



<http://www.pedagogiadelledifferenze.it/>

Anno LIII, n. 1, gennaio-giugno 2024 – ISSN 2785-6895

**GIOVANNI ARDUINI, LUCA SPAZIANI**

***Esplorare l'ambiente con l'audio spaziale:  
una nuova opportunità per chi non vede***

**Come citare:**

Arduini G., Spaziani L. (2024), *Esplorare l'ambiente con l'audio spaziale: una nuova opportunità per chi non vede*, in "Pedagogia delle differenze – Bollettino della Fondazione «Vito Fazio-Allmayer»", LIII, 1, 91-103.

**Abstract**

In an ever-changing society, where human beings experience their surroundings environment in several ways and with so many instruments, the concept of multimodality grows, as a natural multiplicity of sense perception by which man interacts and interprets the context where he lives. The incessant development of technologies that provide immersive opportunities to the user, such as the virtual reality and the augmented reality, promote an even more engaging and personalized perceptive experience. At the same time, new technologies, do not always offer the same experiential chances to everyone, therefore, they need further necessary revisions to make them accessible and usable by all. [...]

**Keywords:** virtual reality, augmented reality, multimodality, Universal Design, spatial audio.

## Esplorare l'ambiente con l'audio spaziale: una nuova opportunità per chi non vede

### Abstract

In una società in continuo mutamento, in cui l'essere umano esperisce l'ambiente circostante in vari modi e con vari mezzi, si fa spazio il concetto di multimodalità, quale naturale molteplicità senso-percettiva con cui l'uomo interagisce ed interpreta il contesto in cui vive. L'incessante sviluppo di tecnologie che offrono opportunità immersive all'utente, come la realtà virtuale e la realtà aumentata, favorisce una sperimentazione percettiva ancor più coinvolgente e personalizzata. Allo stesso tempo, le nuove tecnologie non sempre offrono a tutti le stesse possibilità esperienziali, necessitando di ulteriori rivisitazioni necessarie per renderle accessibili ed utilizzabili da tutti. Difatti, il porre attenzione ai bisogni del singolo, tenendo in considerazione le molteplici modalità con cui egli percepisce ed esperisce lo spazio circostante, può rappresentare uno spunto di riflessione su cui la modernità necessita di far chiarezza e concentrare la propria azione inclusiva, in ottica dell' *Universal Design*. L'intento del presente articolo è quello di affrontare il tema della multimodalità percettiva con un *focus* sull'utilizzo dell'udito come principale veicolo conoscitivo dell'ambiente circostante nei soggetti con cecità. Attraverso la testimonianza diretta di uno degli autori del contributo, nelle vesti di chi vive in prima persona l'esperienza percettiva mediante canali sensoriali differenti in

\* Professore associato di Pedagogia sperimentale presso l'Università di Cassino e del Lazio meridionale. Presidente dei CdS in Scienze dell'educazione e della formazione e di Scienze pedagogiche, Presidente della commissione didattica di Scienze della formazione primaria. Direttore della rivista "JIMTLT". Responsabile scientifico del Laboratorio di Ricerca Didattica, Educativa e dell'Inclusione (L.A.R.E.D.I.).

\*\* Cieco dalla nascita, ha frequentato gli studi classici e si è laureato in Scienze della Comunicazione e Giornalismo. Ha maturato esperienze professionali nel campo della comunicazione istituzionale e del non profit. Attualmente opera nel settore assicurativo. È sposato, padre, vive e lavora a Verona. Si occupa di tecnologie assistive, è autore del libro *Digitabili. L'innovazione tecnologica come opportunità per superare l'handicap*, FrancoAngeli.

quanto cieco dalla nascita, ci si concentrerà sull'utilizzo dell'audio spaziale come mezzo fondamentale per cogliere sfumature spesso impercettibili a chi ha la possibilità di vedere.

Parole chiave: realtà virtuale, realtà aumentata, multimodalità, *Universal Design*, audio spaziale.

In an ever-changing society, where human beings experience their surroundings environment in several ways and with so many instruments, the concept of multimodality grows, as a natural multiplicity of sense perception by which man interacts and interprets the context where he lives. The incessant development of technologies that provide immersive opportunities to the user, such as the virtual reality and the augmented reality, promote an even more engaging and personalized perceptive experience. At the same time, new technologies, do not always offer the same experiential chances to everyone, therefore, they need further necessary revisions to make them accessible and usable by all. In fact, paying attention to the needs of the individual, taking into account the multiple modalities by which he perceives and experiences the surrounding space, can represent an idea of thinking about how the modernity stage needs to clarify and *focus* its inclusive action, according to the Universal Design perspective. The intention of this article is to address the issue of perceptive multimodality with the focus on how to use auditory sense as the main cognitive vehicle to explore and guide the individual who is blind in the surrounding environment. Through the direct testimony of one of the authors of the paper as blind from the birth, who lives in first person the perceptive experience through different sensory instruments we will focus on the use of spatial audio as a fundamental resource to grasp shades often imperceptible to those who have the opportunity and that can see.

Keywords: virtual reality, augmented reality, multimodality, Universal Design, spatial audio.

## 1. Introduzione

Quando guardiamo un film, quando siamo ad un concerto, spesso ci lasciamo trasportare dalle musiche, come se entrassimo in un'altra dimensione; con ciò però, non sempre è possibile cogliere la molteplicità di sfaccettature che la compongono. La percezione sonora, infatti, è antecedente a quella visiva, essendo l'uomo abituato all'ascolto sin dall'utero materno. Attraverso l'ascolto, profondo di conoscenza, l'es-

sere umano entra in contatto con l'altro e ne coglie sfaccettature spesso impercettibili alla vista. Tramite la percezione uditiva, si ha la possibilità di sentire l'altro e di comprenderlo nel profondo, cogliendone le sfumature che spesso sfuggono a quella visiva. L'udito, infatti, soprattutto in soggetti ciechi, rappresenta una fonte orientativa spaziale sul contesto circostante (Zanolla *et al.*, 2012) fornendo informazioni su ciò che li circonda e su ciò con cui entrano in contatto, ancor prima di utilizzare il tatto. La multimodalità con cui l'essere umano percepisce ed esperisce si differenzia da individuo a individuo; nel caso dei ciechi, infatti, tramite l'udito si ha una prima possibilità di approccio a ciò che ci circonda, che viene confermato successivamente tramite l'esperienza tattile, cogliendone il fattore estetico e creandone immagini mentali interpretative (Friso, Marchesani, 2022). Secondo Voghera (2023) la multimodalità percettiva dell'essere umano risiede nella naturale capacità plurisimbolica, radicata nel suo patrimonio culturale, che lo rende quindi naturalmente predisposto a differenti modalità di percezione e comunicazione. Pertanto, anche la significazione di ciò che si percepisce può avere modalità differenti e interpretazioni altrettanto differenti (Dota *et al.*, 2022).

Nella società contemporanea, sempre più orientata all'*Universal Design* con accessibilità e usabilità come concetti chiave per ovviare alle problematiche relative alla condizione di disabilità sensoriale (Empler *et al.*, 2022), si ha la necessità di creare un ambiente che sia esperibile da tutti, tenendo pertanto conto della multimodalità con cui ognuno si avvicina ad esso. A sostegno dell'ottica universalmente inclusiva, entra in supporto la tecnologia come veicolo di attuazione di tali necessità.

Nell'ultimo periodo, con l'aumento della digitalizzazione e l'incremento dell'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale e della realtà aumentata, ci si chiede in che modo esse possano essere impiegate per la creazione di un ambiente immersivo ed inclusivo per tutti. Difatti, molto spesso è difficile beneficiare appieno di questi dispositivi e strumentazioni soprattutto per coloro che presentano difficoltà a livello visivo. Spesso termini come realtà virtuale e realtà aumentata vengono associati al tema dell'inclusione, in quanto rappresentano metodologie didattico-inclusive che offrono a tutti la possibilità di esperire in maniera equa del contesto universale, ma nella pratica persistono ancora

delle problematicità da superare. Si parla sempre più spesso di realtà aumentata, di metaverso e di realtà virtuale con cui è possibile vivere un'esperienza simulata tramite dispositivi digitali (Rossi *et al.*, 2023). Tramite la realtà virtuale, infatti, attraverso l'utilizzo di un visore, è possibile esperire di un ambiente tridimensionale costantemente aggiornato in base ai propri movimenti, mentre nella realtà aumentata è possibile introdurre nuovi elementi all'interno della realtà stessa, con cui è possibile interagire (ivi). Tutto ciò offre anche l'opportunità di ricevere *feedback* relativi a ciò che circonda colui che usufruisce di questa tecnologia, migliorandone l'esperienza. A tal proposito, nei seguenti paragrafi, verrà analizzata in prima persona l'esperienza percettiva di chi, essendo cieco, non sempre ha la possibilità di sperimentare appieno queste tecnologie, ma, mediante modalità percettive differenti, riesce a cogliere sfaccettature della realtà che spesso sfuggono a chi invece ne usufruisce attraverso la vista.

## **2. L'udito come strumento di conoscenza**

Il mondo intorno a noi ci parla. Lo fa sempre, sia che lo vogliamo sia che non lo vogliamo. Poco importa se siamo totalmente immersi nell'ascolto di un brano di musica classica o se siamo talmente intenti a guardare una vetrina da non accorgerci di una persona cara che da dietro ci chiama per salutarci.

I suoni ci raggiungono e ci accompagnano in ogni momento, anche mentre dormiamo, ce ne accorgiamo ogni mattina quando il rumore molesto della sveglia ci costringe a destarci.

Ma il suono ci accompagna anche in ogni luogo: il silenzio assoluto, lo sappiamo, è un'illusione. Possono esserci delle situazioni nelle quali, in effetti, registriamo la totale assenza di rumori da noi percepibili, ma ciò non significa che l'aria che ci circonda non sia turbata e attraversata da onde sonore caratterizzate da una frequenza che il nostro orecchio non riesce a captare perché troppo alta o troppo bassa.

Insomma, a meno di patologie o anomalie nel funzionamento del nostro apparato uditivo (il test audiometrico è il primo test a cui vengono sottoposti i neonati), il suono ci accompagna per tutta la vita: l'apparato uditivo è completo e funzionante già prima della nascita (Albano Leoni, 2001).

Possiamo chiudere gli occhi se non abbiamo voglia di vedere, pos-

siamo decidere di non toccare qualcosa, di non assaggiare un cibo, possiamo perfino annullare quasi del tutto la percezione di un odore che ci infastidisce respirando solo con la bocca. Ma non possiamo fare a meno di ascoltare (o, se si preferisce, di sentire) se non compiendo un gesto goffo e innaturale come quello di “otturarsi” le orecchie, spesso peraltro con il risultato di attutire e non di eliminare del tutto un rumore. Ma com'è possibile allora che non sappiamo più ascoltare, e forse nemmeno sentire?

È opinione diffusa infatti che l'udito, insieme ai suoi compagni di sventura tatto, gusto e olfatto, sia stato relegato a un ruolo di secondo piano e di subalternità alla vista.

Certo, è innegabile che nel corso dell'evoluzione la vista abbia assunto un ruolo sempre più preponderante, lasciando di fatto agli altri sensi il solo ruolo di confermare che ciò che stiamo osservando è proprio “quella cosa” o al massimo di aggiungere qualche informazione o dettaglio in più.

Se siamo su un marciapiede è normale sentire rumore di macchine che ci passano a fianco. È talmente normale che non ci facciamo neanche caso. Per questo tendenzialmente trascuriamo i segnali che ci arrivano dall'udito: la maggior parte delle situazioni che viviamo quotidianamente hanno uno sviluppo prevedibile, si ripetono più o meno sempre allo stesso modo e non ci infondono una sensazione di pericolo tale da tenere in allerta tutto il nostro sistema percettivo. La vista è più che sufficiente per permetterci di destreggiarci con adeguata fluidità e immediatezza nella nostra routine.

Certo, all'udito è demandato un aspetto cruciale della nostra vita che è l'interazione orale con i nostri simili, possibile in epoca moderna non solo in presenza ma anche attraverso mezzi di comunicazione di massa come il telefono o la radio.

Ma per quanto questi elementi ci sembrino fondamentali e imprescindibili per la nostra esistenza, e in effetti lo sono, essi rappresentano solo una parte del grande potenziale che l'udito può avere e che nei millenni abbiamo un po' alla volta sopito perché non necessario.

Basta poco per ricordarcelo: pensiamo a tutte quelle situazioni in cui un rumore improvviso, imprevisto e insolito per la situazione che stiamo vivendo, ci desta e ci fa trattenere il fiato. Un suono del quale non riusciamo con gli altri sensi a comprendere la provenienza. Ecco

che il nostro apparato uditivo, che in realtà ha sempre lavorato “in *background*” senza che ce ne accorgessimo, cattura tutta la nostra attenzione e, a seconda dei contesti, ci incuriosisce, ci inquieta o ci allarma fino anche a farci spaventare. E non saremo tranquilli fino a quando non avremo individuato, con gli altri sensi e in particolare con la vista, la provenienza di quel rumore, fino a quando, cioè, non avremo “rimesso le cose in ordine”. Allora la vista tornerà a farla da padrone e i suoni torneranno sullo sfondo, a confermarci che quello che stiamo guardando è proprio “quella cosa lì”.

Questo almeno è quello che accade normalmente per chi ha la vista.

Per chi non vede, invece, quel cerchio aperto da quel suono di cui non si comprende la provenienza non si chiude mai del tutto.

Per chi non vede l’udito resta sempre in primo piano, potremmo dire che non ha la funzione di “confermare” ma di “affermare” e di “informare”. Il suono, per chi non vede, è il principale veicolo di informazione sull’ambiente circostante.

Il mondo, come detto, parla a tutti, indistintamente. Chi non vede lo ascolta più degli altri, perché non può farne a meno. Il modo in cui questo avviene è complesso e non si può ridurre al banale luogo comune secondo cui i ciechi “hanno l’udito più sviluppato”: utilizzare di più un senso, sfruttarne il potenziale per il quale la natura ce lo ha dato, non vuol dire avere i superpoteri ma semplicemente “fare con quello che si ha”, riappropriandosi di ciò che da sempre ci appartiene e compensare quello che è definitivamente perduto (Zanolla *et al.*, 2012).

Non in modo automatico, peraltro, anzi spesso dopo anni di allenamento: abbiamo perso con l’evoluzione molta della nostra sensibilità uditiva, e gli ambienti in cui viviamo generalmente sono molto più rumorosi di quelli abitati dai nostri antenati.

In più, vivere circondati da persone che utilizzano la percezione dei rumori solo a conferma o integrazione di ciò che stanno osservando con gli occhi non è certo uno stimolo, per chi non vede, a prestare spontaneamente attenzione a ciò che ascolta.

L’udito va educato a cogliere i particolari, le sfumature, a scomporre i rumori, comprenderne la fonte e interpretare ciò che ci stanno dicendo.

Per i bambini ciechi dalla nascita, o che lo diventano nel corso dell’infanzia, è fondamentale iniziare a fare questo, come tante altre cose, fin dai primi anni di vita.

### 3. L'audio spaziale come opportunità conoscitiva ed esperienziale

Ma cosa comunica il suono a chi non vede? Tralasciamo le moltissime informazioni che la voce di una persona può darci sul proprio conto (sesso, età, statura, stazza fisica, condizioni di salute, stato d'animo, personalità etc.) e concentriamoci su quelle che può trasmettere l'ambiente circostante. Ciascun ambiente, aperto o chiuso, è composto da una serie di elementi, la cui percezione da parte nostra determina la rappresentazione che di quell'ambiente riusciamo a produrre grazie ai sensi. Tale rappresentazione può essere scomposta in più "sottorappresentazioni" che scaturiscono dai singoli sensi: dunque il suono offre la sottorappresentazione uditiva.

Per chi non vede spesso questa sottorappresentazione è la più rilevante, in quanto non si può pensare di esplorare con il tatto un ambiente nella sua totalità, poiché, come afferma Virga (2000), questo è un recettore che ha un campo percettivo esiguo. Sono pochi i luoghi e le situazioni che offrono una significativa sottorappresentazione olfattiva e ancor meno gustativa.

A questo punto si potrebbe essere tentati di chiedersi: quanto questa sottorappresentazione uditiva coincide con quella "vera", dove per vera si intende, inutile nascondere, quella visiva? La domanda è ingannevole perché ci riporta alla condizione in cui la vista ci descrive con esattezza ed esaustività ciò che ci circonda, con l'udito a confermare o al massimo ad aggiungere qualche dettaglio in più.

La questione però non è di vero o falso, quanto al massimo del livello di dettaglio che si può raggiungere con la vista e con l'udito.

Ad esempio, il rumore di un'auto che mi passa davanti non mi dice nulla sul suo colore, sulla marca o sul modello. Ai più attenti potrà dare qualche indicazione sul tipo di motore (cilindrata, alimentazione etc...) o sulla categoria di appartenenza del veicolo (suv, monovolume, citycar etc.).

Lo stesso vale in molte altre situazioni: le onde del mare faranno un rumore diverso se si infrangono sulla sabbia, sui ciottoli o contro gli scogli, ma questo non ci permette di sapere se l'acqua è più o meno limpida, e così via.

La fortuna è che, in molti casi e al contrario di quanto si possa pensare, si può avere una buona rappresentazione di un ambiente anche senza l'incredibile livello di dettaglio di cui può beneficiare chi vede.

Detto in altri termini, la sottorappresentazione uditiva non può sostituire quella visiva, ma chi non vede deve sforzarsi di trarne il maggior numero di informazioni possibili.

Tra le molte caratteristiche che di un suono possiamo cogliere grazie all'udito (tono, volume, intensità, ritmo, durata) ce n'è una in particolare che quasi mai desta l'attenzione di chi vede, mentre per una persona cieca assume un'importanza fondamentale, ed è la provenienza all'interno dello spazio circostante.

Per chi vede, la maggior parte delle volte un suono proviene da un oggetto percepibile con gli occhi, o comunque è facilmente associabile ad esso: se entro in una cucina domestica in cui vedo un televisore acceso, posizionato su una credenza alla mia destra e sintonizzato su un tg, è normale aspettarmi di sentire la voce di un giornalista che legge le notizie (il suono, che conferma ciò che sto osservando, come già detto) ma è altrettanto scontato che la voce provenga dal punto della stanza in cui vedo posizionata la tv.

Se un non vedente entra per la prima volta in quella stessa stanza (non la conosce, non sa ancora che si tratta di una cucina) e sente una voce che legge delle notizie provenire dalla sua destra, più o meno all'altezza del suo petto, capirà che in quel punto probabilmente è posizionata una radio, una tv o un pc. Ascoltando meglio intuirà facilmente che si tratta di una tv perché quello che sta ascoltando è chiaramente un tg e non un giornale radio, e concentrandosi potrà anche escludere che si tratti di un pc perché non avvertirà il classico rumore della ventola in sottofondo.

Ma non è finita qui: se sulla destra, a mezza altezza, c'è una tv, ne dedurrà che più in basso c'è un mobile su cui è posizionato l'apparecchio. E se il suono si propaga da destra in tutta la stanza vuol dire che in linea con esso, al centro o sulla parete opposta, c'è probabilmente un divano o un tavolo con delle sedie. Ancora: potrà escludere che sulla parete di destra, o almeno in corrispondenza della tv, ci sia una finestra, perché un televisore non si posiziona mai davanti a una finestra.

Ma non è tutto: dal modo in cui la voce del giornalista risuona nella stanza potrà farsi un'idea delle dimensioni, della conformazione, dell'altezza del soffitto, della presenza di tanti o pochi mobili, del fatto che vi siano pareti sgombre o meno.

Se poi, mentre è concentrato nell'elaborare queste informazioni, dal

fondo della parete di sinistra partisse il rumore di quello che inconfondibilmente è il compressore di un frigorifero, ecco che avrebbe la certezza di trovarsi in una cucina.

È probabile allora che su quella parete vi sia anche il resto del mobilio, che al centro ci siano un tavolo e delle sedie, mentre la finestra potrebbe trovarsi o sulla destra, dopo la tv, o sulla parete di fronte all'ingresso. Ad un tratto un cane, da fuori, inizia ad abbaiare e il suono sembra provenire proprio di fronte a dove si trova il nostro attento non vedente: non ci sono dubbi, la finestra si trova sulla parete di fondo opposta all'ingresso.

Grazie a tre suoni la persona non vedente, restando ferma sulla porta, ha potuto costruire nella sua testa una mappa verosimile della stanza che ha di fronte. Sarà poi l'esplorazione tattile a dargli conferma di ciò che ha udito e a fargli scoprire molti altri dettagli, anche se va precisato che quasi mai queste due esplorazioni (quella tattile e quella acustica) avvengono una dopo l'altra bensì in contemporanea.

La cosa interessante da notare però è che non sono stati i soli suoni a permettere al non vedente di costruirsi la mappa della cucina: determinante è stata la loro provenienza. La capacità del nostro orecchio di percepire i suoni a 360 gradi rappresenta per chi non vede un aspetto fondamentale perché gli consente di costruire una mappa cognitiva degli ambienti e di collocare con un certo margine di precisione gli oggetti nello spazio (Scattolin *et al.*, 2012). Il soggetto è dunque in grado di dedurre informazioni utili sulla struttura e la conformazione dell'ambiente in cui si trova nonché sulla possibile collocazione di altri oggetti "silenziosi" in quel contesto.

#### **4. L'audio spaziale come innovazione tecnologica**

Oggi l'audio spaziale rappresenta la principale frontiera di innovazione tecnologica per il mondo del suono: proprio sfruttando la capacità dell'orecchio umano di percepire suoni provenienti da ogni parte si cerca di realizzare flussi audio sempre più immersivi e coinvolgenti da poter ascoltare attraverso cuffie e *speaker* compatibili e in grado di riprodurre al meglio questo effetto.

Amazon, Apple, Tidal, stanno investendo molto per creare un catalogo di brani musicali in formato audio spaziale sempre più ricco e ampio in termini di generi e sonorità.

Dall'altro lato marchi come Sonos, Bose, Sennheiser, Sony (che ha anche sviluppato un formato proprietario denominato "Audio 360") continuano a lanciare sul mercato cuffie, ma soprattutto *speaker*, capaci di riprodurre questa "spazialità" con un certo grado di affidabilità, permettendo a chiunque di trasformare, con una spesa tutto sommato contenuta, il soggiorno di casa propria in una sala da musica sinfonica o, a seconda dei gusti, in una discoteca.

Dopo anni di investimenti e innovazioni sul fronte video con i formati 3D e 4D, le risoluzioni 4K e 8K, i visori per la realtà virtuale e aumentata, l'audio sta riprendendo uno spazio di rilievo nel panorama dell'elettronica di consumo proprio grazie agli sviluppi sulla c.d. "Terza dimensione", la prima vera novità nel campo del suono dopo l'introduzione del formato stereo e degli impianti Hi-Fi che risale però a oltre 40 anni fa.

L'esperienza dell'audio spaziale, se associata a un video in 3D, garantisce un'esperienza incredibilmente immersiva aggiungendo un elemento fondamentale per rendere la realtà virtuale ancor più vicina a quella fisica, ovvero la distribuzione dei suoni nello spazio.

Alla luce di quanto abbiamo detto in merito all'importanza della spazialità nella percezione acustica per chi non vede, è facile intuire quali benefici possano offrire già oggi queste novità alle persone cieche, ma anche immaginare quali nuovi orizzonti potrebbero aprire in futuro.

Innanzitutto, l'audio spaziale abbinato a un video, che si tratti di un film o un documentario, aiuta a comprendere meglio una scena o una sequenza: la posizione dei personaggi, l'ambientazione, ma anche le traiettorie degli oggetti in movimento.

Ma proviamo a immaginare cosa potrebbe rappresentare l'audio spaziale combinato con un'altra innovazione tecnologica fondamentale dei nostri tempi, ovvero la capacità di riconoscere e interpretare le immagini con l'intelligenza artificiale. Per comprendere il nesso potenziale tra le due innovazioni, audio spaziale e *image recognition*, facciamo un passo indietro e torniamo al nostro assunto iniziale, e cioè che il mondo "ci parla". Ogni giorno ascoltiamo più o meno coscientemente centinaia di suoni che, come abbiamo visto, se interpretati accuratamente possono dare molte informazioni a chi non vede.

Non tutto ciò che ci circonda, però, "parla". Anzi, a ben vedere, la

maggior parte degli oggetti e degli elementi che abbiamo intorno a noi sono “muti”: mobili, muri, scale, pali, porte e finestre (se non aperte o chiuse), auto ferme, etc.

Ora proviamo a immaginare un dispositivo dotato di telecamera che, in tempo reale, cattura l’immagine di ciò che ci circonda, anche in movimento, e interpreta questo flusso riconoscendo al suo interno gli elementi appena citati e altri che ci possono venire in mente. Immaginiamo poi di associare a ciascun elemento uno specifico suono, o una sequenza di suoni, e di riprodurli in formato audio spaziale collocandoli virtualmente nella disposizione in cui sono posti i corrispondenti oggetti nello spazio fisico.

Ora ipotizziamo di inserire questa tecnologia all’interno di un dispositivo indossabile, magari degli occhiali oppure, perché no, delle scarpe.

Completiamo il kit con delle cuffie, in grado di riprodurre audio spaziale. Preferibilmente un modello a conduzione ossea, già molto utilizzato da sportivi e non solo, che portando il suono all’apparato uditivo attraverso la scatola cranica ha il vantaggio di lasciare i padiglioni auricolari completamente liberi permettendo di ascoltare senza impedimenti gli altri rumori provenienti dall’esterno.

Ricapitolando, avremmo: una o più videocamere che catturano l’immagine dell’ambiente circostante, un processore in grado di riconoscere e interpretare le immagini grazie all’intelligenza artificiale e di produrre una mappa audio tridimensionale dell’ambiente circostante trasferendola alle cuffie di un utilizzatore non vedente.

Certo, è difficile immaginare l’utilizzo di un dispositivo del genere in modo continuativo o in un ambiente esterno, già molto rumoroso e denso di oggetti, anche in movimento.

Ma per esplorare un ambiente interno magari molto grande e sconosciuto una simile applicazione dell’audio spaziale potrebbe risultare utile.

Tornando alla nostra cucina, il non vedente, entrando, oltre alla tv accesa (che sentirebbe avendo le orecchie libere grazie alle cuffie a conduzione ossea) potrebbe capire subito di avere davanti a sé, a una certa distanza, un tavolo. Muovendosi in quella direzione il volume del suono aumenterebbe riducendosi la distanza dal mobile e ad esso si potrebbe aggiungere anche il suono associato all’oggetto “sedia”.

Naturalmente i suoni da associare agli oggetti, i volumi, il raggio di rilevazione, la quantità di oggetti rilevabili simultaneamente, dovrebbero essere tutte impostazioni personalizzabili per l'utente in modo da adattarle alle diverse situazioni e anche alle capacità individuali di decifrare una mappa sonora ottenuta in questo modo.

Perché si tratterebbe, di fatto, di un vero e proprio linguaggio da decodificare, fatto di segni (i suoni) e di significati (gli oggetti ai quali sono associati). Di certo la prospettiva, tutt'altro che fantascientifica, è affascinante.

Le tecnologie che ne stanno alla base sono già disponibili, anche se l'accessibilità è ancora limitata: il costo dei dispositivi in questione potrebbe costituire una barriera significativa (Rossi *et al.*, 2023).

Vedremo se qualcuno avrà l'intuizione e la capacità di assemblarle e renderle fruibili.

## **Conclusioni**

Suono spaziale e audio tridimensionale sono modalità con cui chi ha difficoltà visive esperisce del mondo circostante cogliendo sfumature e sfaccettature che spesso è difficile cogliere ad occhio nudo. Soltanto attraverso chi vive davvero questa situazione è possibile comprendere il reale potenziale delle tecnologie in situazioni di vulnerabilità. Grazie agli strumenti multimediali si ha la possibilità di migliorare l'esperienza multimodale con cui ogni soggetto di per sé usufruisce del contesto circostante. Attraverso canali sensoriali differenti alla vista, infatti, è possibile cogliere peculiarità che spesso chi utilizza la vista come canale principale per approcciarsi al mondo non riesce a cogliere. Pensare la tecnologia come la soluzione dei problemi per persone con disabilità, non è propriamente corretto (Caldarelli, 2018). Grazie a questi strumenti multimediali e multimodali di percezione è però possibile offrire opportunità inclusive e personalizzate ad ogni singolo individuo, offrendo a tutti l'opportunità di vivere l'esperienza secondo modalità più consone al proprio modo di percepire.

## **RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI**

- Albano Leoni F. (2001), *Il ruolo dell'udito nella comunicazione linguistica. Il caso della prosodia*, in "Italian Journal of Linguistics. Rivista di linguistica", 13 (1), 45-68.

- Caldarelli A. (2018), *Narrazione e realtà virtuale: nuovi scenari per l'inclusione sociale*, in C. Giaconi, N. Del Bianco (a cura di), *In Azione, prove di inclusione*, Milano, FrancoAngeli.
- Dota M., Polimeni G., Prada M. (2022), *Multimedialità e Multimodalità. Teoria, prassi e didattica dei testi complessi*, in “Quaderni di Italiano LinguaDue”, 14 (2), 1-322.
- Empler T., Caldarone A., Fusinetti A. (2022), *La stampa 3D come forma di rappresentazione per la comunicazione alla disabilità visiva*, in C. Candito, A. Meloni (a cura di), *Il Disegno per l'accessibilità e l'inclusione*, Alghero, Publica.
- Friso V., Marchesani S. (2022), *Beyond barriers. The challenge of artistic and cultural accessibility for people with visual impairments*, in “Italian Journal of Special Education for Inclusion”, X (2), 189-196.
- Rossi M., Ciletti M., Scarinci A., Toto G.A. (2023), *Apprendere attraverso il metaverso e la realtà immersiva: nuove prospettive inclusive*, in “Open Journal of IUL University”, 4 (7), 164-176.
- Scattolin N., Zanolla S., Rodà A., Canazza S. (2012), *Soundingarm: Rappresentazione acustica di una mappa spaziale*, in *Proceedings of the 19th International Colloquium on Music Informatics (Colloqui di Informatica Musicale, CIM)*, “Sonic Synesthesia”, 80-87.
- Virga G. (2000), *Considerazioni Sperimentali sulla rappresentazione mentale dello spazio nei non vedenti*, in “Quaderni di ricerca didattica”, 10, 183-197.
- Voghera M. (2023), *Scritto-parlato e altri modi nell'educazione linguistica*, in M. Dota, G. Polimeni, M. Prada (a cura di), *Multimedialità e Multimodalità. Teoria, prassi e didattica dei testi complessi*, in “Quaderni di Italiano LinguaDue”.
- Zanolla S., Tempesta G., Snidaro L., Canazza S. (2012), *Memory sonoro. Realtà aumentata accessibile mediante audio direzionale*, in *Proceedings of the 19th International Colloquium on Music Informatics (Colloqui di Informatica Musicale, CIM)*, “Sonic Synesthesia”, 88-95.