

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**Dipartimento di Filosofia, Sociologia, Pedagogia
e Psicologia Applicata
(FISPPA)**

**Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della
Socializzazione
(DPSS)**

**Corso di Laurea Triennale in Scienze Psicologiche
Sociali e del Lavoro**

Tesi di laurea triennale

“L’uso dei suoni nelle sale di controllo dei telescopi”

“The use of sounds in telescope control rooms”

Relatore:

Prof. Grassi Massimo

Laureando: Andrea Minozzi

Matricola: 2012821

Anno Accademico 2023/2024

Indice

1. Introduzione teorica:

1.a. Sonificazione: Definizione

1.b. Sonificare i dati (il processo di trasformazione dato/suono)

1.c. Vantaggi della sonificazione

1.d. La sonificazione per la disabilità

1.e. La sonificazione per la ricerca

1.f. La sonificazione per l'astronomia

2. La ricerca:

2.a. L'osservatorio di Asiago

2.b. Esigenze in sala di controllo e potenziali benefici della sonificazione

3. Lo strumento:

3.a. La creazione del questionario

3.b. Esempi di item significativi

4. Soggetti e Somministrazione

4.a. Soggetti

4.b. Somministrazione

5. Risultati:

5.a. Lo studio esplorativo

5.b Risultati

5.b.1 Prima sezione

5.b.2 Seconda sezione

5.b.3 Terza sezione

6. Discussione

6.a Discussione critica

6.b Limiti dello studio

7. Conclusioni

Capitolo 1

Introduzione Teorica

Ciò che questa tesi si propone di fare è di analizzare attentamente i suoni presenti all'interno delle sale di controllo degli osservatori astronomici e, attraverso un questionario appositamente creato, indagarne la qualità riscontrata da parte degli astronomi e operatori che vi lavorano. Questa tesi esamina il processo della sonificazione e la sua applicabilità all'interno delle sale di controllo degli osservatori astronomici. Il suono da sempre è stato uno strumento in grado di fornire informazioni e notifiche repentine, evidenziando efficacemente ciò che accade intorno a noi e preparandone la risposta (Ozcan e Egmond 2015). Questo argomento è particolarmente rilevante nell'attuale fase tecnologica dello sviluppo, perché, al giorno d'oggi il suono di alta qualità può essere incluso in modo economico in quasi qualsiasi prodotto permettendo a chi ne usufruisce di avere una performance lavorativa migliore.

Il presente lavoro è composto da sette capitoli. Nel Capitolo 1, verrà fornita un'introduzione alla sonificazione, esplorando i suoi fondamenti teorici, benefici che se ne possono trarre e le varie aree in cui è stata implementata, con un focus specifico sull'astronomia. Il Capitolo 2 si concentrerà sulla visita svolta all'osservatorio astronomico di Asiago, descrivendone le caratteristiche. Verranno trattati in particolare i suoni presenti all'interno della sala di controllo del telescopio. Nel Capitolo 3, verrà presentata una descrizione dettagliata del questionario utilizzato nella ricerca, accompagnata da esempi di item significativi che riflettono le tematiche indagate. Il Capitolo 4 si concentrerà nella descrizione dei partecipanti allo studio e alla metodologia adottata di somministrazione del questionario, evidenziando la modalità di raccolta dei dati. I Capitoli 5 e 6 offriranno una prima descrizione dei risultati ottenuti osservando le risposte al questionario, per poi

concentrarsi in una analisi critica, discutendone le implicazioni riscontrate. Per concludere, il Capitolo 7 presenterà le conclusioni del lavoro, riassumendo i principali risultati osservati e suggerendo possibili implicazioni future per la ricerca nel campo della sonificazione e delle sue applicazioni in astronomia.

1.a Sonificazione: intro e definizione

Per introdurre il concetto di sonificazione per chi è meno familiare con il processo utilizziamo un esempio che tutti noi possiamo ormai riscontrare giornalmente, i sensori di parcheggio delle auto. Questi dispositivi utilizzano una serie di sensori per rilevare la presenza di ostacoli e la distanza da essi. In questo contesto, la sonificazione è impiegata per fornire un feedback uditivo in tempo reale, traducendo la distanza dagli ostacoli in suoni che variano in frequenza o intensità. Ad esempio, un avvicinamento a un oggetto potrebbe essere segnalato da un aumento della frequenza del suono, avvertendo il guidatore dell'imminente possibile impatto.

La sonificazione secondo Hermann (2008) consiste nel trasformare un insieme di dati qualsiasi natura in elementi sonori. Il sistema uditivo è infatti un efficiente canale per l'interpretazione e la comprensione dei dati, delle loro proprietà e relazioni, consentendo di effettuare azioni di risposta grazie ad un arousal più efficace e istantaneo.

Il processo di sonificazione dei dati, quindi, è una tecnica innovativa che trasforma informazioni visive in rappresentazioni sonore, permettendo così di percepire e analizzare dati e situazioni attraverso l'udito. Questo approccio si basa sull'idea che le caratteristiche sonore, come altezza, volume e timbro, possano riflettere e sottolineare il significato delle informazioni da tradurre, permettendo anche di associare suoni a situazioni e contesti specifici. Utilizzata in vari campi, dalla scienza alla musica, la sonificazione offre un modo

innovativo per esplorare e comunicare informazioni complesse, facilitando una forma di analisi multisensoriale che integra l'udito nella comprensione dei dati.

1.b Sonificare i dati: il processo di trasformazione dato/suono

Gli strumenti di sonificazione possono essere progettati in modo da rappresentare in modo univoco e intuitivo i diversi tipi di segnali di allarme e notifica, permettendo a persone con diversi gradi di ipovisione o affette da cecità totale di comprendere e interpretare i dati. Ad esempio, un suono ad alta frequenza caratterizzato da un'onda sonora periodica potrebbe essere associato a un segnale di allarme, mentre un suono più grave potrebbe rappresentare un segnale di notifica o di compimento di un'azione.

La rappresentazione acustica può facilitare quindi la comprensione dei dati, identificando tendenze e pattern ricorrenti che, con la rappresentazione grafica, sarebbero di più difficile individuazione. Brewster e Stephen (2007) hanno sottolineato che il suono è uno strumento efficace per migliorare le interfacce visive per diversi motivi. In primo luogo, il suono può ridurre il carico cognitivo del sistema visivo dell'utente. Man mano che gli schermi dei computer diventano più grandi e i display multischermo diventano comuni, gli utenti devono prestare attenzione a quantità sempre maggiori di informazioni visive. Un uso appropriato del suono può ridurre la quantità di informazioni richieste sullo schermo e contemporaneamente distribuire il carico cognitivo tra i sensi. L'uso del suono può essere particolarmente utile nella progettazione di dispositivi tecnologici, che spesso hanno schermi molto piccoli ai quali gli utenti non possono dedicare tutta la loro attenzione visiva.

I due strumenti sono pertanto complementari e interconnessi.

La metodologia della sonificazione negli ultimi anni ha permesso un'analisi e un'interpretazione innovativa anche all'interno del campo dell'astronomia (Zanella, Lenzi, Harrison 2022). I dati astronomici e le loro analisi sono rappresentati principalmente sotto

forma di immagini, grafici e animazioni. La visualizzazione è anche un metodo primario per comunicare dati e concetti astronomici al pubblico in contesti educativi. Tuttavia, basandosi esclusivamente sulla visualizzazione si va incontro ad una serie di restrizioni. Ad esempio, i set di dati astronomici sono molto grandi e complessi e spesso contengono molte dimensioni. Ciò rende difficile visualizzarli in modo efficiente e completo utilizzando tecniche di visualizzazione standard e spesso richiede di decidere a priori quali dati sono più promettenti in modo da visualizzare solo le informazioni ritenute rilevanti. In questo modo si rischia di perdere scoperte scientifiche di fenomeni inaspettati. La sonificazione ha dimostrato di poter essere applicata in diverse modalità anche all'interno dello stesso campo, il processo di sonificazione ha infatti offerto una nuova prospettiva sull'interpretazione di fenomeni astronomici complessi. Alcuni primi esempi di scoperte astronomiche inaspettate avvenute attraverso l'aiuto del suono risalgono al 1932. In quell'anno K. Jansky scoprì che le onde radio emesse dal centro della Via Lattea erano responsabili di parte dei problemi che affliggevano le comunicazioni telefoniche del tempo, questo può essere considerato, seppur involontariamente, il primo utilizzo della sonificazione nella ricerca scientifica. Il processo di sonificazione successivamente ha anche permesso di rivoluzionare la nostra comprensione dell'universo, quando nel 1964 A. Penzias e R. Wilson capirono che, il rumore persistente che disturbava le osservazioni compiute con un'antenna, era dovuto alla radiazione cosmica di fondo a microonde, una scoperta che valse loro il premio Nobel nel 1978.

1.c Vantaggi della sonificazione

Hildebrandt, Hermann e Stefanie Rinderle-Ma (2014) affermano che l'utilizzo della sonificazione per il monitoraggio di compiti secondari può portare benefici in tre campi

distinti. In primo luogo, si nota un'accelerazione della risposta alle situazioni critiche. In secondo luogo, si nota una consapevolezza costante degli stati del processo di monitoraggio con una distrazione minima da altri compiti. Poiché il suono può essere elaborato più passivamente rispetto agli stimoli visivi, il monitoraggio attraverso processi uditivi può consentire una percezione non intrusiva, non distraendo gli utenti da altri compiti. Infine, la sonificazione permette di anticipare le situazioni critiche.

Gli attuali sistemi di allarme si basano sul concetto di avvisi e suoni d'allarme. Le situazioni critiche sono segnalate da avvisi e allarmi, nella maggior parte dei casi sarebbe preferibile che gli operatori venissero informati anche prima che una situazione potrebbe diventare critica, in modo da poterla anticipare, intervenire ed evitare il problema. Una costante consapevolezza dei processi in atto all'interno della apposita sala di controllo lavorativa attraverso un'informazione ambientale uditiva potrebbe consentire l'anticipazione e la prevenzione di emergenze che potrebbero portare alla perdita di dati o al danneggiamento degli strumenti all'interno e all'esterno dell'ambiente lavorativo. L'adozione di pratiche di sonificazione contribuisce quindi a creare un ambiente di lavoro più reattivo e proattivo, favorendo sicurezza e innovazione. Il processo di sonificazione, pertanto, si configura non solo come un mezzo per l'interpretazione dei dati, ma anche come un elemento cruciale per il miglioramento della qualità e della sicurezza delle osservazioni astronomiche.

1.d La sonificazione per la disabilità

Nel contesto dell'inclusione e della accessibilità, il processo della sonificazione emerge come uno strumento innovativo e all'avanguardia per supportare le persone con disabilità visive. Si propone quindi anche come strumento che contribuisce a superare l'autonomia e l'inclusione sociale. Yoshida, Kitani, Koike, Belongie e Schlei (2011) hanno proposto di utilizzare il processo di sonificazione di alcuni bordi di immagini visive per osservare come

le persone non vedenti, le avrebbero poi riconosciute senza l'ausilio del tatto. Attraverso un training specifico dei partecipanti all'esperimento si è osservato un aumento significativo delle prestazioni individuali. Questa nuova proposta inclusiva nei confronti delle persone non vedenti o ipovedenti offre loro nuovi strumenti per interagire con il mondo visivo, aumentando l'accessibilità lavorativa ed il benessere personale.

La sonificazione ha il potenziale di migliorare significativamente l'inclusione lavorativa delle persone non vedenti e ipovedenti, abbattendo le barriere comunicative e informative e consentendo loro di accedere a informazioni altrimenti disponibili solo visivamente. L'utilizzo di suoni tridimensionali per fornire informazioni spaziali, come ad esempio quelli dell'applicazione Microsoft Soundscape, non solo migliora la mobilità e aumenta la sicurezza e l'autonomia, ma stimola anche diverse aree cognitive e sensoriali, permettendo ai dipendenti di sviluppare una comprensione più profonda delle dinamiche lavorative e promuovendo un approccio più attivo e coinvolto nella loro attività professionale. La creazione di ambienti di lavoro inclusivi, dove le informazioni sono disponibili in formati diversi, favorisce la collaborazione tra colleghi vedenti e non vedenti, essenziale per costruire gruppi diversificati e coesi in cui ogni membro può contribuire in modo significativo. Ogni contesto lavorativo e scolastico dovrebbe proporsi di migliorare e semplificare l'apprendimento per le persone con disabilità visive attraverso l'utilizzo di tecniche di sonificazione nei programmi di formazione, rendendoli più accessibili e coinvolti. Nell'ambito dell'astronomia l'implementazione del processo di sonificazione dei dati astronomici può rendere le informazioni più fruibili per gli studenti non vedenti, pertanto, l'integrazione della sonificazione come strumento chiave per l'accessibilità e l'innovazione rappresenta un'opportunità per il futuro del lavoro e dello studio inclusivo.

1.e La sonificazione per la ricerca

La sonificazione offre un approccio nuovo alla rappresentazione dell'informazione, questa novità rappresenta un potenziale ostacolo al successo dell'esposizione, a meno che l'utente non impari il significato dei suoni che gli vengono presentati. Le visualizzazioni di informazioni devono gran parte del loro successo alla loro pervasività, nonché all'educazione formale e all'esperienza informale degli utenti a decifrare i loro significati (Walker e Nees 2012). In questo momento le rappresentazioni uditive complesse non sono pervasive e agli utenti non viene insegnato a comprenderle come parte di un programma di apprendimento standard. Nonostante questo Nees e Walker (2005) hanno dimostrato che un allenamento per un breve periodo (20 minuti) può ridurre l'errore di prestazione del 50% grazie all'implemento di un processo di sonificazione.

Robare e Kaufler (2009) affermano che un esempio di utilizzo del suono per suscitare emozioni di diverso tipo, lo si può riscontrare all'interno dei videogiochi. Per chi ha avuto modo di giocare a un videogioco horror sicuramente avrà sentito durante il gameplay effetti sonori inquietanti. Altri durante una situazione di calma avranno avuto modo di sentire musiche e suoni che ricordano le partiture classiche, spesso scritte appositamente da compositori affermati. Si tratta di un problema di desiderabilità (piuttosto che di funzionalità), perché la stimolazione emotiva è uno dei motivi principali per cui le persone giocano ai videogiochi.

Pertanto, l'utilizzo del suono sembra provocare all'ascoltatore una condizione di arousal che porta ad una regolamentazione emotiva a seconda della tonalità del suono udito. L'attivazione emotiva innescata dal suono può avere un impatto significativo sulle azioni concrete dell'ascoltatore. Quando un suono evoca una forte emozione, positiva o negativa, può influenzare il processo decisionale e la risposta comportamentale dell'individuo.

Studi (Max et al., 2015) hanno dimostrato che i suoni emotivamente significativi, sia positivi che negativi, possono accelerare i tempi di reazione a compiti specifici. Questo fenomeno è noto come "effetto di facilitazione emotiva" e può essere spiegato dal fatto che l'attivazione emotiva indotta dal suono aumenta l'eccitabilità neuronale e mobilita le risorse attentive dell'individuo, rendendolo più pronto a reagire a determinati eventi.

Negli ultimi anni, pertanto, la sonificazione ha destato interesse in una vasta gamma di ricerche e sperimentazioni in diversi ambiti scientifici e non solo di sound design. In fisica, gli studiosi hanno eseguito una sonificazione dei dati ottenendo una corrispondente rappresentazione sonora utile per studiare ulteriormente la particella nota come Bosone di Higgs (Fryer 2015). Durante la pandemia data dal virus Sars-CoV-2 la sonificazione ha permesso di trasformare il genoma del virus in una sequenza di suoni, offrendo una prospettiva diversa sulla comprensione del suo funzionamento. Ne è un esempio lo studio di Buehler e Markus JB (2019) sulla sonificazione nano meccanica della proteina spike del coronavirus. Inoltre, il processo di sonificazione è stato utilizzato per rappresentare graficamente i dati epidemiologici del COVID-19 sonificandoli (Lemmon, Schedel, Bilkhu, Zhu, Escobar 2022).

1.f. La sonificazione per l'astronomia

La sonificazione può facilitare il processo di riconoscimento e categorizzazione dei segnali astronomici e delle informazioni che notificano l'andamento delle osservazioni, che spesso richiedono una grande attenzione e concentrazione da parte degli operatori. Tramite la conversione dei dati in suono, è possibile creare una mappa acustica del contesto in cui l'astronomo e l'operatore del telescopio sono inseriti, che permette di percepire pattern e caratteristiche altrimenti difficili da individuare. In questo modo, gli operatori possono concentrarsi maggiormente sulla comprensione dei fenomeni e sugli oggetti celesti

osservati piuttosto che sullo stato attuale di telescopio, cupola e meteo riducendo lo sforzo cognitivo e aumentando l'efficienza del processo di osservazione. Inoltre, la sonificazione, come anticipato in precedenza, può rappresentare un importante strumento di inclusione per le persone con disabilità visive, che non possono accedere alle informazioni astronomiche attraverso il senso dell'udito, grazie ad un veloce ed efficace training (Yoshida, Kitani, Koike 2011).

In contesti più pratici si è osservato che una buona applicazione e un utilizzo mirato di suoni specifici migliora la prestazione degli operatori. Ozcan e Edworthy (2015) hanno progettato un sistema di display uditivi per l'ESA (Agenzia Spaziale Europea) al fine di mantenere una differenza udibile tra i suoni, in modo che l'operatore potesse rapidamente giudicare se si trattasse di un suono di feedback (senza priorità) o di un suono di allarme (priorità). La proposta era di implementare suoni ambientali per migliorare il monitoraggio delle missioni ESA. La conclusione principale che i ricercatori hanno ottenuto è che i suoni che ricordano quello dell'acqua sono i migliori in termini di preferenza, mappatura delle funzionalità e urgenza.

Gli astronomi e gli operatori hanno a che fare con una mole di dati estremamente grande. Kramer (1994) ha descritto i compiti di monitoraggio come "template matching" in quanto l'ascoltatore ha una conoscenza e delle aspettative a priori di un particolare suono e il suo significato. Il modello acustico è già noto, e il compito dell'ascoltatore è di rilevare e identificare il suono da un catalogo di suoni noti.

Attraverso l'utilizzo di strumenti che monitorano costantemente le condizioni di osservazione, lo stato attuale del telescopio e della cupola, le condizioni meteorologiche, i dati forniti dai software di acquisizione delle immagini e di calibrazione dati, gli astronomi hanno a che fare una mole di dati complessi, rendendo difficile un monitoraggio completo e costante. Questo è causato anche da una presenza di suoni

inadeguati o assenti all'interno della sala di controllo. Tutto ciò può portare ad errori dettati da stanchezza, noia sovraccarico di informazione e svista. Gli errori di osservazione possono avere conseguenze significative sull'accuratezza dei dati raccolti negli osservatori. Questi possono essere anche di natura più grave, andando potenzialmente a danneggiare la cupola stessa o il telescopio, a causa di un mancato intervento repentino.

Nei sistemi complessi con interfacce audio, come le sale di controllo degli osservatori astronomici, i messaggi sonori trasmessi e uditi possono variare da informativi ad allarmanti, con diversi livelli di urgenza che richiedono attenzione immediata o a lungo termine. È fondamentale che astronomi e operatori riescano ad identificare in modo rapido e accurato la causa di queste notifiche per prevenire eventuali situazioni di emergenza. Tuttavia, ciò può risultare problematico in determinate situazioni in cui il segnale potrebbe non essere compreso in modo intuitivo o se le condizioni ambientali della sala di controllo ostacolano la percezione di tali suoni o se ancora, lo stesso suono viene utilizzato per notificare informazioni differenti. Tale effetto è riconducibile al problema del cocktail party. Cherry (1953) ha suggerito che l'udito spaziale gioca un ruolo fondamentale nella capacità del sistema uditivo di separare le sorgenti sonore in un ambiente acustico con molteplici fonti, nei contesti come quello delle sale di controllo degli osservatori astronomici, dove i suoni risultano essere molteplici e talvolta uguali, questa capacità viene meno. Queste situazioni possono creare un carico cognitivo maggiore e portare a comportamenti scorretti in risposta al messaggio uditivo. Attraverso la sonificazione dei dati, tuttavia, è possibile agire sugli effetti cognitivi e dell'attenzione personale durante le osservazioni. Date più sorgenti sonore in un ambiente chiuso, l'udito spaziale aiuta il cervello a percepire appieno le lievi differenze (di tempo, di intensità) tra i suoni uditi che raggiungono le due orecchie per eseguire l'elaborazione mononeurale (autocorrelazione) e

bineurale (cross-correlazione) delle informazioni per compiti specifici. Nel contesto del problema del cocktail party, l'attenzione si rivolge alla capacità dell'ascoltatore di concentrare l'attenzione su un canale ignorando gli altri canali irrilevanti. (Haykin e Chen 2005).

Diversi studi hanno analizzato e messo in luce come l'impegno cognitivo richiesto all'operatore può essere significativamente ridotto attraverso un sound-design adeguato della stanza e di ciò che lo circonda (Nees, 2019). Per adottare suoni efficaci bisogna prendere in considerazione principalmente tre fattori: i comunicatori di informazioni (i computer che aiutano a distinguere le anomalie nei dati attraverso le notifiche), il mezzo comunicativo (la mappatura dei dati numerici in suono, la generazione di essi e la loro presentazione) e il destinatario dell'informazione (ascoltatori e le loro capacità sensoriali uditive e in generale cognitive). Oltre a questi fattori, importante da tenere in considerazione è l'ambiente in cui il suono di notifica e il ricevente (nel nostro caso astronomo e operatore) coesistono.

Capitolo 2

La ricerca

2.a L'osservatorio di Asiago

Il processo di creazione del questionario somministrato ai partecipanti, volto a indagare e offrire una panoramica completa delle caratteristiche sonore presenti all'interno delle sale di controllo, ha inizio grazie a un'analisi svolta su campo, nell'osservatorio astronomico di Asiago dell'Università di Padova. Il telescopio preso in considerazione è il Galileo, costruito dalle Officine Galileo di Firenze fra il 1940 e il 1942 e dedicato all'omonimo scienziato in occasione del terzo centenario della sua morte. L'interesse dei processi di osservazione proposti all'interno del questionario sono stati scelti appositamente a seguito dell'analisi svolta in presenza. Sebbene ogni osservatorio astronomico presenti delle caratteristiche che lo differenziano da tutti gli altri, ho scelto accuratamente le proprietà che possono essere estese a tutti, permettendo ai partecipanti di aggiungere eventuali peculiarità all'interno del loro specifico ambiente lavorativo.

La descrizione dettagliata della cupola, del telescopio e della sala di controllo costituisce un passo fondamentale per la comprensione del funzionamento di un osservatorio astronomico. Tale descrizione ci permette di comprendere a fondo l'ambiente e le attrezzature utilizzate per la raccolta dei dati, i suoni presenti all'interno e le potenziali distrazioni nella sala di controllo. Le procedure e le metodologie impiegate per l'osservazione e l'analisi dei fenomeni celesti aiutano a distinguere cronologicamente le azioni da compiere. In questo modo, prendendo ispirazione da ciò che è stato rilevato all'interno dell'osservatorio di Asiago, ho sviluppato un questionario basato su una conoscenza del contesto e delle attività svolte all'interno dell'osservatorio, garantendo la validità e l'affidabilità delle informazioni raccolte.

La cupola ha un diametro esterno di 15m ed uno interno di 13.8m, mentre la sua apertura è di 3.7m. Essa è posta su delle rotaie motorizzate che ne permettono la rotazione. All'interno della sala di controllo è presente invece la postazione dell'astronomo e dell'operatore che, nel caso di questo osservatorio, coincidono. Sono presenti tre schermi nella postazione dell'operatore all'interno della sala, ognuno dei quali viene tenuto d'occhio dall'astronomo durante le diverse fasi dell'osservazione. Il primo schermo sulla sinistra viene utilizzato per l'elaborazione dei dati scientifici acquisiti (e.g. lo spettro dell'oggetto astronomico osservato). Il secondo schermo, quello centrale, svolge diverse funzioni, la principale riguarda il puntamento (TPS). Questo, una volta inserite le coordinate dell'oggetto da osservare, fa prima posizionare correttamente il telescopio per poi ruotare appositamente la cupola che si posizionerà con l'apertura in corrispondenza della sommità del telescopio. Il terzo schermo, sulla destra, permette di acquisire i dati di calibrazione e i dati scientifici. Lo schermo centrale permette all'astronomo anche di monitorare le condizioni meteorologiche esterne e lo status di cupola e telescopio. In condizioni standard, tuttavia, la funzione in questione non è accessibile direttamente dall'applicazione visualizzata a schermo. Pertanto, per poter interagire con tale funzione ed usufruire delle informazioni che offre, è necessario effettuare un cambiamento di applicazione, passando a una diversa interfaccia. È possibile pertanto, nello schermo centrale, visualizzare solo una delle due applicazioni e non entrambe in contemporanea. È inoltre presente uno schermo posizionato in alto che permette di osservare in tempo reale l'interno della cupola da diversi punti di vista. Durante le osservazioni risulta buio in quanto le luci della cupola sono spente.



Figura 1. Postazione principale della sala di controllo dell'osservatorio astronomico di Asiago.

Le azioni compiute all'interno di un osservatorio possono essere generalizzate in otto principali procedure che raggruppano i procedimenti che preparano all'osservazione astronomica: Preparazione e Setup, Allineamento e puntamento, Configurazione degli strumenti, Osservazione e raccolta dei dati, Controllo e monitoraggio, Analisi e interpretazione, Documentazione e Archiviazione, Spegnimento del telescopio e chiusura della cupola.

All'interno della sala di controllo dell'osservatorio di Asiago abbiamo riscontrato la presenza di diversi suoni. In ordine cronologico vengono presentati i seguenti suoni: il primo suono riscontrato è il suono digitale, proveniente dallo schermo centrale, di notifica (seppur poco percettibile) dell'accensione del telescopio. Il secondo suono è di tipo ambientale, causato dallo spostamento del telescopio per il puntamento e dalla cupola per l'allineamento con il primo. È presente un suono di notifica digitale che notifica la fine del puntamento del telescopio, insieme ad esso è presente anche un pop-up visualizzato a schermo. Un suono digitale di default proveniente dallo schermo che notifica la fine

dell'acquisizione dei dati (questo suono si presenta con frequenza direttamente proporzionale alla durata dell'osservazione). Per concludere, tutti i suoni digitali precedentemente menzionati vengono emessi anche dagli schermi che controllano un eventuale secondo telescopio da remoto (Copernico, situato sulla cima Ekar), rendendo difficile l'individuazione immediata della fonte.

2.b Esigenze in sala di controllo e potenziali benefici della sonificazione

La sonificazione delle sale di controllo degli osservatori astronomici permette un riconoscimento ed una caratterizzazione veloce ed efficace dei segnali e delle informazioni che notificano l'andamento delle osservazioni. La possibilità di implementare suoni in grado di essere ricondotti automaticamente a specifiche situazioni permette agli operatori e agli astronomi una migliore comprensione dell'andamento dell'osservazione all'interno della sala di controllo, riducendo il carico cognitivo, lo stress e la conseguente possibilità di errore.

Ogni osservatorio astronomico dovrebbe, pertanto, avere un adeguato sound-design della stanza e di ciò che lo circonda (Nees 2019). Un adeguato processo di sonificazione permetterebbe un aumento del benessere nell'ambiente lavorativo permettendo agli operatori di concentrarsi su compiti critici senza essere sopraffatti da un eccesso di informazioni. La riduzione del carico cognitivo è strettamente correlata alla diminuzione dello stress. Un ambiente di lavoro in cui le informazioni uditive sono presentate in modo chiaro e accessibile attraverso la sonificazione può creare una atmosfera lavorativa migliore e controllata. La sonificazione ha dimostrato di ridurre efficacemente gli errori

umani. I feedback sonori chiari e distintivi possono avvisare gli operatori di anomalie o emergenze migliorando la reattività e la responsabilità degli operatori.

Prendendo spunto dai suggerimenti dell'astronomo Paolo Ochner e dai dati ricavati durante la visita effettuata all'osservatorio di Asiago, ho stilato una serie di mancanze, suggerimenti di implementazione e possibili miglioramenti nei confronti dei suoni già presenti all'interno del contesto osservativo. Proprio questi ultimi sono stati presi in particolare considerazione per la creazione iniziale del questionario, volendo esplorare in modo accurato e approfondito la gestione degli stimoli uditivi da parte degli osservatori, interrogandone la presenza o la mancanza di specifici suoni ritenuti utili e valutando quelli già presenti in modo positivo se ritenuti efficaci o negativo se ritenuti fastidiosi.

L'astronomo, Paolo Ochner, ha evidenziato alcune mancanze sonore dove un suono digitale non è presente in corrispondenza del dispositivo che interrompe la corrente che alimenta la cupola chiudendola istantaneamente in condizioni di emergenza. Viene evidenziata la mancanza di un microfono esterno che permette di udire i suoni ambientali da fuori la sala di controllo. La sua presenza permetterebbe una prevenzione e una sicurezza maggiore nel caso di emergenze, come ad esempio temporali e maltempo. Non sono presenti suoni digitali che notificano le condizioni meteo o l'eventuale miglioramento di esse.

Capitolo 3

Lo strumento

3.a La creazione del questionario

Il questionario è composto di tre sezioni principali. Una volta avvenuto l'accesso attraverso il link di invito, il partecipante inizialmente verrà introdotto, grazie a un paragrafo apposito, al processo di sonificazione e allo scopo della ricerca. Successivamente, la prima sezione del questionario indaga sulle varie fasi dell'osservazione astronomica e della loro importanza, con l'obiettivo di comprendere come i suoni presenti all'interno della sala di controllo influenzino il processo osservativo e di analisi dei dati. Questa prima sezione comprende domande specifiche sulla qualità e le caratteristiche dei suoni presenti all'interno della sala di controllo, ponendo come obiettivo la comprensione di come questi possano condizionare la concentrazione, la precisione e l'efficacia del lavoro svolto dai partecipanti.

La seconda sezione del questionario si concentra sulla presenza o meno di determinati suoni e della loro utilità. Questa sezione include domande specifiche sulla presenza di suoni digitali, naturali o meccanici, siano essi di allarme o di notifica. L'obiettivo è quello di comprendere il quadro generale della sala di controllo in modo tale da capire di quali notifiche essa è o meno dotata.

La terza e ultima sezione, infine, indaga sui gusti personali dei partecipanti, con l'obiettivo di trovare preferenze comuni che possano essere utili per una eventuale proposta di intervento. Le domande di questa sezione sono progettate per individuare le preferenze soggettive esplorando sia la piacevolezza dei suoni presenti all'interno della sala di controllo sia delle loro abitudini di ascolto musicale al di fuori dell'area lavorativa.

Il link del questionario inglese è:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfpKhulMnePATBSvaOX32kiWRsKnVDkY0ApWcRNfRhkFO7Qtw/viewform?usp=sf_link

Il link del questionario italiano è:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdwid_tVDm4kSJ-Kw8T9I3TsWHzeahCSYcRinTOJnL45n6YOA/viewform?usp=sf_link

3.b Esempi di item significativi

Di seguito vengono riportati alcuni esempi di item che compongono il questionario in modo tale da avere una comprensione migliore del lavoro svolto e dei fini della ricerca condotta:

(Domanda 15) Quanto sono chiaramente udibili i suoni all'interno della sala di controllo?

(Domanda 16) Quanto reputi piacevoli i suoni presenti nella sala di controllo?

(Domanda 17) Quanto reputi appropriati i suoni presenti nella sala di controllo?

(Domanda 18) Quanto reputi utili i suoni all'interno della sala di controllo?

(Domanda 19) Quanto reputi facile la distinzione tra un suono specifico (indicato sotto) e tra tutti gli altri presenti all'interno della sala di controllo (anche oggetti personali)?

Con queste domande si è voluto indagare la qualità e le caratteristiche dei suoni presenti, andando in contemporanea ad evidenziarne l'eventuale mancanza.

(Domanda 22) La tua strumentazione produce suoni che notificano il miglioramento o peggioramento delle condizioni meteorologiche?

(Domanda 25) La tua strumentazione produce un suono che notifica la fine dell'acquisizione dei dati?

(Domanda 31) Che tipo di suoni sono?

(Domanda 33) Ci sono suoni che senti in situazioni extra lavorative che associ automaticamente a quelli che ritrovi all'interno della control room?

L'intento di porre queste domande ai partecipanti, come quelle relative alle produzioni di suoni da parte della strumentazione meteorologica e alla segnalazione della conclusione dell'acquisizione dei dati, era di indagare in modo esaustivo la presenza e la natura dei suoni presenti all'interno della sala di controllo dell'osservatorio astronomico dove i partecipanti lavoravano.

Si è cercato con l'item n.33 anche di comprendere non solo la funzionalità dei segnali acustici, ma anche quali suoni vengono uditi dagli operatori e astronomi sia nel contesto lavorativo che extralavorativo. Si è voluto indagare ciò affinché venisse evidenziata la possibilità che non si verificassero confusioni o associazioni automatiche errate. Tali fenomeni potrebbero compromettere l'accuratezza delle operazioni e portare a errori nella gestione di situazioni di emergenza.

(Domanda 37) Durante le osservazioni fai uso delle cuffie?

(Domanda 38) Ascolti giornalmente musica?

(Domanda 39) Se sì, che genere di musica preferisci?

(Domanda 40) Come reputi l'intensità del volume dei suoni elencati di seguito?

Con questi ultimi esempi di item si è inteso indagare le preferenze personali e le modalità individuali con cui i partecipanti affrontano le proprie attività lavorative, esaminando l'uso delle cuffie, l'ascolto quotidiano di musica e la tipologia di brani preferiti. Inoltre, è stata valutata la percezione dell'intensità del volume dei suoni presentati, al fine di comprendere come tali fattori possano influenzare l'esperienza lavorativa e l'interazione con gli stimoli acustici. Questa analisi consente di delineare un quadro più completo delle abitudini sonore dei partecipanti, evidenziando l'importanza delle preferenze individuali nella gestione del lavoro e nella fruizione delle informazioni acustiche all'interno dell'ambiente professionale.

Capitolo 4

Soggetti e Somministrazione

4.a I soggetti

Il questionario è stato somministrato ad un totale di 14 soggetti. Tutti i partecipanti ricoprono il ruolo di astronomi. Il campione è composto da 11 (73%) maschi e 3 (27%) femmine. Tutti i partecipanti intervistati sono di nazionalità italiana. La fascia di età dei soggetti varia dai 32 a 56 anni, con una media di 41 anni. I partecipanti sono stati selezionati con l'aiuto e la collaborazione della dott.ssa Zanella Anita e del dott. Ochner Paolo che hanno agito da ponte tra il ricercatore e il campione di studio. Lo studio è stato condotto attraverso la somministrazione del questionario creato appositamente in via telematica. I partecipanti, i quali contatti sono stati forniti dall'astronomo Paolo Ochner e Anita Zanella, sono stati contattati attraverso una e-mail dove, oltre il link per accedere al questionario online, era presente una introduzione del progetto. I partecipanti una volta contattati avrebbero dovuto rispondere al questionario, composto da 42 domande, su Google Forms in forma del tutto anonima. Si valuterà se i suoni attuali sono adeguati alle esigenze di concentrazione e lavoro degli astronomi e operatori. Verranno proposti interventi per ottimizzare l'ambiente sonoro, come l'implementazione di suoni ambientali appropriati, la riduzione del rumore di fondo e l'uso di segnali sonori efficaci per comunicazioni importanti.

4.b La somministrazione

Il questionario è stato creato attraverso l'utilizzo del sito Google Forms. Grazie alla praticità del sito è stato possibile creare domande e griglie di risposta che comprendessero

in maniera esaustiva le varie aree che si intendeva analizzare e studiare. Google Forms permette la creazione di questionari di complessità diverse offrendo la possibilità di inserire diverse tipologie di domande, come domande a risposta multipla, risposta aperta, di valutazione o a scelta singola. All'interno del questionario tutte queste opzioni erano presenti.

Data la possibilità di entrare in contatto con astronomi di nazionalità diversa da quella italiana il questionario è stato tradotto in lingua inglese per renderlo più accessibile. Per la somministrazione, i partecipanti sono stati contattati tramite la loro e-mail lavorativa, fornita da Paolo Ochner. Nel messaggio è stata inclusa una breve presentazione del ricercatore e un piccolo paragrafo introduttivo riguardante gli obiettivi della ricerca, con l'intento di fornire una chiara comprensione e di ottenere una compilazione del questionario con meno potenziali malintesi possibili. Sono stati successivamente allegati i link del questionario in italiano e inglese. Per concludere, i partecipanti sono stati invitati a inviare il questionario anche ai loro colleghi, al fine di ampliare il campione di ricerca e aumentare la rappresentatività dei dati.

Capitolo 5

Risultati

5.a Lo studio esplorativo

Lo studio esplorativo condotto ha voluto indagare l'effetto del suono all'interno delle sale di controllo degli osservatori astronomici. I benefici e gli svantaggi che le strumentazioni all'interno del contesto lavorativo dei soggetti intervistati portando, attraverso l'analisi dei dati forniti dal questionario, ad una consapevolezza maggiore nei confronti delle sale di controllo.

Pertanto, questo studio si focalizza in particolar modo sulle caratteristiche e le qualità dei suoni utilizzati per le notifiche all'interno delle sale di controllo degli osservatori astronomici. Il principale obiettivo è analizzare le opinioni personali dei soggetti che hanno compilato il questionario fornito, al fine di ottenere, una volta analizzate le risposte, un quadro generale chiaro riguardante i suoni più o meno presenti all'interno del contesto lavorativo, identificare e separare quelli più graditi da quelli meno graditi e comprendere le preferenze personali di ognuno dei soggetti per avanzare possibili interventi futuri all'interno degli osservatori. Il sound design, nonostante ricopra un ruolo importante nella progettazione di un efficiente ambiente lavorativo, risulta spesso disomogeneo e non standardizzato.

Lo studio postula che il suono sia una componente necessaria e importante durante il processo di osservazione astronomica. Tuttavia, ci si aspetta che diversi suoni presenti all'interno delle sale di controllo possano essere percepiti come inadeguati, fastidiosi o addirittura mancanti. Al fine di questa analisi dei dati verrà rilevato il livello di gradimento dei suoni presenti all'interno delle sale di controllo dove i partecipanti lavorano.

5.b Risultati

Come anticipato nei paragrafi precedenti, il questionario è composto da tre sezioni principali, ognuna delle quali indaga sulla qualità dei suoni presenti all'interno delle sale di controllo. La seconda sezione si concentra sulla presenza o meno di determinati suoni udibili dall'interno dell'ambiente di lavoro. La terza sezione indaga infine sui gusti personali dei partecipanti al fine di osservare possibili preferenze individuali condivise per poter avanzare una proposta di implementazione per il miglioramento dell'ambiente sonoro all'interno delle sale di controllo.

Ogni sezione è stata presa in analisi singolarmente e trattata indipendentemente dalla precedente.

5.b.1 Prima sezione

Dopo l'accettazione del consenso informato tramite la mail di invito sono state rilevate alcune informazioni sociodemografiche dei partecipanti tramite il questionario somministrato: Quattro item riguardo età ($M = 41$; $SD = 7,87$), genere (Donne = 5; Uomini = 9) la rispettiva nazionalità e l'osservatorio astronomico (in alcuni casi più di uno per partecipante) in cui lavoravano i soggetti intervistati.

Dopodiché è stata proposta una serie di item che andava a indagare la qualità dei suoni presenti all'interno delle rispettive sale di controllo. La prima sezione del questionario è composta da un totale di 20 domande. Inizialmente viene indagato il personale impegno richiesto nello svolgere le seguenti azioni che compongono il processo di osservazione e

l'importanza attribuita ad ognuna di esse. Il grado di impegno e di importanza sono stati misurati attraverso una valutazione numerica da 1(poco) a 5 (moltissimo). Dai risultati emerge che le attività di scelta dei target per le osservazioni ($M=4,07$; $SD=0,83$), la verifica della qualità dei dati ($M=4,14$; $SD=1,10$) e il monitoraggio delle condizioni osservative ($M=4,14$; $SD=1,65$) risultano essere, secondo i partecipanti, le azioni più impegnative e importanti.

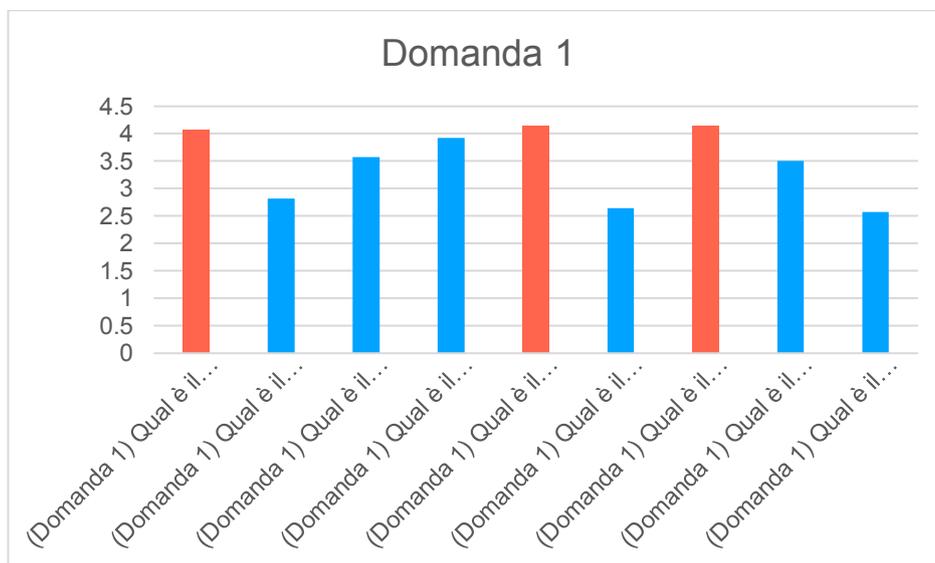


Figura 1. Grafico dei risultati ottenuti dall'analisi delle risposte alla domanda 1, le colonne evidenziate in rosso indicano rispettivamente le attività considerate più impegnative e che richiedono maggiore attenzione: la scelta dei target per le osservazioni, la verifica della qualità dei dati e il monitoraggio delle condizioni osservative.

Si è osservato inoltre che quasi tutti i partecipanti (92.86%) svolgono attività secondarie durante le osservazioni che comprendono attività di svago, ascolto di musica, visione di video, lavoro al computer, lettura. Viene osservato come le situazioni di emergenza (malfunzionamento dello strumento, danni al telescopio, danni alla cupola, emergenze naturali) che possono presentarsi sono precedute al 64.3% da un suono che ne notifica

l'allarme. Il 100% dei partecipanti non aventi suoni di notifica di emergenza afferma che una implementazione sonora di notifica di allarme per prevenire eventuali rischi sarebbe utile all'interno delle rispettive sale di controllo. Nella prima sezione del questionario si osserva che tutti i partecipanti sono obbligati tramite controllo visivo, a tenere traccia delle condizioni climatiche e del loro miglioramento/peggioramento, viene osservata pertanto la mancanza di un suono che notifichi il miglioramento del meteo e la conseguente possibilità di riprendere le osservazioni. Il 78.6% dei partecipanti al questionario affermano di fare sporadicamente pause durante il periodo di osservazione, allontanandosi dalla postazione, inoltre il 35.7% degli intervistati afferma di non fare utilizzo di alcun suono in grado di scandire il tempo durante queste pause, rendendo potenzialmente difficile la percezione dello scorrere del tempo. La sonnolenza sembra giocare un ruolo importante durante la prestazione lavorativa degli intervistati in quanto il grado di influenza soggettiva registrata media equivale a 3.29 con una varianza pari a 0,78.

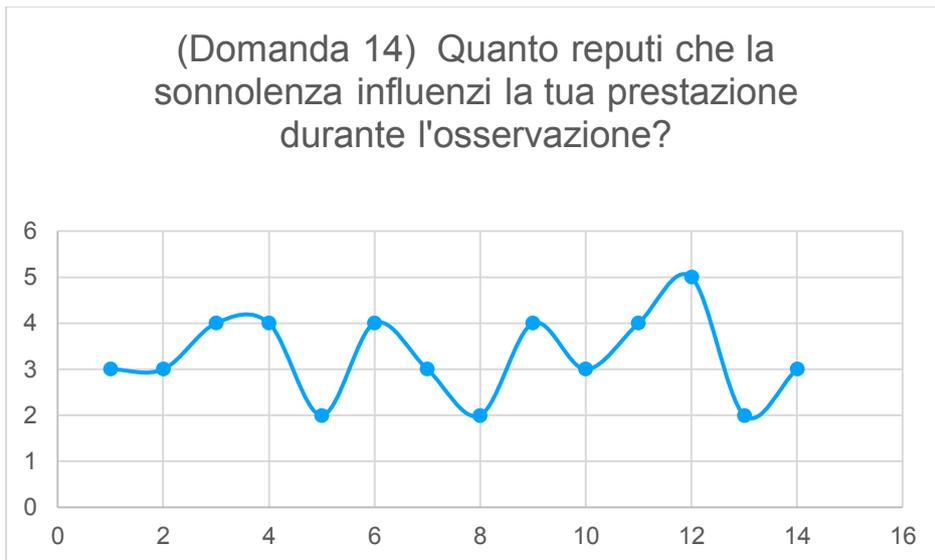


Figura 2 I partecipanti reputano in media che la sonnolenza influenzi in maniera importante la propria prestazione lavorativa.

Dalla domanda 15 alla domanda 18 vengono indagate la qualità e la presenza dei diversi suoni presi in considerazione durante il processo di osservazione: quanto questi siano chiaramente udibili, piacevoli, quanto vengono reputati appropriati e quanto vengono ritenuti utili dai soggetti. Si è osservato che la maggior parte dei suoni sono chiaramente udibili; tuttavia, risultano mancanti e non presenti in alcuni contesti lavorativi all'interno delle sale di controllo dei suoni ritenuti dagli stessi partecipanti precedentemente.

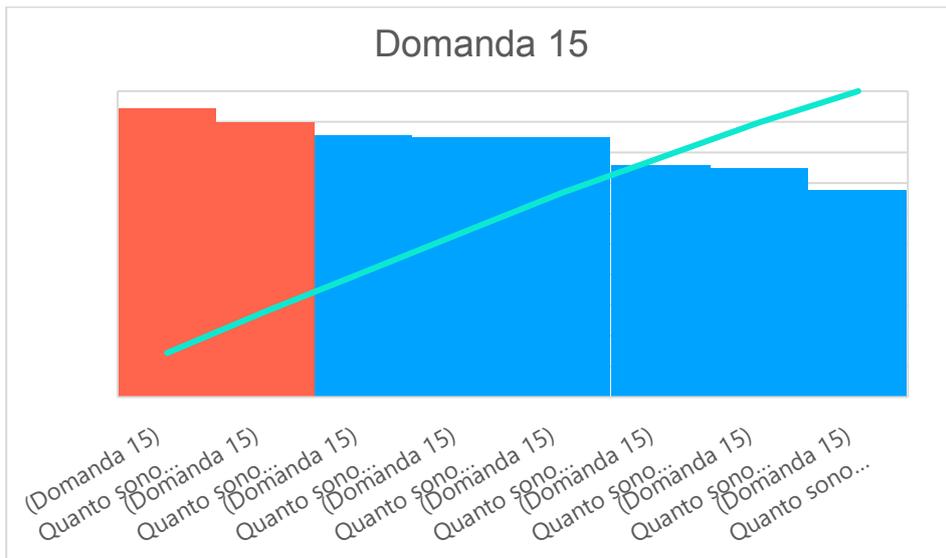


Figura 3. Il grafico osserva le risposte della domanda 15, viene evidenziata la buona udibilità dei suoni presenti all'interno delle sale di controllo.

Viene segnalata la mancanza nel 71.43% dei casi la presenza di un suono digitale alla fine della calibrazione. Nel 43.86% dei casi viene segnalata la mancanza di un suono digitale che notifica le condizioni climatiche. Per quanto riguarda la piacevolezza dei suoni proposti invece viene osservata una piacevolezza pari a 2.91 su 5 complessiva nei confronti del suono meccanico del puntamento del telescopio e di una piacevolezza pari a 2.10 su 5 complessiva nei confronti del suono meccanico del movimento della cupola. Il suono digitale che notifica le condizioni di emergenza viene valutato con una piacevolezza complessiva di 2.14 su 5, evidenziandone la poca gradevolezza. Complessivamente la piacevolezza dei suoni presenti all'interno delle sale di controllo risulta essere particolarmente bassa con un punteggio medio di 2.75 su 5.

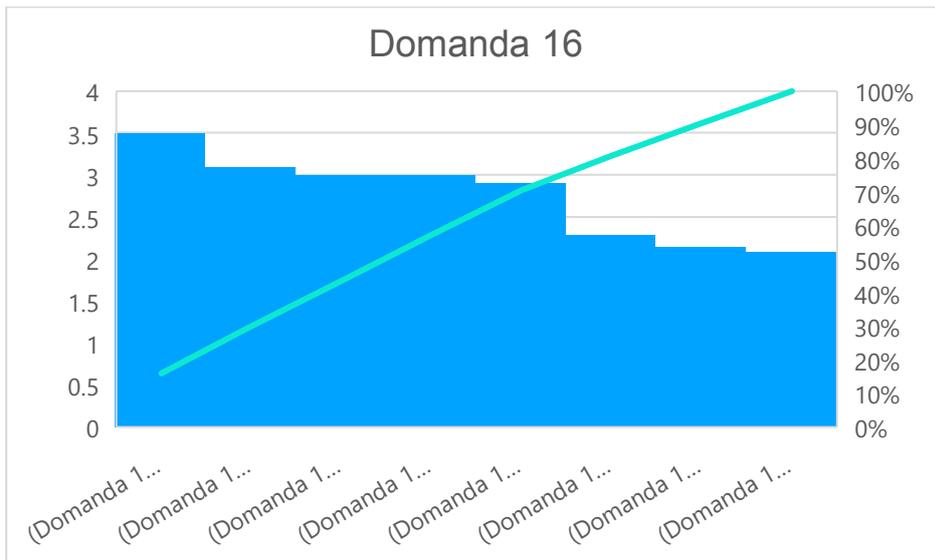


Figura 4. Il grafico osserva il livello medio di piacevolezza dei vari suoni proposti, evidenziandone la poca gradevolezza generale

L'appropriatezza (domanda 17) dei suoni proposti risulta essere maggiore rispetto alla piacevolezza con un punteggio medio complessivo di 3.83 su 5, i suoni meno appropriati risultano essere: il suono digitale che notifica lo scorrere del tempo (3.33) ed il suono meccanico del movimento della cupola (3.45).

Si nota che l'utilità media dei suoni proposti è molto alta, con un punteggio medio di 4.57, risulta quindi percepita una alta utilità dei suoni presenti, in particolare risultano utili in maniera univoca i suoni relativi alle notifiche di emergenze (4.93) e il suono digitale che notifica il cambiamento delle condizioni climatiche (4.89).

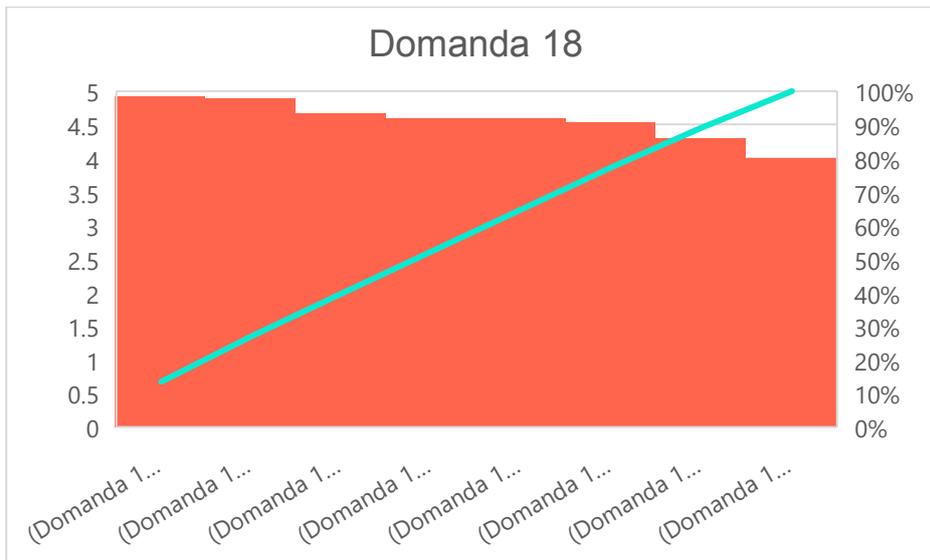


Figura 5. Nella domanda 18 viene interrogata l'utilità dei suoni presenti all'interno della sala di controllo, si noti che, nonostante la ridotta piacevolezza, tutti i suoni presenti sono ritenuti estremamente utili dai partecipanti.

Viene successivamente osservato nella domanda 19 quanto i partecipanti reputano distinguibili i suoni di notifica rispetto agli altri presenti all'interno della sala di controllo. Il punteggio medio generale risulta essere di 4.08 su 5. Tuttavia, i suoni che risultano maggiormente indistinguibili sono principalmente quelli che segnalano il termine della fase di calibrazione e quelli che indicano il completamento della procedura di acquisizione dei dati.

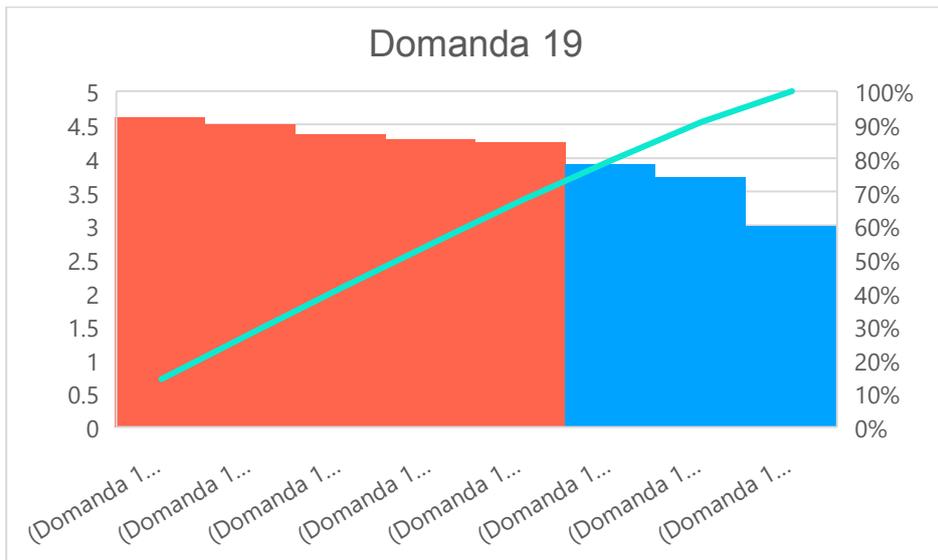


Figura 6. Nella domanda 19 si osserva che in media i suoni risultano essere particolarmente distinguibili l'uno dall'altro.

5.b.2 Seconda sezione

La seconda sezione del questionario somministrato indaga la presenza o meno di determinati suoni di notifica, siano essi digitali o naturali/meccanici, udibili all'interno della sala di controllo. La seconda sezione è composta da 16 item totali (da domanda 21 a domanda 36).

È stata rilevata la presenza di un suono che notifica le condizioni meteo sfavorevoli solo nel 50% delle risposte ricevute dai partecipanti, nonostante nella sezione precedente

viene segnalata una grande utilità di esso (4.89).

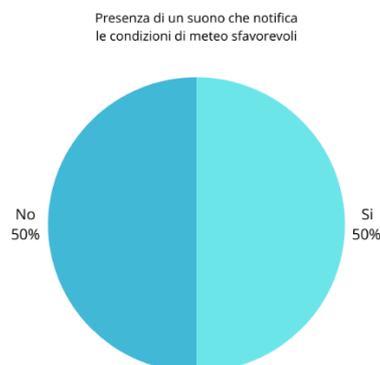


Figura 7. Si osserva che solo nel 50% delle sale di controllo è presente un suono che notifica la presenza di condizioni meteo sfavorevoli per l'osservazione.

Successivamente viene rilevato che un suono digitale che notifica il peggioramento o il miglioramento delle condizioni climatiche è assente nell' 85.70% delle sale di controllo.

Un suono di notifica che produce la fine dell'acquisizione dei dati è assente nel 35.70% dei casi. Viene osservato anche che i suoni di inizio del puntamento del telescopio e della fine del puntamento del telescopio sono assenti rispettivamente nel 71.42% e nel 57.14% dei casi, evidenziando due mancanze importanti che possono potenzialmente migliorare le prestazioni lavorative e diminuire il dispendio di energie cognitive durante il processo di osservazione.

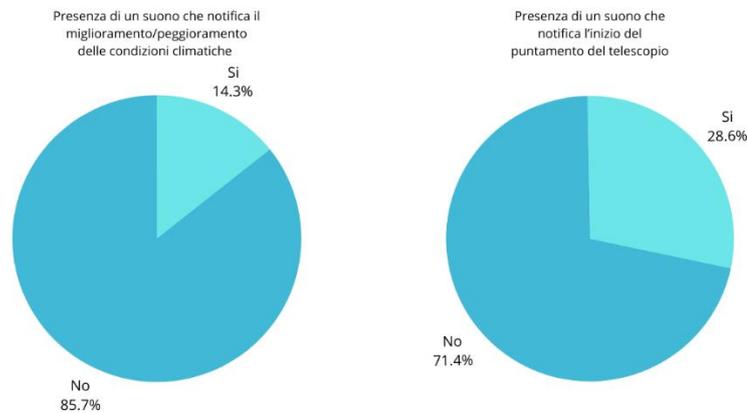


Figura 8. Viene osservato nel primo grafico a sinistra la mancanza di un suono che notifica il miglioramento o il peggioramento delle condizioni meteorologiche nell'85,70% dei casi. Nel grafico di destra viene osservata la mancanza nel 71,40% dei casi di un suono che notifica l'inizio del puntamento del telescopio.

Dai risultati dell'analisi delle domande 29, 30, 31 e 32 emerge che il 35.70% dei partecipanti evidenzia la presenza di altri suoni non proposti nelle domande precedenti, i quali risultano essere provenienti dallo schermo e quindi digitali. Viene chiesto ai partecipanti di fornirne una breve descrizione, dall'analisi delle risposte emerge la presenza di suoni di default che notificano errori di puntamento o acquisizione dell'oggetto, arrivo di messaggistica. Questi, sembrano presentare tutti il medesimo suono rendendo impossibile distinguere all'operatore, se non in maniera visiva, ciò che segnalano.

Nelle domande 33 e 34 viene indagata la presenza di suoni, digitali o meccanico/naturali, che i partecipanti ritrovano e percepiscono anche durante la vita extra-lavorativa, i quali vengono associati in modo automatico alla sala di controllo. Si osserva un 57.14% di risposte affermative, i suoni che vengono descritti sono i suoni base di default del sistema operativo del computer e i suoni di notifica di inizio del puntamento sono simili ai suoni di

notifica del cellulare. Attraverso le domande 35 e 36 viene osservato che il 42.86% degli astronomi afferma che ci sono suoni che ritengono utili e che, attualmente, non sono presenti all'interno della sala di controllo. Viene segnalata la mancanza in particolare di un suono che notifica il miglioramento/peggioramento delle condizioni meteorologiche (3 volte), un suono che notifichi la fine del puntamento del telescopio e di un suono che notifichi della presenza di un disallineamento tra la fenditura della cupola e del telescopio.

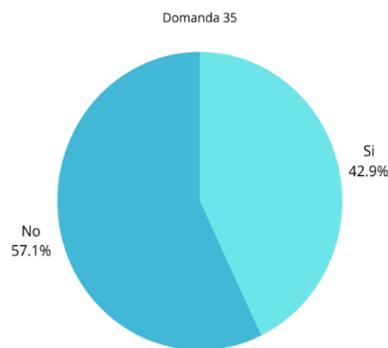


Figura 9. Nella domanda 35 viene osservato che nel 42,86% dei casi osservati esistono suoni che, seppur ritenuti utili, non sono presenti nelle rispettive sale di controllo.

5.b.3 Terza sezione

La terza, e ultima, sezione del questionario è composta da 7 item (da domanda 37 a domanda 43) e indaga sui gusti personali dei partecipanti. L'obiettivo, come anticipato nei paragrafi precedenti, è quello di osservare melodie o suoni che accomunano le preferenze degli astronomi, permettendo una proposta più mirata e specifica per una eventuale proposta di implementazione di nuovi suoni all'interno delle sale di controllo.

Viene evidenziato come le propensioni musicali dei partecipanti sono caratterizzate da un'ampia gamma di generi e stili musicali, è presente quindi una eterogeneità di ascolto.

Tuttavia, si evidenzia una comune preferenza per la musica classica.

Nelle domande 40,41 e 42 vengono indagate tre diverse caratteristiche dei suoni che vengono proposti: l'intensità, la durata e la gradevolezza. Viene osservato come in particolare i suoni risultano essere percepiti con una intensità medio-alta presentando un punteggio medio di 3.74 su 5.

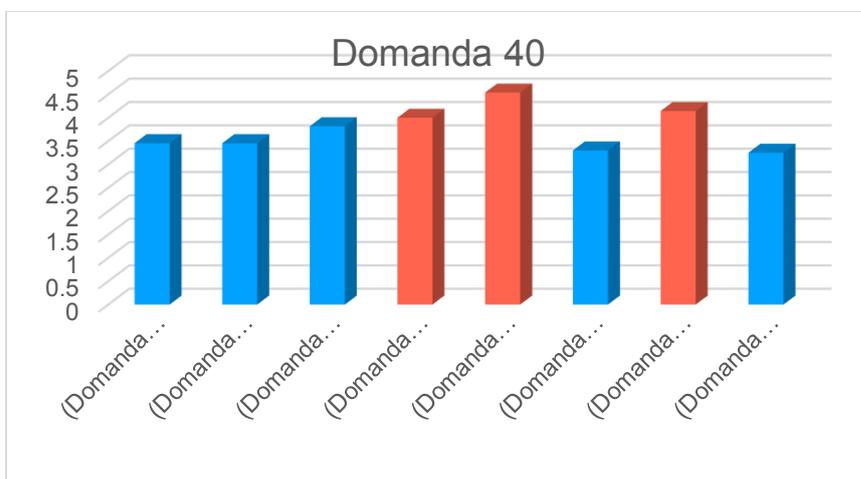


Figura 10. Viene osservata l'intensità percepita dei suoni di notifica suggeriti, si osserva come il suono che notifica le emergenze sia ritenuto particolarmente intenso. Tutti i suoni, tuttavia, presentano una intensità percepita molto alta in media (3.74).

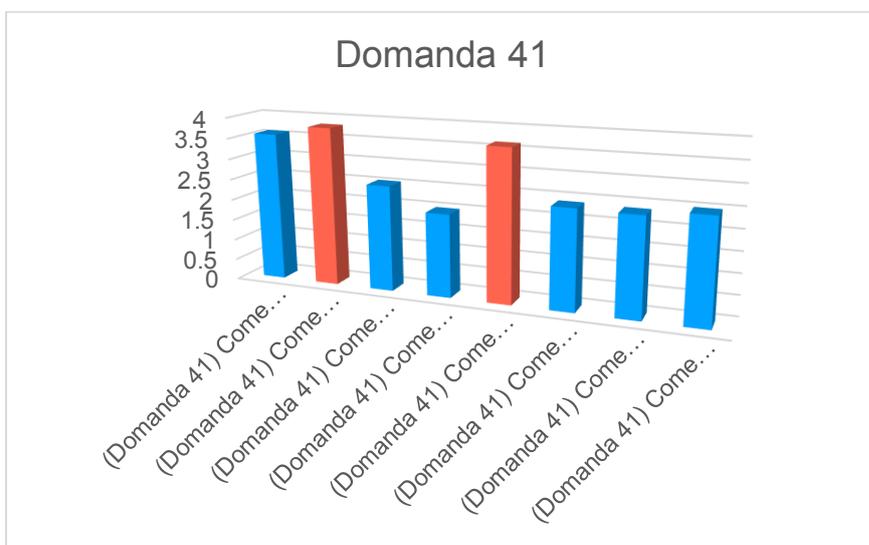


Figura 11. Evidenzia la percezione generale della durata di ognuno dei suoni proposti.

Capitolo 6

Discussione dei risultati

6.a Discussione critica

Dalla analisi dei dati risulta, nonostante il numero ridotto di risposte ottenute, che i soggetti partecipanti (92.86%) svolge attività secondarie, aumentando potenzialmente la possibilità di errore e diminuendo l'attenzione allo schermo del computer.

La percezione delle notifiche da parte dei soggetti sembra essere preferita attraverso l'utilizzo dello schermo piuttosto che del suono. Viene osservato come la maggioranza dei partecipanti osserva infatti le notifiche, siano esse di avviso o di emergenza, attraverso lo schermo dando una attenzione di tipo secondario a quelle di tipo sonoro. Nonostante i suoni siano disponibili e presenti all'interno della sala di controllo, i partecipanti manifestano una preferenza per le notifiche visive in quanto viene riportato che i suoni, se ritenuti fastidiosi, vengono abbassati ed ignorati. Tuttavia, emerge che i soggetti attribuiscono un'importanza significativa ai suoni presenti all'interno dell'ambiente di lavoro e manifestano la necessità o il desiderio di integrare uno o più segnali sonori all'interno delle sale di controllo. Si evidenziano in particolare due suoni: un suono digitale che notifica eventuali cambiamenti climatici e un suono digitale che notifica le emergenze. Si osserva inoltre che la maggioranza dei partecipanti si dedica a attività secondarie durante le sessioni di osservazione astronomica, aumentando il rischio di distrazione e possibili errori.

Durante il processo di osservazione astronomica, i soggetti coinvolti nella ricerca tendono a dedicarsi a compiti secondari che possono essere classificati come attività di tipo informatico, come ad esempio lavorare al computer, ascoltare musica, podcast e guardare video. Queste attività, sebbene possano sembrare innocue e addirittura utili per "ammazzare" il tempo e rendere meno pesante la serata in solitario all'interno della sala di

controllo, rischiano di portare a situazioni di distrazione e di possibili errori. In particolare, l'ascolto di musica, podcast e video può rappresentare un fattore di distrazione significativo, poiché richiede l'attenzione del soggetto e può impedire di percepire adeguatamente i suoni di allarme o altre notifiche che potrebbero essere cruciali per l'esecuzione dei compiti principali. Inoltre, l'utilizzo del computer per compiti secondari può rappresentare un ulteriore fattore di distrazione, poiché richiede l'attenzione del soggetto e può causare una dispersione dell'attenzione dalle attività principali. In sintesi, l'indagine condotta ha permesso di rilevare che i soggetti coinvolti nella ricerca tendono a dedicarsi a compiti secondari durante il processo di osservazione astronomica, rischiando di portare a situazioni di distrazione e di possibili errori. Questo comportamento può rappresentare un fattore di rischio significativo per l'efficacia e la precisione delle osservazioni astronomiche, poiché può impedire di percepire adeguatamente i suoni di allarme o altre notifiche.

Si osserva che i soggetti coinvolti hanno evidenziato la mancanza di un suono che notifica situazioni di emergenza all'interno della sala di controllo, e tutti hanno sottolineato l'utilità di un potenziale implemento di tale sistema di notifica. Inoltre, gli stessi soggetti hanno considerato utile l'implementazione di un suono che notifichi lo scorrere del tempo e che notifichi il cambiamento delle condizioni meteo. È importante sottolineare che i soggetti hanno anche richiesto la differenziazione dei suoni digitali, poiché essi risultano avere lo stesso suono utilizzato per notificare diverse informazioni. Questo potrebbe rendere potenzialmente lenta l'individuazione delle situazioni notificate e creare confusione negli astronomi. Inoltre, i partecipanti hanno dichiarato che il fattore della sonnolenza possa influenzare in maniera significativa la loro prestazione durante l'osservazione, il che suggerisce che un sistema di notifica efficace potrebbe essere particolarmente utile per aiutare gli astronomi a rimanere vigili e concentrati durante le lunghe ore di osservazione.

L'indagine condotta ha permesso di rilevare che i soggetti coinvolti nella ricerca considerano essenziale l'implementazione di un sistema di notifica che notifichi situazioni di emergenza all'interno della sala di controllo, nonché l'implementazione di suoni che notifichino lo scorrere del tempo e il cambiamento delle condizioni meteo. Inoltre, è stato evidenziato che la differenziazione dei suoni digitali è fondamentale per evitare confusione e facilitare l'individuazione delle situazioni notificate.

Nel corso dell'analisi condotta, i partecipanti hanno espresso un'opinione complessivamente positiva riguardo ai suoni utilizzati, valutandoli mediamente piacevoli, utili e altamente distinguibili, contraddicendo in parte le precedenti osservazioni. Tuttavia, è emerso nuovamente che i suoni di tipo digitale presentano tutti lo stesso “beep” di base del computer, generando una situazione in cui la distinzione tra le diverse notifiche risulta ancora una volta problematica. Nonostante l'apprezzamento generale per l'aspetto piacevole e l'utilità dei suoni utilizzati, la persistente omogeneità dei segnali digitali ha evidenziato la complessità nel distinguere le varie informazioni trasmesse attraverso il suono. Questa mancanza di differenziazione potrebbe compromettere l'efficacia del sistema di notifica e generare confusione tra gli operatori, influenzando negativamente la percezione e l'interpretazione delle informazioni trasmesse. In conclusione, sebbene i soggetti abbiano valutato positivamente i suoni in termini di piacevolezza e utilità, la presenza di una uniformità nei segnali digitali ha nuovamente evidenziato la sfida legata alla distinzione delle diverse notifiche. Questa problematica potrebbe richiedere un'attenta revisione e differenziazione dei suoni utilizzati al fine di ottimizzare l'efficacia del sistema di notifica e garantire una comunicazione chiara ed efficace all'interno dell'ambiente di lavoro.

I partecipanti coinvolti hanno espresso la mancanza di diversi suoni all'interno delle sale di controllo rispetto a quelli presentati all'interno del questionario. In particolare, sono state

osservate significative mancanze di un suono che notifica l'inizio e la fine del puntamento, di suoni che notificano le variazioni climatiche, di suoni che notificano la possibilità di riprendere l'osservazione grazie ad un miglioramento del tempo e l'assenza di un microfono ambientale. Tali mancanze potrebbero rappresentare un problema significativo per gli astronomi e gli operatori, poiché potrebbero influire negativamente sulla loro capacità di lavorare in modo efficiente e preciso. Una eventuale implementazione di questi suoni, differenziati ognuno per la funzione e per le informazioni che comunicherebbero ad astronomi ed operatori, potrebbe portare ad un benessere maggiore in termini di affaticamento cognitivo e migliorare i tempi di risposta a stimoli. Inizialmente, l'implementazione di questi suoni potrebbe risultare macchinoso e potenzialmente confusionario, poiché gli operatori dovrebbero adattarsi a nuove informazioni e nuove modalità di comunicazione. Tuttavia, con un adeguato training ed una nuova associazione automatica acquisita tra i suoni e le informazioni che essi comunicano, i tempi di risposta potrebbero migliorare significativamente, portando ad un aumento delle prestazioni generali dei lavoratori ed a un minore dispendio di energia cognitiva.

Durante l'analisi dei dati raccolti attraverso il questionario, i soggetti coinvolti hanno espresso un giudizio complessivamente positivo riguardo all'intensità dei suoni proposti, considerandola adeguata alle esigenze delle osservazioni astronomiche. Tuttavia, la durata dei suoni risulta essere percepita di media lunghezza, con una distribuzione che si avvicina alla gradevolezza. Inoltre, si osserva una correlazione significativa tra i suoni reputati piacevoli personalmente dai partecipanti e i suoni con la lunghezza maggiore. Questo suggerisce che, in generale, i soggetti tendono a preferire i suoni più lunghi, poiché questi sono percepiti come più gradevoli e meno fastidiosi. Ciò è in linea con la teoria che la lunghezza del suono influenza la percezione soggettiva della sua gradevolezza, con i suoni più lunghi tendendo a essere percepiti come più piacevoli.

6.b Limiti dello studio

Il campione di soggetti partecipanti al questionario non costituisce un numero statisticamente significativo. Pertanto, i risultati non possono essere generalizzabili per poter proporre un intervento specifico.

Viene evidenziato anche come alcuni soggetti ritengono adeguata e sufficientemente completa l'interfaccia dei suoni presenti all'interno delle sale di controllo (si nota che diversi astronomi, in quanto colleghi, hanno opinioni diverse su uguali sale di controllo). Risulta quindi difficile estendere un possibile intervento che possa essere accettato da tutti. Inoltre, viene osservato come il numero ridotto di partecipanti impedisce di osservare pattern di risposta all'interno del questionario, impedendo di comprendere se le domande presentate fossero poco chiare. Il campione ridotto dei partecipanti al test risulta oltretutto molto sensibile a outlier e risposte mancanti, che possono distorcere i risultati. Eventuali soggetti che non rispondono o rispondono in modo anomalo avrebbero un peso eccessivo.

Capitolo 7

Conclusioni

Lo studio esplorativo condotto aveva come obiettivo primario l'indagine sullo stato attuale e sulla qualità dei sistemi di notifica sonora presenti all'interno delle sale di controllo degli osservatori astronomici. Sebbene i risultati ottenuti non siano risultati statisticamente significativi, a causa delle ridotte dimensioni del campione di studio, è stato possibile ottenere dati e informazioni che potranno essere analizzati nuovamente per possibili implicazioni future e nell'applicazione del processo di sonificazione.

Nonostante i suddetti limiti, la maggioranza dei partecipanti ha espresso un atteggiamento favorevole nei confronti di un'implementazione di un sistema di sonificazione funzionale e adeguato all'interno delle sale di controllo. Questo dato, ricavato attraverso una analisi quantitativa delle risposte ottenute, evidenzia una generale apertura e interesse nei confronti della possibile innovazione portata dal processo di sonificazione. L'analisi delle risposte ha anche messo in luce alcune criticità relative ai suoni attualmente in uso. Diversi partecipanti hanno infatti segnalato che alcuni suoni di notifica risultano essere fastidiosi, poco chiari e, in alcuni casi, persino inadeguati alla loro funzione comunicativa. È emerso che i suoni di notifica digitale presentano in alcuni casi la medesima sonorità, anche in questo caso si evidenzia la propensione dei partecipanti a utilizzare suoni distinti al fine di diminuire le possibilità di errore durante le osservazioni. Inoltre, diversi partecipanti hanno sottolineato, quando richiesto, la potenziale utilità nell'implementare suoni aggiuntivi che non risultano essere presenti nei relativi contesti lavorativi, a dimostrazione della loro potenziale efficacia e del valore che gli astronomi stessi attribuiscono a tali sistemi.

In conclusione, lo studio affrontato è servito ad evidenziare sia i punti di forza che le mancanze, qualitative e quantitative, dei suoni di notifica presenti all'interno delle sale di

controllo. Attraverso la somministrazione del questionario è stato possibile rendere i partecipanti maggiormente consapevoli riguardo alle loro esigenze e alle caratteristiche sonore che non trovano di loro gradimento. Sebbene si tratti di uno studio esplorativo, i risultati ottenuti offrono informazioni significative relative al processo di sonificazione e alle sue future applicabilità, sottolineando che esiste ancora un ampio margine di miglioramento per raggiungere un sound design adeguato e funzionale all'interno dei contesti lavorativi. Inoltre, la ricerca ha evidenziato che, seppur molti astronomi possano essere risultati non pienamente consapevoli delle loro necessità sonore, esiste una domanda latente per un sistema di notifiche sonore più efficace e che possa soddisfare le esigenze degli astronomi. Pertanto, lo studio oltre a mettere in luce le aree di intervento necessarie, ha anche aperto la strada a future indagini e sviluppi nel campo della sonificazione, sottolineando l'importanza di considerare le preferenze e le esigenze dei lavoratori nella progettazione di soluzioni sonore innovative e funzionali.

Appendice

Di seguito viene riportato il questionario utilizzato per la ricerca per intero.

Prima sezione

La sonificazione, un processo che prevede la conversione dei dati in suono, ha attirato sempre più l'attenzione dei ricercatori nel campo degli studi astronomici. Questo approccio innovativo offre una nuova prospettiva su come percepiamo e analizziamo i dati astronomici, andando oltre le tradizionali rappresentazioni visive per sfruttare i sensi uditivi per scoprire modelli e sfumature nascoste all'interno di set di dati complessi. Altre motivazioni includono la creazione di risorse multisensoriali coinvolgenti, per l'istruzione, la divulgazione e per rendere l'astronomia più accessibile alle persone non vedenti o ipovedenti. Attraverso il processo di sonificazione si ipotizza che sia possibile aumentare la qualità del lavoro durante le osservazioni astronomiche grazie all'implementazione di suoni specifici che notificano il completamento delle varie fasi dell'osservazione, la qualità della visibilità, le emergenze, ecc... Con questo questionario vogliamo esplorare un possibile intervento di sonificazione nelle sale di controllo dei telescopi e le varie difficoltà che astronomi e operatori possono incontrare durante l'utilizzo di strumenti per l'osservazione astronomica e se l'utilizzo di suoni di diversa natura possa avere benefici in termini di prestazioni e benessere.

Quanti anni hai?

Qual è il tuo genere?

Qual è la tua nazionalità?

In quale control room lavori?

Quale ruolo ricopri all'interno della control room durante le osservazioni?

(Domanda 1) Qual è il grado di impegno richiesto nello svolgere le seguenti azioni?

- (Domanda 2) Quanto reputi importanti le varie fasi che compongono l'osservazione?
- (Domanda 3) Durante l'osservazione svolgi anche altre attività in contemporanea?
- (Domanda 4) Oltre a quelle elencate in precedenza, se svolgi altre attività durante l'osservazione elencale di seguito:
- (Domanda 6) Possono esserci delle emergenze durante l'osservazione (come, ad esempio, un malfunzionamento dello strumento, danni al telescopio, danni alla cupola, emergenze naturali)?
- (Domanda 7) Se sì, tutte le situazioni di emergenza sono precedute da un suono di allarme?
- (Domanda 8) Se no, credi che sarebbe utile implementare un suono d'allarme di notifica per prevenire eventuali rischi?
- (Domanda 9) Dopo una pausa forzata dalle osservazioni, ad esempio per ragioni meteo, come sai quando è il momento di riprendere ad osservare?
- (Domanda 10) Mentre osservi fai mai delle pause allontanandoti dal telescopio?
- (Domanda 11) Durante l'osservazione, usi qualche suono che avvisi lo scorrere del tempo?
- (Domanda 12) Se sì, che tipo di evento notifica il suono?
- (Domanda 13) Reputi che l'attuale allarme acustico sia appropriato? (Se no, specifica di seguito a che suono ti riferisci)
- (Domanda 14) Quanto reputi che la sonnolenza influenzi la tua prestazione durante l'osservazione?
- (Domanda 15) Quanto sono chiaramente udibili i suoni all'interno della control room?
- (Domanda 16) Quanto reputi piacevoli i suoni presenti nella control room?
- (Domanda 17) Quanto reputi appropriati i suoni presenti nella control room?
- (Domanda 18) Quanto reputi utili i suoni all'interno della control room?
- (Domanda 19) Quanto reputi facile la distinzione tra un suono specifico (indicato sotto) e tra tutti gli altri presenti all'interno della control room (anche oggetti personali)?

(Domanda 20) Oltre ai suoni elencati precedentemente, ne sono presenti altri? Se sì, quali?

Seconda sezione

La seguente sezione del questionario procede con l'indagare la presenza o meno di determinati suoni di notifica digitali o naturali/meccanici presenti e udibili all'interno della control room. N.B. Per suoni naturali si intendono quei suoni che vengono prodotti dalle condizioni meteorologiche (tuoni, vento, pioggia etc.), per suoni meccanici si intendono, invece, quei suoni che vengono prodotti dal movimento dei macchinari presenti all'interno della cupola.

(Domanda 21) La tua strumentazione produce suoni che notificano le condizioni meteo sfavorevoli?

(Domanda 22) La tua strumentazione produce suoni che notificano il miglioramento o peggioramento delle condizioni meteorologiche?

(Domanda 23) Dalla control room quanto riesci a udire il rumore meccanico del telescopio durante il puntamento?

(Domanda 24) Dalla control room quanto riesci a udire il rumore meccanico del movimento della cupola?

(Domanda 25) La tua strumentazione produce un suono che notifica la fine dell'acquisizione dei dati?

(Domanda 26) È presente un suono digitale che notifica l'inizio del puntamento del telescopio?

(Domanda 27) La tua strumentazione produce un suono/i che notifica la fine del puntamento del telescopio?

(Domanda 28) È presente un suono che notifica la fine dell'esposizione?

(Domanda 29) Oltre a quelli menzionati, sono presenti altri suoni durante l'osservazione?

(Domanda 30) Da dove provengono questi suoni?

(Domanda 31) Che tipo di suoni sono?

(Domanda 32) Descrivi brevemente questo/i suono/i e la loro funzione.

(Domanda 33) Ci sono suoni che senti in situazioni extra lavorative che associ automaticamente a quelli che ritrovi all'interno della control room?

(Domanda 34) Se sì, puoi farci qualche esempio?

(Domanda 35) Ci sono suoni che ritieni utili e che attualmente non sono presenti nella control room?

(Domanda 36) Se sì, forniscine una breve descrizione.

Terza sezione

In questa ultima sezione andremo ad esplorare i suoi gusti personali in ambito di sonorità. Con queste domande si vuole esplorare la possibilità di trovare melodie o suoni che accomunano le preferenze degli astronomi, permettendo una proposta più mirata e specifica nell'eventuale scelta di implementazione di nuovi suoni.

(Domanda 37) Durante le osservazioni fai uso delle cuffie?

(Domanda 38) Ascolti giornalmente musica?

(Domanda 39) Se sì, che genere di musica preferisci?

(Domanda 40) Come reputi l'intensità del volume dei suoni elencati di seguito?

(Domanda 41) Come reputi la durata dei suoni elencati di seguito?

(Domanda 42) Come reputi la gradevolezza dei suoni elencati di seguito?

(Domanda 43) Hai qualche commento/suggerimento che vorresti lasciarci?

Bibliografia

Özcan Rene van Egmond, E., & Edworthy, J. (2015). *Final Report ESA Project code AO I-7223/12/F/MOS (Sound ergonomics to enhance alarm management) AUDITORY DISPLAY DESIGN FOR ESA A theoretical approach to designing auditory warnings for manned and unmanned mission control rooms.*

Walker, B. N., & Nees, M. A. (n.d.). *2 Theory of Sonification.*

Walker, B. N., & Nees, M. A. (2005b). Brief training for performance of a point estimation task sonification task. Proceedings of the International Conference on Auditory Display (ICAD2005) (pp. TBD.), Limerick, Ireland.

TSUBASA YOSHIDA, KRIS M. KITANI, HIDEKI KOIKE, SERGE BELONGIE, AND KEVIN SCHLEI (2011): EdgeSonic: image feature sonification for the visually impaired. In Proc. 2nd Augmented Human Internat. Conf., pp. 11:1–11:4. ACM Press, 2011.

Robare, P., & Kaufer, D. (2009). *Sound in Product Design Master of Design in Interaction Design.*

Hermann, T. (n.d.). *TAXONOMY AND DEFINITIONS FOR SONIFICATION AND AUDITORY DISPLAY.* (2008)

<http://wvvel.csee.wvu.edu/sepscor/sonification/lesson9.html>,

Hildebrandt T, Hermann T, and Rinderle-Ma S (2014). A sonification system for process monitoring as secondary task. In 5th IEEE Int. Conf. On Cognitive Infocommunication, Vietri sul Mare, Italy, pp. 191-196.

Lees Fryer, D. (2014). *Sonifying the Higgs: Choice and Coding Orientation in the Recontextualization of Quantitative Data*. <https://soundcloud.com/lhcopensymphony>

Buehler, M. J. (n.d.). *Nanomechanical sonification of the 2019-nCoV coronavirus spike protein through a materiomusical approach*. <https://soundcloud.com/user-275864738/viral-counterpoint-of-the-coronavirus-spike->

E Lemmon, M Schedel, I Bilkhu, H Zhu, L Escobar, G Aumoithe

Mapping in the emergency: Designing a hyperlocal and socially conscious sonified map of covid-19 in suffolk county, new york

Proceedings of the 7th Interactive Sonification Workshop (ISon), 2022•

Zanella, A., Harrison, C. M., Lenzi, S., Cooke, J., Damsma, P., & Fleming, S. W. (2022).

Sonification and Sound Design for Astronomy Research, Education and Public

Engagement. <https://doi.org/10.1038/s41550-022-01721-z>

Kramer, G. (1994). An introduction to auditory display. In G. Kramer (Ed.), *Auditory display: Sonification, audification, and auditory interfaces* (pp. 1-78). Reading, MA: Addison Wesley.

Cherry, E. C. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and two ears. *Journal of the Acoustical Society of America*, 25, 975–979.

Simon Haykin and Zhe Chen. 2005. The cocktail party problem. *Neural computation* 17, 9 (2005), 1875–1902.

Nees, M. A. (n.d.). *EIGHT COMPONENTS OF A DESIGN THEORY OF SONIFICATION*. Lafayette College Oechsle Hall Easton, PA, 18040 USA neesm@lafayette.edu

Tsubasa Yoshida, Kris M Kitani, Hideki Koike, Serge Belongie, and Kevin Schlei. 2011. *EdgeSonic: image feature sonification for the visually impaired*. In Proceedings of the 2nd Augmented Human International Conference. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA.

Max, C., Widmann, A., Kotz, S. A., Schroger, E., & Wetzel, N. (2015). Distraction by emotional sounds: Disentangling arousal benefits and orienting costs. *Emotion*, 15(4).