente raggiungibile e utilizzabile da qualunque persona indipendentemente da corporatura, postura e mobilità.

## 8.7 Le Web Content Accessibility Guidelines 2.0

Le **WCAG 2.0** fanno riferimento all'interazione tra utente e i contenuti che il web propone, prescindendo dalla forma che essi assumono e dalla tecnologia utilizzata per veicolare tali contenuti.

I quattro **principi universali** dell'accessibilità sono:

- **Percepibilità**: Le informazioni e gli elementi che costituiscono l'interfaccia utente devono essere presentati in modo che siano facilmente percepiti dagli utenti indipendentemente dalla loro disabilità;
- **Utilizzabilità**: Gli elementi dell'interfaccia utente e la navigazione all'interno del sito devono essere facilmente utilizzabili e non devono richiedere agli utenti azioni che qualcuno di loro potrebbe non essere in grado di eseguire;
- **Comprensibilità**: Le informazioni e il funzionamento degli elementi dell'interfaccia utente devono essere comprensibili da tutti gli utenti senza alcuna difficoltà;
- **Robustezza**: Il contenuto deve essere sufficientemente robusto per essere interpretato in modo affidabile dalla maggior parte dei programmi utente, comprese le tecnologie assistive;

Dai quattro principi discendono le **linee guida** (12 in totale) che **forniscono gli obiettivi di base** su cui progettisti e sviluppatori dovrebbero lavorare per rendere il contenuto più accessibile agli utenti con diverse disabilità.

Dato che le linee guida non sono verificabili, sono stati definiti per ciascuna linea guida un insieme di **criteri di successo** i quali **definiscono le caratteristiche e le funzionalità che deve avere una pagina web per poter affermare che la linea guida sia soddisfatta**.

Ogni criterio ha associato un **livello di conformità** che definisce il grado di accessibilità del sistema informatico che si sta sviluppando. Esistono i criteri di **livello A** (devono essere necessariamente soddisfatti), **livello AA** (dovrebbero essere soddisfatti per assicurare un livello medio di accessibilità) e **livello AAA** (possono essere soddisfatti per raggiungere il livello massimo di accessibilità nella pagina web).

Per ciascuna linea guida e criterio di successo sono state fornite una **serie di tecniche** divise in due categorie: **sufficienti** per soddisfare il criterio di successo e **consigliate** (vanno oltre ciò che viene richiesto e consentono di rispettare le linee guida a un livello più alto).

Principio	Linea Guida
Percepibilità	1.1 <u>Alternative testuali</u> : Fornire alternative testuali per qualsiasi contenuto non di testo in modo che questo possa essere trasformato in altre forme fruibili secondo le necessità degli utenti come stampa a caratteri ingranditi, Braille, sintesi vocale, simboli o un linguaggio più semplice.
	1.2 <u>Tipi di media temporizzati</u> : Fornire alternative per i tipi di media temporizzati.
	1.3 <u>Adattabile</u> : Creare contenuti che possano essere rappresentati in modalità differenti (ad esempio, con layout più semplici), senza perdere informazioni o la struttura.
	1.4 <u>Distinguibile</u> : Rendere più semplice agli utenti la visione e l'ascolto dei contenuti, separando i contenuti in primo piano dallo sfondo.
Utilizzabilità	2.1 <u>Accessibile da tastiera</u> : Rendere disponibili tutte le funzionalità tramite tastiera.
	2.2 <u>Adeguate disponibilità di tempo</u> : Fornire agli utenti tempo sufficiente per leggere e utilizzare i contenuti.
	2.3 <u>Convulsioni</u> : Non sviluppare contenuti che possano creare attacchi epilettici.



	2.4 <u>Navigabile</u> : Fornire delle funzionalità di supporto all'utente per navigare, trovare contenuti e determinare la propria posizione.
Comprensibilità	3.1 <u>Leggibile</u> : Rendere il testo leggibile e comprensibile. 3.2 <u>Prevedibile</u> : Creare pagine Web che appaiano e che siano prevedibili. 3.3 <u>Assistenza nell'inserimento</u> : Aiutare gli utenti a evitare gli errori e agevolarli nella loro correzione.
Robustezza	4.1 <u>Compatibile</u> : Garantire la massima compatibilità con i programmi utente attuali e futuri, comprese le tecnologie assistive.

## 8.8 Valutazione di accessibilità

Possono essere usati metodi diversi:

- **Metodi di ispezione**: il valutatore utilizza strumenti software automatici o semi-automatici (es. A-Checker) che validano la sintassi del linguaggio utilizzato e dei fogli di stile;
- **Metodi che coinvolgono gli utenti reali**: gli utenti verificano la chiarezza di linguaggio e facilità di navigazione.

La Legge Stanca prevede due tipi di valutazione:

- **Verifica tecnica**: operata da uno o più esperti di fattori umani anche con l'ausilio di strumenti informatici;
- **Verifica soggettiva**: effettuata coinvolgendo l'utente disabile del sito web.

## 9 - ASPETTI SOCIALI DELL'USO DELLE TECNOLOGIE

### 9.1 Comunicazione e interazione mediate

Mezzo = tecnologia hardware e software

Modalità = specifico canale sensoriale percettivo sfruttato dal mezzo (es: quello visivo o uditivo)

Modo = insieme di pratiche d'uso adottate dagli utenti

#### 9.1.1 Tipologie

L'interazione tra individui si dice **mediata** quando avviene in un ambiente generato da una tecnologia che permette ai propri utenti di cercarsi, comunicare e lavorare pur essendo distanti nel tempo e/o nello spazio o che "aumenta" l'interazione tra utenti mettendo a disposizione strumenti e oggetti altrimenti non disponibili.

Per distinguere le diverse tipologie di ambiente mediato si utilizzano criteri basati sulle **coordinate spazio-temporali**:

- **Utenti co-presenti o remoti**: gli utenti sono o meno collocati nello stesso spazio fisico;
- **Interazione sincrona o asincrona**: gli utenti sono o no presenti contemporaneamente nell'ambiente mediato;
- **Presenza continua o discontinua**: gli utenti sono presenti nell'ambiente mediato (quando il mezzo è attivo) sempre oppure solo durante specifiche sessioni di interazione;
- **Simmetria o asimmetria del common ground**: gli utenti hanno accesso alle stesse informazioni su quello che stanno facendo gli altri utenti nell'ambiente mediato;
- **Interazione persistente o volatile**: il contenuto dell'interazione tra utenti è disponibile anche dopo la sua conclusione oppure si estingue alla sua conclusione.

Oltre che lungo dimensioni spazio-temporali, gli ambienti mediati variano in base a:

- **Numero di persone** che possono interagire nell'ambiente (*uno-verso-uno*, *uno-verso-molti*, *molti-verso-molti*);
- **Livello di pre-strutturazione dell'interazione** ovvero la misura in cui il mezzo impone una struttura all'interazione tra utenti (ordine di parola, accesso alle funzionalità, ...);
- **Scopo dell'attività** supportata dall'ambiente mediato (sistemi per comunicare o sistemi "groupware", ambienti per il lavoro collaborativo destinati a supportare utenti con un obiettivo di lavoro comune o interdipendente);
- **Disgiunzione** delle funzioni possibili.

#### 9.1.2 Perché si sceglie un tipo di mezzo?

**Criteri** per scegliere ed accettare un mezzo:

- **Presenza sociale**: mezzi diversi danno con diverso grado di vividezza la sensazione della presenza dell'utente con cui si comunica;
- **Ricchezza del mezzo**: se un mezzo permette di migliorare la comprensione di situazioni molto ambigue tramite *cue*, indizi che servono all'utente per interpretare il significato di un oggetto o situazione (suggerimento: scegliere un mezzo la cui ricchezza sia adeguata al livello di ambiguità del compito che si sta affrontando);
- **Presenza di una massa critica di utenti**: un mezzo si impone sugli altri se ci sono tanti utenti ad usarlo;
- **Influenza sociale**: l'uso del mezzo dipende dall'influenza che un gruppo di utenti esercita sui non utenti facendo affermazioni sul mezzo che usano, usandolo e elaborando norme che ne regolano l'uso.

#### 9.1.3 Il contesto d'uso

+ **disponibilità stimata dell'interlocutore** poiché per la persona prevale il desiderio di portare a compimento un compito, ella sceglie semplicemente il mezzo che permette di riuscire a contattare efficacemente l'interlocutore

- **Contesto sociale**: addestramento al nuovo modo di lavorare, flessibilità, dinamiche pre-esistenti, ...;
- **Contesto politico**: in che modo la nuova tecnologia influenza il potere relativo e l'autonomia delle persone;
- **Infrastruttura**: insieme di risorse fisiche e umane necessarie a far funzionare un oggetto tecnologico.

## 9.2 La qualità dell'interazione mediata

I vantaggi offerti da un mezzo nel supportare una certa attività collaborativa o comunicativa sono per lo più valutati in termini di **prestazione** o di **processo**.

Gli **indici di prestazione** (*performance*) misurano il successo nell'esecuzione di un compito, la qualità del risultato ed il numero di risorse usate per ottenerlo.

Gli **indici di processo** misurano la qualità delle relazioni che si svolgono nell'ambiente mediato, tra i più comuni troviamo gli indici di:

- **Posizione**: si basano sulla rete di legami che si crea tra gli utenti e servono a capire quanto un individuo sia centrale, come sono i suoi legami con gli altri e che struttura ha l'insieme di legami stabiliti tra gli utenti;
- **Partecipazione**: misurano in che proporzione le persone contribuiscono alla comunicazione o al compito.

Il modello teorico più usato per capire se comunicare attraverso un mezzo tecnologico abbia effetti sulla natura della comunicazione è il **Reduced Social Cues (RSC)** il quale assume che l'incontro faccia-a-faccia offra alle persone l'ambiente ideale per relazionarsi e che invece la comunicazione mediata incorpori un numero inferiore di cue rispetto a quella faccia-a-faccia. Il modello identifica gli indizi che le persone usano per coordinarsi e capirsi nel faccia-a-faccia e ipotizza una serie di conseguenze della mancanza di uno di questi cue nell'interazione mediata.

### 9.2.1 Effetti degli ambienti mediati sulla natura della relazione sociale

Quando le persone si incontrano faccia-a-faccia, gli indizi sul loro stato **affettivo** sono solitamente forniti dalla voce (tono, volume, ritmo, ...), dall'espressione del viso, dalla postura e dal tipo di gesticolazione. Se un ambiente mediato non rende disponibili questi indizi si ipotizza che la relazione sia più fredda.

Questa prima ipotesi di **freddezza** è però contraddetta dalla sensazione di forte vicinanza che si può provare con qualcuno all'interno di un ambiente mediato solo testuale come gli svariati usi delle chat. Per spiegare questa sensazione sono stati usati due processi secondo cui anche cue veicolati dalla sola comunicazione testuale permettono di riconoscere lo stato affettivo e provare una forte empatia per chi parla:

- **idealizzazione**: processo che permette di farsi un'impressione sulle persone a partire da indizi minimi su di esse grazie all'attivazione di conoscenze stereotipiche che colmano le lacune informative assegnando ad una persona le caratteristiche tipiche delle persone che appartengono alla sua stessa categoria sociale.
- **autopresentazione selettiva**: consiste nel fatto che chi comunica seleziona cosa mostrare di sé per presentarsi al meglio. Nella comunicazione mediata questo processo è facilitato dato che si può scegliere sia la tipologia di canale che meglio ci valorizza (testuale, vocale, ...) sia perché i tempi dello scambio possono permetterci di pianificare al meglio cosa mostrare di sé.

La seconda ipotesi relativa ai cue affettivi è che la comunicazione mediata, essendo povera di tali indizi, è più orientata a gestire il **compito** che non la relazione; gli studi che esaminano questo tipo di ipotesi hanno dato pareri contrastanti in quanto il focalizzarsi solo sul compito da portare a termine non dipende solo dalla presenza di cue affettivi ma anche da altri fattori come l'artificialità dei gruppi (se i gruppi si creano con il solo scopo dello studio anziché essere gruppi reali di persone che lavorano su obiettivi comuni diminuisce la probabilità che gli utenti si curino della qualità della relazione oltre che a portare a termine il lavoro), tempo a disposizione (elaborare le informazioni interpersonali può richiedere tempo per acquisire nuovi codici per riconoscerle ed interpretarle) e l'aspettativa di incontrarsi ancora in futuro (le persone si impegnano ad acquisire questi codici se viene anticipato che ci saranno futuri incontri e se effettivamente hanno a disposizione tali incontri).

Oltre agli indizi sullo stato affettivo dell'utente ci sono anche indizi sociali che rivelano la sua **identità** ovvero il genere, status e gruppo di appartenenza; secondo il modello RSC un ambiente che priva l'utente di questi indizi sociali rende l'interazione più **democratica** e **disinibita**.

La maggiore democraticità deriva dal fatto che mancando indizi sulla base dei quali assegnare l'interlocutore a categorie discriminate (donne, basso status, disabili, ...), non vengono attivati i comportamenti che sfavoriscono persone appartenenti a tali categorie.

La disinibizione sarebbe favorita dall'indebolirsi delle norme sociali che frenano l'abuso nei confronti delle persone, esempi di disinibizione sono il flaming o il cyberbullismo.

### 9.2.2 Effetti degli ambienti mediati sulla natura della comunicazione

I cue **comunicativi** permettono di coordinare l'interazione sociale e la comunicazione. Negli ambienti mediati molti indizi come direzione dello sguardo, brevi suoni di conferma, mancanza di un ambiente circostante comune, ecc. non sono presenti quindi è legittimo pensare che in base all'**ipotesi della larghezza della banda**, avere a disposizione più modalità (soprattutto visiva) migliori l'**efficienza** (capacità di usare un numero basso di risorse per raggiungere l'obiettivo) e l'**efficacia** (capacità di raggiungere l'obiettivo) nella comunicazione perché permette l'accesso a molti più indizi comunicativi.

Altre ipotesi successive riguardano specifici cue:

- La disponibilità di sguardo, gesti e cenni del capo nella comunicazione mediata, ottenuta con l'aggiunta di un canale video, non ha effetti sulla **presa di turno**.
- Si ipotizzava che la visibilità dell'interlocutore aumentasse il successo dei **tentativi di inizio comunicazione**, perché permetteva di capire se l'altra persona potesse essere interrotta. Dopo studi effettuati su colleghi che lavorano a distanza non sono stati ottenuti miglioramenti dall'introduzione di una tecnologia che potesse metterli in contatto visivamente.
- È confermato che se oggetti ed eventi di rilievo per l'attività in corso sono disponibili mutualmente in uno spazio condiviso, è più facile e veloce riconoscere il **referente** ovvero **l'oggetto concreto o astratto cui ci si riferisce nella comunicazione tramite l'uso di risorse condivise con l'interlocutore**.
- L'assenza di suoni di conferma (**backchannel**) e i ritardi tecnici nella comunicazione mediata impediscono alle persone di capire con sicurezza se l'interlocutore ha colto i vari passaggi della comunicazione, di conseguenza si tende ad avere una comunicazione più ridondante e verbosa.

Gli ambienti mediati non conducono a conversazioni frammentarie, affinché si riesca a distinguere i vari discorsi (thread) tra loro → deve essere supportato dall'UI

### 9.3 La comunicazione Faccia a Faccia

Oltre alle parole, nella F2F inviamo informazioni preziose al nostro interlocutore con modalità non verbali:

- **spazio personale**: distanza che creiamo, mettiamo e inconsciamente manteniamo tra noi e il nostro interlocutore;
- **contatto oculare**: verifica costante sullo sguardo dell'interlocutore con contatti oculari brevi, ma frequenti;
- **linguaggio corporeo**: gesti e posture come indicare oggetti desiderati, alzare le spalle, scuotere la testa...;
- **aspetti non verbali dell'uso della voce**: suoni che non corrispondono a nessuna parola, ma che hanno precisi significati nella comunicazione;
- **interazione tra persone guidata da canali non verbali**: combiniamo i precedenti punti per costruire una complessa negoziazione su chi ha diritto di parlare in un determinato momento e per dare conferma del fatto che stiamo seguendo e capendo o meno ciò che l'altro ci dice.

### 9.4 La comunicazione mediata di tipo testuale

Nella CMC di tipo testuale tutti e cinque gli aspetti della F2F vengono soppressi. Effetti:

- **le persone utilizzano un linguaggio molto più carico**, a causa dell'indisponibilità dei canali non verbali;
- **il rapporto interpersonale diventa emotivamente più distaccato**;
- **conferma, passaggio di turno, interruzioni cambiano**: la presenza sociale viene verificata con richieste esplicite;
- **il ritmo del dialogo rallenta**, quindi nascono nuove tecniche di dialogo:
  - **emoticon**: faccine ruotate di 90° che si possono costruire facendo uso di normali caratteri (software per riconoscimento automatico, animazioni);
  - **Short Message Service (SMS)**: originariamente strumento di invio informazioni da operatori di telefonia cellulare verso utenti, ora strumento più usato della comunicazione F2F (nuovi linguaggi, abbreviazioni);
  - **Calling Line Identity (CLI)**: identifica il numero del chiamante, al fine di permetterci di rispondere o meno ad una chiamata e per poter richiamare (diventa **codice di comunicazione tramite squilli**).

### 9.5 La comunicazione mediata di tipo audio-video

Nella CMC di tipo non testuale è possibile parlarsi in audio tramite sistemi VoIP e vedersi in video attraverso webcam. Effetti:

- **recuperati gli aspetti non verbali nell'uso della voce**;
- **non recuperato in modo soddisfacente il linguaggio corporeo**;
- **videoconferenza induce comportamenti innaturali ed inefficaci**:
  - A vede il viso di B a tutto schermo e si allontana un po'; B vede A in una finestra molto piccola quindi si avvicina al monitor, ma ciò provoca l'allontanarsi di A, che costringe B ad avvicinarsi ulteriormente...(serve zoom);
  - persona A vede B guardare da un'altra parte, come se evitasse il nostro sguardo, invece sta solo guardando la nostra immagine nel suo schermo, mentre la webcam lo riprende da un'altra angolazione.

## 10 - TECNOLOGIE INTERATTIVE, EVOLUZIONE E SOSTENIBILITÀ

### 10.2 Dal paradigma dell'usabilità alla considerazione della sostenibilità

Il concetto di **sostenibilità** è inteso come **punto d'incontro di almeno tre discipline**:

1. Le **scienze ambientali** determinano ciò che è sostenibile in riferimento alle risorse disponibili, essendo queste valutate in base alla loro quantità e rinnovabilità;
2. Le **scienze sociali** analizzano i comportamenti umani nei confronti delle risorse disponibili e determinano modelli organizzativi e normativi per consentire a tutti l'accesso a queste risorse senza che si esauriscano;

3. Le scienze economiche valutano cicli produttivi riferibili allo sfruttamento e alla produzione delle risorse, verso fini a vantaggio non immediato.

Parlare di sostenibilità significa accettare un'ipotesi programmatica che prevede la strutturazione di interazioni armoniche tra uomo e contesto di riferimento, ovvero determinare le forme delle relazioni che non impoveriscono le risorse e permettono un accesso universale a tali risorse.

Obiettivi di un approccio sostenibile alle relazioni tra persone e tecnologie:

- Mantenere la propria integrità psicofisica ed evolvere in percorsi che non impoveriscano le capacità cognitive;
- Accesso alle tecnologie deve essere garantito a tutti;
- Tecnologie sviluppate in riferimento alle reali esigenze degli utenti;
- L'uso delle tecnologie deve essere il più possibile discrezionale, consapevole e auto-determinato.

### 10.3 Relazioni disarmoniche tra mente e tecnologia

Le relazioni disarmoniche tra l'individuo e la tecnologia sono riferite a 3 fattori principali:

1. La tecnologia spesso non è progettata e implementata con lo specifico obiettivo di usarla in maniera adeguata e con soddisfazione da parte degli utenti;
2. Le tecnologie possono essere troppe, o troppo poche, rispetto alle reali necessità dell'uomo; + inquinamento tecnologico
3. L'uomo ha la necessità di riflettere su se stesso e sulle interazioni che instaura con le tecnologie. Capacità riflessiva che, se alterata, può portare alla dipendenza dalla tecnologia stessa

Questi tre fattori producono delle conseguenze, spesso negative, sui processi cognitivi e relazionali dell'individuo.

#### 10.3.1 Esempi di non sostenibilità individuale

##### Sovraccarico informativo

Le tecnologie possono produrre stimoli in quantità tali da rendere spesso non determinabile il loro numero; a volte pochi, a volte proporzionati, spesso troppi rispetto alle diverse esigenze operative.

**Data smog:** nebbia informativa prodotta dall'eccesso di dati, che offusca la nostra capacità di discernimento; a causa delle troppe informazioni non siamo in grado di distinguere tra le conoscenze di cui abbiamo bisogno e tra quelle che possiamo tralasciare.

**Information pollution:** inquinamento informativo, le informazioni e gli stimoli prodotti non sono solo numerosi ma spesso anche superflui, ridondanti, inutili non verificati, falsi o obsoleti.

A causa dei nostri limiti cognitivi e della crescente disponibilità e complessità delle informazioni siamo portati ad organizzare i nostri pensieri, giudizi e scelte tramite modalità sub-ottimali. Ad esempio, secondo Tversky e Kahneman, in condizioni di sovraccarico informativo tendiamo naturalmente a forme di proceduralità che vengono definite **euristiche** ovvero elaborazioni della conoscenza che non sempre garantiscono il risultato migliore o corretto. Alcune tra queste sono l'**euristica della rappresentatività** secondo la quale gli eventi di una determinata classe sono considerati più frequenti se risultano più tipici e l'**euristica della disponibilità** secondo la quale riteniamo più frequente l'evento che ci viene in mente più prontamente.

##### Sovraccarico operativo

Le tecnologie possono essere troppo presenti sottoponendo all'utente troppe richieste operative rispetto alle sue capacità e quindi l'utente deve coordinare i suoi processi cognitivi nell'esecuzione di più compiti simultaneamente.

Esistono due tipologie di **multitasking**:

- **Sequenziale:** l'esecuzione di più attività in contemporanea può essere coordinata in maniera da eseguire in rapida successione solo parte dei diversi compiti;
- **Parallelo:** l'esecuzione di più attività in contemporanea può essere coordinata in maniera da eseguire effettivamente diversi compiti in parallelo.

Operare in modalità multitasking dipende dal livello di competenze soggettivo, che può essere più o meno alto, dai tipi di compiti da eseguire, che possono essere continui o discreti, e dal tipo di conoscenze coinvolte, che possono essere dichiarative, esplicite e consapevoli risultano più facilmente gestibili ma implicano un considerevole impegno attenzionale, oppure procedurali, spesso implicite risultano più facili da eseguire anche in circostanze di multitasking parallelo.

##### Dipendenze tecnologiche

Con il termine **uso patologico di internet** si intende una forma patologica di comportamento di dipendenza nei confronti delle tecnologie che presenta le stesse caratteristiche di altre forme di dipendenza.

Altre forme di dipendenza sono:

- dipendenza dal sesso virtuale;
- dipendenza dalle relazioni virtuali;

- dipendenza da comportamenti virtuali che prospettano possibili vantaggi economici;
- dipendenza dalla ricchezza informativa;
- dipendenza dai giochi online.

Nel caso di internet sono stati messi in evidenza diversi fattori di personalità per spiegare le cause che portano alla dipendenza:

- Secondo Caplan, uno dei principali fattori è dovuto ad un bisogno di sicurezza che fa sì che le relazioni online vengano viste come meno minacciose, più efficaci, più affidabili e meno problematiche rispetto a quelle reali. I soggetti più predisposti presentano deficit nella presentazione di sé.
- Secondo Shaffer, alla base di qualsiasi comportamento di dipendenza c'è la possibilità di reiterare le interazioni con uno o più soggetti in grado di produrre degli stati di soddisfazione soggettiva robusti e frequenti.

### 10.3.2 Esempi di non sostenibilità sociale

#### Il digital divide

Con il termine digital divide si intende il divario esistente tra chi ha accesso alle tecnologie dell'informazione e comunicazione (ICT) e chi invece ne è escluso in maniera parziale o totale.

Sono stati individuati 4 tipologie di digital divide:

- **Sociale**: definito da condizioni quali età, condizione familiare, genere, etnia e lingua;
- **Economico**: determinato da diverse possibilità d'acquisto e quindi di accesso alle tecnologie e servizi;
- **Politico**: dato dalle diverse possibilità di stabilirsi in posizioni di controllo sociale e potere amministrativo;
- **Culturale**: riferibile a complesse relazioni individuo-società prodotte da complesse relazioni individuo-società;

Le difficoltà di accesso che queste tipologie di digital divide possono produrre sono:

- **Materiale**: non si ha la possibilità d'uso delle tecnologie come conseguenza del loro costo o lontananza;
- **Competenze**: non si hanno le conoscenze ed esperienze per consentire un uso adeguato della tecnologia;
- **Sfruttamento delle opportunità**: non è possibile usare le tecnologie in maniera da avere delle conseguenze considerate di vantaggio per l'utilizzatore;
- **Difficoltà partecipativa**: le tecnologie non possono essere usate in maniera incisiva su processi che determinano le strategie sociali, politiche e culturali.

#### Il fenomeno dell'e-waste

Ormai il ciclo di vita dei prodotti elettronici non dura in media più di qualche anno e le tecnologie ancora funzionanti vengono dismesse a favore di modelli innovativi senza che vi siano delle reali esigenze. Il fenomeno dei rifiuti elettrici ed elettronici prende il nome di e-waste.

La direttiva europea 2002/96/EC afferma la responsabilità estesa del produttore stabilendo che gli importatori di prodotti elettronici sono soggetti corresponsabili dell'impatto ambientale dei prodotti da loro realizzati nell'interezza del ciclo di vita del prodotto.

#### Processi produttivi non sostenibili

La crescita esponenziale nello sviluppo delle ICT ha trasformato questi prodotti in una delle principali fonti di profitto, di conseguenza la produzione di tecnologie cognitive nate e sviluppate per sostenere le nostre attività mentali si è distanziata dalle reali necessità umane per sottostare alle leggi del mercato.

La distanza tra chi ritiene che tutti debbano partecipare democraticamente alla costruzione della conoscenza e chi ha deciso di limitarne l'accesso per chi ha meno potere d'acquisto ha gettato le basi per processi produttivi che si differenziano da quelli delle grandi imprese. Un esempio sono le organizzazioni senza fini di lucro che partecipano ai processi produttivi in maniera paritaria, questo sforzo ha dato come risultato dei prodotti **open source** ovvero software creati e distribuiti senza oneri per l'utente. Parallelamente all'open source si è sviluppato il concetto di **open content** ovvero la realizzazione di prodotti aperti in quanto distribuiti con il loro codice sorgente permettendone esplicitamente la copia e modifica, il risultato è un prodotto di complessità superiore rispetto a quelli implementati con l'attività di un gruppo ristretto di programmatori.