

S. Borsci, M. Kurosu, M.L. Mele, S. Federici

Questo capitolo descrive il rapporto e il ruolo dei costrutti di accessibilità e usabilità secondo l'approccio teorico dell'esperienza utente. Verrà presentato un modello integrato di valutazione dell'interazione, ossia una nuova prospettiva di valutazione basata sull'esperienza utente, utile come riferimento non solo per impostare una valutazione di interazione degli utenti con le tecnologie assistive ma anche per organizzare e valutare l'ATA process.

## 15.1 Introduzione: il concetto di User experience

Il termine *esperienza utente* (in inglese *User eXperience*, d'ora in avanti UX), proposto nei primi anni Novanta da Donald A. Norman e collaboratori (1995), si focalizza su gradimento, significatività e performance che emergono durante l'interazione persona-tecnologia. Nel processo di progettazione dell'interazione l'usabilità del sistema è una condizione necessaria ma non sufficiente per ottenere (nell'implementazione o nella valutazione) un buon livello di UX; infatti, mentre l'usabilità è una dimensione dell'interazione, la UX è una prospettiva olistica focalizzata sul vissuto dell'utente in relazione all'uso di un sistema. Esistono differenti definizioni di UX, inclusa quella proposta dallo stesso Norman – che descrive il termine UX come connesso a “tutti gli aspetti dell'interazione dell'utente con il prodotto: come questo è percepito, appreso e usato. Esso include facilità d'uso e, cosa più importante, i bisogni che il prodotto soddisfa” (1998, p. 47) – e quella proposta da Garrett – secondo il quale la UX rappresenta “come si comporta e viene usato il prodotto nel mondo reale” (2003, p. 17). Recentemente, l'*International Organization for Standardization* (ISO) 9241-210 (2010) ha definito la UX come “la percezione di una persona e le risposte che risultano dall'uso o uso previsto di un sistema, di un prodotto o di un servizio”. La normativa ISO inoltre afferma che “l'esperienza utente è una conseguenza della presentazione, della funzionalità, delle performance del sistema, del comportamento interattivo, e delle capacità assistive di un sistema d'interazione, sia hardware che software [...]. Questa è anche una conseguenza delle esperienze pregresse dell'utente, delle sue attitudini, abilità, abitudini e personalità” (1999). Per questo motivo, un totale di 30 professionisti di usabilità insieme ad altri esperti si sono riuniti in un workshop che si è tenuto a Dagstuhl, in Germania, nel 2010, e Virpi Roto insieme ad altri curatori ha cercato di sintetizzare una posizione comune sull'esperienza utente nello *User Experience White Paper* (Roto et al., 2011).

La UX è un concetto complesso che include ed estende le dimensioni del concetto di usabilità, senza però allontanarsi da questo.

Molti autori mettono in evidenza le aree in cui la UX va oltre l'usabilità (Hassenzahl e Tractinsky, 2006; Law *et al.*, 2007). Queste aree sono ben sintetizzate da Petrie e Bevan come segue.

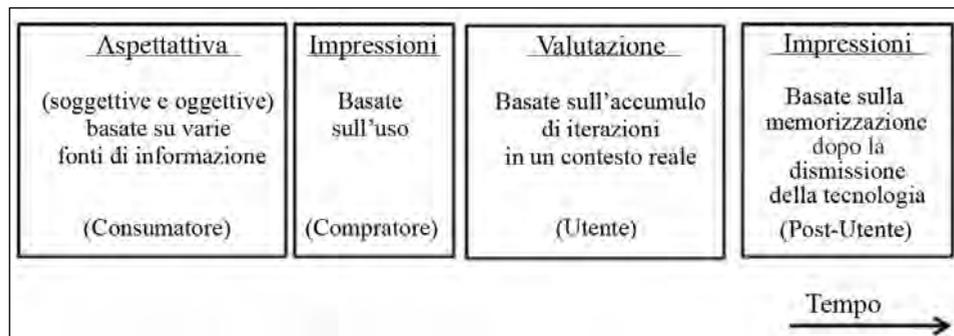
- *Il concetto di UX è più olistico rispetto a quello di usabilità*: come abbiamo precedentemente discusso, l'usabilità si focalizza sulla performance e sulla soddisfazione degli utenti nel raggiungimento dei propri obiettivi in determinati contesti d'uso; la UX assume una prospettiva più olistica, mirando a un equilibrio tra aspetti d'uso di un sistema interattivo (*eSystem*) orientati al compito e aspetti non orientati al compito (spesso chiamati *aspetti estetici*, in inglese *hedonic aspects*) connessi all'acquisto dell'*eSystem* come la gradevolezza, la sfida, la stimolazione e l'espressione personale.
- *Rispetto all'usabilità, la UX è maggiormente focalizzata sulla percezione soggettiva del sistema*: l'usabilità ha enfatizzato le misure oggettive delle sue componenti, come la percentuale di compiti per quanto riguarda l'efficacia, i tempi di completamento e la percentuale di errori nello svolgimento di un compito per quanto riguarda l'efficienza; la UX, invece, è maggiormente incentrata sulle reazioni positive degli utenti agli *eSystem*, sulla loro percezione degli stessi e sull'interazione con essi.
- *Rispetto all'usabilità, la UX è maggiormente incentrata sugli aspetti positivi del sistema*: l'usabilità si è spesso focalizzata sull'eliminazione di barriere o problemi negli *eSystem* e sulla metodologia necessaria a migliorarli; la UX, invece, è maggiormente incentrata sugli aspetti positivi dell'utilizzo degli *eSystem* e su come massimizzarli, e se questi aspetti positivi siano relativi a soddisfazione, gratificazione o coinvolgimento (Petrie e Bevan, 2009).

Mentre l'accessibilità e l'usabilità si riferiscono alla qualità – che può essere descritta oggettivamente – del dispositivo e del sistema in relazione all'accesso e all'utilizzo, il concetto di UX si riferisce a quegli aspetti soggettivi come esperienza attesa, percezione e memoria, che riguardano il lato utente. In altre parole, caratteristiche qualitative quali usabilità e affidabilità possono essere considerate come variabili indipendenti, mentre la UX è una variabile dipendente che sarà influenzata dalle caratteristiche qualitative dei dispositivi e dei sistemi da utilizzare. Ciò significa che la considerazione degli aspetti qualitativi da sola non porterà necessariamente a progettare un sistema con un buon livello di UX. Al fine di ottenere un buon livello di UX occorre quindi considerare qualcosa di più. In questo senso enfatizzare la conseguenza dell'esperienza utente è più utile che focalizzarsi su gli aspetti qualitativi dell'interazione.

Quello dell'esperienza è sempre stato un concetto chiave nell'area del marketing, specialmente nella sua relazione con la formazione delle aspettative. Infatti, uno degli obiettivi principali delle attività di marketing è di stabilire un buon livello di aspettativa da parte del consumatore. Tuttavia l'approccio del marketing è meno incentrato

su come le persone utilizzano un dispositivo o un sistema, aspetto sul quale il design centrato sull'utente si è invece prevalentemente focalizzato.

Gli autori Kurosu e Ando (2008), e in maniera più approfondita Kurosu (2010), hanno integrato questi due concetti di esperienza (esperienza del consumatore e del utente) e proposto un modello di UX a quattro fasi basato sull'idea che le persone, nel passaggio fra il prima e il dopo l'acquisto, cambino il loro atteggiamento passando dall'essere "consumatori" all'essere "utenti", come mostra la Figura 15.1.



**Figura 15.1** Le quattro fasi dell'esperienza utente.

Nella prima fase, le persone in qualità di consumatori delineano le proprie aspettative sul dispositivo e sul sistema sia in modo soggettivo (per esempio con semplici desideri) in modo oggettivo (per esempio con la previsione d'uso) sulla base dei vari frammenti di informazione ottenuti attraverso pubblicità e spot televisivi, come anche attraverso altri media, per esempio siti web, articoli di giornale e informazioni da parte di amici. Ciò che è stato enfatizzato dal marketing rispetto alla UX è solamente questa fase. Successivamente, se interessate e motivate all'acquisto, le persone si creano un'impressione del dispositivo e del sistema sulla base di una prova di utilizzo. Il test di usabilità è una misura dell'esperienza interattiva, ma non rappresenta la totalità della UX, dal momento che la durata della prova è in media di circa due ore, troppo breve per essere considerata come una misura globale della UX.

Dopo l'acquisto, le persone assumono il ruolo di utenti e iniziano a interagire con il sistema in un contesto reale. Le ripetitive interazioni nell'ambiente reale saranno immagazzinate nella memoria dell'utente di volta in volta, portando in tal modo alla formazione di un giudizio sul sistema. Dal momento che quest'area della UX intesa come valutazione corrisponde a un'esperienza dell'utente di tipo cumulativo immagazzinata in memoria, il suo livello è variabile a seconda della qualità dell'interazione nel tempo. Per quanto concerne il tempo necessario da concedere all'utente prima di effettuare una valutazione della sua esperienze interattiva l'ISO 9241-210 (2010) afferma che sono necessari fra i sei e i dodici mesi mentre, per esempio, lo Users Award Program in Svezia tende a condurre una valutazione dei sistemi tecnologici dopo nove mesi dall'installazione.

Considerando nello specifico la terza fase della UX, gli *stakeholder* che si occupano della progettazione della tecnologia devono stimare sia la qualità dell'architettura del sistema (accessibilità) sia la qualità d'uso del sistema (usabilità) sotto la lente dell'esperienza dell'utente, al fine di valutare l'interazione.

Una volta che la tecnologia sarà dismessa dall'utente, rimarrà comunque una traccia impressa nella memoria dell'esperienza avuta con la tecnologia. Questa informazione in memoria servirà all'utente come base per la ricerca di una nuova tecnologia iniziando un nuovo ciclo in qualità di consumatore. In questo senso, le quattro fasi presentate formano una struttura a spirale.

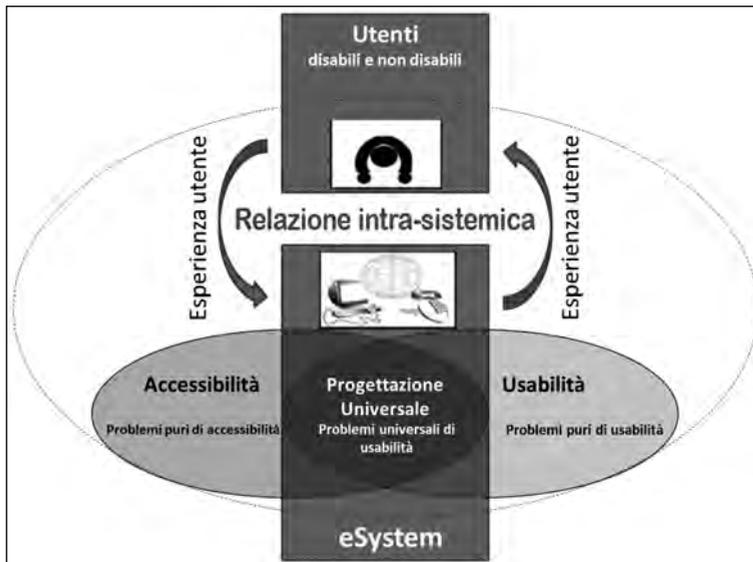
La prospettiva di UX enfatizza fortemente il fatto che non è possibile ottenere una valutazione realistica analizzando solamente le funzionalità del sistema, specialmente in un contesto sperimentale attraverso strumenti specifici che permettono la valutazione della tecnologia con un certo grado di oggettività (per esempio valutazioni automatiche e valutazioni da parte di esperti). In questo senso, la UX rispetta la filosofia dello *User Centred Design* (UCD) o *Human Centred Design* (HCD), spostando l'attenzione dalla vecchia prospettiva di progettazione e valutazione tesa a considerare solo gli aspetti ingegneristici del sistema a una nuova prospettiva che permette di considerare l'esperienza degli utenti con il sistema in un ambiente reale.

Non è sufficiente considerare l'oggetto (dispositivo e sistema) e il soggetto (l'utente) come due poli opposti dell'interazione. La debolezza di questo modello dicotomico consiste nella sua incapacità di considerare la relazione intra-sistemica fra sistema e utente come una realtà emergente indipendente non riducibile alle sue componenti (sistema e utente; Federici e Borsci, 2010; Federici *et al.*, 2005). In questo senso, i membri del team di progettazione che mirano a indagare l'interazione devono essere loro stessi i valutatori: la relazione intra-sistemica fra il sistema e l'utente è fondamentale sia dalla prospettiva dell'oggetto sia dalla prospettiva del soggetto (Figura 15.2).

## **15.2 Da accessibilità e usabilità dei sistemi all'esperienza utente dei sistemi**

### **15.2.1 La relazione fra accessibilità e usabilità**

Nel campo dell'HCI, sono state proposte differenti definizioni del concetto di usabilità. Tuttavia, oggi è disponibile una definizione condivisa originariamente proposta dall'ISO 9241-11 (1998). Questo standard definisce l'usabilità come "il grado in cui un prodotto può essere usato da specifici utenti per raggiungere specifici obiettivi con efficacia, efficienza e soddisfazione in un determinato contesto d'uso". Per quanto concerne, invece, il concetto di accessibilità non esiste un'unica e completa definizione in grado di descriverne le dimensioni di valutazione. Per esempio, secondo la definizione ISO 9241-20 (2009), l'accessibilità è "l'usabilità di un prodotto, servizio, ambiente o strumento, per persone con la più ampia gamma di capacità". In questa definizione, la relazione fra usabilità e accessibilità non è parallela ma inclusiva.



**Figura 15.2** (Vedi inserto a colori.) Relazione intra-sistemica fra gli utenti e gli eSystem.

La UX è rappresentata come la prospettiva dell'utente in una relazione intra-sistemica, composta da azioni e feedback, con l'eSystem (Federici *et al.*, 2010; Federici *et al.*, 2005). Le proprietà della progettazione universale che compongono l'eSystem si ottengono tramite l'intersezione della sua accessibilità e usabilità. Seguendo l'impostazione di Petrie e Kheir (2007), i problemi universali di usabilità rappresentano i problemi di interazione sia di accessibilità sia di usabilità che sono individuati da tutti gli utenti quando hanno una pessima relazione con il sistema, dovuta a una pessima UX (problemi di progettazione universale). Quando i problemi riguardano principalmente le persone disabili in interazione possiamo riferirci a "problemi puri di accessibilità"; quando pertengono all'interazione con utenti non disabili possiamo parlare di "problemi puri di usabilità". Tuttavia fra questi due estremi ci sono molti livelli di problemi interattivi che possono creare problematiche agli utenti disabili e non disabili.

Infatti, il concetto di accessibilità è legato al diritto di "accesso" a un'ampia "gamma di servizi, informazioni, scambi culturali, riaffermazioni di identità e interazioni sociali [...] visti come diritti basilari dei cittadini in molte contesti sociali avanzati" (Roulstone, 2010, p. 9). In questo senso, "accessibilità del Web" significa che "le persone con disabilità possono usare il Web [...] e più specificatamente che possono percepire, comprendere, navigare e interagire con il Web" (WAI, 2006). Di Blas e collaboratori affermano che "le linee guida del W3C garantiscono solamente una *leggibilità tecnica*, cioè, il solo fatto che uno *screen reader* (lettore dello schermo) funzioni non implica che questo strumento assicuri che un sito web sia realmente accessibile a utenti con disabilità visive, e cioè che le persone con disabilità visive possano effettivamente accedere alle informazioni contenute in esso" (2004, p. 1). Questi autori sottolineano che lo scopo più importante del *World Wide Web Consortium* (W3C) è quello di assicurare un'effettiva esperienza dell'utente o un'*accessibilità usabile* (Di Blas *et al.*, 2004).

Tuttavia, è interessante notare come l'accessibilità abbia una definizione meno completa rispetto al concetto di usabilità, mentre, dal punto di vista del processo valutativo, questa risulta avere metodi più definiti e condivisi rispetto all'usabilità. Infatti, l'accessibilità si focalizza sull'analisi oggettiva del sistema attraverso il controllo e la conformità con gli standard delle linee guida internazionali, mentre la valutazione dell'usabilità non ha una metodologia unificata e condivisa.

La valutazione dell'usabilità si concentra sul raggiungimento di un obiettivo da parte dell'utente in relazione a efficacia, efficienza e soddisfazione, e risulta così un processo caratterizzato soggettivamente, e quindi meno riducibile e standardizzabile. Questa differenza relativa al processo di valutazione tra accessibilità e usabilità ha dato luogo a un impressionante numero di metodi di valutazione dell'usabilità, tutti validati sperimentalmente e affidabili nei risultati.

Nonostante i differenti obiettivi di valutazione, i concetti di accessibilità e usabilità sono interconnessi poiché rappresentano due modi per individuare i problemi interattivi da diversi punti di vista. Come sottolineano Petrie e Kheir, i problemi di accessibilità e usabilità possono essere visti come due insiemi interconnessi, che comprendono le tre categorie seguenti (Figura 15.2):

- (i) Problemi che riguardano solamente persone disabili; questi possono essere definiti come problemi "di pura accessibilità";
- (ii) Problemi che riguardano solo persone che non hanno alcun tipo di disabilità; questi possono essere definiti come "problemi puri di usabilità";
- (iii) Problemi che riguardano sia persone con disabilità che persone che non hanno alcun tipo di disabilità; questi possono essere definiti come "problemi di usabilità universale" (2007, pp. 398; vedi anche Horton, 2007; Lazar, 2007; Shneiderman, 2003).

In questo senso, i problemi di accessibilità non sono un sottoinsieme dei problemi di usabilità e viceversa.

### 15.2.2 Una visione d'insieme sugli standard di usabilità

Le organizzazioni che si occupano di standardizzazione internazionale includono l'*International Standard Organization* (ISO), l'*International Electrotechnical Commission* (IEC) e il *Comité Européen de Normalisation* (CEN). Oltre a queste, sono presenti organizzazioni nazionali come il JIS (*Japanese Industrial Standards*), il DIN (*Deutsches Institut für Normung*), il BSI (*British Standards Institute*) e l'ANSI (*American National Standards Institute*). Queste organizzazioni hanno proposto molti standard e documenti in termini di usabilità e accessibilità, spesso collaborando fra loro. Solitamente, le normative internazionali sono le prime a essere stabilite e, successivamente, vengono tradotte in standard locali. Tuttavia, in alcuni casi, gli standard nazionali si estendono alle normative internazionali, come nel caso della norma JIS X8341-5 (2006), divenuta successivamente l'ISO 9241-20 (2009).

Per quanto riguarda il tema dell'usabilità, molte norme e documenti sono stati pubblicati dal *Comitato Tecnico* (TC) sull'ergonomia dell'ISO ([www.iso.org](http://www.iso.org)). Questo comitato, riconosciuto con la sigla ISO/TC159, è composto da quattro sottocomitati (SC) – SC1, SC2, SC3, e SC4 – tra i quali il comitato SC4 è incaricato del tema "Ergonomia dell'iterazione uomo-sistema". A sua volta il sottocomitato SC4 è diviso

in 11 Gruppi di Lavoro (WG), fra questi il WG6 è quello incaricato del tema “Processi di progettazione centrata sull'uomo per i sistemi interattivi”.

Il gruppo WG6 del comitato TC159 ha pubblicato alcuni dei più importanti standard di usabilità, come segue.

- *ISO 9241-11 (1998)*: questa norma fornisce ai professionisti dell'iterazione sia la definizione di usabilità sia i suoi tre sottoconcetti, cioè efficacia, efficienza e soddisfazione. Allo stato attuale, questa norma è considerata lo standard mondiale per definire l'usabilità.
- *ISO 9241-171 (2008)*: questo standard è importante per la sua definizione di HCD e di UX. Inoltre, la descrizione di come un elevato livello di UX possa essere raggiunto tramite un processo di HCD è una parte fondamentale di questo standard. Viene qui infatti proposto un modello di HCD a quattro stadi che lavora su quattro obiettivi: (i) comprendere e specificare il contesto d'uso; (ii) specificare le necessità dell'utente; (iii) produrre soluzioni di tipo progettuale; (iv) valutare il design rispetto alle specifiche di riferimento.
- *ISO/TR 18529 (2000)*: questo documento, come descritto nell'ISO 9241-171, corrisponde a un primo tentativo di estendere lo scopo della HCD dal solo design all'intero ciclo di vita della tecnologia, specificando i metodi che dovrebbero essere adottati in ogni attività del processo.
- *ISO/TR 16982 (2002)*: questo documento presenta in dettaglio tutti i metodi che dovrebbero essere adottati in ogni fase del processo di progettazione centrata sull'utente, come descritto nell'ISO 9241-210. Tuttavia, la discussione che riguarda la validità di questa norma è ancora aperta.
- *ISO/PAS 18152 (2003)*: questo documento, noto anche come ISO/TR 16982 (2002), è un'estensione del concetto di HCD e dell'approccio al ciclo di vita della tecnologia. La norma propone un modello individuo-sistema (HS) per la valutazione della maturità di un'organizzazione nello svolgimento dei processi che rendono un sistema usabile, salutare e sicuro. Questo processo è costituito da quattro componenti individuo-sistema: HS.1 – Coinvolgimento nel ciclo di vita; HS.2 – Integrazione dei fattori umani; HS.3 – Ingegneria dell'usabilità (la stessa di quella descritta nella norma ISO 9241-210); HS.4 – Risorse umane.

Tutte le norme descritte finora riguardavano i processi di buona progettazione. Un ulteriore insieme di norme mira invece a introdurre il concetto di “facilità dell'operazione”: ISO 20282-1 (2006a)BE, ISO/TS 20282-2 (2006b), ISO/PAS 20282-3 (2007), ISO/PAS 20282-4 (2007). Questi standard si riferiscono all'usabilità dei prodotti di tutti i giorni in cui la facilità d'uso, – definita come la funzionalità stessa del prodotto e il corretto funzionamento delle interfacce utente – è considerata come strettamente connessa al concetto di usabilità. Tuttavia, il dibattito internazionale sulla adeguatezza di queste norme è ancora aperto.

Un altro tipo di norme sull'usabilità è stato prodotto dal comitato JTC 1 in tema di tecnologie dell'informazione, e in particolare dal sottocomitato SC 7 sulla progettazione dei software e dei sistemi.

- *ISO/IEC 25062 (2006)*: questa norma definisce la tipologia dei test di usabilità intesi come metodi di valutazione. Il punto qui è che l'ISO 9241-11 (1998) fornisce i concetti chiave specialmente in relazione alla definizione del concetto di usabilità mentre l'ISO 9241-171 (2008) mostra il processo con cui sviluppare il modello HCD. Seguendo la stessa impostazione dell'ISO 9241-171 (2008) sono state diffuse altre norme e documenti come l'ISO/TR 18529 (2000), l'ISO/PAS 18152 (2003), l'ISO/TR 16982 (2002), la serie di ISO 20282 (2006a) e infine l'ISO/IEC 25062 (2006). Oggi, alcune di queste norme sono state riorganizzate nella serie di norme dall'ISO 9241-200 fino alla 210, 220 e 230 (2010). Nello specifico, la norma 200 è stata pensata per ridefinire i concetti a essa correlati nelle norme della serie.

Questo breve quadro d'insieme permette di comprendere come il concetto di usabilità sia esteso e connesso a numerose dimensioni dell'HCI. In particolare, analizzando gli standard relativi all'usabilità, appare evidente la interrelazione con il concetto di accessibilità rintracciabile in alcune definizioni nazionali e internazionali, come la normativa americana nota come "Section 508" contenuta nello *US Rehabilitation Act* del 1973 (vedi il sito web [www.section508.gov](http://www.section508.gov) per la documentazione relativa), la serie di norme JIS X8341 e le definizioni della WAI, che trovano applicazione negli standard di usabilità. La relazione fra accessibilità e usabilità è chiaramente espressa dall'ISO/IEC Guide 71 (2001), che definisce uno standard in grado di tenere conto dei bisogni di persone della terza età e dei disabili nell'interazione con le tecnologie; nell'ISO 9241-20 (2009), invece, vengono descritte le linee guida di accessibilità per le tecnologie dell'informazione e della comunicazione di apparecchiature e servizi, mentre nell'ISO 9241-171 (2008) viene descritta una guida per l'accessibilità dei software.

La relazione fra accessibilità e usabilità è particolarmente evidente nell'ISO/IEC Guide 71 (2001), in cui viene riconosciuto che accessibilità e usabilità sono entrambe importanti per prodotti e servizi, poiché "alcune persone con estese e complesse disabilità possono avere bisogno di accedere a questi prodotti".

Questa guida:

1. descrive un processo attraverso il quale, nello sviluppo di standard, devono essere presi in considerazione i bisogni di persone della terza età e di persone con disabilità;
2. fornisce tabelle per consentire agli sviluppatori di standard di mettere in relazione le clausole rilevanti di uno standard con i fattori che devono essere presi in considerazione per assicurare che tutti i livelli di abilità siano rispettati;
3. offre descrizioni del funzionamento corporeo o delle capacità umane e le implicazioni pratiche relative alla disabilità;

4. propone una lista di fonti degli standard che gli sviluppatori di standard possono utilizzare per studiare materiali e avere indicazioni più dettagliate e specifiche (ISO, 2001).

Come abbiamo visto in questa sezione, l'interrelazione fra i concetti di accessibilità e usabilità è chiaramente evidenziata sia nelle normative sia nell'approccio teorico della UX. Sebbene questa relazione sia evidente, gli esperti tendono a considerare queste due dimensioni separatamente nel processo di valutazione di un prodotto, proponendo due momenti di valutazione non correlati fra loro: la valutazione dell'accessibilità e la valutazione dell'usabilità. In questi due momenti, l'accessibilità rappresenta la valutazione dell'accesso all'interazione da un punto di vista oggettivo, intesa come la misura con cui l'architettura dell'informazione è conforme agli standard (oggettività), e l'usabilità rappresenta la valutazione soggettiva dell'interazione attraverso l'uso da parte dell'utente (soggettività). Questa forte divisione fra aspetti oggettivi e soggettivi dell'interazione negli studi di UX può essere ricomposta solo attraverso un modello integrato di valutazione dell'interazione (Federici e Borsci, 2010).

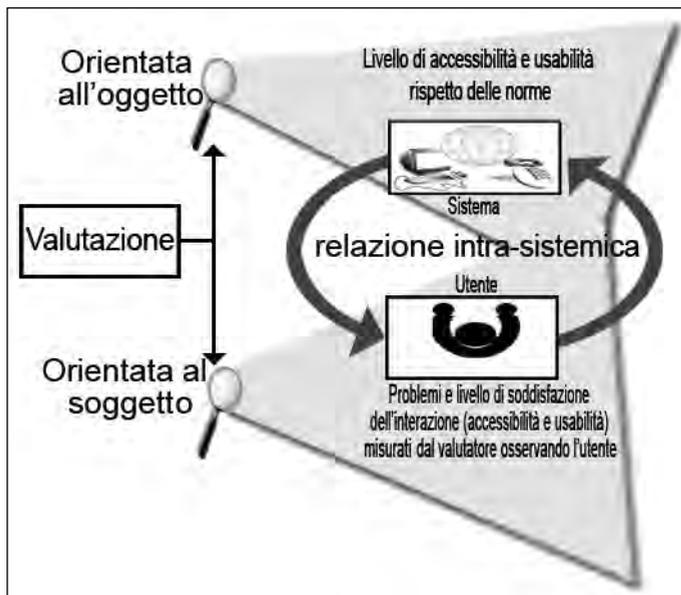
## 15.3 Valutazione dei sistemi

### 15.3.1 Un quadro concettuale: il modello integrato di valutazione dell'interazione

La relazione fra accessibilità e usabilità, come abbiamo detto, è spesso ricondotta in modo superficiale alla classica relazione dualistica fra oggettivo e soggettivo (Federici e Borsci, 2010; Federici *et al.*, 2005). Tuttavia, questa semplificazione non coglie tutti gli aspetti coinvolti nell'interazione fra la tecnologia e l'utente (Annett, 2002; Kirakowski, 2002). Come messo in evidenza da Federici e Borsci:

L'accessibilità si riferisce al codice dell'interfaccia che permette all'utente di accedere e raggiungere l'informazione (per esempio, un utente può leggere, tramite screen reader, il testo alternativo che descrive una figura); l'usabilità riguarda, invece, la percezione soggettiva (soddisfazione) dell'efficienza e dell'efficacia della struttura dell'interfaccia (per esempio, un utente è soddisfatto dell'interfaccia perché questa gli ha permesso immediatamente di ottenere l'informazione cercata). Tuttavia, quando la relazione fra accessibilità e usabilità è espressa in questo modo bipolare, l'accessibilità dovrebbe essere considerata come il polo oggettivo dell'interazione, mentre l'usabilità può essere correlata agli aspetti soggettivi e quindi determinata da differenze intrinseche dei singoli utenti. Da questa prospettiva, un prodotto tecnologico è ridotto a un'entità neutrale che funziona indipendentemente dall'utente in un ambiente d'uso neutrale. Come risultato, una tecnologia potrebbe essere perfettamente accessibile ma non usabile. Di conseguenza, l'usabilità non riguarda affatto gli aspetti tecnologici del funzionamento di un sistema, ma piuttosto una dimensione legata agli aspetti cognitivi e funzionali delle differenze individuali (2010, p. 2).

Pertanto, come affermato da Federici e collaboratori (2005), quando parliamo di elementi oggettivi e soggettivi in riferimento ad accessibilità e usabilità nell'interazione utente-computer, queste non possono essere considerate come due entità separate, ma come due diversi momenti entrambi inclusi nello stesso *continuum* di osservazione empirica: ciascuna entità non può essere considerata separatamente da chi osserva durante il processo di interpretazione/ricostruzione, dal momento che l'oggetto è noto al soggetto esclusivamente in qualità di entità osservata e percepita (Figura 15.3).



**Figura 15.3** (Vedi inserto a colori.) La figura rappresenta le possibili prospettive durante la valutazione della relazione intra-sistemica fra l'utente e il sistema: una orientata all'oggetto, l'altra orientata al soggetto. La valutazione dell'interazione considera non solo le proprietà delle singole dimensioni (accessibilità e usabilità), ma anche le relazioni che legano gli aspetti oggettivi a quelli soggettivi (e viceversa). In questo contesto, accessibilità e usabilità sono considerate come momenti necessari per la valutazione della relazione intra-sistemica fra interfaccia e utente.

Da questa prospettiva, accessibilità e usabilità non possono essere intese come caratteristiche relative a due separate entità in interazione ma piuttosto come componenti di una relazione intra-sistemica in cui oggettivo e soggettivo sono esclusivamente momenti di un processo multifasico di osservazione empirica. Questo impedisce l'esistenza di prodotti tecnologici creati separatamente dai loro utenti, garantendo così che l'accessibilità di una tecnologia si riferisca sempre solo al possibile ingresso e all'uscita di un segnale necessario per raggiungere il compito per cui la tecnologia è stata progettata, in costante rapporto sia con il suo progettista sia con il suo utilizzatore finale. In questo senso, una tecnologia non dovrebbe essere allo stesso tempo accessibile e non usabile.

In accordo con il modello integrato, Federici e Borsci (2010) considerano accessibilità e usabilità come due costrutti che non si riferiscono a fattori soggettivi e oggettivi della relazione utente-tecnologia, quanto piuttosto a un modo bidirezionale di osservare l'interazione. In realtà, questo modello rappresenta due prospettive attraverso cui si delinea l'unica e sola realtà dell'interazione utente/tecnologia osservata. L'accessibilità di un sistema è quindi definita in base a come questo permette all'utente di dare inizio e portare a termine un compito (funzionamento di costruito), mentre la sua usabilità si basa sulla percezione dell'interazione da parte dell'utente (performance dell'utente). Il funzionamento di costruito di un sistema è alla base di regole standard (per esempio le *Web Content Accessibility Guidelines*), rispetto alle quali sono controllati e valutati i livelli di accessibilità. Le performance degli utenti, in relazione al funzionamento di costruito, ci permettono di dedurre le scale (per esempio efficienza, soddisfazione, carico cognitivo e disponibilità) per stabilire una valutazione di usabilità.

L'oggetto della valutazione non può essere semplicemente ridotto al manufatto o all'utente: ciò che deve essere valutato è la funzionalità del dialogo intra-sistemico tra l'utente (la dimensione soggettiva della interazione) e l'interfaccia (la dimensione oggettiva dell'interazione). La valutazione di accessibilità e usabilità, pertanto, deve essere intesa come la misura della possibilità per l'utente di raggiungere i propri obiettivi attraverso l'interfaccia.

La valutazione della relazione intra-sistemica tra utente e tecnologia include metodi orientati all'oggetto così come metodi orientati al soggetto; tuttavia, la valutazione complessiva non può essere ottenuta con la semplice somma dei risultati provenienti da due diversi metodi, ma piuttosto da un processo di valutazione che sia in grado di considerare e integrare tra loro la valutazione di accessibilità e di usabilità. Un *modello integrato di valutazione dell'usabilità* è compatibile con un modello universale di disabilità in cui abilità /disabilità devono essere considerate all'interno di un *continuum*. Utilizzare i termini "abilità" e "disabilità" per riferirsi a un funzionamento individuale in un contesto reale può essere soltanto di interesse teoretico, dal momento che nessuno possiede una completa assenza di disabilità o completa assenza di abilità (Bickenbach *et al.*, 1999; OMS, 2002; Zola, 1989). Tuttavia, abilità/disabilità sono considerate in termini di attività svolte da un individuo, che originano da un ambiente specifico e sono valutate in base a un *costrutto di funzionamento* predeterminato. Queste attività possono cambiare la topologia di un ambiente e il costruito in relazione al processo e alla misura attesa del suo funzionamento.

Il modello proposto da Federici e Borsci (2010) si basa sulle fondamenta teoriche della UX, e sull'idea che i problemi di UX siano originati dalla distanza fra i modelli mentali del progettista e dell'utente di un medesimo prodotto utilizzati per riflettere sul sistema, anticipare il suo comportamento e spiegare perché esso reagisca in un determinato modo (Craik, 1943). I modelli mentali, definiti da Norman (1983) come "sistema di nessi causali", riguardano raggruppamenti di conoscenze e competenze che guidano il soggetto all'interazione (utente) o alla creazione (designer) di un'interfaccia. Dal punto di vista del processo di valutazione, dobbiamo considerare quanto segue.

- *I processi cognitivi dello sviluppatore* coinvolti nella progettazione del sistema sono per lo più collegati a strategie di *problem solving*, alla rappresentazione della conoscenza e al livello di competenze acquisito in ambienti che richiedono compiti complessi. Anche se questi processi sono stati analizzati a fondo, le difficoltà dovute al processo di “simulazione” delle azioni dell’utente non sono mai state studiate in modo approfondito. Quando si progetta un’interfaccia, gli sviluppatori simulano come si comporterà un utente per raggiungere specifici obiettivi; quindi, il progettista sviluppa le funzioni del sistema in base alla sua idea di un utente potenziale e di un’interazione ipotetica. Inoltre, ci sono molti *stakeholder* coinvolti nel processo di sviluppo, tra cui il manager, il progettista, i pubblicitari, l’addetto alle vendite e così via, i quali non condividono necessariamente la stessa identica immagine del sistema. In questo modo, il progettista è costretto a integrare le proprie competenze di progettazione con la capacità del team di simulare il comportamento dell’utente: l’applicazione di modelli standardizzati offerti da varie linee guida internazionali sull’accessibilità e usabilità, tuttavia, anche se permette in una certa misura una rappresentazione condivisa del comportamento dell’utente tipico, non è sufficiente a garantire il successo di un prodotto. Pertanto, al fine di fornire un prodotto soddisfacente, il progettista deve possedere una certa capacità di “simulare” i possibili comportamenti degli utenti. Tuttavia, la capacità di “simulare” il comportamento di qualcun altro comporta un pattern di attività cognitive notevolmente complesso (Decety e Jackson, 2004; Meltzoff e Decety, 2003).
- *I processi cognitivi dell’utente*: l’interazione dell’utente con il sistema è un processo piuttosto differente dalla progettazione, sebbene sia noto che, interagendo con l’interfaccia, l’utente applichi gli stessi processi cognitivi utilizzati dal progettista nella creazione della tecnologia (ovvero, *problem solving*, rappresentazione di conoscenze e competenze pregresse). Grazie a questi processi condivisi, l’utente è in grado di “operare” nell’interfaccia (se l’interfaccia è comprensibile e utilizzabile). Tuttavia, mentre il progettista applica questi processi cognitivi condivisi con l’utente durante la simulazione di un ipotetico comportamento di un utente (cioè nella progettazione dell’architettura dell’informazione), l’utente reale non ha bisogno di simulare le intenzioni del progettista. I processi cognitivi dell’utente sono impiegati esclusivamente al fine di eseguire azioni nell’interfaccia e l’utente deve mettere da parte il proprio modello mentale del sistema, come invece accade nel caso del progettista. Pertanto, le azioni eseguite dall’utente nell’interfaccia non si basano su un’interazione “immaginata” o su una “simulazione”, ma vengono piuttosto sperimentate direttamente.

La distanza che separa progettista e utente nell’interazione dipende soprattutto dalle differenti modalità in cui essi applicano il proprio modello mentale: la simulazione dell’interazione da parte del progettista e l’interazione reale dell’utente con il sistema. La distanza tra progettista e utente può essere ridotta dalle competenze di questi due attori nell’adattare il proprio modello mentale alle azioni richieste (simulazione e

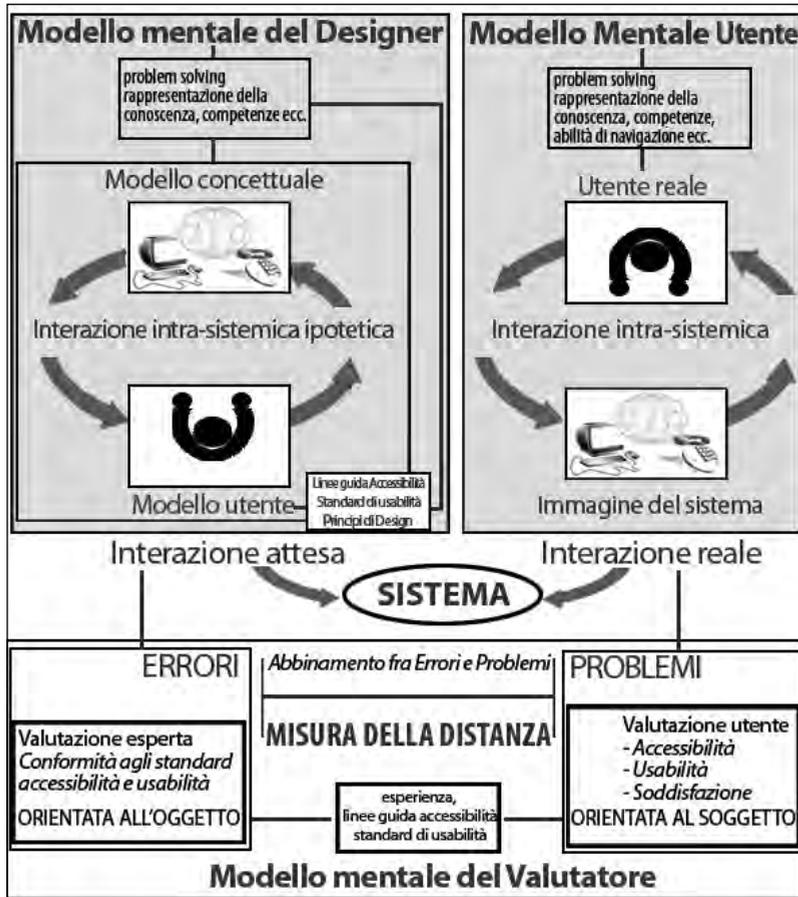
interazione). Più sarà competente il designer nella simulazione dell'utente ipotetico, minore sarà la distanza che separa il modello mentale ipotizzato dal progettista da quello degli utenti reali; allo stesso tempo, maggiore sarà la competenza di un utente in relazione al funzionamento di un sistema, minore sarà la distanza dal modello concettuale dell'interfaccia (e quindi dal modello del progettista).

Sia il modello mentale dell'utente sia quello dello sviluppatore sono parte dell'oggetto che dobbiamo misurare (l'interazione). Pertanto, non possiamo usare come standard di misurazione della distanza fra i modelli mentali del progettista e dell'utente né le aspettative rispetto a come il sistema dovrebbe funzionare (cioè la prospettiva utilizzata dal progettista), né l'esperienza e la soddisfazione percepita dagli utenti nell'interazione con il sistema (cioè il punto di vista dell'utente). Entrambe queste prospettive, infatti, sono solamente una parte di ciò che dobbiamo misurare. In questo senso, è necessario individuare un'unità di misura esterna in grado di generalizzare la relazione fra i due modelli. Questa unità standard che vogliamo introdurre può essere ottenuta solo attraverso l'introduzione di un modello mentale esterno (il modello del valutatore) che sia in grado di stimare la distanza fra i due attori coinvolti nell'interazione intra-sistemica.

Questo modello dovrebbe essere creato sulla base delle linee guida attualmente disponibili – come le *Web Content Accessibility Guidelines 2.0*, le liste euristiche, i principi di design e così via – e dai metodi di valutazione dell'usabilità. Un modello mentale del valutatore così composto sarebbe in grado di introdurre una nuova unità di misura convenzionale, la cui affidabilità sarebbe garantita dalla convergenza della comunità scientifica internazionale. Ulteriormente, questa nuova unità di misura dovrebbe anche rispettare i principi dell'economia (efficacia ed efficienza), ovvero dovrebbe favorire la diminuzione dei costi per l'identificazione dei problemi nella valutazione dell'interazione.

In questo senso, i problemi di interazione sono considerati come le unità della distanza fra i due modelli mentali (Figura 15.4). Il modello mentale del valutatore, esattamente come gli altri due, è composto dalla competenza e dalle conoscenze del valutatore. E ancora, altre due componenti che influenzano il processo di valutazione, costituiscono questo modello mentale.

1. Le linee guida internazionali di accessibilità e progettazione che determinano gli standard che il valutatore deve prendere in considerazione quando valuta le proprietà dell'interfaccia (accessibilità e usabilità).
2. Le tecniche realmente applicate dal valutatore per analizzare accessibilità, usabilità e soddisfazione. L'uso di una specifica tecnica di valutazione obbliga il valutatore ad adattare il suo modello mentale alla prospettiva che sta alla base della tecnica stessa. In altre parole, dal momento che le tecniche impiegate per la valutazione influenzano il modello mentale adottato dal valutatore, possiamo dire che il risultato della valutazione sia in larga misura dipendente dalla tecnica applicata.



**Figura 15.4** Il ruolo del modello mentale del valutatore dalla prospettiva della valutazione della UX: il modello mentale del designer è incarnato nel sistema componendo il modello concettuale (funzionamento del sistema). Lo sviluppatore progetta il sistema in relazione alla sua esperienza, alle sue conoscenze e così via. Il designer, prendendo in considerazione standard e linee guida, immagina un'interazione (attesa) sulla base di un modello di utente. L'utente reale applica il proprio modello nell'interazione con l'immagine del sistema utilizzando le diverse informazioni che riesce a ottenere e ricavare dal sistema che sta utilizzando. L'utente nell'interazione reale ha esperienza di problemi interattivi, che dal punto di vista del sistema sono errori. Il modello mentale del valutatore è coinvolto nella valutazione, attraverso tecniche specifiche per osservare sia l'oggetto (sistema) sia il soggetto (l'utente) e misurare la distanza fra il modello mentale del designer e quello dell'utente.

Alla fine del processo, il valutatore dovrebbe aver ottenuto: il livello di accessibilità, quello di usabilità e il grado di soddisfazione e, come misura diretta o indiretta, la misura della distanza fra il modello mentale del progettista e quello dell'utente, intesa come la misura della distanza fra le funzioni tecnologiche – ovvero il modello concettuale creato dal modello mentale del progettista – e il funzionamento della

tecnologia come è realmente percepito dall'utente. Il valutatore ottiene la misura della distanza dell'interazione attraverso un processo comparativo degli errori oggettivi, analizzati attraverso le analisi degli esperti (con metodi orientati all'analisi dell'oggetto) con i problemi rilevati dalle valutazioni degli utenti (con metodi orientati all'analisi soggettiva). Questo abbinamento permette di misurare la distanza tra l'interazione immaginata/progettata dal designer per un ipotetico fruitore e l'interazione percepita dall'utente reale.

## 15.4 Esempio di applicazione del concetto di UX nella progettazione di sistemi per la riabilitazione

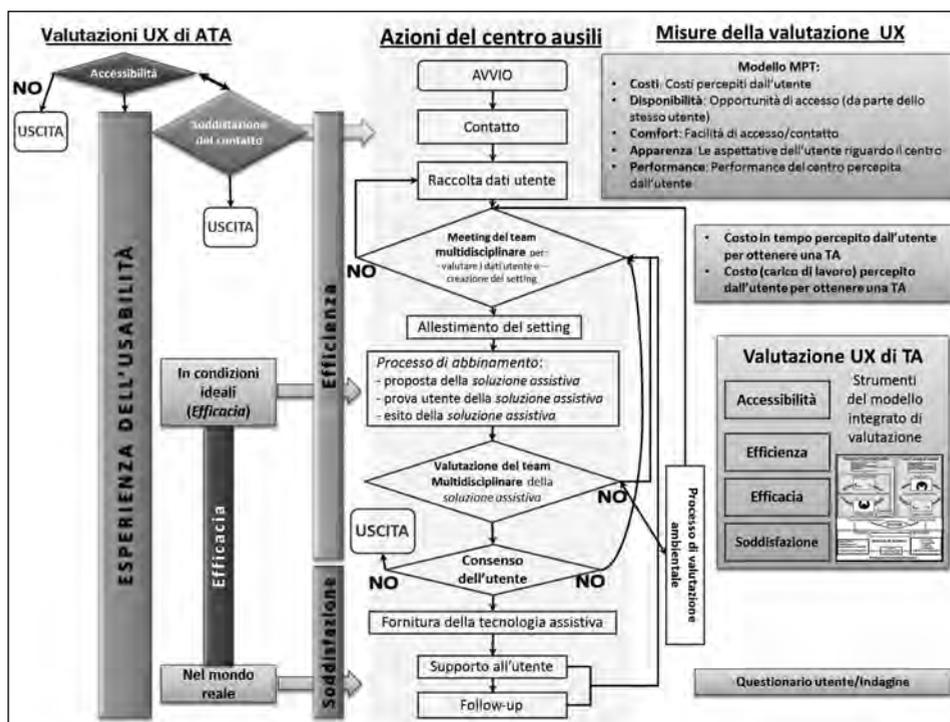
### 15.4.1 La UX nel processo di valutazione di tecnologie assistive

Applicando l'approccio integrato a un sistema riabilitativo, dobbiamo prendere in considerazione che la valutazione della UX non riguarda solamente l'esperienza dell'utente con una tecnologia assegnata, ma anche l'esperienza avuta dall'utente rispetto al funzionamento dell'intero processo di valutazione delle tecnologie assistive (ATA process), cioè le azioni del centro ausili, che può essere considerata come il grado di accessibilità e usabilità del servizio. Infatti, il processo di assegnazione di un centro ausili dev'essere considerato esso stesso come l'interfaccia di un sistema attraverso il quale un utente può raggiungere un obiettivo. In questo senso, possiamo valutare l'esperienza dell'utente nell'ATA process a un doppio livello (Figura 15.5).

1. Il primo livello riguarda la valutazione della UX rispetto all'ATA process (cioè, il grado di accessibilità e usabilità nella relazione fra utente e centro ausili). Questo livello di valutazione è connesso a soluzioni di gestione del processo in grado di garantire l'accesso e l'uso del servizio. Anche se è lontano dalla classica valutazione della UX, dal momento che riguarda aspetti di tipo economico e manageriale, è tuttavia necessario per garantire una corretta valutazione della tecnologia assistiva (TA) (secondo livello di analisi). Infatti, la progettazione di un buon ATA process è il modo migliore per ottenere un abbinamento soddisfacente fra utente e tecnologia. Per ottenere questo, l'ATA process deve essere valutato secondo le dimensioni descritte da Sherer e DiCowden (2008), ovvero benessere delle persone, contesto sociale e legislativo e tecnologia. L'accessibilità a questo livello di analisi è determinata dalla possibilità e dal grado di soddisfazione dell'utente nel contattare/accedere al centro ausili, e viene misurata secondo le seguenti dimensioni: i costi percepiti dall'utente in termini di uso e accesso al servizio per raggiungere il suo obiettivo, la possibilità di raggiungere (fisicamente) il servizio (*disponibilità*), la facilità di contattarlo (*comfort*), le aspettative dell'utente (*apparenza*) e la percezione (o conoscenza) delle performance del servizio. L'efficienza nell'ATA process è garantita dal modo e dal tipo di dati raccolti e dal lavoro dello staff del centro ausili (*team multidisciplinare*). L'efficienza, definita nei termini

di “Risorse spese in relazione all’accuratezza e alla completezza con cui l’utente raggiunge l’obiettivo” (ISO, 1998), è misurata in relazione ai costi in termini di tempo e carico di lavoro percepito dagli utenti per l’ottenimento della TA. In questa fase l’efficienza del processo, definita come “accuratezza e completezza con cui l’utente raggiunge uno specifico obiettivo” (ISO, 1998), è strettamente connessa all’efficacia misurata secondo parametri riferiti a una condizione ideale. Infatti, prima della valutazione della UX della TA e dell’utilizzo della TA in condizioni di vita quotidiana è impossibile misurare realmente l’efficacia del processo di assegnazione e la reale soddisfazione d’uso dell’utente.

- Il secondo livello è la valutazione della UX delle soluzioni assistive (cioè l’abbinamento fra l’utente e la soluzione tecnologica). Questa fase è il punto centrale del processo di abbinamento, cioè il momento in cui l’utente è coinvolto nell’uso e nella valutazione della TA. Dopo l’abbinamento è possibile misurare, attraverso strumenti come i questionari o le interviste, l’efficacia della relazione dell’utente con la soluzione assistive nel mondo reale e la sua soddisfazione sia rispetto sia alla TA assegnata sia rispetto all’ATA process per mezzo del quale la tecnologia è stata erogata (Figura 15.5).



**Figura 15.5** (Vedi inserto a colori.) Le dimensioni e le misure della valutazione della UX del modello funzionale dell’ATA process di un centro ausili. In questo schema, la valutazione della UX della TA, con le sue dimensioni, è parte dell’efficacia e dell’efficienza della valutazione della relazione fra l’utente e il centro ausili.

La valutazione della UX è uno dei momenti più importanti per ottenere quello che la World Health Organization chiama un servizio di riabilitazione prioritario, che sia in grado di “garantire l’accesso a interventi di riabilitazione tempestivi, accessibili e di alta qualità” (WHO, 2011, p. 121) al fine di fornire TA che siano “conformi all’ambiente” e “adattabili per gli utenti” garantendo inoltre “un adeguato *follow-up* per accertare la sicurezza e l’efficienza d’uso” (WHO, 2011, p. 118). Infatti, la valutazione della UX può essere utilizzata per misurare sia l’interazione con la tecnologia sia l’intero processo ATA, così come viene percepito dall’utente, al fine di valutare e migliorare entrambi.

Un altro tipo di applicazione del modello concettuale della UX è connesso alla progettazione del prodotto. Nella prossima sezione presenteremo il concetto di sonificazione per mostrare lo sviluppo di un particolare tipo di tecnologia mirata in particolar modo a persone con disabilità visive, al fine di esemplificare come il concetto di UX unito ad aspetti cognitivi possa essere utilizzato per creare innovazione e aprire possibilità d’uso a persone con disabilità.

#### **15.4.2 La sonificazione di un sistema**

La modalità in cui la rappresentazione dello spazio viene elaborata è un concetto molto discusso in letteratura. Molti autori hanno analizzato se la rappresentazione spaziali sia direttamente guidata dall’esperienza visiva oppure se questa sia connessa ad altre vie sensoriali che permettono rappresentazioni spaziali equivalenti. Sebbene alcuni abbiano sottolineato che l’esperienza visiva sia di massima importanza nel processo di elaborazione di informazioni spaziali (Thinus-Blanc e Gaunet, 1997), vi è un ampio consenso sul fatto che la rappresentazione spaziale dell’informazione sia indipendente dalla modalità in cui gli input sensoriali vengono presentati. Nello specifico, alcuni studi hanno evidenziato che i soggetti con disabilità visive mostrano una migliore performance nell’elaborazione di input spaziali di tipo uditivo rispetto a persone vedenti (Avraamides *et al.*, 2004; Mast *et al.*, 2007; Zimmer, 2001). Ulteriormente, come proposto da Bryant (1992, 1997), ciechi congeniti coinvolti in compiti di esplorazione spaziale guidata solamente da indizi acustici naturali mostrano un’abilità motoria equivalente in modo funzionale al metodo visuo-centrico adottato da persone vedenti. A partire da queste considerazioni, è stato proposto un sistema amodale di rappresentazione spaziale che utilizza informazioni uditive, tattili e cinestetiche per l’elaborazione delle relazioni tra informazioni spaziali da parte di persone con disabilità visive (Millar, 1994). Questi risultati sembrano tuttavia essere in contrasto con altri studi, nei quali si afferma che l’elaborazione dell’informazione spaziale sia direttamente connessa all’esperienza visiva e che una minore efficienza in relazione alle abilità spaziali sia dovuta alla mancanza di una esperienza visiva (Ungar *et al.*, 1997).

A partire da questi presupposti, negli ultimi trent’anni molti studi in diversi campi di ricerca si sono concentrati sull’analisi delle differenti modalità di trasmissione dell’informazione spaziale attraverso canali sensoriali non visivi, con una particolare attenzione ai metodi di sonificazione come alternativa ai metodi visivi e tattili tradizionali. Questo approccio alternativo per la trasmissione dell’informazioni spaziali

risulta essere particolarmente utile in scenari complessi in cui si presenta la possibilità di un sovraccarico di lavoro visivo o la presenza di molteplici distrattori e segnali incompleti dovuta al rumore visivo. La natura del suono, a seconda delle informazioni da trasmettere circa una determinata posizione spaziale, sembra essere in grado di comunicare la complessità delle rappresentazioni, siano esse statiche o dinamiche, mantenendo invariate le relazioni insite tra le componenti (Brunetti *et al.*, 2005; Brunetti *et al.*, 2008). La sonificazione, così come è stata definita da Kramer e collaboratori, si riferisce alla “trasformazione dei rapporti fra dati in rapporti percepiti tramite un segnale acustico per facilitare la comunicazione o l’interpretazione” (1997, p. 3). A partire dal 1980, un numero crescente di studi – soprattutto nell’informatica e in campi correlati – si è concentrato sulla realizzazione di differenti metodi di trasmissione delle informazioni spaziali attraverso canali sensoriali non visivi al fine di favorire sia l’accesso ai contenuti sia all’organizzazione spaziale dell’informazione da comunicare. Per esempio, alla fine degli anni Ottanta alcuni ricercatori hanno progettato e testato diversi sistemi basati su suoni rappresentativi di informazioni spaziali, evidenziando che l’interazione individuo-computer potrebbe essere migliorata per mezzo di segnali acustici non verbali su interfacce grafiche (Blattner *et al.*, 1989; Gaver, 1986; Sumikawa *et al.*, 1985). Inoltre, negli anni Novanta, Barfield e collaboratori (1991) e Brewster (1997, 1998) hanno progettato interfacce non verbali basate sull’uso di *earcone* (icone sonore), vale a dire pattern musicali in grado di fornire facilitatori di navigazione in menu di tipo gerarchico. Analizzando le prestazioni di riconoscimento effettuate successivamente all’interazione con queste interfacce da parte di soggetti non vedenti, gli autori hanno verificato l’efficacia degli elementi acustici non verbali: i soggetti ciechi, infatti, hanno mostrato un più elevato livello di precisione nelle operazioni di riconoscimento, evidenziando che il sistema proposto potrebbe essere utilizzato in compiti di orientamento spaziale (Barfield *et al.*, 1991; Brewster, 1997). Al fine di mantenere inalterata la corrispondenza tra le posizioni spaziali visive e le posizioni spaziali acustiche, un ampio numero di ricercatori ha sviluppato sistemi basati sull’uso di altoparlanti. Per esempio, Lakatos (1993) ha proposto un sistema basato su altoparlanti per la trasmissione di segnali audio-spaziali complessi per analizzare le prestazioni di riconoscimento dei pattern di utenti vedenti; inoltre, Golledge e colleghi (1991) e Shinn-Cunningham e colleghi (1996) hanno progettato un sistema in grado di simulare sorgenti sonore realistiche provenienti da punti spaziali differenti attraverso l’utilizzo di altoparlanti disposti nello spazio.

L’applicazione delle tecniche di sonificazione al processo di progettazione di un sistema di interfacce spaziali sembra essere utile per creare strumenti per la mobilità, come strumenti elettronici per la facilitazione dei percorsi di viaggio (in inglese *electronic travel aids*, ETA) in grado di “rilevare l’ambiente all’interno di una certa area o distanza, elaborare la relativa informazione e fornire all’utente una data informazione in forma intelligibile e fruibile” (Farmer Smith, 1998, p. 238). Le tecniche *Sonar* sono quelle più utilizzate per gli ausili per la mobilità, e consentono agli utenti con disabilità visive di percepire l’informazione spaziale dell’ambiente per mezzo di una fonte che trasduce un segnale a ultrasuoni in un feedback uditivo o tattile (Kay, 1964). Come affermato da Farmer e Smith (1998), è possibile distinguere quattro categorie di ETA.

1. Dispositivi che trasmettono un solo tipo di risposta per rappresentare l'informazione, come i dispositivi che emettono un feedback audio-tattile per indicare gli ostacoli che l'utente può incontrare in un percorso, per esempio il *Mowat Sensor* (Morrissette *et al.*, 1981) o il *Sonicguide* (Kay, 1974).
2. Dispositivi che trasmettono risposte multiple per rappresentare l'informazione, per esempio il *Laser Cane* proposto da Benjamin, un bastone da passeggio in grado di ricevere e trasmettere segnali spaziali per aiutare persone con disabilità visive a esplorare e muoversi all'interno di un ambiente urbano (1973, 1974).
3. Dispositivi in grado di rappresentare sia la *preview* di un oggetto sia l'informazione relativa all'ambiente, per esempio il *Kay's Advanced Spatial Perception Aid Technology, KASPA*, 2000), un dispositivo a emissione di ultrasuoni (che richiede quasi un mese di addestramento all'uso) progettato per permettere agli utenti in movimento di evitare gli ostacoli nell'ambiente circostante (Kay, 2001).
4. Dispositivi che incorporano un'intelligenza artificiale, per esempio il *Sonic Pathfinder*, uno strumento sonificato progettato da Heyes (1984) al fine di aiutare i non vedenti a evitare gli ostacoli traducendo gli oggetti che incontrano nel percorso in note musicali trasmesse da cinque altoparlanti di input/output.

Sebbene tutti gli studi citati si siano concentrati sulla sostituzione sensoriale per persone con disabilità visive, emerge una criticità: per nessuna delle tecnologie e modelli di sonificazione delle informazioni illustrati è stata effettuata un'analisi dell'accessibilità e dell'usabilità, sottolineando la mancanza di un effettivo approccio *user-centered* nel processo di progettazione. Questo problema potrebbe essere spiegato notando che i suddetti studi sono stati effettuati attraverso un processo di progettazione centrato sull'oggetto. Infatti, gli utenti sono stati coinvolti solo dopo che il prototipo è stato sviluppato, escludendo in questo modo la prospettiva soggettiva, che è fondamentale per analizzare le componenti di interazione tra l'utente e la sonificazione dell'interfaccia.

Uno dei primi studi che ha tentato di costruire un sistema di sonificazione seguendo un approccio centrato sull'utente è stato proposto negli anni Novanta da Meijer (1992), che ha effettuato un'analisi sperimentale di una sistema in un contesto di vita quotidiana. Nel suo lavoro Meijer ha introdotto il sistema *vOICE*, un software creato per "permettere alle persone con disabilità visive di vedere *letteralmente* attraverso i suoni" per mezzo di una scansione orizzontale continua dell'ambiente di vita reale, registrata da una telecamera portatile utilizzata per analizzare e tradurre la scena circostante in un segnale acustico sinusoidale. Al fine di rilevare l'attivazione neurale in soggetti vedenti e non vedenti durante i compiti di riconoscimento dell'oggetto, il sistema *vOICE* è stato recentemente analizzato utilizzando le tecniche di fMRI (Amedi *et al.*, 2007): attraverso questo tipo di analisi, i ricercatori hanno scoperto che nella navigazione spaziale tramite *vOICE* vi è un'attivazione delle aree occipitali laterali – generalmente usate per codificare informazioni spaziali-visive – in risposta a stimoli uditivi (Merabet *et al.*, 2008). Più recentemente, Zhao (del laboratorio di Human Computer Interaction dell'Università del Maryland) ha proposto un nuovo

tipo di tecnica di sonificazione in grado di trasmettere dati geo-referenziali attraverso segnali acustici e tattili (Zhao *et al.*, 2005; Zhao *et al.*, 2004) e ha sviluppato un nuovo sistema chiamato *iSonic*, un strumento di sonificazione che permette l'esplorazione di mappe con indicazioni geo-referenziate a persone con disabilità visive attraverso informazioni acustiche e tattili combinate per mezzo di tecniche di esplorazione. L'usabilità di *iSonic* è stata testata sia su persone con cecità acquisite di lunga data (Zhao *et al.*, 2008), sia su soggetti bendati, ciechi congeniti e ciechi acquisiti (Olivetti Belardinelli *et al.*, 2007). Attraverso questi studi di usabilità, gli autori hanno suggerito che durante l'orientamento spaziale, i soggetti parzialmente o totalmente non vedenti hanno mostrato una preferenza nell'utilizzo di strategie *body-centred*, basate cioè su punti di riferimento corporali, piuttosto che strategie *allocentriche*, spesso adottate in compiti di rotazione mentale e di analisi del compito (Delogu *et al.*, 2010; Olivetti Belardinelli *et al.*, 2009).

### **Applicazione del modello concettuale di UX al fine di progettare un motore di ricerca visuale sonificato**

Nel 2009 il Dipartimento di Ingegneria Elettronica e dell'Informazione (DIEI) dell'Università degli Studi di Perugia, insieme con il Centro di Ricerca Interuniversitario sull'Elaborazione Cognitiva nei Sistemi Naturali ed Artificiali (ECoNA) della Sapienza – Università di Roma, hanno implementato una versione sonificata del sistema *WhatsOnWeb* (Di Giacomo *et al.*, 2007), un motore di ricerca *clusterizzato* a output grafico-visivo in grado di raggruppare semanticamente in una singola pagina l'informazione Web relativa a una data *query* per mezzo di metodi di visualizzazione dell'informazione basati sull'uso di grafi. In questo modo, *WhatsOnWeb* è in grado di superare i limiti di efficienza connessi alla classica rappresentazione a lista (nota come *Search Engine Report Pages*, SERP) utilizzata dai più comuni motori di ricerca (Federici *et al.*, 2008; Federici e Meloni, 2010). La versione sonificata di *WhatsOnWeb* è stata valutata con soggetti vedenti e non vedenti utilizzando la tecnica del "Partial Concurrent Thinking Aloud" (Mele *et al.*, 2010, 2012), un protocollo di valutazione studiato per superare le problematiche incontrate durante la sperimentazione con disabili visivi utilizzando i metodi di valutazione classici che coinvolgono la verbalizzazione delle problematiche di interazione durante o dopo l'interazione: nello studio di usabilità in questione, rispetto alle persone vedenti, gli utenti con disabilità visive hanno mostrato una maggiore abilità motoria nel seguire le esplorazioni spaziali, guidati da soli indicatori acustici (Mele *et al.*, 2009; Rugo *et al.*, 2009). Dal momento che l'applicazione della sonificazione all'interfaccia web permette a persone con disabilità una più fruibile gestione degli elementi spaziali, questa è in grado di favorire l'accesso e l'uso di sistemi con interfacce di tipo grafico (Mele *et al.*, 2010).

Da una visione di insieme degli studi precedentemente menzionati, emerge che l'approccio della sonificazione è un modo efficace per trasmettere informazioni spaziali, come, per esempio, dati grafici o ambientali. Come evidenziato da numerosi studi, le persone con disabilità visive mostrano capacità spaziali equivalenti a quelle di utenti vedenti nell'eseguire sia compiti di orientamento spaziale sia compiti di recupero mnemonico di informazioni spaziali. A partire da queste evidenze, molti

autori sostengono l'ipotesi amodale, che spiega il coinvolgimento di un sistema amodale nell'elaborazione delle relazioni di tipo spaziale di informazioni uditive, tattili e cinestetiche da parte di utenti con disabilità visive. Tuttavia, quasi tutti i sistemi menzionati nel paragrafo precedente sono sviluppati senza seguire un approccio *user-centered* che prenda in considerazione le esigenze degli utenti finali: infatti, per essere utilizzata, la maggior parte degli strumenti di sonificazione proposti richiede lunghe sessioni di addestramento che possono portare a un sovraccarico cognitivo.

Il ruolo dell'approccio *user-centred* e del modello integrato di valutazione dell'interazione è oggi uno dei nodi fondamentali per lo sviluppo di TA intese come mediatori che permettono all'utente di superare le barriere ambientali (fisiche o virtuali). In questa sezione abbiamo discusso il concetto sonificazione per la progettazione attraverso il quadro concettuale di UX applicato a una tecnologia – *WhatsOnWeb* – che gli utenti possono utilizzare attraverso diversi dispositivi di *input* alternativi (per esempio le *brain-computer interface*). Nel Capitolo 16 sarà analizzata più nel dettaglio la progettazione e la valutazione *WhatsOnWeb* e di strumenti per la telemedicina (*Nu! Rhea Desk*). Questi sistemi verranno descritti non solo come il mezzo attraverso cui gli utenti possono ottenere i loro obiettivi (cioè come una TA), ma anche come *eAssistive Solutions* (*eAS*) in grado di favorire il benessere dell'utente in uno specifico contesto d'uso.

## 15.5 Conclusioni

Attraverso una completa discussione degli standard di usabilità e una profonda analisi della differenza tra il concetto di usabilità e quello di UX, questo lavoro presenta un quadro concettuale della UX nel campo della riabilitazione. Il capitolo è diviso in quattro parti.

1. La prima sezione illustra i differenti approcci e campi di applicazione alla base della *User eXperience*, ovvero una prospettiva olistica sul vissuto dell'utente in relazione all'utilizzo di un sistema o, seguendo la definizione ISO (1999), una “conseguenza della presentazione, della funzionalità, delle performance del sistema, del comportamento interattivo e delle capacità assistive del sistema nell'interazione, sia dal punto di vista hardware che software”.
2. Nella seconda sezione sono descritti i costrutti teorici di usabilità e accessibilità e la loro relazione con la prospettiva della UX, analizzando le differenze tra gli obiettivi di valutazione, il concetto di accessibilità e il concetto di usabilità secondo l'approccio teorico della UX. È illustrata, inoltre, una breve panoramica degli standard internazionali in materia di usabilità.
3. La terza sezione introduce un modello integrato di valutazione dell'interazione, una nuova prospettiva concettuale basata sul concetto di UX, che si focalizza sul dialogo intra-sistemico tra utente e sistema all'interno dell'ambiente di interazione. A partire da questo nuovo approccio, i processi di valutazione dell'accessibi-

lità e dell'usabilità diventano una modalità bidirezionale di osservare l'interazione fra la persona e la tecnologia piuttosto che fattori esclusivamente oggettivi/soggettivi.

4. Infine, nella quarta sezione presentiamo i seguenti esempi riguardanti l'applicazione del concetto di UX nel processo di progettazione di sistemi per la riabilitazione: (i) l'analisi all'interno dell'ATA process; (ii) una panoramica dello stato dell'arte dei metodi di sonificazione; (iii) lo sviluppo di un motore di ricerca visuale sonificato chiamato *WhatsOnWeb*, una nuova tecnologia di comunicazione sviluppata seguendo un processo di progettazione *user-centered*.

La valutazione dell'interazione tra utenti ed *eSystem* è qui analizzata attraverso un modello integrato di interazione in cui la relazione tra il modello mentale del progettista e quello degli utenti è misurata tramite il modello mentale del valutatore, attraverso un approccio orientato sia all'oggetto sia al soggetto. La nuova prospettiva proposta nel capitolo evidenzia che il concetto di UX può essere utilizzato non solo per effettuare una valutazione dell'interazione degli utenti con le TA, ma anche per organizzare e valutare l'ATA process, e per progettare (o riprogettare) nuove tecnologie in grado di superare le barriere che vengono solitamente incontrate dagli utenti disabili. In particolare, è stato qui riportato il caso di riprogettazione di un motore di ricerca web sonificato come un esempio della crescente esigenza di un approccio basato sulla UX nella progettazione di TA.