



Manuale clinico e operativo

ARithmetic CALculation Digital Evaluation

Batteria digitale per la valutazione delle
competenze matematiche di base e
procedurali
dagli 8 ai 13 anni

marzo 2026

Avvertenze e uso del manuale

Il presente manuale descrive finalità, contenuti, modalità di somministrazione, scoring e interpretazione dei risultati della batteria ARCADE. La batteria genera un report automatico attraverso la piattaforma VALGO: tale report ha scopo informativo e orientativo e non costituisce una relazione clinica. L'interpretazione dei risultati richiede la valutazione critica del professionista, che deve contestualizzare i punteggi alla luce del profilo individuale, scolastico e clinico della persona valutata.

Le norme e le trasformazioni dei punteggi sono derivate da un ampio campione di standardizzazione e sono progettate per l'interpretazione lungo un continuum di abilità, secondo un approccio di continuous norming in stile scale Wechsler. Nel caso di profili disomogenei, la sintesi in quozienti compositi può risultare non interpretabile: in tali circostanze si raccomanda l'analisi a livello di singola prova.

Indice

Autrici e autori.....	3
1. L'apprendimento matematico: quadro teorico e riferimenti clinico-normativi.....	4
1.2 I modelli dell'apprendimento matematico: un costrutto multi-componenziale.....	4
1.3 Fattori cognitivi dominio-general e dominio-specifici.....	7
1.4 La matematica digitale e la valutazione computer-based.....	10
2. ARCADE: ARithmetic CALculation Digital Evaluation: Presentazione e rationale.....	13
2.1 Prove incluse e abilità indagate.....	14
2.2 Indici compositi: QC e QM.....	18
2.3 Tabella riassuntiva.....	18
3. Somministrazione nella piattaforma VALGO.....	19
3.2 Compilare il protocollo di registrazione.....	19
3.2 Livelli di approfondimento e programmazione dinamica delle prove.....	24
3.3 Algoritmo adattivo (start/stop) – principi generali.....	25
3.4 La somministrazione.....	25
3.5 Scoring, norme e interpretazione dei punteggi.....	29
3.5 Sezioni del report automatico.....	33
3.6 Esportazione csv dei dati grezzi.....	33
4. Validazione e proprietà psicometriche.....	34
4.1 Fasi di progetto.....	34
4.2 Validità dello scoring adattivo.....	34
4.3 Attendibilità e validità convergente.....	34
5. FAQ e troubleshooting.....	35
Appendici.....	36
Appendice A – Descrizione estesa delle prove e criteri di scoring.....	36
Appendice B – Punti di partenza (start) per grado scolastico e regole di stop per ciascuna prova.....	36
Appendice C – Tabelle: attendibilità, validità convergente, conversioni punteggi (grezzi→ponderati/percentili; somma ponderati→QC/QM).....	37
Appendice D – Esempio di report automatico (versione anonimizzata).....	38
Riferimenti bibliografici essenziali.....	38

Autrici e autori

Sara Caviola

Alice Masi

Enrico Toffalini

Irene Mammarella

1. L'apprendimento matematico: quadro teorico e riferimenti clinico-normativi

L'apprendimento matematico rappresenta un dominio complesso dello sviluppo cognitivo e scolastico, caratterizzato da una forte componente cumulativa e da una marcata variabilità interindividuale. Le competenze matematiche emergono precocemente e mostrano, nel complesso, una stabilità moderata lungo la scolarità, pur con traiettorie di sviluppo eterogenee. Studi longitudinali e meta-analitici pubblicati negli ultimi anni indicano che le competenze matematiche iniziali costituiscono uno dei predittori più robusti delle prestazioni successive, anche quando si controllano abilità cognitive generali e competenze linguistiche (Lin & Powell, 2022).

La letteratura recente sottolinea come l'apprendimento matematico non possa essere descritto adeguatamente attraverso un singolo indicatore globale. Accuratezza e fluenza, ad esempio, mostrano pattern di sviluppo parzialmente indipendenti e possono dissociarsi sia nello sviluppo tipico sia nei profili di difficoltà. Analogamente, abilità quali il recupero dei fatti aritmetici, il calcolo procedurale e la comprensione delle relazioni numeriche contribuiscono in misura differenziata alla performance matematica complessiva, a seconda dell'età, del contenuto curricolare e del formato del compito.

Nel contesto clinico, questo quadro rende evidente la necessità di strumenti di valutazione standardizzati in grado di descrivere profili funzionali piuttosto che semplici livelli di prestazione. Le difficoltà matematiche, incluse le forme più persistenti e severe, non si presentano infatti come un costrutto unitario, ma come un insieme di manifestazioni eterogenee che richiedono un'analisi articolata delle diverse componenti della competenza matematica (Kroesbergen et al., 2023).

1.2 I modelli dell'apprendimento matematico: un costrutto multi-componenziale

La ricerca in psicologia dello sviluppo cognitivo e dell'educazione contemporanea converge nel considerare la matematica non come un'abilità unitaria, ma come un costrutto multi-componenziale (Gilmore, 2023): "fare matematica" implica la combinazione di competenze diverse (es. fatti aritmetici, procedure scritte, calcolo mentale, strategie, ragionamento, problem solving), ciascuna delle quali può seguire traiettorie di sviluppo parzialmente indipendenti e reclutare processi cognitivi diversi. In questa prospettiva, la prestazione osservata dipende non solo dal "livello generale" di competenza, ma anche dalla natura del contenuto richiesto e dal formato del

compito (ad esempio, fluenza procedurale vs ragionamento; calcolo astratto vs problemi contestualizzati).

I modelli contemporanei dell'apprendimento matematico convergono nel considerare la matematica come un costrutto multi-componenziale, sostenuto dall'interazione di abilità dominio-specifiche e processi cognitivi di supporto. Meta-analisi recenti indicano che le differenze tra individui con e senza difficoltà matematiche emergono su più dimensioni, senza che sia possibile identificare un singolo meccanismo deficitario comune a tutti i profili (Kroesbergen et al., 2023).

In questo quadro, le competenze matematiche scolastiche possono essere concettualizzate come sistemi di abilità parzialmente interconnesse. Studi che adottano approcci di network analysis mostrano che, nei profili di sviluppo tipico, le diverse abilità matematiche tendono a essere fortemente integrate, mentre nei profili con difficoltà la struttura delle relazioni appare più frammentata, con nodi di particolare vulnerabilità (ad esempio nelle abilità di confronto numerico o di rappresentazione sulla linea dei numeri; Ashkenazi & Hasson, 2025).

La natura multi-componenziale dell'apprendimento matematico ha implicazioni dirette per la valutazione clinica. Batterie strutturate in subtest consentono di cogliere dissociazioni funzionali che un punteggio globale potrebbe mascherare, fornendo indicazioni più precise per l'interpretazione diagnostica e per la pianificazione dell'intervento. Questo approccio è particolarmente rilevante nelle fasi in cui le competenze matematiche diventano più articolate e differenziate lungo la scolarità.

1.2.1 Una cornice multi-livello: il framework di Gilmore

Gilmore (2023) propone una cornice multi-livello per comprendere la cognizione e l'apprendimento matematico, utile anche in ambito clinico perché chiarisce che cosa stiamo misurando quando valutiamo la matematica. Nel modello, (a) la competenza matematica globale (mathematics achievement) emerge da (b) la padronanza di componenti specifiche che a loro volta reclutano (c) processi matematici di base.

Inoltre, abilità cognitive generali e le esperienze di apprendimento (formali e informali) possono influenzare ogni livello e i legami tra livelli. Un punto centrale, per la valutazione, è che l'uso di misure "globali" può rendere difficile identificare i meccanismi sottostanti (perché integra molte componenti), mentre l'uso di una singola componente come sinonimo di "matematica" può produrre risultati non confrontabili tra studi e profili (perché cambia il che cosa si sta misurando).

Studi meta-analitici recenti mostrano che le relazioni tra diversi predittori cognitivi e prestazioni matematiche dipendono dall'outcome considerato (ad esempio aritmetica vs soluzione di problemi). Una sintesi ampia - che considera oltre 400 studi e migliaia di correlazioni (Amland et al., 2025) - indica pattern differenziati: alcune abilità (in particolare competenze numeriche simboliche) risultano associate a più esiti

matematici, mentre altre mostrano un legame più selettivo (ad esempio, la comprensione linguistica è particolarmente importante per la soluzione di problemi). Questo tipo di evidenza supporta direttamente l'idea che non esista "un solo" modello esplicativo valido per tutte le abilità matematiche, ma che sia necessario ragionare per componenti e per richieste del compito.

1.2.3 Il livello dei processi di base: robustezza e limiti interpretativi

La letteratura recente invita alla cautela nell'interpretazione "causale" dei processi di base: non tutte le abilità candidate come fondamentali risultano facilmente modificabili o direttamente trasferibili alla matematica scolastica. Ad esempio, all'interno del livello dei "processi matematici di base", alcune misure mostrano associazioni robuste con la competenza matematica più ampia. Un esempio classico e ben supportato è il compito di stima eseguita sulla linea numerica, che risulta generalmente fortemente associata con la competenza matematica generale (una dimensione dell'effetto moderato-alto, $r \approx .44$), con variazioni legate a età e tipologia di numeri (interi vs frazioni) (Schneider et al., 2018). Queste evidenze suggeriscono che alcuni processi di base possono funzionare da "snodi" informativi per la valutazione, pur senza essere equivalenti alla matematica nel suo insieme.

Allo stesso tempo, una recente meta-analisi sugli interventi di training dell'abilità di discriminare quantità non simboliche (Approximate Number System, ANS) ha trovato effetti medi molto piccoli e non robusti sul miglioramento della matematica simbolica (Qiu et al., 2021). Questo non implica che l'ANS sia irrilevante, ma segnala che il rapporto tra processi di base, apprendimento e prestazione matematica potrebbe essere mediato da altre componenti (simboliche, procedurali, didattiche) e/o dipendere fortemente dal tipo di outcome.

Un vantaggio interpretativo di questo framework multi-livello è che spiega in modo naturale l'eterogeneità che si osserva nei profili di sviluppo: studenti con pari livello di prestazione globale possono avere profili diversi (ad esempio, difficoltà marcate nella fluenza ma non nel calcolo scritto; o difficoltà nel problem solving più che nell'aritmetica). Studi longitudinali recenti mostrano che predittori precoci e fattori contestuali possono contribuire in modo diverso a traiettorie "alte" e "basse" di rendimento matematico nel tempo, suggerendo che i gruppi estremi (alto vs basso rendimento) non siano semplicemente due punti di uno stesso continuum spiegato da un unico set di determinanti (Liu et al., 2024). In un'ottica clinica, ciò rafforza l'utilità di misure che producano indicatori separati per componenti diverse, perché la descrizione del profilo è spesso più informativa della sola collocazione percentile/standard score globale.

In questo quadro teorico, è inoltre possibile integrare il ruolo – importante – di fattori non cognitivi (ad es. ansia, credenze, motivazione) che influenzino soprattutto la

prestazione “globale” e/o la capacità di coordinare componenti diverse sotto richiesta. Studi recenti, su ampia scala mostrano una relazione negativa stabile tra ansia matematica e rendimento matematico ($r \approx -.28$), con moderatori legati all’età e al tipo di misura (Barroso et al., 2021; Caviola et al., 2022). In termini di assessment clinico, questi risultati non significano che l’ansia “spieghi” tutte le difficoltà, ma ricordano che - a parità di competenze - fattori emotivi possono modulare l’espressione della performance, specialmente in condizioni di tempo, pressione valutativa o compiti complessi.

1.2.4 Implicazioni per la valutazione: l’utilizzo di ARCADE

Questa cornice multi-componenziale e multi-livello ha implicazioni dirette per la valutazione clinica standardizzata:

1. Chiarire il livello di inferenza: un punteggio globale informa sull’esito complessivo, ma può nascondere dissociazioni; i punteggi di componente descrivono “dove” si colloca la fragilità (fatti, procedure, fluenza, ecc.); alcune misure di processo di base possono offrire informazioni aggiuntive sul “come” (efficienza, automatizzazione).
2. Ridurre ambiguità interpretative: molte incoerenze nella letteratura derivano dal fatto che studi diversi chiamano “matematica” outcome diversi (ad esempio, fluenza aritmetica vs problem solving). Separare componenti aiuta a produrre profili più interpretabili e confrontabili.
3. Orientare la restituzione clinica: l’obiettivo non è solo “quanto” una prestazione è bassa, ma quali componenti risultano fragili e come queste fragilità interagiscono con richieste del compito (tempo, carico di lavoro, complessità).

ARCADE, pur focalizzandosi sulle competenze matematiche di base (particolarmente rilevanti nei percorsi di valutazione clinica e nei bisogni educativi speciali), è coerente con questo impianto perché consente di descrivere la prestazione secondo componenti e di collegare tali componenti alla costruzione del profilo funzionale (rimando al capitolo di validazione e al report automatico)

1.3 Fattori cognitivi dominio-generalì e dominio-specifici

La letteratura contemporanea descrive l’apprendimento matematico come il risultato dell’interazione tra fattori dominio-specifici (strettamente connessi alla cognizione numerica e alle conoscenze matematiche) e fattori dominio-generalì (processi cognitivi ampi che supportano l’apprendimento in più domini). De Smedt (2022) sintetizza questa dicotomia sottolineando che entrambe le tipologie di fattori mostrano associazioni affidabili con le competenze matematiche e che, in molti casi, la distinzione

“specifico vs generale” è più utile come cornice descrittiva che come spiegazione unica delle difficoltà.

1.3.1 Fattori dominio-specifici: competenze numeriche e automatizzazione

Tra i fattori dominio-specifici, le evidenze più robuste riguardano le abilità simboliche (es. processamento della grandezza numerica espressa attraverso il sistema numerico-arabico, conoscenza e manipolazione di numeri/arabi, sequenze numeriche) e i processi legati all'automatizzazione (es. recupero dei fatti aritmetici). La meta-analisi di Amland e colleghi (2025) indica, in modo convergente con altre sintesi recenti, che le misure di competenza numerica simbolica risultano più fortemente associate alle prestazioni matematiche rispetto alle misure non simboliche (spesso ricondotte all'ANS). In altre parole, nella maggior parte dei campioni scolastici l'efficienza con cui lo studente opera con numeri simbolici sembra essere un indicatore più stabile e prossimale dell'apprendimento matematico rispetto alla sola sensibilità non simbolica.

Questa priorità del simbolico emerge con chiarezza anche negli studi longitudinali che mettono in competizione più predittori. Ad esempio, nello studio di Mononen e colleghi (2025), in cui hanno seguito gli alunni dalla I alla III primaria attraverso quattro misurazioni della fluenza aritmetica, le abilità dominio-specifiche (processamento della grandezza simbolica e abilità di ordinare una sequenza numerica) predicono sia il livello iniziale sia la crescita della fluenza; le variabili dominio-generaliste mostrano invece un contributo più circoscritto (ad esempio la memoria di lavoro predice soprattutto il livello iniziale). Questi risultati sono particolarmente rilevanti per strumenti che includono prove di fluenza: in tali outcome, le componenti dominio-specifiche legate all'accesso/gestione del simbolico e all'ordine numerico tendono a essere predittori forti e stabili.

In ambito clinico, un punto importante da sottolineare è che la componente dominio-specifica non coincide con un'unica abilità “core”: può includere (a) rappresentazioni numeriche (cardinalità/ordinalità), (b) conoscenze aritmetiche memorizzate (fatti), (c) procedure (calcolo mentale/scritto), e (d) controllo concettuale (relazioni tra operazioni, incognite, vincoli). La valutazione standardizzata risulta quindi più informativa quando consente di distinguere questi aspetti e di osservare dissociazioni (ad es. fatti aritmetici molto bassi con procedure relativamente nella norma, o viceversa).

1.3.2 Fattori dominio-general: funzioni esecutive, memoria di lavoro, intelligenza fluida, linguaggio e velocità

I fattori dominio-general includono tipicamente memoria di lavoro, funzioni esecutive (inibizione, shifting, updating), attenzione sostenuta, velocità di elaborazione/recupero e componenti linguistiche e visuo-spaziali che entrano in gioco in molti compiti matematici. Una meta-analisi su bambini della scuola primaria mostra relazioni affidabili tra componenti esecutive e risultati scolastici, inclusa la matematica, con pattern che cambiano in relazione allo sviluppo e al tipo di outcome considerato (abilità di base vs complesse) (Spiegel, et al., 2021).

Un filone particolarmente rilevante per la valutazione clinica riguarda il rapporto tra linguaggio e matematica. La meta-analisi di Peng e colleghi (2020) stima una relazione moderata mostrando come, linguaggio e matematica predicono lo sviluppo l'uno dell'altra anche controllando le prestazioni iniziali, sostenendo l'idea di una relazione dinamica e non puramente unidirezionale. Inoltre, quando si "parzializzano" aspetti dominio-general quali la memoria di lavoro e l'intelligenza, alcune misure linguistiche di base, come l'accesso rapido al lessico (es. naming/recupero), restano tra le associazioni più consistenti con conoscenze numeriche di base.

Ma anche in questo caso, è sempre utile distinguere tra evidenza correlazionale/predittiva e evidenza causale. Una sintesi recente sull'(in)efficacia dell'allenamento di abilità dominio-general (patterning, working memory, abilità spaziali) conclude come training isolati di questi costrutti dominio-general producono uno scarso o nullo trasferimento verso miglioramenti misurabili della conoscenza matematica, specialmente in età prescolare (Fyfe, & Borriello, 2025). Per la clinica, questo non riduce l'importanza dei fattori dominio-general nel profilo individuale, ma invita a cautela nel considerarli il bersaglio principale quando l'obiettivo è potenziare direttamente competenze matematiche scolastiche.

Anche in questo frangente è importante considerare l'eterogeneità dei profili: prestazioni matematiche basse possono derivare da combinazioni diverse di vulnerabilità dominio-specifiche e dominio-general. In alcuni sottogruppi clinici, tuttavia, emergono evidenze di deficit numerici di base anche quando le funzioni cognitive generali sono nella norma. In uno studio su studenti con profili severi di discalculia, selezionati con criteri stringenti (prestazioni matematiche molto compromesse ma abilità dominio-general nella norma), i bambini mostrano deficit sia nel processamento simbolico sia non simbolico del numero misurati però con compiti sperimentali computerizzati (non standardizzati, quindi con una misurazione ripetuta molto estesa); alcune misure sia simboliche che non simboliche sembrano discriminare in modo accurato casi e controlli (Decarli, et al., 2023). Questo tipo di evidenza

supporta l'idea che, almeno per una parte dei profili più severi, siano presenti compromissioni delle abilità numeriche di base, mentre in altri casi il peso relativo di fattori generali (attenzione, WM, accesso rapido) può essere maggiore.

1.3.3 Implicazioni per la valutazione: l'utilizzo di ARCADE

Alla luce di queste evidenze, una valutazione clinica standardizzata dovrebbe mirare a:

1. separare (per quanto possibile) componenti di fluenza/automatizzazione e componenti procedurali/concettuali;
2. interpretare le prestazioni in funzione delle richieste cognitive del compito (tempo, carico di WM, interferenza, complessità linguistica);
3. evitare inferenze monocausali ("è tutto WM" / "è tutto number sense"), privilegiando una lettura per pattern di punti di forza e debolezza.

Nel caso di ARCADE, la presenza di prove con vincolo temporale (es. fatti aritmetici, calcolo mentale) e di prove meno vincolate (es. calcolo scritto) supporta un'interpretazione in termini di efficienza vs accuratezza/procedura, permettendo di formulare ipotesi sul profilo (ad esempio difficoltà di automatizzazione/recupero vs difficoltà procedurale). Le considerazioni metodologiche sul testing digitale e sui criteri di validazione/standardizzazione sono riprese nel capitolo dedicato alla validazione della batteria.

1.4 La matematica digitale e la valutazione computer-based

La digitalizzazione della valutazione matematica rappresenta una trasformazione metodologica che ha coinvolto sia i contesti di ricerca sia i sistemi di assessment su larga scala. Il formato computer-based consente un controllo rigoroso della procedura di somministrazione, la gestione automatizzata della sequenza degli item, l'implementazione di algoritmi adattivi e l'integrazione con procedure di normazione continua. Tuttavia, come evidenziato nella letteratura metodologica recente, il passaggio al digitale non equivale automaticamente a un incremento della qualità della misura, ma richiede una dimostrazione empirica della tenuta del costrutto e della stabilità delle inferenze (Wools et al., 2019).

Gli studi condotti nei programmi internazionali (TIMSS, PISA) mostrano che la transizione al computer-based testing (CBT) preserva generalmente la struttura latente delle prove, ma può produrre differenze sistematiche nei livelli medi e nella difficoltà di alcuni item (Fishbein et al., 2018; OECD, 2023). La comparabilità tra formato cartaceo e digitale viene trattata come una questione empirica, affrontata tramite studi di linking, analisi di funzionamento differenziale e controlli di equivalenza.

In questo contesto, uno degli sviluppi più discussi riguarda l'utilizzo dei tempi di risposta (response times, RT) come fonte informativa aggiuntiva rispetto all'accuratezza. La letteratura psicométrica ha mostrato che modelli congiunti di risposta e latenza possono, in determinate condizioni, migliorare la precisione della stima di abilità e consentire l'identificazione di comportamenti di rapid guessing (Van der Linden, 2011; Bolsinova & Tijmstra, 2019; Rios & Deng, 2021). Tali approcci risultano particolarmente adatti ai contesti large-scale, dove la numerosità campionaria permette la modellizzazione robusta delle distribuzioni temporali. Tuttavia, gli stessi studi sottolineano che i tempi di risposta incorporano componenti multiple non direttamente riconducibili alla competenza oggetto di misurazione, quali velocità motoria, familiarità con l'interfaccia digitale, stile di risposta, livello di affaticamento e variabili motivazionali. In ambito individuale, l'interpretazione clinica del trade-off velocità-accuratezza rimane meno consolidata rispetto alla stima di abilità basata sull'accuratezza strutturata, soprattutto in assenza di modelli calibrati specificamente su popolazioni cliniche. Inoltre, la variabilità intra-individuale dei tempi può introdurre una quota di varianza extra-costrutto che complica l'inferenza sul livello di competenza matematica.

Alla luce di queste evidenze, in ARCADE i tempi di risposta non vengono utilizzati come parametro di scoring né integrati nel calcolo dei punteggi standardizzati. La stima della competenza matematica si basa esclusivamente sull'accuratezza delle risposte, all'interno di prove che, quando rilevante, incorporano vincoli temporali strutturali già parte integrante del costrutto valutato (ad esempio nelle prove dei fatti e del calcolo a mente). Questa scelta metodologica è coerente con un orientamento clinico centrato sulla massima chiarezza interpretativa e sulla riduzione della varianza non essenziale nella costruzione degli indici.

Un riferimento rilevante nel panorama italiano è rappresentato dalla transizione alle prove CBT realizzata dall'INVALSI tra il 2018 e il 2019 per le diverse fasce scolastiche. La documentazione tecnica dell'Istituto descrive studi preliminari di comparabilità tra formato cartaceo e digitale, analisi di funzionamento differenziale degli item e procedure di linking per garantire la continuità delle scale di misura (INVALSI, 2018; INVALSI, 2019). Nella scuola secondaria di secondo grado è stato inoltre implementato un disegno multistage adattivo, in linea con le raccomandazioni metodologiche internazionali per migliorare la precisione di stima lungo il continuum di abilità (OECD, 2019). I report tecnici evidenziano che la transizione è stata accompagnata da verifiche empiriche sulla stabilità dei parametri degli item e sulla comparabilità dei punteggi, trattando l'equivalenza tra carta e schermo come oggetto di analisi e non come presupposto implicito.

Il caso INVALSI dimostra quindi che la digitalizzazione della valutazione matematica può essere sostenuta da un impianto metodologico rigoroso, fondato su modelli IRT, studi di equivalenza e controlli di qualità dei dati. Tuttavia, la finalità di sistema propria delle indagini nazionali e internazionali differisce sostanzialmente dalla finalità clinica individuale. Mentre nei contesti large-scale l'integrazione di variabili di processo come i tempi di risposta può contribuire al controllo statistico della qualità dei dati su grandi campioni, in ambito clinico la priorità rimane l'interpretabilità del punteggio del singolo caso e la coerenza tra misura e costrutto.

ARCADE si colloca dunque in continuità con la tradizione della valutazione matematica digitale, adottando il formato computer-based per garantire standardizzazione, adattività e normazione continua, ma mantenendo una posizione metodologica prudente rispetto all'integrazione dei tempi di risposta nello scoring. La validazione della batteria documenta la qualità delle stime, la stabilità delle norme e la coerenza degli indici compositi, assicurando che l'inferenza resti centrata sulla competenza matematica e non su variabili collaterali legate al formato.

Un ulteriore vantaggio della valutazione computer-based è rappresentato dall'implementazione di procedure adattive e da approcci moderni alla normazione. La letteratura metodologica recente sostiene l'utilizzo della normazione continua come alternativa alle tradizionali tabelle per fasce d'età o di classe, in quanto più coerente con la natura continua dello sviluppo (Lenhard & Lenhard, 2021; Heister et al., 2024). Questi approcci consentono di ottenere stime più precise e stabili dei punteggi normativi, a parità di numerosità campionaria.

Gli aspetti teorici e metodologici della valutazione digitale costituiscono il razionale per la progettazione e la validazione di ARCADE e vengono approfonditi nel capitolo dedicato allo sviluppo, alla validazione e alla standardizzazione della batteria.

2. ARCADE: ARithmetic CALculation Digital Evaluation: Presentazione e rationale

ARCADE è una batteria digitale per la valutazione delle competenze matematiche di base e procedurali, pensata per bambini e ragazzi dalla classe terza della scuola primaria alla classe terza della scuola secondaria di primo grado. La batteria è integrata nella piattaforma VALGO e permette una somministrazione online con elevata efficienza, riducendo i tempi di testing grazie a: (a) selezione di un numero limitato di item efficaci e ordinati per difficoltà; (b) algoritmo di somministrazione/scoring adattivo con criteri di start e stop; (c) standardizzazione con continuous norming. ARCADE restituisce risultati standardizzati per ciascuna prova e due indici compositi: il Quoziente di Calcolo (QC), che sintetizza le abilità di calcolo di base, e il Quoziente Matematico (QM), che integra un profilo più ampio di competenze matematiche.

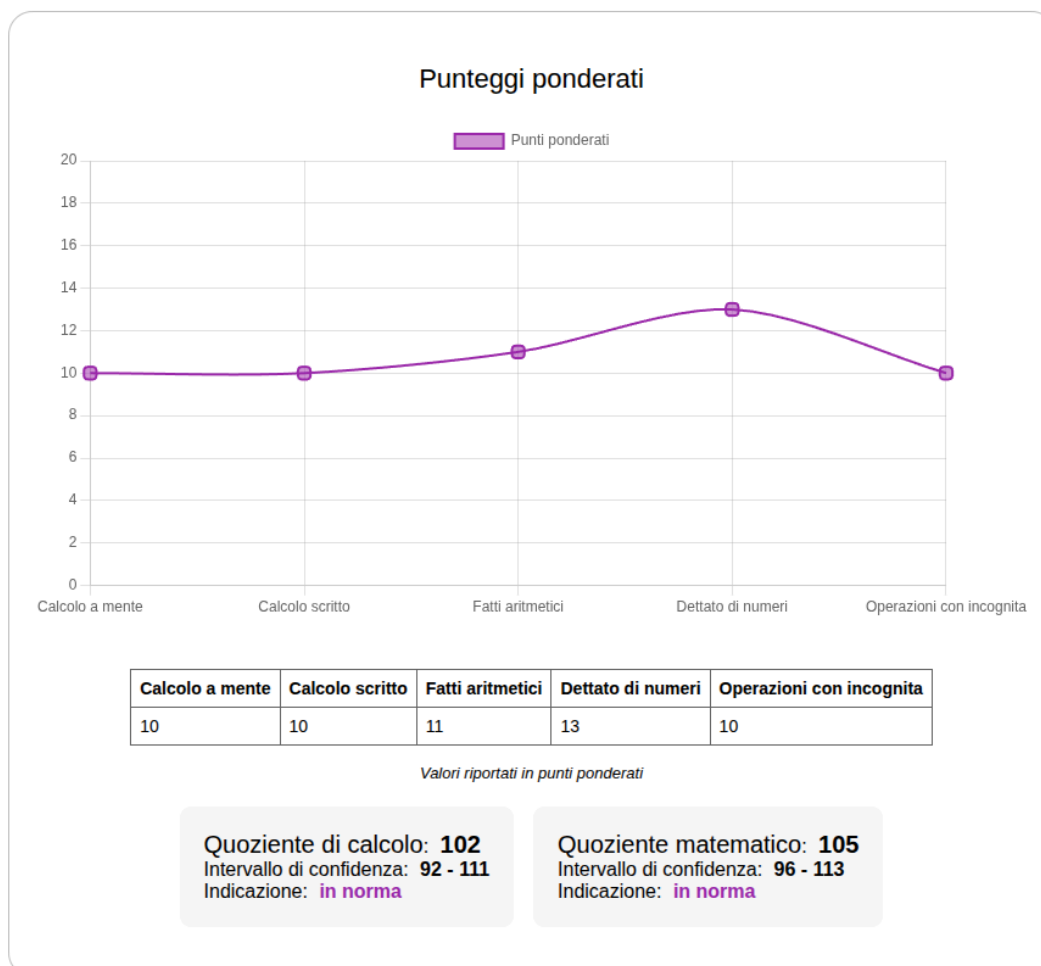


Figura 2.1: grafico punteggi ponderati e quozienti matematico e di calcolo

2.1 Prove incluse e abilità indagate

Fatti aritmetici

La prova di fatti aritmetici consente di indagare il recupero di fatti, ovvero semplici calcoli come, ad esempio, le tabelline. Durante questa attività, agli studenti viene richiesto di risolvere 36 operazioni, di cui dovrebbero già conoscere il risultato senza eseguire calcoli. Le operazioni includono addizioni, sottrazioni, moltiplicazioni, divisioni, radici e potenze, presentate in base al livello scolastico di riferimento (Figura 2.2). Ogni operazione viene presentata a schermo per un massimo di 5 secondi, trascorsi i quali lo studente ha a disposizione 10 secondi per digitare la risposta utilizzando la tastiera del computer o il tastierino di ARCADE. Il punteggio è calcolato come somma delle risposte corrette, a ciascuna delle quali viene attribuito 1 punto; mentre per ogni risposta errata o non fornita vengono assegnati 0 punti.



Figura 2.2. Esempio di item della prova Fatti aritmetici

Calcolo a mente

La prova di calcolo a mente fornisce indicazioni sulla capacità dell'alunno di applicare le strategie proprie del calcolo mentale per risolvere operazioni matematiche di diversa complessità. Nello specifico, la prova è composta da 24 operazioni, presentate una alla volta (addizioni, sottrazioni, moltiplicazioni, divisioni; Figura 2.3). Ogni operazione rimane visibile sullo schermo per un massimo di 20 secondi, al termine dei quali lo studente ha a disposizione fino a 15 secondi per digitare la risposta utilizzando la tastiera del computer. Il punteggio è calcolato in base al numero di risposte corrette, a ciascuna delle quali è attribuito 1 punto; per ogni risposta errata o non fornita sono assegnati 0 punti.



Figura 2.3. Esempio di item della prova Calcolo a mente

Calcolo scritto

La prova di calcolo scritto permette di valutare la capacità di saper applicare correttamente le procedure del calcolo e, indirettamente, le competenze di recupero di risultati più o meno parziali. Durante questa attività è richiesto agli studenti di risolvere in colonna 18 operazioni scritte: addizioni, sottrazioni, moltiplicazioni e divisioni (Figura 2.4). Non è previsto un limite di tempo prestabilito per la risoluzione e viene considerata l'accuratezza totale al compito. Nello specifico, ad ogni risposta corretta è attribuito 1 punto; mentre per ogni risposta sbagliata o non fornita 0 punti.

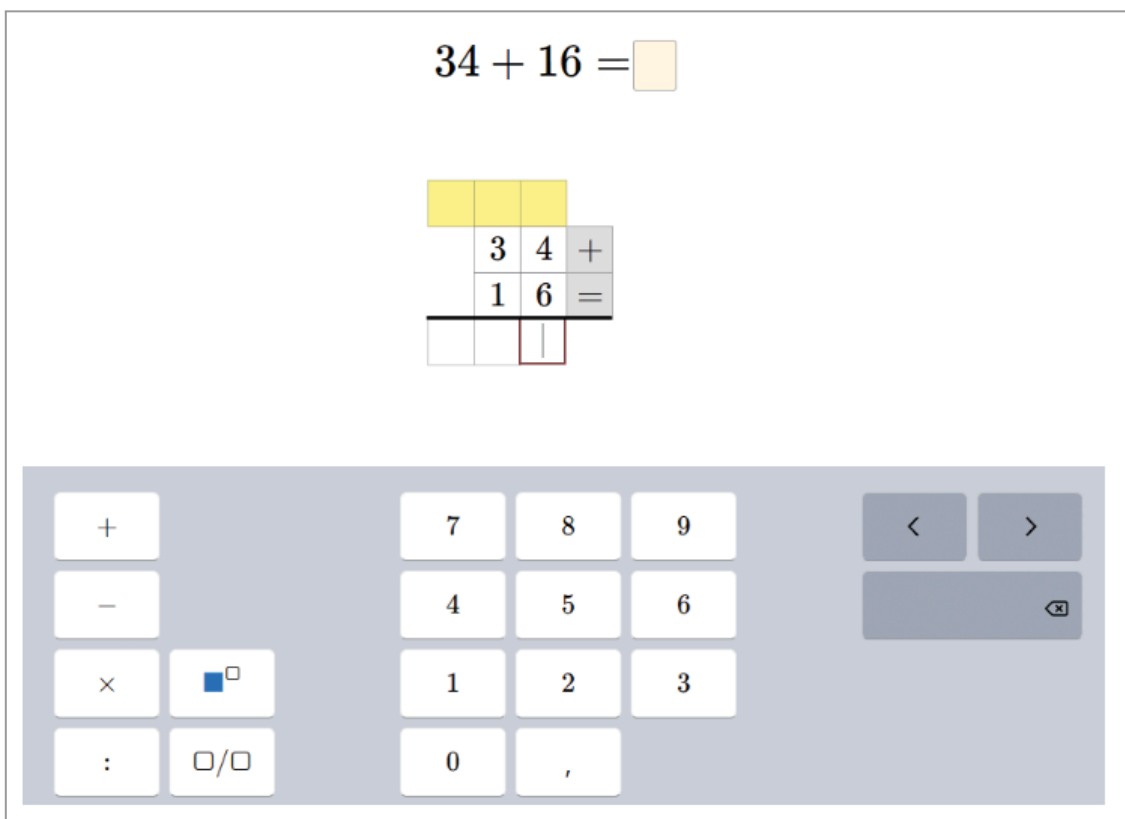


Figura 2.4. Esempio di item della prova Calcolo scritto

Dettato numerico

La prova di dettato numerico consente di valutare la capacità di riconoscimento dei numeri, la comprensione orale e trascrizione scritta dei numeri. Agli studenti viene richiesto di ascoltare un numero alla volta (numeri interi di più cifre, decimali e frazioni) e, successivamente, di trascriverlo digitalmente nell'apposito spazio (Figura 2.5). La prova prevede in totale 18 numeri, per ciascuno dei quali è concesso un tempo massimo di 20 secondi. Il punteggio complessivo corrisponde a 1 punto per ogni risposta corretta, sia nella scelta multipla sia nella trascrizione; mentre le risposte errate o mancanti valgono 0 punti.

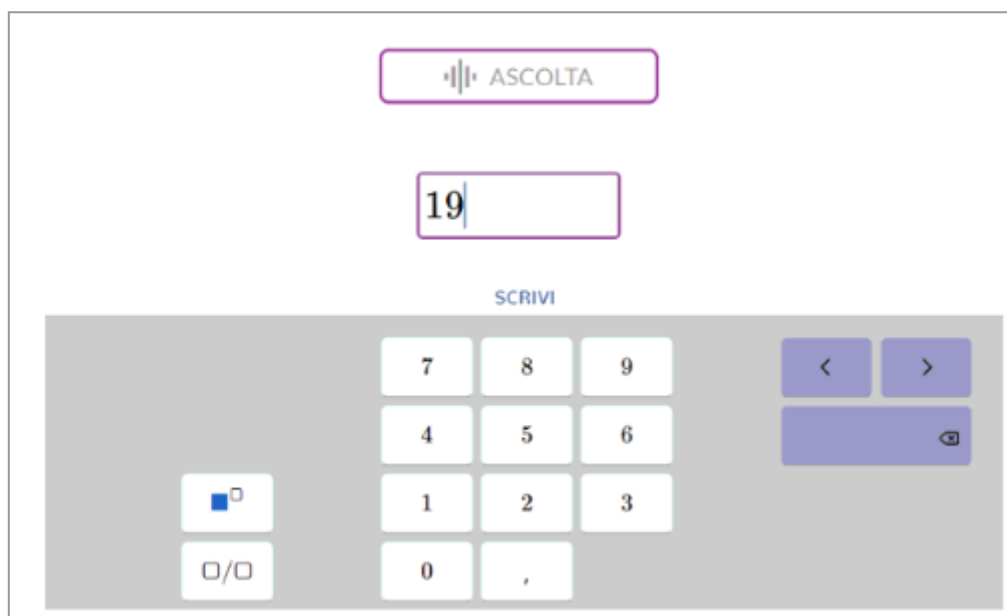


Figura 2.5. Esempio di item della prova Dettato numerico

Operazioni con incognita

La prova di operazioni con incognita consente di valutare la capacità degli alunni di riconoscimento e uso degli algoritmi e proprietà di calcoli aritmetici, nonché l'applicazione di strategie e procedure di risoluzione. Agli studenti vengono presentate 36 operazioni in cui uno dei due operatori è mancante. Si richiede di individuare, tra tre alternative proposte, il numero che completa correttamente l'operazione (eseguendo addizioni, sottrazioni e divisioni; Figura 2.6). Per ciascun item è previsto un tempo massimo di 20 secondi. Il punteggio corrisponde al numero di risposte corrette, a cui viene assegnato 1 punto per risposta esatta; 0 punti per risposte errate o mancanti.

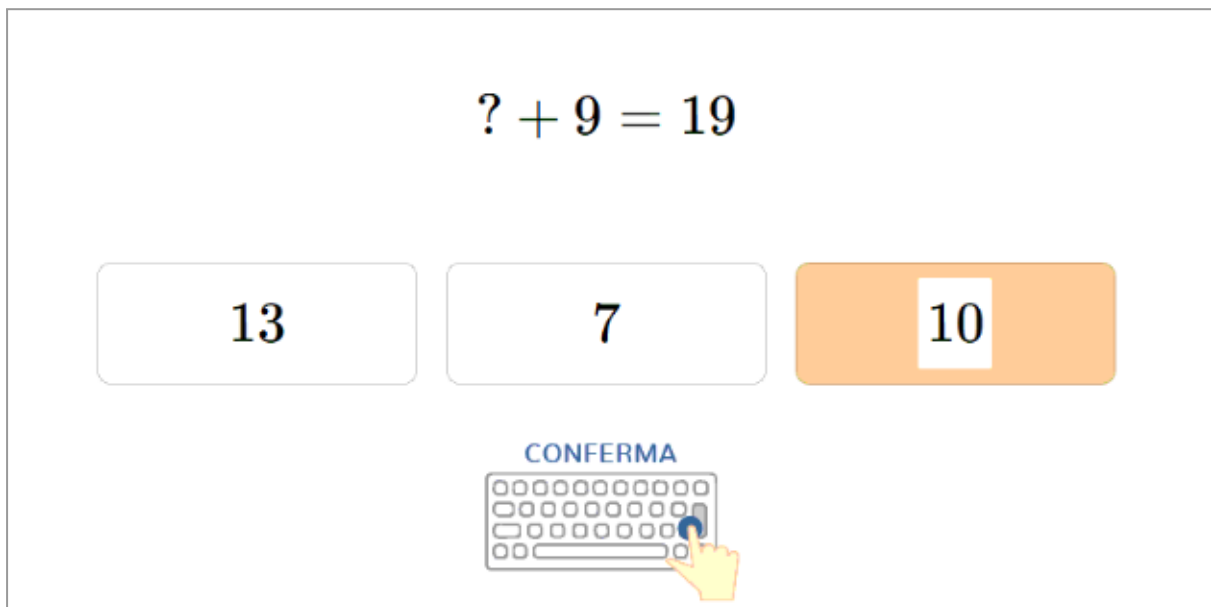


Figura 2.6. Esempio di item della prova Operazioni con incognita

2.2 Indici compositi: QC e QM

Il Quoziente di Calcolo (QC) è un punteggio composito derivato dalle prove di Fatti numerici, Calcolo a mente e Calcolo scritto. Il Quoziente Matematico (QM) è un punteggio composito derivato da tutte le prove della batteria (Fatti numerici, Calcolo a mente, Calcolo scritto, Dettato di numeri, Operazioni con incognita).

2.3 Tabella riassuntiva

Prova	Abilità principale	Formato risposta	Tempo (indicativo)	Item (totali)	Indice
Fatti numerici	Recupero automatizzato di fatti aritmetici	Produzione	5 s visualizzazione + 10 s risposta	24-36*	QC, QM
Calcolo a mente	Strategie di calcolo mentale e procedure	Produzione	fino a 20 s + tempo risposta	24*	QC, QM
Calcolo scritto	Procedure del calcolo scritto elementare	Produzione	senza limite prefissato	18-24*	QC, QM
Dettato di numeri	Transcodifica: comprensione orale e scrittura numeri	Produzione	20 s	18-24*	QM
Operazioni con incognita	Uso di algoritmi/proprietà; completamento operazioni	Scelta multipla (3 alternative)	20 s	24-36*	QM

* Il numero totale di item e le soglie di start/stop possono variare in base alla versione e alla prova; nella somministrazione adattiva il numero di item effettivamente presentati è inferiore e dipende dalle risposte.

3. Somministrazione nella piattaforma VALGO

3.1 Requisiti e preparazione

Si raccomanda una somministrazione in ambiente silenzioso e privo di distrazioni, con connessione stabile. È utile prevedere una breve familiarizzazione con tastiera e modalità di risposta, soprattutto nelle classi più basse.

3.2 Compilare il protocollo di registrazione



La batteria ARCADE è implementata all'interno della piattaforma per la valutazione degli apprendimenti ValGO. Per iniziare una valutazione all'interno della piattaforma, oltre ad accedere tramite le personali credenziali del/della professionista, è prima di tutto necessario registrare l'utente tramite l'apertura di un nuovo profilo, secondo i seguenti step operativi.

In primo luogo, dopo essere entrati/e con le proprie credenziali nel centro registrato su ValGO, è necessario aggiungere il/la nuovo/a utente nel centro di valutazione, tramite il pulsante presente in alto a destra nella schermata della piattaforma.

Successivamente, sarà possibile riportare le informazioni legate ai dati anagrafici, la storia linguistica e il profilo diagnostico del/della ragazzo/a.

Infine, verrà richiesto di compilare l'informatica per il trattamento dati. Cliccando sul tasto "Aggiungi", sarà quindi finalizzata la registrazione dell'utente nel centro di valutazione.

Figura 3.1 Step da seguire per iniziare una valutazione

Aggiungi utente

Nome*	Cognome*
Email famiglia	Email insegnante
Genere*	Data di nascita qq/mm/aaaa
Regione	Comune
Classe frequentata all'ingresso*	L1 (se non lingua italiana)

Il bambino è bilingue? Sì No

Il bambino presenta uno sviluppo atipico? Sì No

Nella compilazione dell'anagrafica utente potrebbero essere inseriti dati particolari (ex sensibili) nel novero delle speciali categorie di Dati Personali di cui all'art. 9 del Regolamento Europeo. Ricordiamo che l'inserimento di tali tipologie di dati personali non risulta necessario ai fini dell'erogazione dei servizi offerti dalla piattaforma e che, qualora Lei decida di inserirli dovrà adottare tutte le precauzioni previste dalla normativa vigente. Anastasis, inoltre, non può ritenersi in alcun modo responsabile per qualsivoglia evento di divulgazione non autorizzata relativa alle tipologie su descritte.

Diagnosi descrittiva

Aggiungi codici ICD10

Note

Figura 3.2 - Scheda anagrafica da compilare per la registrazione dell'utente su ValGO

Le fasi del percorso di valutazione

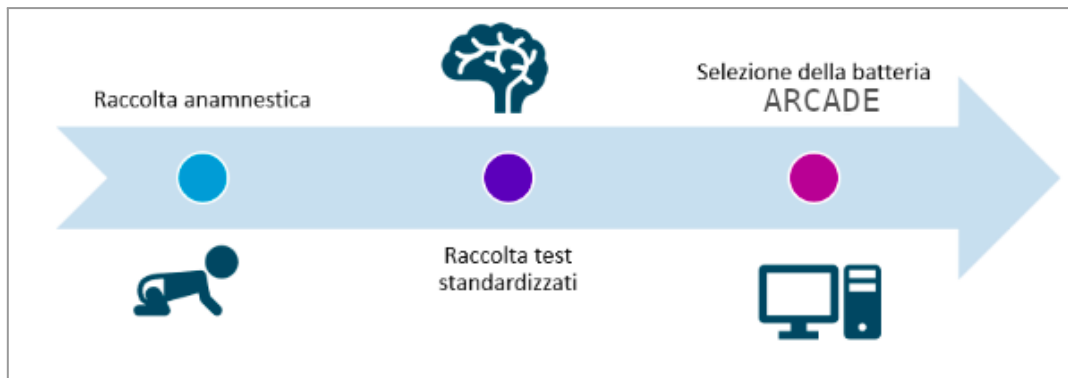


Figura 3.3 - Le fasi del percorso di valutazione

Una volta aperto il profilo del/della ragazzo/a all'interno della piattaforma, sarà possibile iniziare il percorso di valutazione. ValGO rappresenta il percorso di valutazione in tre fasi: la raccolta anamnestica, la somministrazione di test psicometrici standard e la selezione di ARCADE come batteria di valutazione delle difficoltà aritmetiche (Figura 3.3).

Le prime due fasi (anamnesi e test psicometrici standard) sono facoltative: è possibile procedere direttamente con la somministrazione di ARCADE.

ANAMNESI E VALUTAZIONE STANDARD

Anamnesi non ancora presente.

[Inserisci anamnesi](#)

Non sono ancora state inserite sessioni di test psicometrici.

[Nuova sessione di test](#)

VALUTAZIONI VALGO 238 crediti disponibili

Non ci sono ancora valutazioni

[Nuova valutazione](#)

Figura 3.4 - Schermata di inserimento delle fasi del percorso di valutazione del/della ragazzo/a con raccolta anamnestica, somministrazione di test psicometrici standardizzati e la selezione della valutazione per il profilo funzionale (ARCADE).

Cliccando su [Inserisci anamnesi] sarà possibile inserire diverse informazioni legate alla vita e dello sviluppo del/della ragazzo/a, concentrandosi in particolare su:

- Anamnesi personale, rivolta a indagare l'adattamento del/della ragazzo/a a scuola e informazioni rispetto a chi ha fatto l'invio, il motivo della consulenza, la presenza di altre diagnosi e l'uso di farmaci;
- Anamnesi familiare, rivolta a raccogliere informazioni riguardo alla vita pre- e peri-natale, alla familiarità e alla composizione familiare;
- Lo sviluppo del linguaggio e lo sviluppo motorio;
- Aspetti comportamentali, sia rispetto allo sviluppo (e.g. sonno, gestione della frustrazione e delle emozioni), alle relazioni sociali (e.g. rispetto delle regole, creazione di relazioni, attività motoria, organizzazione), alla presenza di tratti di disattenzione, impulsività e iperattività.
- Anamnesi scolastica, rivolta a raccogliere informazioni rispetto allo sviluppo delle abilità di lettura, scrittura, calcolo e nello svolgimento dei compiti a casa nelle diverse tappe dello sviluppo.

Cliccando su [Nuova sessione di test], sarà possibile passare alla raccolta di dati standardizzati tramite test psicometrici, invece, consente di ottenere dati rispetto allo sviluppo intellettivo e adattivo del/della ragazzo/a, tramite prove volte a indagare il funzionamento intellettivo e le funzioni esecutive oltre che gli apprendimenti, in particolare in riferimento ai prerequisiti, alla lettura, alla comprensione del testo e alla scrittura.

Una volta approfondita la storia e lo sviluppo del/della ragazzo/a, sarà quindi possibile selezionare tramite il pulsante Nuova valutazione la batteria ARCADE per iniziare il percorso di valutazione del profilo funzionale della letto-scrittura e comprensione del testo. Prima di tutto, sarà necessario selezionare la classe di appartenenza del/della ragazzo/a:

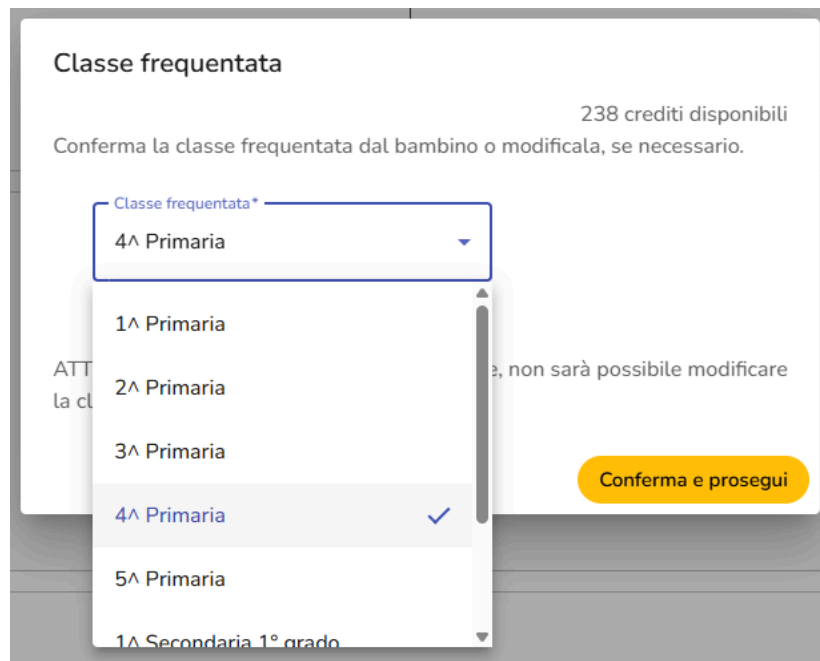


Figura 3.5 - avvio della batteria ARCADE, confermando la classe frequentata

Successivamente, cliccando su Avvia una batteria, sarà possibile selezionare ARCADE per la valutazione:

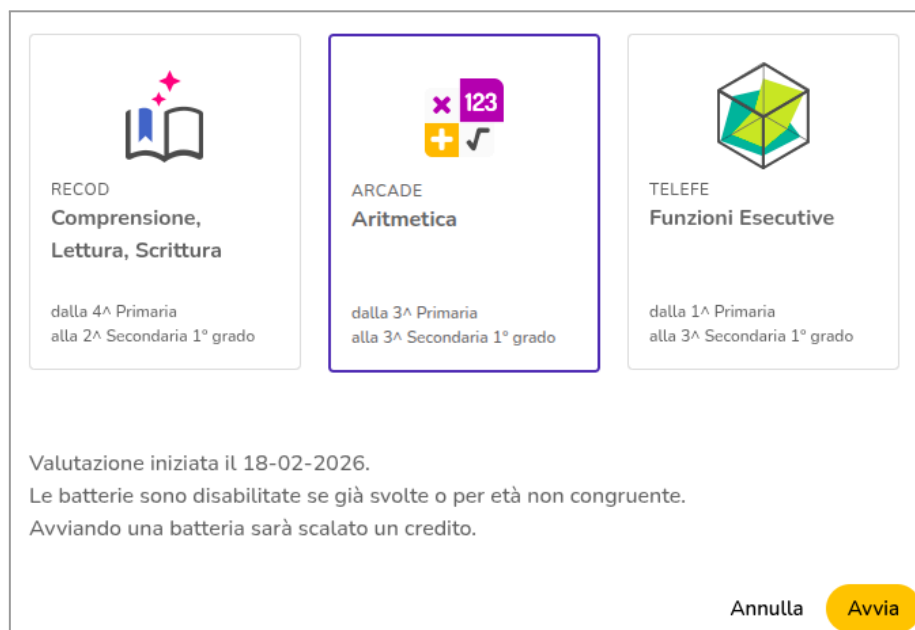


Figura 3.6 - scelta della batteria ARCADE

A questo punto, sarà possibile procedere alla personalizzazione del percorso di ARCADE.

3.2 Livelli di approfondimento e programmazione dinamica delle prove

È possibile adottare due livelli di utilizzo clinico: (a) valutazione breve, centrata su prove rapide come Fatti numerici, Calcolo a mente e Calcolo scritto, utile per uno screening iniziale; (b) valutazione di approfondimento, che include Dettato di numeri e Operazioni con incognita, per una lettura più completa e differenziata.

A questo scopo, appena avviata la batteria, ARCADE consente una programmazione dinamica delle prove: è infatti possibile scegliere sia quali prove effettuare, sia in quale ordine. Come illustrato in figura 3.7, l'interfaccia aggiorna dinamicamente la riga dell'output che ARCADE è in gradi di produrre in base alla scelta delle prove.

Componi il percorso

Tocca per disabilitare le prove, trascina per riordinarle

Operazioni con Incognita

- ✓ Fatti Aritmetici
- ✓ Calcolo a Mente
- ✓ Calcolo Scritto
- ✓ Dettato di Numeri

Anteprima percorso

FATTI
ARITMETICI

CALCOLO
A MENTE

CALCOLO
SCRITTO

DETTATO DI
NUMERI

Ouput disponibili al termine del percorso

Punteggi grezzi

Profili percentili

Profili ponderati

Quoziente di Calcolo

Quoziente Matematico

SALVA

Figura 3.7 Esempio di programmazione dinamica del percorso di valutazione: avendo escluso la prova Operazioni con incognita, non sarà possibile ottenere il Quoziente Matematico.

3.3 Algoritmo adattivo (start/stop) – principi generali

ARCADE utilizza uno **scoring adattivo**: tutti i partecipanti affrontano la stessa banca di item ordinati per difficoltà, ma il **punto di inizio** e la conclusione variano in base al grado scolastico e alle risposte. Il **criterio di start** richiede tipicamente due risposte corrette consecutive; il **criterio di stop** interrompe la prova al raggiungimento di una soglia di errori in una finestra mobile (es. 4 errori nelle ultime 5 risposte), con varianti a seconda della prova.

Si noti che, se il criterio di start viene verificato, le operazioni precedenti al punto di inizio vengono considerate corrette anche se non sono svolte. Ad esempio, per una V primaria i fatti aritmetici cominciano all'operazione n.8, 7×0 . Se questa e la successiva vengono svolte correttamente, il criterio di start viene verificato, e le 7 operazioni precedenti, anche se non svolte, vengono considerate corrette nel computo dei punteggi grezzi e standardizzati.

3.4 La somministrazione

Premendo il bottone [Salva] dalla pagina di configurazione ARCADE presenta il percorso programmato, pronto per l'avvio della prima prova. Per facilitare l'operatività nel caso la somministrazione venga interrotta e ricominciata, oppure suddivisa in due sessioni, le prove già eseguite sono rappresentate da riquadri colorati (figura 3.8):

- scegliendo un *riquadro vuoto* si eseguono prove per la prima volta
- scegliendo un *riquadro colorato* si ripetono prove già eseguite



Figura 3.8 E' possibile completare una somministrazione eseguendo le prove mancanti, in questo caso il Calcolo scritto.

Tutte le prove sono precedute da:

- una pagina di spiegazione della modalità di somministrazione tramite animazione (figura 3.8)
- un popup attivabile facoltativamente con le istruzioni sul *tastierino* (figura 3.9)
- una pagina che contiene qualche esempio da fare per impraticarsi con lo strumento (figura 3.10)

CALCOLO SCRITTO ?

In questa prova dovrai calcolare il risultato di alcune operazioni in colonna, che compariranno sullo schermo una alla volta. Il tuo compito è di risolverle come fai di solito.

Svolgi i calcolo usando l'apposito tastierino che vedi sotto l'operazione. Vediamo assieme come funziona.

- Segna i riporti e i prestiti nei riquadri gialli in alto
- Se ti sbagli usa il tasto apposito
- Trascrivi il risultato in alto
- Scrivi la risposta usando il tastierino
- Premi il tasto [INVIO] sulla tastiera per confermare. Attenzione: non potrai confermare senza aver scritto nulla nello spazio apposito del risultato.

$34 + 16 = \square$

	1			
	3	4	+	
	1	6	=	
		0		

SCRIVI IL RIPORTO IN ALTO

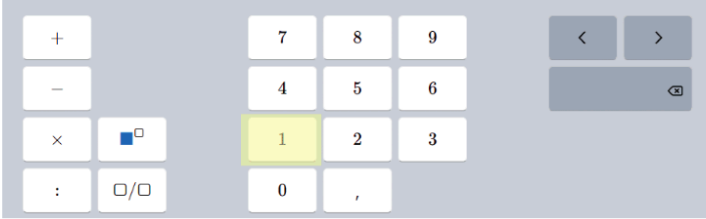


Figura 3.8 la pagina di istruzioni per il Calcolo scritto

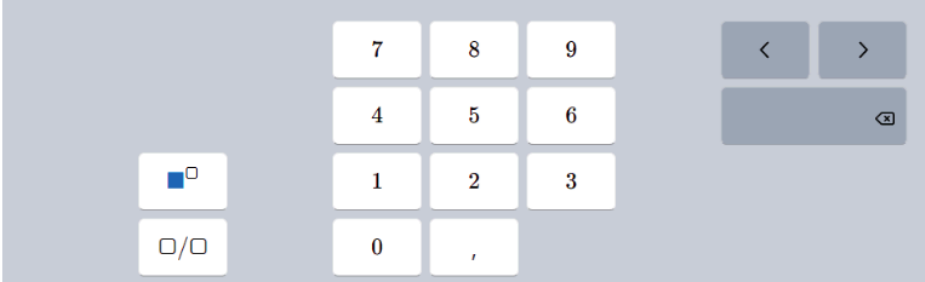
Il popup del *tastierino* è sempre richiamabile con l'icona [punto interrogativo] in alto a destra: il tastierino è infatti utilizzabile in tutte le prove. Tuttavia, se per alcuni item è necessario - ad esempio quando ARCADE richiede di scrivere frazioni o elevamenti a potenza - per la maggior parte degli item può, nella somministrazione da PC, essere sostituito dal più agile utilizzo della tastiera: a tal proposito va ricordato che i tempi di scrittura non impattano sull'esito delle prove, quindi la scelta di utilizzare tastierino o tastiera è totalmente libera.

Istruzioni del tastierino

Durante gli esercizi, comparirà sullo schermo un tastierino come questo.

Puoi usare i numeri per digitare la risposta.

Nel tastierino trovi i tasti per cancellare quando ti sbagli e scrivere potenze e frazioni.



Ok

Figura 3.9 la pagina di istruzioni sul tastierino

Gli item di esempio vengono proposti finchè le risposte non sono corrette: a questo punto compare in alto a destra un bottone [INIZIA LA PROVA].

ESEMPIO

INIZIA LA PROVA

Ora faremo alcuni esempi per fare pratica prima di iniziare la prova vera e propria.

Ad esempio, prova a calcolare il risultato dell'operazione che vedi qui sotto, scrivendo il risultato nell'apposito spazio.

Quando hai completato l'operazione, premi il tasto [INVIO] sulla tastiera per passare all'esempio successivo.

Quando senti di aver fatto abbastanza pratica, premi il bottone [INIZIA LA PROVA] che compare in fondo alla pagina.

$$24 - 7 = \square$$

2	4	-
	7	=

Figura 3.10 alcuni esempi di Calcolo scritto

La somministrazione procede come descritta nel precedente capitolo. Ci si limita in questa sede a porre attenzione su alcune peculiarità:

- nei fatti aritmetici e nel calcolo a mente, la risposta ad ogni item avviene in 3 step:
 - a. prenotazione della risposta, premendo la barra spazio
 - b. scrittura della risposta, con tastiera o tastierino
 - c. conferma, con tasto Invio
- nel calcolo scritto, l'operazione viene eseguita nello spazio a quadretti, ma il risultato deve essere riportato nella casella in alto dopo il simbolo dell'uguale, per poi premere Invio e confermare (figura 3.11)
- nelle operazioni con incognita, si sceglie l'opzione corretta con il mouse e la si conferma con il tasto Invio
- nel dettato, occorre attendere la fine della denominazione del numero prima di scriverlo e confermarlo con il tasto Invio

The image shows a digital interface for a math problem. At the top, a text input field contains the equation $237,45 + 3451,2 = 3688,65$. Below this, there is a grid for handwritten calculations. The grid has 8 columns and 3 rows. The top row is empty. The second row contains the numbers 2, 3, 7, a comma, 4, 5, and a plus sign. The third row contains 3, 4, 5, 1, a comma, 2, 0, and an equals sign. A horizontal line is drawn under the third row. Below the line, the result 3688,65 is written in the grid cells.

Figura 3.11 Esecuzione del calcolo in colonna: una volta terminato il calcolo, è necessario riportare il valore 3688,65 nella casella del risultato in alto dopo il simbolo dell'uguale

Una volta terminate le prove, ARCADE ripropone la pagina di inizio nel caso si desideri rieseguire una o più prove, ed un bottone [SCHEDA UTENTE] che torna alla piattaforma VALGO: da qui, il link [Profili] permette l'accesso all'output della somministrazione (figura 3.12)

The image shows a screenshot of the 'VALUTAZIONI VALGO' interface. At the top, it displays '208 crediti disponibili' and a 'Nuova valutazione' button. Below this, there is a header for the current session: 'Dal 08/02/2024 - Classe: 5^ Primaria' and a 'Finalizza' button. The main area shows a progress bar with six categories: 'ARCADE', 'Dettato di numeri', 'Fatti aritmetici', 'Calcolo a mente', 'Calcolo scritto', and 'Operazioni con incognita'. Each category has a purple dot indicating its status. Below the progress bar, it shows '08-02-2024' and 'Conclusa'. At the bottom right, there is a 'Profili' link.

Figura 3.12: il link Profili permette l'accesso all'output della somministrazione

3.5 Scoring, norme e interpretazione dei punteggi

L'output standardizzato di ARCADE include: (a) punteggi ponderati per ciascun subtest (M=10, DS=3); (b) percentili; (c) intervalli di confidenza (tipicamente al 90%); (d) fasce di prestazione basate su z-score (area critica: ≤ -2 DS; in norma: ≥ -1 DS; punto di forza: $\geq +1$ DS); (e) quozienti compositi QC e QM (scala in stile Wechsler, M=100, DS=15).

Le norme sono costruite tramite continuous norming, modellando la prestazione attesa in funzione del grado scolastico trattato come variabile continua (inclusi possibili "mezzi gradi" per distinguere entrata/uscita/mezzo anno). Questo consente stime più sensibili e riduce la rigidità delle tabelle a fasce.

QC e QM sono interpretabili quando le prove che li compongono mostrano un profilo sufficientemente coerente. Sono previsti criteri di allerta per disomogeneità (discrepanze rare nel campione normativo), oltre i quali si raccomanda di privilegiare l'interpretazione a livello di singola prova.

Seguendo il link [Profili] da ValGO si arriva alla pagina di output della somministrazione che è suddivisa in 3 sezioni:

- grafici e punteggi standardizzati in percentili (figura 3.13) con quozienti di calcolo e matematico e intervalli di confidenza
- grafici e punteggi standardizzati ponderati (figura 3.14) con quozienti di calcolo e matematico e intervalli di confidenza
- tabella dei punteggi grezzi con dettaglio di tutte le operazioni svolte (figura 3.15): viene evidenziata anche l'attivazione del criterio di stop, e la conseguente serie di item non svolti
- bottone per la produzione del report automatico in Word

Percentili

Ponderati

Grezzi

Il seguente profilo riporta i **percentili** di tutte le prove somministrate. Si sono scelti grafici a radar per **evidenziare il funzionamento dei bambini**, rappresentato dalle aree colorate: più estesa è l'area, migliore il funzionamento.

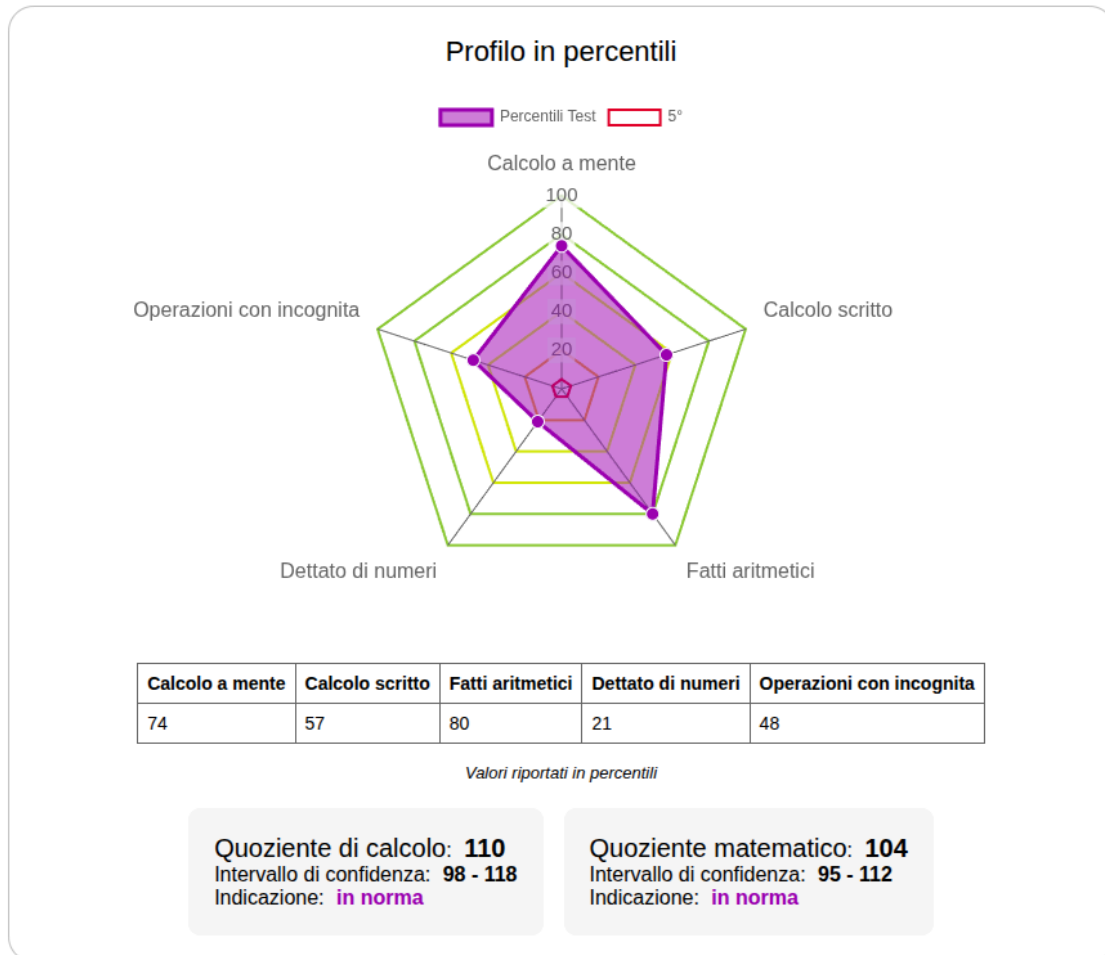


Figura 3.13: Grafici radar dei punteggi in percentili con riquadro quozienti

Il seguente profilo riporta i **punti ponderati** di tutte le prove somministrate. Si sono scelti grafici WISC-like per ragioni di familiarità con tale rappresentazione.

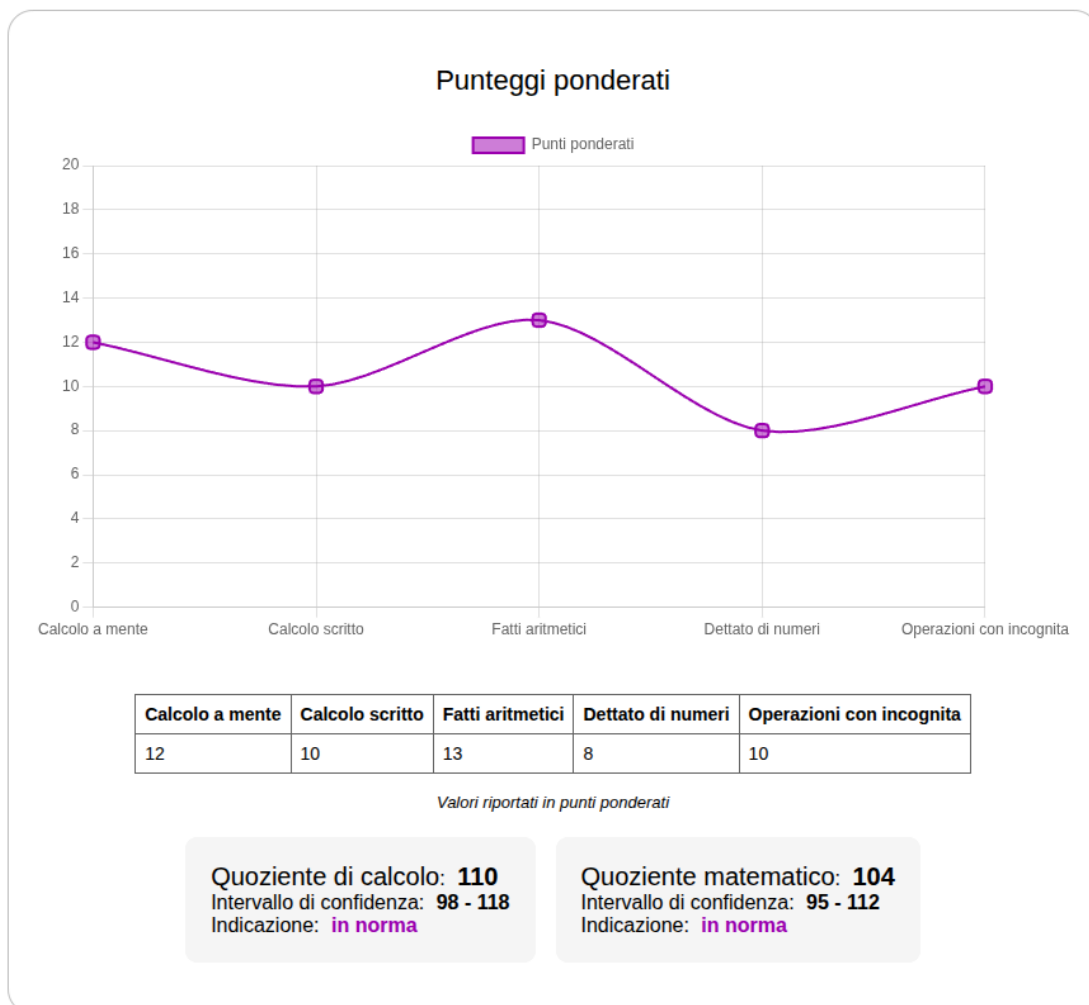


Figura 3.14: Grafici Wechsler-like dei punteggi ponderati con riquadro quozienti

La seguente pagina riporta i **risultati grezzi** di tutte le prove somministrate.

- ✓ risposta corretta.
- ⌛ il tempo per rispondere è scaduto.
- ✋ il criterio di stop è stato attivato e l'operazione non è stata presentata.
- 👉 operazione precedente al punto di partenza della classe e considerata corretta.

Fatti aritmetici

Prova svolta il 23/02/2026 su PC

Consegna	Risposta data	Risposta attesa	Tempo prenotazione (ms)	Tempo conferma (ms)
$7 - 3 =$	👉 ✓	4	-	-
$8 + 4 =$	👉 ✓	12	-	-
$3 + 2 =$	👉 ✓	5	-	-
$4 + 6 =$	👉 ✓	10	-	-
$9 + 9 =$	👉 ✓	18	-	-
$8 - 1 =$	👉 ✓	7	-	-
$5 \times 2 =$	👉 ✓	10	-	-
$7 \times 0 =$	0 ✓	0	1403	2670
$13 - 4 =$	9 ✓	9	1424	1923
$12 + 13 =$	25 ✓	25	1065	1916
$20 : 5 =$	4 ✓	4	816	1355

Figura 3.15: Tabella dei punteggi grezzi con lista delle operazioni, correttezza e tempi di esecuzione. Si noti che nell'esempio, trattandosi di una V primaria, le operazioni proposte iniziano dalla ottava: tuttavia, poiché il criterio di start è stato verificato, le 7 precedenti sono considerate corrette.

Il report in formato modificabile (Word) integra grafici, tabelle e sintesi descrittive. Non sostituisce la relazione clinica: costituisce un supporto operativo per la stesura del profilo funzionale.

3.5 Sezioni del report automatico

Il report include:

- Premesse e avvertenze sull'uso del report automatico.
- Descrizione delle prove somministrate e degli indici QC e QM.
- Profili funzionali in percentili (QC e QM) e profilo in punteggi ponderati.
- Tabella riassuntiva: punteggi grezzi, ponderati, percentili, intervalli di confidenza e interpretazione.
- Sintesi narrativa del profilo complessivo e indicazioni operative.
- Sintesi dettagliata item-per-item per analisi qualitativa.

La restituzione dovrebbe integrare: (a) lettura quantitativa dei punteggi standardizzati; (b) analisi qualitativa di errori e strategie, anche tramite la sintesi item-per-item; (c) confronto con informazioni anamnestiche e scolastiche; (d) eventuale approfondimento con batterie standardizzate disponibili e valutazione di comorbidità e processi dominio-generalis (es. memoria di lavoro, velocità di elaborazione), quando rilevanti.

3.6 Esportazione csv dei dati grezzi

Dalla piattaforma ValGO, i soli operatori referenti del centro possono esportare a fini di ricerca i dati grezzi di tutte le valutazioni: la funzione si trova nella voce di menu [Centro], come illustrato in figura 3.16.

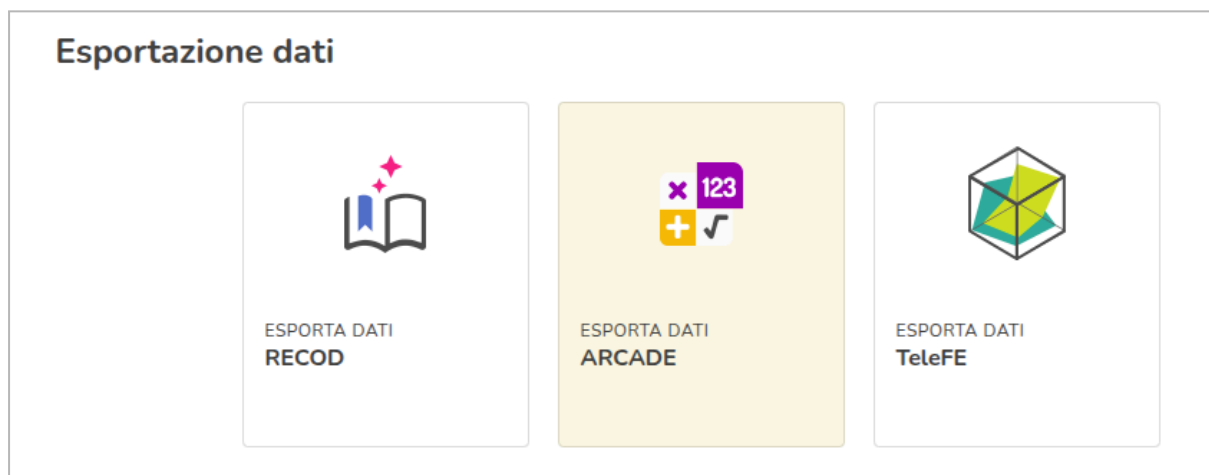


Figura 3.16: Funzione di esportazione dei dati grezzi in csv

Nella sezione [Materiali], la piattaforma ValGO mette a disposizione norme e algoritmi per risalire dai punteggi grezzi a quelli standardizzati.

4. Validazione e proprietà psicometriche

4.1 Fasi di progetto

Lo sviluppo di ARCADE ha seguito tre fasi principali: (1) fase iniziale, finalizzata alla costruzione e selezione degli item; (2) fase di validazione, per testare le versioni finali delle prove, ordinare gli item per difficoltà e definire le regole di start/stop; (3) fase di standardizzazione, per applicare lo scoring adattivo e costruire le norme con continuous norming.

La fase iniziale (anno scolastico 2023-2024) ha coinvolto 337 studenti dalla III primaria alla III secondaria di primo grado, con una sessione carta-matita e due sessioni computerizzate. I risultati hanno guidato decisioni di revisione delle prove (es. rimozione del calcolo approssimato; mantenimento del dettato come prova autonoma). La fase di validazione (anno scolastico 2024-2025) ha coinvolto 930 studenti. In questa fase sono state definite e testate le regole di somministrazione adattiva e la validità dell'ordine di difficoltà degli item. La fase di standardizzazione ha applicato lo scoring adattivo ai dati della validazione per generare il dataset normativo finale e stimare le curve normative con continuous norming.

4.2 Validità dello scoring adattivo

Per verificare la validità dello scoring adattivo, i punteggi adattivi sono stati confrontati con i punteggi osservati. Le correlazioni risultano elevate (tipicamente $r \sim .87-.97$, a seconda della prova), indicando che l'approccio adattivo riduce il numero di item somministrati senza perdere precisione nella stima dell'abilità.

4.3 Attendibilità e validità convergente

L'attendibilità interna delle prove è stata stimata tramite alpha di Cronbach su correlazioni tetracoriche. I risultati indicano consistenza interna generalmente buona; una criticità è emersa per il dettato in modalità a scelta multipla, che è stato quindi rimosso a favore della modalità di produzione. La validità convergente è stata indagata tramite correlazioni tra le prove ARCADE e prove standardizzate carta-matita (es. ACMT). Le tabelle dei risultati (correlazioni e indici di attendibilità per grado) sono riportate in Appendice C.

5. FAQ e troubleshooting

1. Il QC/QM risulta 'non calcolabile'.

Verificare che siano stati completati tutti i subtest richiesti per l'indice composito.

2. Il QC/QM risulta 'non interpretabile'.

Il profilo è disomogeneo: privilegiare l'interpretazione dei singoli subtest e l'analisi qualitativa.

3. Il bambino risponde lentamente o mostra difficoltà con la tastiera.

Considerare una breve prova di familiarizzazione e interpretare i tempi/accuratezza in modo contestualizzato.

Appendici

Appendice A – Descrizione estesa delle prove e criteri di scoring

Appendice B – Punti di partenza (start) per grado scolastico e regole di stop per ciascuna prova

Appendice C – Tabelle: attendibilità, validità convergente, conversioni punteggi (grezzi→ponderati/percentili; somma ponderati→QC/QM)

Appendice D – Esempio di report automatico (versione anonimizzata)

Riferimenti bibliografici essenziali