



Co-funded by
the European Union



Formazione specializzata e aggiornata sul supporto alle tecnologie avanzate per i professionisti e i laureati per l'educazione e per la cura della prima infanzia

MODULO VII.3

Assistenza precoce e applicazione di risorse intelligenti: utilizzo della tecnologia di eye tracking e dell'applicazione web eEarlyCare

Docente

Dr María Consuelo Sáiz Manzanares
Dipartimento di Scienze della Salute
Università di Burgos

"Formazione specializzata e aggiornata sul supporto alle tecnologie avanzate per i professionisti e i laureati per l'educazione e per la cura della prima infanzia", e-EarlyCare-T, progetto 2021-1-ES01-KA220-SCH-000032661, è cofinanziato dal programma Erasmus+ dell'Unione Europea, Azione chiave KA220, Cooperazione fra studiosi per Partenariati strategici. Il contenuto della pubblicazione è di esclusiva responsabilità degli autori. Né la Commissione europea né il Servizio spagnolo per l'internazionalizzazione dell'istruzione (SEPIE) sono responsabili dell'uso che può essere fatto delle informazioni qui diffuse".



Indice

I. INTRODUZIONE	4
II. OBIETTIVI	4
III. CONTENUTI SPECIFICI	4
3.1. L'eye tracking (ET) applicato all'intervento precoce	4
3.1.1. Cos'è la tecnologia di ET?	4
3.1.2. Metriche di registrazione nell'ET, loro significato nell'elaborazione delle informazioni	7
3.1.3. Sincronizzazione del tracciamento oculare con altre registrazioni	9
3.1.4. Marcatori biometrici applicati alla valutazione e all'intervento con i bambini	11
3.2. Applicazione web eEarlyCare	16
3.2.2. Funzionalità dell'applicazione web eEarlyCare: studi rappresentativi	20
SINTESI	20
GLOSSARIO	20
BIBLIOGRAFIA	21
RISORSE	22

I. INTRODUZIONE

Il Modulo VII.3 si riferisce all'uso di risorse intelligenti per l'osservazione, l'analisi e l'intervento in età precoce. In particolare, questa parte del Modulo VII introdurrà l'uso della tecnologia di eye tracking applicata alla valutazione dei bambini in tenera età. Inoltre, presenterà un'applicazione web, eEarlycare, che consente di registrare le analisi osservative e di interpretare i risultati attraverso un sistema di analisi dell'apprendimento. Questo sistema offre profili personalizzati per ogni utente e, sulla base di questi profili, fornisce proposte di programmi personalizzati di intervento terapeutico.

II. OBIETTIVI

Apprendere le funzionalità dell'uso della tecnologia di eye tracking per l'osservazione delle abilità nei bambini in età precoce.

Apprendere le possibilità offerte dall'uso dell'applicazione eEarlyCare per la valutazione e l'intervento sulle abilità funzionali nel periodo di sviluppo 0-6 anni.

III. CONTENUTI SPECIFICI

3.1. Eye tracking (ET) applicato all'intervento precoce

In primo luogo, affronteremo il concetto di tecnologia eye-tracking e la sua possibile applicazione nella valutazione dell'elaborazione delle informazioni durante la risoluzione di un compito con bambini (con e senza disabilità) in tenera età.

3.1.1. Che cos'è la tecnologia di ET?

La tecnologia Eye-tracking (ET) si basa sul tracciamento degli occhi e misura i movimenti oculari. La spiegazione è sostanzialmente l'acquisizione del tracciamento oculare - mentre l'utente esegue un'attività - attraverso uno schema di luce infrarossa diretto verso gli occhi. La luce infrarossa viene riflessa dagli occhi e i riflessi degli occhi vengono catturati dalle telecamere dell'eye-tracker. Quindi, grazie all'applicazione di algoritmi, l'eye tracker riconosce dove l'utente sta guardando. La Figura 1 mostra come funziona: c'è uno stimolo sullo schermo del computer, l'occhio percepisce l'immagine in una posizione di assi coordinati (questi possono essere in 3D, x,y,z, o 2D x,y) nella posizione dell'occhio destro e dell'occhio sinistro. Inoltre, il movimento oculare può essere registrato senza che il soggetto debba guardare lo schermo: può guardare una lavagna, un oggetto, una superficie, ecc.

Si tratta di un'opzione utile nell'osservazione e nella valutazione dei bambini piccoli. Un esempio di valutazione di questo tipo è mostrato nelle Figure 3 e 4 (in questo caso vengono analizzate solo le coordinate 2D, x, y). Questi dispositivi sono molto potenti e sono in grado di adattarsi ai movimenti della testa. Sono quindi consigliati per la valutazione dei bambini piccoli. Possono acquisire dati sui movimenti oculari a velocità comprese tra 60 Hz e 1200 Hz.

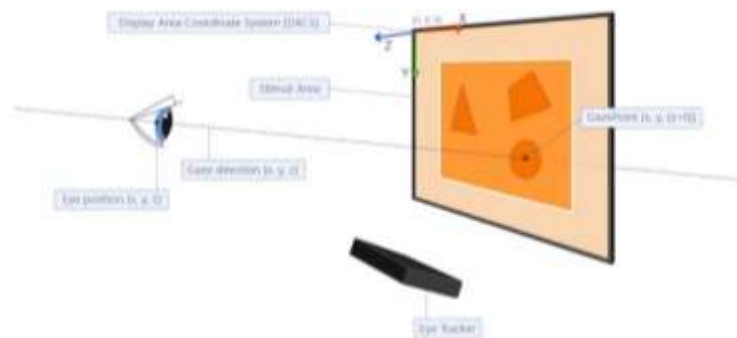


Figure 22. Display Area Coordinate System (DACS)

Figura 1. Tratto da Tobii Pro Lab Manual v. 1.194 pag. 155.

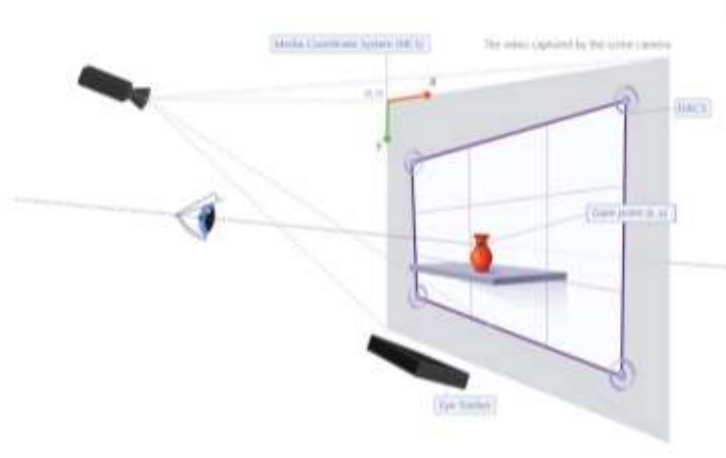


Figure 24. Scene Camera Projects and the Media Coordinate System (MCS)

Figura 2. Tratto dal Manuale di laboratorio Tobii Pro v. 1.194 pag. 158.



Figura 3. Immagine tratta dalle informazioni di Tobii su web.





Figura 4. Immagine tratta dalle informazioni di Tobii su webb

Un'altra possibilità è quella di utilizzare occhiali che incorporano un software di tracciamento oculare (vedi Figura 5). Gli occhiali possono misurare utilizzando un sistema di coordinate 3D. La posizione dell'occhio e i vettori dello sguardo vengono calcolati dalle immagini dell'occhio su un modello 3D. Il punto di sguardo viene calcolato come il punto di vergenza tra i due vettori di sguardo. In questo processo è importante calibrare correttamente il posizionamento dello sguardo. La Figura 6 mostra un esempio di analisi del posizionamento dello sguardo.

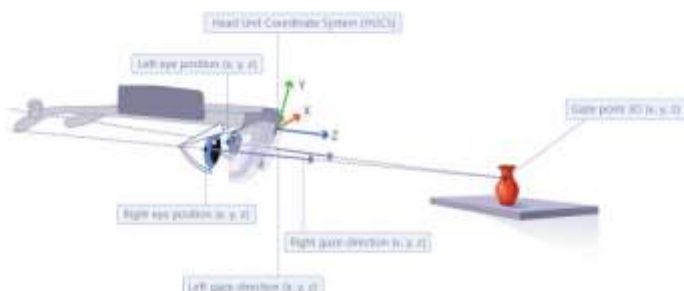


Figure 25. Head Unit Coordinate System (HUCS)

Figura 5. Tratto da Tobii Pro Lab Manual v. 1.194 p. 159

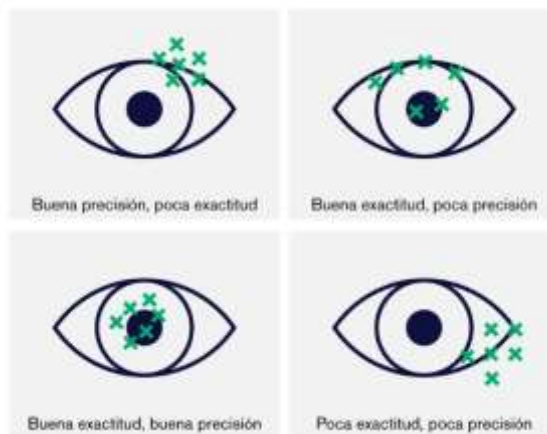


Figura 6. Tratto dal link di Tobii dynavox



3.1.2. Metriche di registrazione nell'ET e loro significato nell'elaborazione delle informazioni

L'eye tracking può registrare molte metriche, che possono essere classificate in metriche statiche e dinamiche (Sáiz-Manzanares et al., 2020). Le prime si riferiscono ai parametri di fissazione, saccade e sguardo. Tutte hanno estensioni diverse come (frequenza, velocità, durata media, ecc.). Le metriche dinamiche si riferiscono alla registrazione del percorso posizionale del tracciamento oculare effettuato e, a seconda del tipo di tecnologia, possono essere chiamate percorso di scansione o punto di sguardo. La tabella 1 mostra le metriche più significative e la loro corrispondenza con i processi cognitivi che si verificano durante l'esecuzione di diversi compiti.

Tabella 1. Metriche rappresentative nell'ET e loro corrispondenza con l'elaborazione delle informazioni. Adattata da Sáiz-Manzanares et al. (2019); Sáiz-Manzanares et al. (2020).

Metrica	Acronimo	Significato	Corrispondenza IP
Durata dell'intervallo	DI	Durata di tutti gli intervalli di tempo di interesse, con medie, mediane, somme, frequenze, varianze e deviazioni standard.	
Inizio dell'intervallo	YES	L'ora di inizio di tutti gli intervalli di tempo per ogni tempo di interesse, con medie, mediane, somme, frequenze, varianze e deviazioni standard.	
Numero di eventi	NE	Eventi personalizzati ed eventi registrati in tempo reale, per ciascun tempo di evento, con medie, mediane, somme, frequenze, varianze e deviazioni standard.	
Validità dei dati oculari	VED	Si riferisce alla corretta identificazione degli occhi. Ovvero, se la calibrazione è corretta.	
Calibrazione	C	Informazioni sulla regolazione della calibrazione.	
Conteggio della fissazione	FC	Numero di fissazioni di tutti gli stimoli selezionati.	Una FC elevata significa un numero maggiore di fissazioni su uno stimolo, il che indica che i partecipanti potrebbero avere una minore conoscenza del compito o difficoltà a discriminare tra informazioni rilevanti e non rilevanti.
Durata della fissazione	FD		Fornisce un'indicazione del livello di interesse e dei tempi di reazione dell'utente. Una durata maggiore è solitamente associata a un'elaborazione cognitiva più profonda e a uno sforzo maggiore. La durata della fissazione fornisce anche informazioni sul processo di ricerca.
Durata media della fissazione	FDA	Durata media della fissazione	Una FDA più lunga significa che il partecipante dedica più tempo all'analisi e all'interpolazione del contenuto informativo all'interno delle diverse AOI.
Durata massima della fissazione	FDMa	Durata massima della fissazione	Si riferisce ai tempi di reazione.
Durata minima della fissazione	FDMi	Durata minima della fissazione	Si riferisce ai tempi di reazione.
Totale della dispersione della fissazione	FDT	Somma tutte le dispersioni sugli assi di fissazione (x,y o x,y,z) a seconda che il dispositivo misuri in 2D o in 3D.	Si riferisce alla percezione delle informazioni nelle diverse componenti del compito.
Media della dispersione della fissazione	FDA	Somma di tutte le dispersioni di fissazione sugli assi divisa per il numero di fissazioni nel test.	Analizza le dispersioni in ciascuna delle fissazioni sui diversi stimoli



Numero di saccadi	SC	Numero totale di saccadi in ciascuno degli stimoli.	Più saccadi significano più strategie di ricerca. Maggiore è l'ampiezza della saccade, minore è lo sforzo. Sforzo cognitivo: può anche riferirsi a problemi di comprensione delle informazioni.
Frequenza di saccade	SFC	Somma della frequenza di tutte le saccadi	Si riferisce alla frequenza d'uso delle saccadi che sono legate alle strategie di ricerca.
Durata totale della saccade	SDT	Somma della durata di tutte le saccadi	Si riferisce alla frequenza d'uso delle saccadi che sono legate alle strategie di ricerca.
Durata media della saccade	SDA	Durata media delle saccadi in ogni AOI	Questi dati permettono di discriminare tra utenti dipendenti o indipendenti.
Durata massima della saccade	SDMa	Durata massima della saccade	Gli utenti inesperti nell'esecuzione di un compito hanno saccadi più brevi.
Durata minima della saccade	SDMi	Durata minima della saccade	Gli utenti inesperti nell'esecuzione di un compito hanno saccadi più brevi.
Ampiezza totale della saccade	SAT	Somma dell'ampiezza di tutte le saccadi	Gli utenti inesperti nell'esecuzione di un compito hanno saccadi più brevi.
Ampiezza massima della saccade	SAMa		Gli utenti inesperti nell'esecuzione di un compito hanno saccadi più brevi.
Ampiezza minima della saccade	SAMi		Gli utenti inesperti nell'esecuzione di un compito hanno saccadi più brevi.
Velocità totale della saccade	SVT	Somma della velocità di ogni saccade	Direttamente correlato alla velocità di elaborazione delle informazioni quando si passa da un elemento all'altro all'interno di uno stimolo.
Velocità massima della saccade	SVMa	Valore massimo della velocità registrata della saccade	Direttamente correlato alla velocità di elaborazione delle informazioni, quando si passa da un elemento all'altro all'interno di uno stimolo.
Velocità minima della saccade	SVMi	Valore minimo della velocità registrata della saccade	Direttamente correlato alla velocità di elaborazione delle informazioni, quando si passa da un elemento all'altro all'interno di uno stimolo.
Latenza media della saccade	SLA	Pari al tempo che intercorre tra la fine di una saccade e l'inizio della saccade successiva.	Direttamente correlato ai tempi di reazione nell'elaborazione delle informazioni. La latenza iniziale della saccade fornisce informazioni relative al tempo del processo di ricerca.
Conteggio dei battiti	BC	Numero di battiti degli occhi durante l'attività	Battere gli occhi è legato all'elaborazione di informazioni durante l'esposizione. a uno stimolo per generare l'azione successiva. Gli utenti con un'elaborazione più rapida delle informazioni possono avere battiti degli occhi più brevi. Tuttavia, questa azione può verificarsi anche quando è richiesta l'attenzione. Questi risultati devono essere confrontati con i risultati di altre metriche per inserirli nell'analisi di un modello di apprendimento.
Conteggio della frequenza di battito	BFC	Numero di battiti di tutti i test selezionati prove al secondo diviso per numero di prove selezionate	
Durata totale del battito	BDT	Somma della durata di tutti i battiti delle prove selezionate divisa per il numero di prove selezionato	
Durata media del battito	BDA	La somma della durata di tutti i battiti di tutti i test selezionati divisa per il numero di test selezionati	
Durata massima del battito	BDMa		
Durata minima del battito	BDMi		
Diametro della pupilla	PS	Diametro della pupilla	Si riferisce all'interesse che uno stimolo o parte di esso può suscitare nell'utente.



Durata totale della visita	TDV	Tempo totale in cui ogni partecipante ha visitato l'AOI.	Fornisce dati sull'attenzione a uno stimolo o a una parte di esso.
Durata media della visita	ADV	Durata media di ciascun partecipante per ogni AOI rispetto alla media totale.	
Numero di visite	NV	Numero di visite all'interno di ogni AOI.	
Lunghezza del percorso di scansione	SPL	Fornisce il modello comportamentale di apprendimento dell'utente durante la risoluzione del compito.	Lo studio dei modelli comportamentali dell'apprendimento faciliterà chi guiderà durante le fasi di apprendimento. La lunghezza del percorso di scansione fornisce informazioni sui tempi di reazione nei compiti senza durata predeterminata.
Tempo di permanenza	DWT	Durata di tutte le fissazioni e di tutte le saccadi all'interno di un AOI, comprese le rivisitazioni (uscite e rientri) di tutti i partecipanti allo studio diviso per il numero di partecipanti.	La DWT si riferisce all'interesse di un partecipante per uno stimolo all'interno di una determinata AOI.
Durata dello sguardo	GD	Durata della saccade quando si entra nell'AOI più la somma della durata di tutte le fissazioni e di tutte le saccadi prima di uscire dall'AOI.	La GD indica i tempi di reazione quando si elaborano informazioni all'interno di uno stimolo e di un AOI. Aiuta a distinguere tra partecipanti dipendenti dal campo e indipendenti dal campo.
Durata del divertimento	DD	La somma della durata di tutte le saccadi in entrata e in uscita dall'AOI più la somma della durata di tutte le fissazioni e di tutte le saccadi all'interno dell'AOI prima dell'uscita.	Il DD può essere utilizzato per analizzare l'input, il tempo di permanenza e il tempo di uscita di ogni stimolo inserito in ogni AOI.
Conteggio degli sguardi	GC	Numero di sguardi su un bersaglio (preso dall'esterno) in un determinato periodo con entrambi gli occhi.	La GC aiuta ad analizzare i tempi di reazione e la loro durata per diversi stimoli. Ciò fornisce informazioni sul modo in cui le informazioni vengono elaborate dai diversi partecipanti.

3.1.3. Sincronizzazione del tracciamento oculare con altre registrazioni

- a) Registrazione della risposta cutanea psicogalvanica (GSR). Oggi la tecnologia di eye tracking consente di sincronizzare le informazioni provenienti dall'eye tracking con altri canali di registrazione, come la risposta cutanea psicogalvanica (GSR). La teoria tradizionale dell'analisi della risposta galvanica cutanea si basa sul presupposto che la resistenza della pelle varia in base allo stato delle ghiandole sudoripare. La sudorazione nel corpo umano è regolata dal sistema nervoso autonomo (ANS). In particolare, se il ramo simpatico (SNS) dell'ANS è molto eccitato, aumenta anche l'attività delle ghiandole sudoripare, che a sua volta aumenta la conduttanza cutanea, e viceversa. Pertanto, la conduttanza cutanea può essere una misura delle risposte del SNS umano. Questo sistema è direttamente coinvolto nella regolazione del comportamento emotivo. Altri studi hanno evidenziato la relazione tra il segnale GSR e alcuni stati fisici che possono influenzare gli stati mentali, come lo stress, la fatica e l'impegno nell'attività. Il segnale GSR viene registrato con due elettrodi posizionati sul secondo e terzo dito di una mano. La variazione di una corrente a bassa tensione applicata tra i due elettrodi viene utilizzata come misura dell'attività elettrodermica (EDA). La GSR può offrire le misure qui di seguito indicate.

Attivazione. Si riferisce al livello di base dell'eccitazione fisiologica prodotta da uno stimolo o da una situazione. L'eccitazione emotiva può essere dovuta a una risposta emotiva positiva o negativa. L'attivazione è espressa in percentuale rispetto a una linea di base definita durante gli stimoli di calibrazione. I valori inferiori a 0 sono associati a uno stato di rilassamento o di calma. I valori superiori a 0 sono associati a uno stato di eccitazione. Un valore di -100% si riferisce alla risposta massima di rilassamento osservata durante la calibrazione. Un valore del 100% si riferisce alla risposta massima osservata al mezzo di calibrazione. Un valore superiore al 100% è possibile se la risposta calcolata supera quella misurata durante la calibrazione.



Impatto: L'impatto emotivo misura il numero e l'intensità dei cambiamenti un tantum dello stato emotivo prodotti da uno stimolo, da un evento esterno o durante l'esecuzione di un compito. In altre parole, l'impatto identifica qualcosa che colpisce o produce eccitazione o stress. L'impatto è espresso in percentuale. Un valore pari allo 0% significa che non c'è impatto. Un valore del 100% equivale al valore misurato in risposta ai mezzi di calibrazione. Un valore superiore al 100% è possibile se la reazione calcolata supera quella misurata durante la calibrazione.

- b) Registrazione encefalografica (EEG). A seconda del dispositivo, le registrazioni EEG possono registrare informazioni da 8, 16, 32 e 64 canali tramite elettrodi a secco o semi-secco. Questi sensori sono progettati per il monitoraggio versatile rispetto a un'ampia varietà di ambienti di monitoraggio con un elevato livello di precisione anche in movimento. Un esempio delle aree di registrazione è visibile nella Figura 7, tratta dai dati gratuiti di Bitbrain. In particolare, in questa immagine sono analizzati 16 canali nelle aree dello sviluppo, frontale, prefrontale e occipitale.

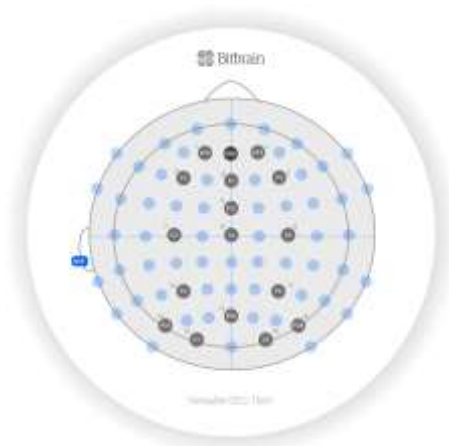


Figura 7. Immagine della registrazione EEG a 16 canali tratta dal link Bitbrain.

Le metriche che possono essere estratte dall'EEG sono qui di seguito indicate.

Valenza: misura il grado di attrazione provato in risposta agli stimoli o a una situazione, che va da una reazione positiva/piacevole a una reazione negativa/sgradevole. La valenza è espressa in percentuale. Un valore positivo o negativo del 100% equivale al valore misurato in risposta al mezzo di calibrazione. Un livello di valenza superiore al 100% (positivo o negativo) è possibile se la reazione calcolata supera quella misurata durante la calibrazione.

Memorizzazione: si riferisce al carico di lavoro, misurando l'attenzione o la concentrazione neurologica di un partecipante quando gli vengono presentati degli stimoli. In altre parole, rappresenta l'uso di risorse cognitive per eseguire un compito o visualizzare uno stimolo. Il carico di lavoro è espresso in percentuale. Valori prossimi allo 0% indicano che il partecipante è molto dis-tratto, mentre un valore prossimo al 100% indica che il partecipante è molto attento allo stimolo.

Coinvolgimento: si riferisce al grado di coinvolgimento o di connessione tra il partecipante e lo stimolo o il compito. È un indicatore più complesso dell'attenzione, poiché un partecipante può essere attento a un compito anche se non trova interessanti le informazioni presentate. Il coinvolgimento è espresso in percentuale. Un valore vicino allo 0% indica che non c'è alcuna connessione o legame con gli stimoli. Un valore vicino al 100% indica un elevato coinvolgimento con gli stimoli o il compito.

Tutte le metriche possono essere incorporate e analizzate in diversi canali di registrazione, di cui un esempio è riportato nella Figura 8.





Figura 8. Analisi dei log multicanale Tratto da Bitbrain web

L'applicazione di questa tecnologia si trova negli studi di Dollion et al. (2021); Box-hoorn et al. (2019); Murias et al. (2017) e Leckey et al. (2020).

3.1.4. Marcatori biometrici applicati a valutazione e intervento con bambini piccoli

I risultati di studi recenti sull'uso di misure biometriche applicate all'analisi dell'elaborazione delle informazioni sono promettenti. Le misure biometriche consentono di catturare i comportamenti inconsci e involontari delle persone (Borgianni e Maccioni, 2020). L'uso di misure biometriche è utile per comprendere il modo in cui gli esseri umani elaborano le informazioni e le risposte emotive. Inoltre, sono in corso diversi studi per testare l'efficacia dell'applicazione di diverse tecniche di Machine Learning rispetto all'accuratezza dell'analisi dei risultati di diverse registrazioni biometriche (Borgianni e Maccioni, 2020). In particolare, le tecniche di Machine Learning a regressione sono risultate più efficaci rispetto agli algoritmi Naive Bayes e agli algoritmi ad albero decisionale J48 e Random Forest (cfr. Modulo IV. 1).

Di seguito è riportato un elenco di ricerche recenti in cui la tecnologia di eye-tracking è stata applicata in studi su neonati e bambini utilizzando diverse apparecchiature di eye tracking a uno o più canali (Tabella 2).



Tabella 2. Elenco di ricerche recenti che utilizzano la tecnologia di eye-tracking per analizzare diversi aspetti dell'elaborazione delle informazioni in neonati e bambini piccoli con e senza disabilità.

Studio	Sintesi	Funzionalità dell'applicazione della tecnologia di eye tracking	Strumento applicato
<p>Gastmann, F., and Poarch, G.J. (2022). Cross-language activation during word recognition in child second-language learners and the role of executive function. <i>Journal of Experimental Child Psychology</i>, 221, 105443. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2022.105443</p>	<p>Questo studio ha indagato i processi di recupero lessicale in bambini bilingui di 4-6 anni, esplorando l'attivazione cross-linguistica durante il riconoscimento di parole di L2 in contesti semanticamente correlati e non correlati in inglese. Sia i dati relativi alla pressione dei tasti (tempi di reazione e accuratezza) che quelli relativi al tracciamento oculare (percentuale di sguardi verso il bersaglio) e al eye tracking (percentuale di sguardi verso il bersaglio) hanno mostrato un significativo effetto di facilitazione delle parole imparentate, indicando che le prestazioni dei bambini erano migliorate dalla presenza di parole imparentate. Tuttavia, il grado di sovrapposizione fonologica delle parole imparentate non ha modulato le loro prestazioni. Inoltre, nei dati relativi ai movimenti oculari dei bambini è stato osservato un effetto di interferenza semantica. Tuttavia, in questi giovani studenti di L2, lo status di parola imparentata ha esercitato un impatto relativamente più forte sul riconoscimento delle parole in L2 rispetto alla parentela semantica. Infine, le analisi di correlazione tra le prestazioni non cognitive e le funzioni esecutive dei bambini hanno evidenziato una correlazione posizionale significativa tra le prestazioni non cognitive e il loro controllo inibitorio, suggerendo che l'elaborazione non cognitiva dipende maggiormente dal controllo inibitorio rispetto all'elaborazione cognitiva.</p>	<p>Analisi dei processi di recupero delle informazioni in bambini bilingui di 4-6 anni.</p> <p>Analisi del controllo inibitorio.</p>	<p>SMI Experiment Center ed eseguito su un computer portatile (HP ZBook 15 G2) con un display da 15,6 pollici.</p>
<p>Gepner, B., Charrier, A., Arciszewski, T., & Tardif, C. (2022). Slowness Therapy for Children with Autism Spectrum Disorder: A Blind Longitudinal Randomized Controlled Study. <i>Journal of Autism and Developmental Disorders</i>. 52, 3102-3115. https://doi.org/10.1007/s10803-021-05183-6</p>	<p>Spesso il mondo si muove troppo velocemente per essere elaborato dai bambini con disturbo dello spettro autistico (ASD). Questo studio ha testato l'efficacia terapeutica del rallentamento degli input nei bambini con ASD. Per 12 mesi, 12 bambini con ASD hanno partecipato a sessioni settimanali di logopedia in cui gli stimoli venivano riprodotti lentamente su un PC, mentre 11 bambini con ASD della stessa età e dello stesso livello hanno ricevuto una terapia logopedica con stimoli in tempo reale. All'inizio e alla fine dello studio, tutti i partecipanti sono stati valutati in termini di comunicazione, imitazione, riconoscimento delle emozioni facciali, comportamento ed esplorazione dei volti. Mentre la comunicazione e il riconoscimento delle emozioni facciali sono migliorati in entrambi i gruppi, l'imitazione è aumentata, i comportamenti inadeguati sono diminuiti e il tempo di fissazione della bocca e degli occhi è aumentato solo nel gruppo che utilizzava la lentezza. La terapia della lentezza sembra molto promettente per i bambini con ASD.</p>	<p>Bambini con diagnosi di ASD secondo i criteri del DSM-5 di età compresa tra i 3 e gli 8 anni.</p>	<p>Tobii T120 Eye Tracker® (localizzatore oculare) (Tobii, Stockholm, Sweden). Questo sistema ha reso possibile l'acquisizione di dati time-resolved (frequenza di campionamento di 120 Hz), con risoluzione spaziale (precisione di .4°) a una distanza di circa 50 cm dallo schermo, che corrisponde a un angolo visivo di 30°. Poiché questo sistema di tracciamento oculare non è invadente, tollera movimenti della testa e agisce mediante uno schermo televisivo o di un PC, è molto adatto ai bambini di età compresa tra i 3 e gli 8 anni. I flussi video con una risoluzione di 1024 × 764 pixel sono stati presentati con il software Tobii Pro Studio™ versione 3.4.0 su uno schermo LCD da 17 pollici (schermo Tobii T120, colore a 8 bit, risoluzione 1280 × 1024, frequenza di aggiornamento di 75 Hz). Al PC sono stati collegati anche due altoparlanti per amplificare il suono delle sequenze video (altoparlante multimediale HP 2.0, W mean square, rapporto segnale/rumore = 70 dB). Studio 2.2®, un software di analisi dello sguardo, è stato utilizzato sul PC per elaborare i dati e identificare le fissazioni utilizzando il filtro ClearView.</p>

<p>King, J., and Markant, J.(2022). Selective attention to lesson-relevant contextual information promotes 3- to 5-year-old children's learning. <i>Developmental Science</i>, 2022, 25, e13237. https://doi.org/10.1111/desc.13237</p>	<p>L'attenzione alle informazioni distraenti o concorrenti è spesso considerata dannosa per l'apprendimento, ma la presenza di informazioni concorrenti può anche facilitare l'apprendimento quando sono rilevanti per gli obiettivi del compito da svolgere. Gli ambienti educativi spesso contengono elementi contestuali, come l'arredamento dell'aula o gli aiuti visivi, per migliorare l'apprendimento degli studenti. Nonostante ciò, la maggior parte delle ricerche che esaminano gli effetti delle informazioni contestuali sull'apprendimento dei bambini ha utilizzato solo stimoli irrilevanti per la lezione. Sebbene questa ricerca abbia dimostrato che una maggiore attenzione alle informazioni irrilevanti per il compito ostacola l'apprendimento, non si sa fino a che punto l'osservazione delle informazioni rilevanti per la lezione possa favorire l'apprendimento dei bambini. Sono stati per questo osservati l'attenzione e l'apprendimento di informazioni contestuali rilevanti da parte di bambini dai 3 ai 5 anni. I movimenti oculari dei bambini sono stati registrati durante la visione di videolezioni di scienze, mentre ai margini apparivano immagini rilevanti e irrilevanti per la lezione. L'apprendimento è stato valutato in funzione dei miglioramenti nelle lezioni video; le abilità di attenzione selettiva sono state misurate separatamente utilizzando il compito Track-It. Complessivamente, i bambini hanno trascorso più tempo a guardare le immagini della lezione rispetto a quelle irrilevanti, e quelli con una maggiore conoscenza iniziale degli argomenti della lezione o con maggiore attenzione selettiva hanno mostrato preferenza per le immagini rilevanti. Ciò era correlato a un apprendimento più efficace durante le prove in cui erano presenti sia immagini rilevanti che irrilevanti. Questi risultati suggeriscono che gli effetti delle informazioni contestuali sull'apprendimento precoce dipendono dalla relazione tra il contenuto delle informazioni e gli obiettivi del compito, nonché dalla capacità dei bambini di selezionare attivamente le informazioni rilevanti per il compito e provenienti dal loro ambiente.</p>	<p>Attenzione selettiva alle informazioni rilevanti e non rilevanti. Il lavoro è stato svolto con bambini di età compresa tra i 3 e i 5 anni.</p>	<p>Eyelink 1000, tracciatore oculare remoto (SR Research Ltd., Toronto, ON, Canada).</p>
<p>Kong, X-J., Wei, Z., Sun, B., Tu, Y., Huang, Y., Cheng, M., Yu, S., Wilson, G., Park, J., Feng, Z., Vangel, M., Kong, J and Wan, G (2022) Different Eye Tracking Patterns in Autism Spectrum Disorder in Toddler and Preschool Children. <i>Front. Psychiatry</i> 13, 899521. https://doi.org/10.1111/desc.13237</p>	<p>È stato osservato che i bambini con disturbo dello spettro autistico (ASD) presentano difficoltà di fissazione dello sguardo, anche se le dinamiche dei modelli di fissazione con l'età non sono chiare. In questo studio sono stati analizzati i modelli di fissazione di bambini piccoli e in età prescolare con e senza ASD durante la visione di videoclip e immagini fisse (cioè, volto con movimento della bocca, movimento biologico, volto con movimento vs. oggetto in movimento, immagine fissa del volto vs. oggetti e giocattoli in movimento). Sono state riscontrate differenze significative nella percentuale di tempo di fissazione dei bambini con ASD rispetto a quelli senza ASD in quasi tutte le aree di interesse (AOI), tranne che per il giocattolo in movimento (elicottero). Per l'AOI degli occhi sono stati osservati anche un gruppo con diagnosi (ASD vs. TD) e specifica età cronologica (bambini piccoli vs. bambini in età prescolare) durante la visione di un video del movimento della bocca. L'analisi con macchina vettoriale di supporto ha mostrato che il classificatore era in grado di discriminare l'ASD dal TD nei bambini con l'80% di accuratezza e di discriminare l'ASD dal TD nei bambini in età prescolare con il 71% di accuratezza. I risultati suggeriscono che i bambini piccoli e quelli in età prescolare possono essere associati a modelli di fissazione comuni e distinti. Una combinazione di eye-tracking con eye-tracking e macchina per l'apprendimento automatico può permettere di far luce sullo sviluppo di nuovi metodi per l'individuazione/diagnosi precoce dell'ASD.</p>	<p>Bambini con (diagnosticati secondo i criteri del DSM-5) e senza disturbo autistico, di età compresa tra 1,5 e 3 anni. Analisi dei modelli di fissazione su stimoli statici e in movimento.</p>	<p>Per la raccolta dei dati è stato utilizzato il sistema portatile di eye-tracking SMI RED250. La risoluzione dello schermo è stata impostata a 1.024 768 pixel con una frequenza di campionamento di 250 Hz e una risoluzione spaziale di 0,03 gradi, 250 Hz e una risoluzione spaziale di 0,03 gradi.</p>



<p>Mulder, H., Oudgenoeg-Paz, O., Verhagen, J., van der Ham, I.J.M., and Van der Stigcheld, S. (2022). Infant walking experience is related to the development of selective attention. <i>Journal of Experimental Child Psychology</i>, 220, 105425. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2022.105425</p>	<p>Studi precedenti hanno dimostrato che il modo in cui i bambini percepiscono ed esplorano il mondo cambia quando passano dal gattonare al camminare. L'inizio della deambulazione nei neonati spesso precede i progressi nello sviluppo cognitivo, come la crescita accelerata del linguaggio. Tuttavia, il meccanismo sottostante che spiega questa associazione tra l'esperienza del camminare e la cognizione è in gran parte sconosciuto. L'attenzione selettiva è un fattore chiave dell'apprendimento in diversi ambiti. Proponiamo che l'alterazione delle informazioni visive ottenute dai bambini nel passaggio alla deambulazione sia legata allo sviluppo dell'attenzione selettiva e che i miglioramenti nell'attenzione selettiva possano spiegare i miglioramenti precedentemente segnalati in altri domini cognitivi. Come primo passo per verificare questa ipotesi, abbiamo studiato il modo in cui l'esperienza della camminata è correlata all'attenzione selettiva. Nello studio 1, bambini di 14 mesi che gattonavano, bambini che avevano appena cominciato a camminare e bambini già esperti si sono cimentati in un compito di ricerca visiva con eye-tracking (N = 47), che comprendeva items di caratteristica e di congiunzione (sforzo). I camminatori hanno superato i gattonatori nel complesso e i camminatori esperti hanno superato quelli alle prime armi nella ricerca con sforzo, dopo aver controllato l'inizio del gattonamento e le differenze generali di sviluppo che si verificano prima dell'inizio della deambulazione. Nello studio 2, l'inizio più precoce della deambulazione è stato associato a migliori prestazioni di ricerca visiva nei bambini di 2 anni (N = 913). L'associazione sembra essere dovuta alla differenza tra il 10% di camminatori tardivi e di camminatori precoci/medi.</p>	<p>Analisi dell'attenzione selettiva</p>	<p>Tobii T60, eye tracker binoculare con monitor LCD da 17 pollici (precisione = 0,5°, frequenza di campionamento = 60 Hz).</p>
<p>Ståhlberg-Forsén, E., Latvab, R., Leppänen, J., Lehtonen, L., & Stolta, S. (2022). Eye tracking based assessment of lexical processing and early lexical development in very preterm children. <i>Early Human Development</i> 170, 10. https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2022.105603</p>	<p>Le associazioni tra l'elaborazione lessicale e lo sviluppo lessicale durante il secondo anno di vita sono state poco studiate nei bambini pretermine. Lo scopo di questo studio è stato quello di valutare le associazioni tra l'elaborazione lessicale a 18 mesi e lo sviluppo lessicale tra i 12 e i 18 mesi in bambini molto pretermine. È stato applicato uno studio correlazionale. Abbiamo lavorato con 25 bambini finlandesi nati a meno di 32 settimane di gestazione. Le misure rilevate sono state l'elaborazione lessicale (tempo di reazione TR; tempo di sguardo corretto CLT) è stata misurata con un compito basato sulla tecnologia eye-tracking a 18 mesi. Lo sviluppo lessicale è stato misurato longitudinalmente a 12, 15 e 18 mesi utilizzando i seguenti strumenti di valutazione: la versione breve dei MacArthur Communicative Development Inventories e la Communication and Symbolic Behaviour Scale: Infant and Toddler Checklist. Risultati: più alto era il TR del bambino, più deboli erano le sue capacità espressive a 12 e 15 mesi (coefficienti di correlazione da 0,45 a 0,51). Più il bambino guardava l'immagine target rispetto al distrattore (CLT), più forti erano le sue capacità espressive a 18 mesi (r = 0,45-0,52). Un modello di regressione lineare con TR e sesso come variabili indipendenti ha spiegato il 33% della varianza nelle abilità lessicali a 18 mesi. Un modello con CLT ha spiegato il 40% delle competenze espressive a 18 mesi. Le conclusioni sono state che l'elaborazione lessicale a 18 mesi era associata allo sviluppo lessicale espressivo nei bambini molto pretermine. I risultati suggeriscono che i metodi basati sulla tecnologia eye-tracking possono essere utili per la valutazione della crescita lessicale precoce nei bambini pretermine, sebbene siano necessarie ulteriori ricerche per valutare le proprietà psicometriche e il valore predittivo del metodo.</p>	<p>Tempi di reazione (TR) e tempo di sguardo corretto (CLT) in compiti di elaborazione lessicale</p>	<p>Eye Tracker a infrarossi Tobii X2-60 che utilizza sensori di immagine e algoritmi di elaborazione per tracciare il punto dello sguardo del partecipante su uno schermo.</p>

<p>Tan, S.H.J.,</p>	<p>Il beneficio uditivo-visivo del linguaggio, cioè il beneficio che i segnali visivi del discorso</p>	<p>Analisi uditivo-visiva</p>	<p>EEG su 92 canali</p>
---------------------	--	-------------------------------	-------------------------



<p>Kalashnikova, M., Di Liberto, M., Crosse, M.J., and Burnham, D.(2022). Seeing a talking face matters: The relationship between cortical tracking of continuous auditory-visual speech and gaze behaviour in infants, children and adults. <i>NeuroImage</i>, 256, 119217. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2022.119217</p>	<p>apportano alla percezione uditiva del discorso, viene sperimentato fin dall'infanzia e continua a essere sperimentato in misura maggiore con l'età. Sebbene esistano prove comportamentali e neurofisiologiche per i bambini e gli adulti, per i neonati esistono solo prove comportamentali, poiché nessuno studio neurofisiologico ha fornito un esame completo dei benefici del linguaggio uditivo-visivo nei neonati. È inoltre sorprendente che la maggior parte degli studi sul beneficio del discorso uditivo-visivo non riporti contemporaneamente il comportamento dello sguardo, soprattutto perché il beneficio del discorso uditivo-visivo si basa sul presupposto che gli ascoltatori guardino il volto dell'oratore e che esistano differenze individuali significative nel comportamento dello sguardo. Per colmare queste lacune, abbiamo registrato simultaneamente dati elettroencefalografici (EEG) e di eye-tracking di bambini di 5 mesi, 4 anni e adulti con un oratore in modalità solo uditiva (AO), solo visiva (VO) e uditivo-visiva (AV). Le analisi di tracciamento corticale con modelli di codifica diretta del discorso hanno rivelato un vantaggio del discorso uditivo-visivo [cioè, $AV > (A + V)$], evidente nei bambini di 5 mesi e negli adulti, ma non nei bambini di 4 anni. L'esame dell'accuratezza del tracciamento corticale in relazione al comportamento dello sguardo ha mostrato che l'attenzione relativa dei bambini alla bocca dell'oratore (davanti agli occhi) era correlata positivamente con l'accuratezza del tracciamento corticale del discorso VO, mentre l'attenzione degli adulti allo schermo in generale era correlata negativamente con l'accuratezza del tracciamento corticale del discorso VO. Questo studio fornisce la prima prova neurofisiologica del beneficio del parlato uditivo-visivo nei bambini e i nostri risultati suggeriscono come modificare gli attuali modelli di elaborazione del parlato.</p>	<p>del discorso. Studio multicanale di tracking visivo e registrazioni EEG sull'analisi attentzionale di stimoli bimodali (visivi e uditivi) in bambini australiani monolingui di cinque mesi, bambini australiani monolingue di quattro anni, sdulti monolingue di età compresa tra 18 e 56 anni.</p>	<p>Software ELAN (versione 5.9)</p>
--	--	--	-------------------------------------

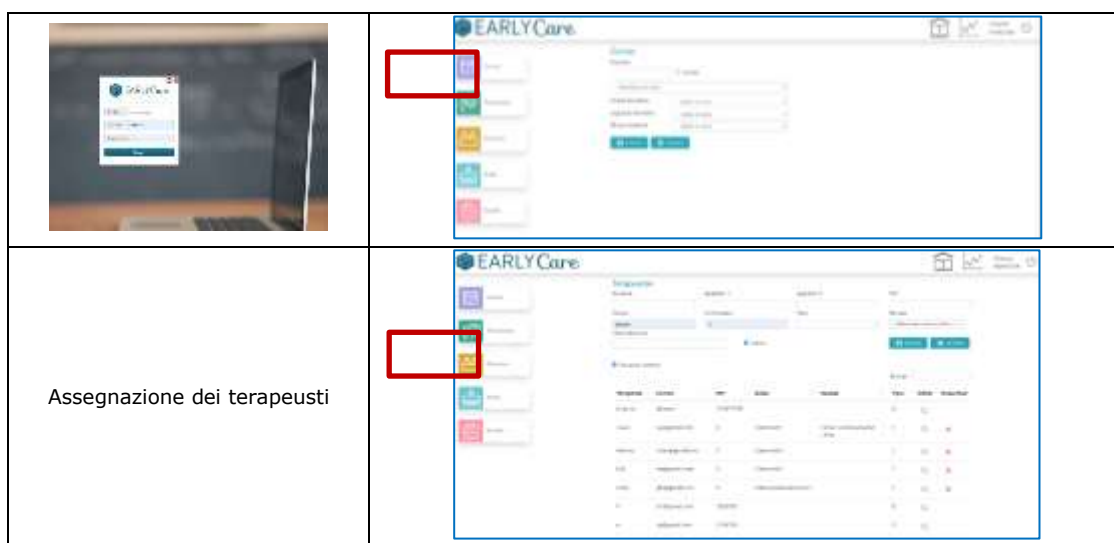


3.2. Applicazione web eEarlyCare

eEarlyCare è un'applicazione web che è stata sviluppata in diverse fasi di proof-of-concept finanziate con fondi FEDER attraverso la Junta de Castilla y León e l'Università di Burgos (Spagna) (Sáiz-Manzanares, Marticorena-Sánchez e Arnaiz-González e Díez-Pastor, 2020a; Sáiz-Manzanares, Marticorena-Sánchez e Arnaiz-González, 2020b). e-EarlyCare incorpora una scala di valutazione delle abilità funzionali per l'età 0-6 anni in 11 aree funzionali (Autonomia nell'alimentazione, Cura e igiene personale, Autonomia nel vestirsi e svestirsi, Controllo sfinterico, Mobilità funzionale, Comunicazione e linguaggio, Risoluzione di compiti in contesti sociali, Gioco interattivo e simbolico, Routine di vita quotidiana, Comportamento adattivo e Attenzione). L'applicazione consente di registrare le valutazioni e di interpretare i dati attraverso un sistema integrato di Learning Analytics. Questo sistema analizza i risultati confrontandoli con le età cronologiche assegnate a ciascun comportamento valutato (utilizzando una scala di età evolutiva accettata dalla comunità scientifica, basata su scale di sviluppo e inventari come la Scala di Brunet Lézine, il Batelle Development Inventory, la Portage Guide, la scala PDI, ecc.) In altre parole, offre un profilo di confronto tra il punteggio atteso in età cronologica e il punteggio effettivo. Il professionista può anche scegliere il numero di deviazioni standard da applicare rispetto alla media assegnata a ciascun comportamento valutato. In seguito, in base ai risultati della fase di valutazione, l'applicazione web propone un possibile programma di intervento terapeutico. Il programma individua l'area o le aree di sviluppo funzionale e i comportamenti più colpiti (cioè, dove ci sono i maggiori gap rispetto all'età cronologica di riferimento). Inoltre, per ogni area, sottoarea funzionale e comportamento, vengono proposte attività per avviare il programma di intervento terapeutico. L'applicazione consente tre valutazioni all'anno (valutazione iniziale o baseline, valutazione intermedia o follow-up 1 e valutazione finale o follow-up 2). L'applicazione offre anche profili di analisi dello sviluppo che possono essere individuali e/o raggruppati per ogni valutazione. Inoltre, lo strumento consente un'analisi longitudinale delle tre valutazioni.

L'applicazione web eEarlyCare può essere utilizzata in due ruoli: direttore o manager di centro (educativo o terapeutico), educatore o terapeuta. Un esempio di come funziona lo strumento per un direttore o manager di centro è riportato nella Figura 9, mentre un esempio di come funziona per un terapeuta è mostrato nella Figura 10.






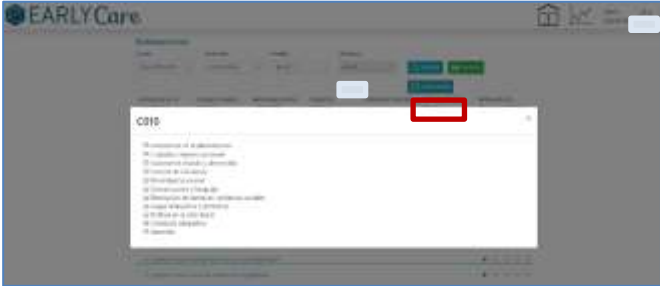

Figura 9. Funzionamento dell'applicazione web eEarlyCare per un responsabile di centro







<p>Assegnazione degli utenti</p>	
<p>Assegnazione delle aule</p>	
<p>Utilizzo del modulo Learning Analytics</p>	
<p>Ottenere un profilo di sviluppo individuale.</p> <p>L'applicazione consente di esportare il grafico.</p> <p>La linea blu indica lo sviluppo previsto e il grafico a linee indica lo sviluppo dell'utente selezionato.</p>	
<p>Ottenere un profilo di sviluppo del gruppo.</p> <p>L'applicazione consente di esportare il grafico.</p> <p>La linea blu indica lo sviluppo previsto e le altre linee indicano lo sviluppo di ciascun utente assegnato a una classe di intervento.</p>	
<p>Risultati di sviluppo individuali per ogni comportamento.</p> <p>L'applicazione consente di esportare il grafico.</p>	
<p>Ottenere uno sviluppo comparativo del gruppo in ciascun comportamento.</p>	



Figura 10. Funzionamento dell'applicazione web eEarlyCare per un terapeuta.

	
<p>Esecuzione di valutazioni sugli utenti assegnati</p>	
<p>Ottenere un profilo di sviluppo per aree o sottoaree funzionali individuali o di gruppo.</p> <p>L'applicazione consente di esportare il grafico.</p> <p>La linea blu indica lo sviluppo previsto e le altre linee indicano lo sviluppo di ciascun utente assegnato a quella classe di intervento.</p>	
<p>Ottenere un profilo di sviluppo individuale o di gruppo per i comportamenti valutati in ciascuna area o sottoarea funzionale.</p> <p>L'applicazione consente di esportare il grafico.</p>	
<p>In base al profilo di sviluppo mentale, è possibile elaborare un programma di intervento personalizzato per le aree, le sottoaree e i comportamenti che presentano i maggiori divari tra lo sviluppo previsto e sviluppo effettivo.</p>	
<p>Ogni area funzionale è contrassegnata da un colore.</p> <p>Le linee guida per l'intervento sono classificate in ordine di difficoltà in base ai risultati della valutazione.</p>	

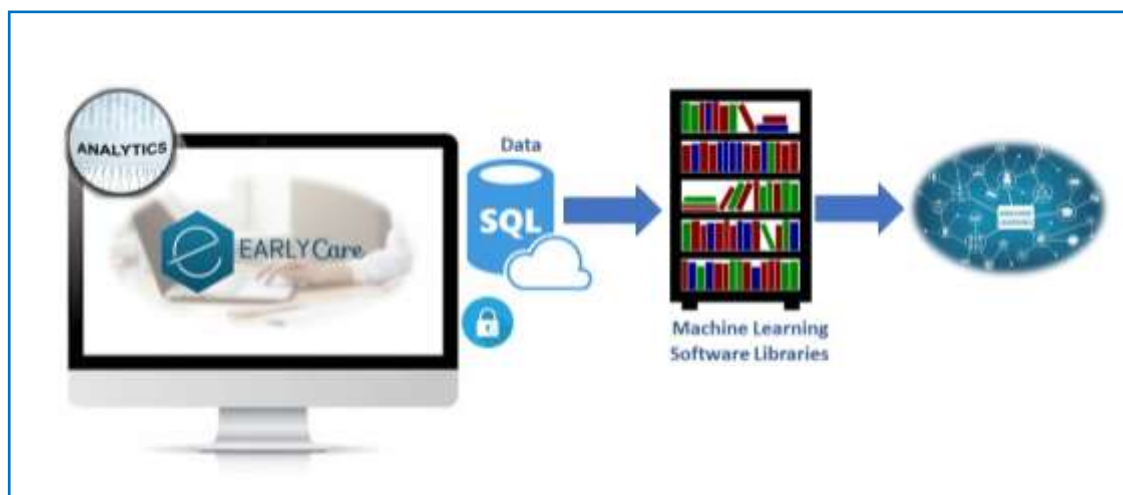


L'applicazione consente inoltre di esportare i risultati delle valutazioni in un foglio di calcolo Excel, in modo da poter implementare successivamente tecniche di apprendimento automatico supervisionate e non supervisionate (un esempio di funzionamento è mostrato nella Figura 11). Le prime tecniche forniranno informazioni sulla predizione e le seconde sul clustering. Entrambe sono molto funzionali per lavorare con persone con disabilità dello sviluppo. Ad esempio, la previsione dei comportamenti prioritari per l'intervento terapeutico è fondamentale per produrre un intervento terapeutico accurato. Allo stesso modo, il raggruppamento di utenti con deficit simili in alcune aree di sviluppo può fornire ai responsabili del centro di intervento dati chiave per la programmazione di sessioni di intervento terapeutico con diversi professionisti (terapista occupazionale, fisioterapista, logopedista, ecc.). Ciò contribuirà a distribuire meglio le risorse del centro e a migliorare la qualità del servizio. Pertanto, l'implementazione di questa tecnologia ridurrà prevedibilmente i costi di intervento, poiché da un lato offrirà un'analisi dello sviluppo del paziente o dell'utente attraverso l'applicazione di tecniche di interpretazione e visualizzazione dei dati, e dall'altro guiderà l'intervento dei professionisti verso lo sviluppo di un trattamento di precisione. L'applicazione web eEarlyCare è disponibile in spagnolo e in inglese.



Figura 11. Funzionamento del sistema di applicazione web e-EarlyCare utilizzando le tecniche di Machine Learning.



3.2.1. Funzionalità dell'applicazione web eEarlyCare: studi rappresentativi

L'applicazione eEarlyCare è stata utilizzata con bambini affetti da diverse disabilità dello sviluppo; gli studi più rappresentativi si trovano in Sáiz-Manzanares et al. (2020a; 2020b; 2022).

SINTESI

In questa parte del Modulo VII, Modulo VII. 3, abbiamo esaminato l'uso della tecnologia di eye-tracking per la valutazione di diverse strategie cognitive durante l'elaborazione delle informazioni nei bambini in tenera età. Abbiamo anche esaminato l'uso di diverse tecniche di Machine Learning per interpretare le registrazioni fornite dall'eye tracking. Inoltre, è stata presentata l'applicazione web eEarlyCare, che consente di registrare e interpretare i risultati relativi alla valutazione delle competenze funzionali in 11 aree di sviluppo attraverso un sistema di Learning Analytics. Questa applicazione web fornisce un profilo di sviluppo e propone anche un intervento personalizzato nelle aree di sviluppo in cui è stata rilevata la maggiore compromissione.

GLOSSARIO

ANS: Sistema nervoso autonomo

SNS: Sistema nervoso simpatico

EDA: Attività elettrodermica

EEG: Elettroencefalogramma

Tutti gli altri acronimi e i significati sono riportati nella Tabella 1.



BIBLIOGRAFIA

- Bluma, M.S., Shearer, M.S., Frohman, A.H., and Hilliard, J.M. (1978). *Portage Guide to Early Education*, 2nd ed. Cooperative Educational Service Agency: Pewaukee, WI, USA.
- Borgianni, Y., and Maccioni, L. (2020). Review of the use of neurophysiological and biometric measures in experimental design research. *Artif. Intell. Eng. Des. Anal. Manuf.*, 34(2), 248-285. <https://doi.org/10.1017/S0890060420000062>
- Boxhoorn, S., Bast, N., Supèr, H., Polzer, L., Cholemkery, H., & Freitag, C. M. (2019). Pupil dilation during visuospatial orienting differentiates between autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, jcpp.13179. <https://doi.org/10.1111/jcpp.13179>
- Dollion, N., Toutain, M., François, N., Champagne, N., Plusquellec, P., and Grandgeorge, M. (2021). Visual Exploration and Observation of Real-Life Interactions Between Children with ASD and Service Dogs. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 51(11), 3785-3805. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-05293-1>
- Haley, S.M., Coster, W.J., Ludlow, L.H., Haltiwanger, J.T., and Andrellos, P.J. (2012). *The Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI)*, 2nd ed.; Pearson Clinical Assessment: Washington, DC, USA.
- Josse, D. (1997). *Escala de desarrollo psicomotor de la primera infancia Brunet-Lézine Revisado [Scale of psychomotor development of early childhood (Brunet-Lézine-Revised)]*. Psymtéc: Madrid, Spain.
- Leckey, S., Selmecky, D., Kazemi, A., Johnson, E. G., Hembacher, E., & Ghetti, S. (2020). Response latencies and eye gaze provide insight on how toddlers gather evidence under uncertainty. *Nature Human Behaviour*, 4(9), 928-936. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-0913-y>
- Newborg, J. (2005). *Battelle Developmental Inventory*, 2nd Edition: Examiner's manual. Itasca, IL: Riverside, USA
- Murias, M., Major, S., Davlantis, K., Franz, L., Harris, A., Rardin, B., Sabatos-DeVito, M., & Dawson, G. (2017). Validation of eye-tracking measures of social attention as a potential biomarker for autism clinical trials: Utilizing eye-tracking as a social communication biomarker for ASD. *Autism Research*. <https://doi.org/10.1002/aur.1894>
- Sáiz-Manzanares, M.C., Marticorena, R., & Arnaiz, Á. (2020b). Evaluation of Functional Abilities in 0-6 Year Olds: An Analysis with the e-EarlyCare Computer Application (2020). *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17(9), 3315, 1-17. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093315>
- Sáiz-Manzanares, M.C., Marticorena, R., and Arnaiz-Gonzalez, Á. (2022). Improvements for therapeutic intervention from the use of web applications and machine learning techniques in different affectations in children aged 0-6 years. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 19, 6558. <https://doi.org/10.3390/ijerph19116558>
- Sáiz-Manzanares, M.C., Marticorena, R., Arnaiz, Á., Díez-Pastor, J.F., & García-Osorio, C.I. (2020a). Measuring the functional abilities of children aged 3-6 years old with observational methods and computer tools. *Journal of Visualized Experiments*, e60247, 1-17. <https://doi.org/10.3791/60247>



Sáiz-Manzanares, M.C., Payo-Hernanz, R., Zaparaín-Yáñez, M.J., Andres-López, G., Marticorena-Sánchez, R., Calvo-Rodríguez, A., Martín, C., & Rodríguez-Arribas, S. (2021). Eye-tracking Technology and Data-mining Techniques used for a Behavioral Analysis of Adults engaged in Learning Processes. *Journal of Visualized Experiments*, e62103. <https://doi.org/10.3791/62103>

Sáiz-Manzanares, M.C., Ramos Pérez, I., Arnaiz-Rodríguez, Á., Rodríguez-Arribas, S., Almeida, L., & Martín, C.F. (2021). Analysis of the learning process through eye tracking technology and feature selection techniques. *Applied Sciences*, 11, 6157, 1-24. <https://doi.org/10.3390/app11136157>

Sáiz-Manzanares, M.C., Rodríguez-Díez, J.J., Marticorena, R., Zaparaín, M.J., & Cerezo, R. (2020). Lifelong Learning from Sustainable Education: An Analysis with Eye Tracking and Data Mining Techniques. *Sustainability*, 12(5), 1-18. <https://doi.org/10.3390/su12051970>

Sáiz-Manzanares, M.C., Zaparaín, M.J., Marticorena, R., & Velasco, R. (2019). Task analysis with eye tracking technology. SRL in SmartArt. In M. Peralbo, A., Risso, A., Barca, B., Duarte, L., Almeida., & Brenlla. Proceedings. XV Galician-Portuguese International Congress of Psychopedagogy. II Congress of the International Scientific Association of Psychopedagogy (pp. 4093-4104). Publications Service of the University of A Coruña. ISBN: 978-84-9749-726-8

RISORSE

Valutazione con i bambini piccoli con l'eye tracking	Link
Uso dell'eye tracking per persone con bisogni educativi speciali	Link
Tobii dynavox spagnolo	Link
Tobii dynavox inglese	Link
Ricerca Tobii in ambito neonatale e infantile	Link
Ricerca in psicologia dello sviluppo	Link
Ricerca sullo spettro autistico	Link

