

# I FRAMEWORK TEORICI DEL SECONDO CICLO DI PIAAC

VOLUME I

I FRAMEWORK DI VALUTAZIONE  
DEI DOMINI DI LITERACY, NUMERACY  
E ADAPTIVE PROBLEM SOLVING

16

L'Istituto nazionale per l'analisi delle politiche pubbliche (INAPP) è un ente pubblico di ricerca che si occupa di analisi, monitoraggio e valutazione delle politiche del lavoro, delle politiche dell'istruzione e della formazione, delle politiche sociali e, in generale, di tutte le politiche economiche che hanno effetti sul mercato del lavoro. Nato il 1° dicembre 2016 a seguito della trasformazione dell'Isfol e vigilato dal Ministero del Lavoro e delle politiche sociali, l'Ente ha un ruolo strategico – stabilito dal decreto legislativo 14 settembre 2015, n. 150 – nel nuovo sistema di governance delle politiche sociali e del lavoro del Paese. Inapp fa parte del Sistema statistico nazionale (SISTAN) e collabora con le istituzioni europee. Da gennaio 2018 è Organismo Intermedio del PON Sistemi di politiche attive per l'occupazione (SPA0) per svolgere attività di assistenza metodologica e scientifica per le azioni di sistema del Fondo sociale europeo ed è Agenzia nazionale del programma comunitario Erasmus+ per l'ambito istruzione e formazione professionale. È l'ente nazionale all'interno del consorzio europeo ERIC-ESS che conduce l'indagine European Social Survey.

Presidente: *Sebastiano Fadda*

Direttore generale: *Santo Darko Grillo*

Riferimenti

Corso d'Italia, 33

00198 Roma

Tel. + 39 06854471

Web: [www.inapp.org](http://www.inapp.org)

La collana Inapp Report è a cura di Pierangela Ghezzi.



# INAPP

## I FRAMEWORK TEORICI DEL SECONDO CICLO DI PIAAC

VOLUME I

I FRAMEWORK DI VALUTAZIONE

DEI DOMINI DI LITERACY, NUMERACY

E ADAPTIVE PROBLEM SOLVING



Il presente rapporto è stato redatto dall'Inapp in qualità di Organismo Intermedio del PON SPAO con il contributo FSE 2014-2020 Azione 10.3.8 Ambito di attività 1.

Nel rapporto sono presentate le traduzioni in lingua italiana dei Framework teorici del secondo ciclo di PIAAC (Programme for the International Assessment of Adult Competencies) elaborati dall'OCSE (versione draft, rilasciata nel marzo 2019). Il rapporto è suddiviso in due volumi. Il primo volume raccoglie le traduzioni dei framework di valutazione dei domini di Literacy, Numeracy e Adaptive Problem Solving. Nel secondo volume è presentata la traduzione del framework concettuale del Questionario di Background.

Autori dei framework in lingua inglese sono: Literacy - *M. Anne Britt* (Stati Uniti), *Egil Gabrielsen* (Norvegia), *Johanna Kaakinen* (Finlandia), *Tobias Richter* (Germania), *Jean-François Rouet* (Francia, Presidente del Gruppo di Esperti) e la collaborazione di *Marylou Lennon*, ETS. Numeracy - *Isabelle Demonty* (Belgio), *Javier Diez-Palomar* (Spagna), *Vince Geiger* (Australia), *Kees Hoogland* (Paesi Bassi), *Terry Maguire* (Irlanda), *Dave Tout* (Australia, Presidente del Gruppo di Esperti). Adaptive Problem Solving - *Art Graesser* (Stati Uniti), *Samuel Greiff* (Lussemburgo, Presidente del Gruppo di Esperti), *Dragos Iliescu* (Romania), *Jean François Rouet* (Francia), *Katharina Scheiter* (Germania), *Ronny Scherer* (Norvegia) e la collaborazione di *Juliana Gottschling* e *Jan Dörendahl* (Lussemburgo). Background Questionnaire - *Research Centre for Education and the Labour Market* (ROA), il *GESIS – Leibniz Institute for the Social Sciences* (GESIS)

Gruppo di lavoro PIAAC dell'INAPP: *Manuela Amendola*, *Manuela Bonacci*, *Valentina Gualtieri*, *Simona Maria Carmela Mineo*, *Ilaria Piperno*, *Monica Roiati*

Prefazione a cura del gruppo di lavoro PIAAC dell'INAPP

Traduzione del framework di Literacy a cura di *Ilaria Piperno* (INAPP)

Traduzione dei framework di Numeracy, di Adaptive Problem Solving e del Questionario di Background a cura della società ALFABETA

Revisione scientifica delle traduzioni e editing dei testi: *Giovanna Di Castro*, *Valentina Gualtieri* e *Ilaria Piperno*

Revisione editoriale: *Manuela Amendola*, *Monica Roiati*

Coordinamento editoriale: *Costanza Romano*

Editing grafico ed impaginazione: *Valentina Valeriano*

Testo chiuso a dicembre 2020

Pubblicato a maggio 2021

Alcuni diritti riservati [2021] [INAPP]

Quest'opera è rilasciata sotto i termini della licenza Creative Commons Attribuzione – Non Commerciale – Condividi allo stesso modo 4.0 Italia License.

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)



ISSN 2533-1795

ISBN 978-88-543-0145-0

# Indice

<b>Prefazione</b>	<b>6</b>
<b>Il framework di Literacy</b>	<b>10</b>
1. Introduzione	11
2. Definizione di Literacy	17
3. Dimensioni fondamentali del dominio di Literacy	22
4. Valutare la Literacy	39
5. Distribuzione consigliata degli items	42
6. Il ruolo della fluidità di lettura, impegno e metacognizione	44
7. Fattori portanti della difficoltà nella prova	47
<b>Bibliografia</b>	<b>49</b>
<b>Il framework di Numeracy</b>	<b>57</b>
1. Introduzione	58
2. PARTE I. La valutazione della Numeracy nell'indagine PIAAC	63
3. PARTE II. Fondamenti teorico-concettuali	70
4. PARTE III. Costrutto di valutazione della Numeracy nel Ciclo 2 dell'indagine PIAAC	107
5. PARTE IV. Sviluppi e vincoli dell'assessment	141
6. PARTE V. Rapporto tra l'indagine PIAAC e PISA	165
7. PARTE VI. Componenti della Numeracy	173
8. Appendice. Fattori che incidono sulla complessità degli item di Numeracy	195
9. Punteggio per ciascun fattore di complessità	205
<b>Bibliografia</b>	<b>210</b>
<b>Il framework di Adaptive Problem Solving</b>	<b>229</b>
1. Introduzione	230
2. Definizione di Adapting Problem Solving	236
3. Dimensioni fondamentali del dominio dell'APS	248
4. Valutare l'Adaptive Problem Solving	282
5. Adaptive Problem Solving e suo nesso con i relativi costrutti e implicazioni per il II Ciclo di PIAAC	293
<b>Bibliografia</b>	<b>300</b>
<b>Appendice</b>	<b>304</b>

## Prefazione

*PIAAC (Programme for the International Assessment of Adult Competencies)* è un programma internazionale finalizzato alla valutazione delle competenze degli adulti, promosso dall'OCSE che vede la partecipazione di oltre trenta Paesi del mondo, tra cui l'Italia.

Il Programma è attuato principalmente tramite la realizzazione, in ciascuno dei Paesi partecipanti, di un'indagine statistica (*Survey of Adult Skills*) volta a misurare le competenze della popolazione di età compresa tra 16 e 65 anni attraverso test cognitivi sui domini di *literacy*, *numeracy* e *problem solving*. Tramite un questionario strutturato (questionario di background) sono, inoltre, raccolte informazioni che permettono di comprendere come gli adulti usano le competenze a lavoro, a casa e nella vita sociale. Il questionario di background raccoglie anche informazioni sulle condizioni socio-anagrafiche, sui percorsi d'istruzione, sulla formazione svolta nel corso della vita lavorativa, sullo status occupazionale e sulla storia professionale, oltre ad aspetti più personali come, ad esempio, le abilità sociali ed emotive, gli atteggiamenti nei confronti della società e le informazioni sulla famiglia, le competenze utilizzate dalle persone nel proprio lavoro e nella vita.

L'indagine, oltre a costituire uno strumento fondamentale per delineare i livelli di competenza della popolazione adulta all'interno dei singoli Paesi, permette di effettuare robuste comparazioni internazionali tra Paesi.

La *Survey of Adult Skills* è un'indagine periodica con cadenza decennale. Il primo ciclo di PIAAC ha coinvolto 38 Paesi ed è stato articolato in tre distinti round. Il primo round, nel quale ha preso parte l'Italia, è stato realizzato nella sua fase estensiva a cavallo tra il 2011 e il 2012.

I risultati del primo ciclo dell'indagine sono stati una fonte informativa strategica, tanto per l'analisi del fabbisogno di competenze del nostro Paese e

dei fattori di sviluppo o obsolescenza delle competenze, che per il supporto alla definizione di un quadro di riferimento sulle competenze.

Il secondo ciclo, sul quale si sta attualmente lavorando, sarà svolto in almeno 34 Paesi. Data la complessità e il rigore metodologico sottostante il progetto, le fasi di pianificazione del secondo ciclo dell'indagine e di preparazione degli strumenti necessari allo svolgimento della rilevazione, che precedono l'effettiva fase di campo, sono pluriennali. Le attività sono state avviate nel 2018, il *Field Trial* (ovvero l'indagine pilota) si sarebbe dovuto svolgere a partire da aprile 2020, ma è stato rinviato di dodici mesi a causa della pandemia da Covid-19, il *Main Study* (ovvero l'indagine estensiva) si svolgerà a cavallo tra il 2022 e il 2023.

Le finalità del secondo ciclo dell'indagine sono, da un lato, come per il primo ciclo, la raccolta di dati affidabili e robusti che consentano di progettare politiche finalizzate al miglioramento dei sistemi dell'apprendimento, dell'istruzione e del lavoro in una logica di *evidence based policy*; dall'altro la possibilità di valutare gli effetti delle politiche adottate nel decennio intercorso tra i due cicli, grazie ad analisi comparative a livello temporale.

La filosofia dell'indagine PIAAC è di produrre un bene pubblico: i dati raccolti saranno infatti messi a disposizione di ricercatori, policy maker e cittadini interessati ai temi indagati.

In Italia il Ministero del Lavoro e delle politiche sociali ha stabilito l'adesione del Paese al Programma PIAAC e ha incaricato ANPAL e INAPP di realizzare l'indagine. Il team di lavoro per la realizzazione dell'indagine PIAAC in Italia è interistituzionale e vede la partecipazione dell'ISTAT (nella figura del *National Sampling Manager*) in aggiunta al personale dell'INAPP e dell'ANPAL.

Uno degli aspetti fondamentali per la realizzazione dell'indagine è la definizione e l'elaborazione di framework teorici dei tre domini cognitivi sui quali viene effettuata la rilevazione internazionale delle competenze – *Literacy, Numeracy e Problem Solving* (in ambienti tecnologicamente avanzati per il primo ciclo, divenuto *Adaptive Problem Solving* nel secondo ciclo) – e del *Questionario di Background*.

I framework teorici forniscono una definizione concordata di ciò che occorre misurare tramite l'indagine e sono la base concettuale che guida e sulla quale si fondano gli strumenti utilizzati per la rilevazione. Per tali ragioni rivestono un ruolo centrale per comprendere il senso e l'importanza dell'intera attività sottostante l'indagine sulle competenze degli adulti.

Nel secondo ciclo, la *literacy* viene definita come la capacità di accedere, comprendere, valutare e riflettere su testi scritti allo scopo di raggiungere i propri obiettivi, sviluppare conoscenze e potenzialità ed essere partecipativo nella società. La *numeracy* equivale ad accedere, utilizzare e ragionare criticamente su contenuti, informazioni e idee matematiche rappresentati in molteplici modi, così da gestire e impegnarsi nelle richieste matematiche di una serie di situazioni della vita adulta. L'*adaptive problem solving* è la capacità di un individuo di raggiungere i propri obiettivi in una situazione dinamica, in cui non è immediatamente disponibile un metodo di soluzione. Richiede di impegnarsi in processi cognitivi e metacognitivi per definire il problema, ricercare informazioni e applicare una soluzione in una varietà di ambienti e contesti informativi.

Data l'importanza che i framework rivestono da un punto di vista scientifico, in occasione del primo ciclo di PIAAC in Italia è stato scelto di presentare, all'interno del volume "Il framework teorico del Programma PIAAC. Metodologia e strumenti per la valutazione delle competenze degli adulti" (Isfol 2014), una traduzione italiana di un documento di sintesi sui framework di riferimento dell'indagine. Nello specifico il volume includeva, oltre all'analisi degli obiettivi di ricerca dell'indagine internazionale e a una panoramica dei Paesi coinvolti, anche la presentazione dei principali strumenti utilizzati nella rilevazione e la traduzione in lingua italiana dei principali aspetti dei tre framework teorici dei domini cognitivi, ovvero *literacy*, *numeracy* e *problem solving* in ambienti tecnologicamente avanzati.

In vista della realizzazione del secondo ciclo dell'indagine, i framework teorici dei tre domini sono stati concettualmente variati e ampliati rispetto a quelli prodotti per il primo ciclo. Il lavoro di ricerca effettuato da quattro gruppi di esperti di Paesi diversi ha portato all'elaborazione dei nuovi framework – che includono anche quello dedicato al questionario di background.

Rispetto ai framework adottati e presentati in occasione del primo ciclo di PIAAC, i nuovi framework risentono di importanti modifiche da un punto di vista concettuale dettate anche dalla necessità di aggiornare gli strumenti dell'indagine ai mutamenti della società, del mercato del lavoro e del senso di cittadinanza. I framework concettuali dei domini di *Numeracy* e dell'*Adaptive Problem Solving*, nello specifico, risultano particolarmente diversi da quelli presentati per il primo ciclo.



Nel marzo del 2019 a livello internazionale e nell'ambito delle attività del Programma PIAAC sono stati presentati testi integralmente nuovi che, nonostante ancora in forma di draft poiché soggetti a possibili revisioni a seguito della realizzazione nella primavera del 2021 dell'indagine Pilota, costituiscono un patrimonio conoscitivo elevato.

In ragione della complessità e l'ampiezza dei nuovi framework e, non di meno, considerando l'importanza scientifica che essi rivestono per comprendere la specificità del Programma PIAAC, anche rispetto ad altre indagini sulle competenze, si è scelto, in questa sede, di proporre una nuova traduzione italiana che contempli i tre domini presenti nel secondo ciclo – *literacy*, *numeracy* e *adaptive problem solving* – e il questionario di background.

L'obiettivo di questi due volumi, il primo dedicato ai framework dei domini cognitivi, il secondo al framework del questionario di background – concettualmente legati l'uno all'altro anche se divisi per praticità di consultazione e lettura – è fornire alla comunità scientifica e a chiunque sia interessato all'argomento la possibilità di accedere più agevolmente al nucleo teorico dell'indagine sulle competenze degli adulti PIAAC e comprendere le differenze apportate rispetto al primo ciclo.

Le traduzioni in lingua italiana dei framework sono state realizzate da traduttori professionisti con la supervisione e la revisione scientifica dei testi da parte di ricercatrici INAPP che lavorano al Programma PIAAC. Poiché i framework teorici del secondo ciclo, rispetto a quelli presentati per il primo ciclo, sono stati integralmente riscritti, la scelta fatta per questi volumi è stata di tradurre i testi integralmente, così da proporre ai ricercatori e lettori italiani una traduzione logicamente omogenea e completamente nuova, che potrebbe aiutare a comprendere meglio le caratteristiche specifiche di questa complessa indagine statistica nel panorama composito delle rilevazioni dedicate negli anni al tema delle competenze.



## **Il framework di Literacy**

# 1. Introduzione

Il termine *literacy* (dal latino *litera*: lettera, segno scritto) è riferito all'abilità di una persona di comprendere e utilizzare sistemi di segni scritti. Literacy può essere definita anche come un insieme di abilità più ampie (come, ad esempio, decodificare parole e comprendere frasi, Perfetti 1985) e un insieme di valori e comportamenti culturali che variano in riferimento a gruppi e comunità di esseri umani (Street e Street 1984). L'individuo che sia in possesso delle competenze di literacy è, pertanto, sia una persona in grado di fare uso di un'ampia gamma di materiali scritti per una serie vasta di attività, sia una persona che è a conoscenza degli standard culturali presenti nelle comunità di riferimento (Rouet e Britt 2017).

Fin dall'invenzione dei sistemi di segni scritti circa cinquemila anni fa, la comunicazione scritta ha giocato un ruolo sempre maggiore nelle società di tutto il mondo. La percentuale di esseri umani che sono in grado di leggere e scrivere è cresciuta sempre di più nel corso dei secoli scorsi, eppure si stima che 750 milioni di adulti ancora non siano in grado di leggere e scrivere fluentemente e le percentuali più alte di persone che non possiedono le competenze legate alla literacy si associano a livelli più bassi di sviluppo economico (UNESCO 2017). Nei Paesi in cui agli individui viene data la possibilità di sviluppare le competenze di literacy, i livelli odierni di padronanza degli adolescenti e degli adulti variano in misura notevole. Inoltre, i livelli individuali delle competenze di literacy sono generalmente associati, a migliori condizioni di vita, attività professionali e salute (Morrisroe 2014; OECD 2013). Uno dei motivi per cui le competenze legate alla literacy sono diventate così importanti è che la comunicazione scritta nel mondo contemporaneo pervade la maggioranza degli ambiti della vita delle persone, siano essi personali, sociali

o professionali. Una ricerca ha mostrato come un adulto americano medio si trovi a dover leggere mediamente nove volte al giorno, poco di più nei giorni lavorativi rispetto al fine settimana o in vacanza, e soprattutto in collegamento a motivazioni pratiche (White *et al.* 2010). In base al contesto e all'obiettivo, leggere può assumere una vasta scala di forme diverse. Gli adulti, a volte, leggono brani ampi di testi continui per puro interesse o soltanto per comprendere i punti cardine di un autore ma, più spesso, scorrono le pagine velocemente, per cercare informazioni che sono legate a bisogni o domande specifiche. Per raggiungere questi obiettivi, le persone adulte leggono un'ampia varietà di testi che includono ad esempio e-mail, volantini, tabelloni con orari, manuali di istruzioni. Mentre compiono questa attività, usano una vastissima gamma di tattiche e strategie diverse, che appartengono tutte al costrutto della literacy (Alexander *et al.* 2012; Britt *et al.* 2018; Goldman 2004).

La diffusione dei computer e dell'accesso a Internet nel corso dei due decenni passati ha inoltre esacerbato l'importanza delle skills legate alla literacy nelle società contemporanee (Leu *et al.* 2017). È molto poco quello che una persona priva di competenze di literacy può fare con uno smartphone, un tablet o un computer portatile. I segni scritti sono onnipresenti nella maggior parte delle applicazioni dei computer, incluse le piattaforme di condivisione video usate in tutto il mondo. La lettura su supporti digitali è sempre più importante per le persone per avere accesso al lavoro, servizi e beni materiali, e per essere membri attivi delle comunità civili.

Per queste ragioni, acquisire stime valide e attendibili di cosa gli adulti riescono a fare con testi scritti è diventato un bisogno fondamentale per le istituzioni pubbliche. Nei decenni passati, diversi cicli di studi sono stati condotti a livello internazionale.

## 1.1 La seconda indagine PIAAC nel contesto delle passate indagini internazionali sulla Literacy

Già dai primi anni '90, sono stati portati avanti tre indagini su larga scala di literacy e competenze di base della popolazione adulta, condotti su larga scala e in diversi Paesi. Il primo assessment è stato International Adult Literacy Survey IALS (Murray *et al.* 1998) condotto in 21 Paesi nel periodo di tempo 1994-1998. Il secondo, conosciuto come Adult Literacy and Life Skills Survey

(ALL) (OECD e Statistic Canada 2011 e 2005) è stato realizzato tra il 2002 e il 2008 in 11 Paesi. In continuità con IALS e ALL, il Programme for the International Assessment of Adult Competencies - PIAAC 1 (OECD 2013) è stato condotto in 38 Paesi tra il 2011 e il 2019 (NCES, sd).

IALS, ALL e PIAAC condividono un framework concettuale comune e un approccio alla valutazione delle competenze di literacy, che include la definizione del concetto di literacy, l'approccio alla valutazione, la qualità dei dati e la comunicazione dei risultati (Kirsch e Lennon 2017).

## 1.2 Sviluppi da IALS a PIAAC

Una delle aree più importanti in cui c'è stato un cambiamento nelle tre ricerche valutative riguarda la modalità con cui sono state rilevate le competenze dei diversi domini. IALS prevedeva tre domini separati di literacy: *prose literacy*, *document literacy* e *quantitative literacy*. Il cambiamento più importante tra IALS e ALL è stato quello che ha riguardato una nuova scala di numeracy che ha sostituito la quantitative literacy, mentre sono state mantenute le scale relative alla prose e document literacy.

Il framework per la literacy utilizzato in PIAAC 1 è stato fortemente basato su quelli usati in IALS e ALL ma in PIAAC la valutazione della literacy è stata impostata su una scala singola e non su due scale separate (prose and document literacy in ALL). PIAAC 1, inoltre, ha aumentato la tipologia di testi inclusi, includendo i testi in formato elettronico oltre a quelli 'continui' (prose literacy), 'discontinui' (document literacy) e 'testi misti' indicati nei framework di IALS e ALL. Inoltre, la valutazione della literacy è stata estesa fino a includere la misurazione delle competenze collegate ai reading components. Questa parte è stata pensata per quelle persone che possiedono bassi livelli di competenze e concentra la rilevazione sulle competenze di base necessarie per ottenere le informazioni basilari di un testo. Le competenze rilevate erano *print vocabulary*, *sentence processing* e *passage fluency*.

Il primo ciclo di PIAAC era diverso da IALS e ALL anche nel fatto che, per la maggior parte, si trattava di un assessment somministrato tramite computer. La maggioranza degli intervistati erano valutati attraverso l'utilizzo di un computer portatile. Una penna e una versione cartacea dell'assessment di literacy e numeracy erano disponibili soltanto per i rispondenti che

dimostravano di avere un'insufficiente familiarità con il computer o che preferivano carta e penna per altre motivazioni (26%).

### 1.3 Tecnologia dell'informazione e il cambiamento della natura della Literacy

Nel corso degli ultimi dieci anni, l'uso di internet è cresciuto rapidamente in tutto il mondo. Secondo una stima recente (ITU 2017), più della metà (53.6%) dei proprietari di una casa hanno accesso a internet, un incremento spaventoso rispetto al poco meno del 20% dei proprietari che avevano accesso a internet nel 2005 e del poco più del 30% nel 2010. Il numero di persone che utilizza internet è naturalmente cresciuto man mano che l'accesso alla rete è diventato più comune. Si stima che oggi vi siano 3,5 miliardi di persone che usano internet, che rappresentano quasi la metà (48%) della popolazione mondiale (ibidem 2017).

Il rapido aumento dell'utilizzo di internet vuol dire che, nel mondo di oggi, capita spesso di leggere in un ambiente digitalizzato: le persone cercano e leggono tabelle, cartine e calendari on line, cercano prodotti e recensioni su tali prodotti, e li acquistano tramite internet, cercano informazioni su Wikipedia, leggono quotidiani on line e blog, usano attivamente i social media. Il mezzo per accedere alle informazioni sta rapidamente passando dalla carta stampata allo schermo fino alle apparecchiature mobili, come ad esempio gli smartphone. Visto che i media digitali permettono attività diverse rispetto ai mezzi cartacei, leggere in ambienti digitali pone richieste cognitive diverse e cambiamenti rispetto alla lettura su carta (Mangen e van der Weel 2016). Mentre gli ambienti digitali hanno caratteristiche che possono supportare la comprensione, recenti evidenze suggeriscono che durante la lettura la comprensione di testi informativi può essere ostacolata quando il materiale testuale si presenta in forma digitale rispetto a quella cartacea (Delgado *et al.* 2018).

Una differenza rilevante tra il supporto a stampa e quello digitale è che il testo cartaceo è statico e lineare per definizione, mentre i testi digitali spesso sono ipertesti, ovvero possono includere collegamenti interni ad altre fonti digitali (link), incluso materiale multimediale. La capacità di navigare all'interno della rete di collegamenti che include diversi documenti, e la capacità di individuare

le informazioni più rilevanti fra altre informazioni potenzialmente distraenti sono aspetti cruciali delle competenze di lettura in ambiente digitale (Salmerón *et al.* 2018).

Questo framework ha l'obiettivo di descrivere l'alfabetizzazione alla lettura<sup>1</sup> nel contesto di oggi, nel quale la lettura in un contesto digitalizzato è un aspetto centrale della partecipazione attiva nella società. Per una piena competenza nella lettura digitale in ambienti che presentano una tale complessità di informazioni, sono tre le abilità fondamentali che i lettori devono saper utilizzare e padroneggiare: 1) l'abilità di navigare con e fra documenti collegati fra di loro; 2) l'abilità di comprendere e integrare fonti di informazioni multiple e a volte eterogenee; 3) l'abilità di valutare criticamente l'informazione presentata (Britt e Gabrys 2000; Rouet e Potocki 2018; Salmerón *et al.* 2018).

## 1.4 Evoluzione del dominio di Literacy nel secondo ciclo di PIAAC in relazione ai framework precedenti

In conseguenza dell'uso sempre maggiore della comunicazione digitale, è nato il bisogno di espandere il costrutto concettuale della literacy per tenere conto delle abilità in più necessarie alle persone per interagire con questi complessi depositi di informazioni. E ciò include l'abilità di individuare gli articoli più importanti all'interno di una serie di testi e scorrere i testi selezionati per individuare le informazioni di proprio interesse. Durante la ricerca delle informazioni più rilevanti, i lettori usano una serie di criteri per scartare le informazioni inutili o inadeguate e invece identificare le risorse più utili. Inoltre, lettori competenti hanno bisogno di desumere le informazioni non soltanto da un unico testo, ma anche attraverso testi molteplici, che possono potenzialmente includere grafici statici o animati, o anche fotografie o parti di video, oltre alle informazioni scritte. Come evidenziato negli studi, integrare informazioni provenienti da documenti molteplici richiede processi mentali specifici che emergono dai processi di comprensione più tradizionali (Rouet *et al.* 2018). E, in ultimo, possedere competenze di literacy adeguate richiede sempre più ai lettori di prendere le distanze dalle informazioni che stanno elaborando, mettendo in dubbio l'accuratezza, la completezza, l'attualità delle

---

<sup>1</sup> Reading literacy.

informazioni, nonché la competenza, la prospettiva e i potenziali bias degli autori e degli editori. Questi processi di validazione (Britt *et al.* 2014; Singer 2013) si basano su specifici tipi di conoscenza ed euristica che qualsiasi valutazione sulla literacy dovrebbe prendere in debita considerazione.

Visto che il dominio si amplia per riuscire a rappresentare strategie più sofisticate, è necessaria una maggiore attenzione nel descrivere le competenze di coloro che hanno un'abilità limitata alla comprensione e l'uso di testi scritti. Studi come PIAAC hanno evidenziato che in molti Paesi una parte importante della popolazione adulta ha ancora difficoltà con i processi di base che supportano tutte le attività che prevedono il possesso delle competenze di literacy: identificare parole scritte o simboli, dare senso a frasi semplici, arrivare a conclusioni basiche. Tutto questo ha richiesto di aumentare la precisione dell'assessment nei livelli più bassi della scala di valutazione. Il framework di PIAAC prende in considerazione il ruolo di queste competenze di base e vuole offrire una copertura soddisfacente della loro distribuzione nella popolazione.

In conclusione, un assessment di literacy deve anche considerare quanto le persone sono impegnate attivamente in attività collegate alla literacy sia a lavoro che nella loro vita quotidiana. L'esposizione ai testi scritti è stata individuata come uno dei fattori per l'acquisizione delle competenze di literacy nei bambini (Stanovich e West 1998). In modo analogo, gli adulti che hanno opportunità frequenti di usare testi sono in grado di sviluppare meglio tali competenze e mantenerle nel corso del tempo. Avere informazioni sull'esposizione individuale e il contatto con testi scritti, di conseguenza, può offrire un aiuto valido per comprendere il legame tra l'uso delle competenze e il loro risultato in termini di valutazione (*proficiency*).



## 2. Definizione di Literacy

Il secondo ciclo di PIAAC utilizza una definizione 'parsimoniosa' di literacy con l'obiettivo di dare rilevanza a una serie di processi cognitivi sostanziali coinvolti nella maggioranza, se non in tutte le attività a questa connesse. Nello stesso tempo, questa definizione riconosce il fatto che le attività collegate alla literacy "non accadono in uno spazio vuoto" (Snow *et al.* 2002). Al contrario, sono svolte in funzione degli scopi di una persona, del suo sviluppo e della partecipazione nella società. Questi diversi obiettivi e contesti contribuiscono a delineare il modo in cui gli individui fanno uso dei testi scritti, da cui deriva la loro inclusione nella definizione.

"La literacy è la capacità di accedere, comprendere, valutare e riflettere su testi scritti allo scopo di raggiungere i propri obiettivi, sviluppare conoscenze e potenzialità ed essere partecipativo nella società."

Abbiamo approfondito ciascuna parte di questa definizione, mettendo in risalto alcuni assunti teorici fondamentali nel dominio, insieme ad alcune evidenze del primo ciclo di PIAAC e ricerche realizzate in precedenza.

"Literacy..."

Sebbene l'etimologia della parola literacy indichi subito il linguaggio scritto, nei decenni scorsi il termine è stato usato per riferirsi a un incredibile varietà di domini e interessi diversi, ad esempio la literacy collegata alla salute (*health literacy*), alla finanza (*financial literacy*), all'informatica (*computer literacy*). In alcune definizioni, le attività definite con queste frasi hanno solo incidentalmente e da lontano a che fare con il linguaggio scritto. In questo framework, la parola è usata nel suo significato più lontano ma anche letterale per descrivere l'utilizzo efficace dei costrutti del linguaggio scritto come testi e

documenti, indipendentemente dalla tipologia di attività o interesse preso in considerazione. Questa caratteristica della literacy mette in rilievo sia l'universalità del linguaggio scritto (come, ad esempio, il suo essere potenzialmente utile per un numero infinito di scopi in un numero infinito di domini) e l'altissima specificità dell'abilità fondamentale che contraddistingue tutte le attività collegate alla literacy, ovvero la capacità di leggere il linguaggio scritto. Come dimostrato dalle ricerche collegate alle neuroscienze, imparare a leggere è un'esperienza molto specifica che ha una serie di ricadute sull'organizzazione di alcune aree del cervello (Dehaene 2009).

"... è la capacità di accedere ..."

Le persone che sono in grado di leggere non sono soltanto capaci di comprendere i testi con cui si stanno confrontando. Questi sono anche in grado di estrapolare dai testi ciò che è rilevante per i loro obiettivi, e cercare i passaggi più utili in questi testi (McCrudden e Schraw 2007; Rouet e Britt 2011). Analizzare un testo è cognitivamente diverso dal leggerlo per comprenderlo solamente (Guthrie e Kirsch 1987). Quando lo si analizza, il lettore competente fa uso di tutti i marcatori testuali (come indici e titoli) per prendere decisioni importanti; il lettore competente riesce anche a regolare il ritmo e la profondità del processo in atto, alternando fasi di lettura rapide con fasi di lettura più lunghe, approfondite, finalizzate alla comprensione. Infine, i lettori competenti sono parsimoniosi: possono decidere di tralasciare un passaggio in base alla valutazione che questo non contiene informazioni utili. Nel framework di literacy PIAAC, questi processi sono tutti inclusi nel termine "accedere".

"... comprendere ..."

La maggioranza delle definizioni di literacy riconoscono il fatto che l'obiettivo primario della lettura per il lettore è di dare senso ai contenuti del testo. Questo processo può essere basilico come comprendere il senso delle parole, fino alla complessità del comprendere la discussione tra due autori che fanno affermazioni opposte su una tematica di rilevanza socio-scientifica. Qualunque sia il contesto, tutte le attività collegate alla literacy (incluso l'accesso a una parte di testo o a un passaggio di un testo) richiede un certo livello di

comprensione. Le teorie della comprensione del testo (ad esempio Kintsch 1998) distinguono solitamente la comprensione letterale del messaggio da un livello di comprensione più profonda nel quale il lettore integra la propria conoscenza anteriore con i contenuti del testo tramite la produzione di diverse tipologie di inferenze (una situazione modello, per esempio). La conoscenza precedente in relazione al dominio ha un impatto forte (positivo, di solito) sul livello più profondo della comprensione.

"... valutare e riflettere ..."

I lettori producono continuamente opinioni sui testi con cui si stanno confrontando. Essi valutano se il testo è appropriato per il compito da svolgere e se fornirà loro le informazioni di cui hanno bisogno. I lettori elaborano anche opinioni sia sull'accuratezza e attendibilità dei contenuti sia della fonte da cui nasce il messaggio (Bråten *et al.* 2009; Richter 2015). Cercano di individuare e dare una spiegazione a ogni 'bias' e lacuna presente nella coerenza o persuasività del testo. Inoltre, per alcuni testi, i lettori formulano anche giudizi sulla qualità del testo, sia quale oggetto di creazione sia come strumento per acquisire informazioni.

"... su testi scritti ..."

Nel secondo ciclo di PIAAC, l'espressione "testi scritti" indica stralci di discorso basati soprattutto sul linguaggio scritto. I testi scritti possono includere elementi non verbali come cartine o illustrazioni; fotografie, video o altri strumenti video non sono considerati di per sé testi scritti.

Un testo include, di solito, due componenti principali: una fonte e un contenuto. La fonte del testo è un insieme di parametri che identifica l'origine e la disseminazione del testo. I parametri più comuni che indicano una fonte sono una descrizione dell'autore ("Alfred Nobel, un chimico e uomo d'affari svedese, ad esempio), il mezzo di pubblicazione e la datazione del testo. Ma a volte informazioni che indicano la fonte includono dettagli ancora più specifici nel testo, ad esempio "seconda edizione", o "confidenziale". Sebbene tutti i testi abbiano una fonte, la fonte delle informazioni non sempre è fornita dal contenuto. Inoltre, le modalità rapide della pubblicazione on line e dei social

media hanno reso sempre più confuso per il lettore desumere e identificare la fonte del testo.

Come nel primo ciclo di PIAAC – e negli studi collegati come PISA – l'assessment di literacy includerà un'ampia varietà di tipologie testuali, ad esempio narrativi, descrittivi o argomentativi. Saranno inclusi testi in vari formati, continui, non-continui o misti. Esattamente come nel mondo reale, alcuni di questi testi potranno essere presentati in una modalità statica, e ciò vuol dire che il lettore ha una possibilità limitata di navigarvi attraverso<sup>2</sup>, mentre altri, in particolare in ambienti digitali, includono strumenti di navigazione interattiva come indici interattivi, hyperlink e altri strumenti. La definizione data in PIAAC ai testi scritti comprende sia materiali statici che interattivi.

"... allo scopo di raggiungere i propri obiettivi ..."

Proprio come i linguaggi scritti sono state creati per sostenere i bisogni delle civiltà che stavano nascendo, da un punto di vista individuale la literacy è prima di tutto una risorsa per una persona per raggiungere i propri obiettivi. Obiettivi collegati sia alle attività personali ma anche al luogo di lavoro e all'interazione con gli altri. Le competenze di literacy risultano sempre più importanti nell'intercettare questi bisogni, che vanno dal trovare il percorso corretto all'interno di un edificio a gestire compiti burocratici complessi, le cui spiegazioni normalmente si trovano soltanto in testi scritti (e sempre più solamente su supporto digitale). Le competenze di literacy sono importanti anche per poter soddisfare bisogni collegati alla socialità, attività ludiche e tempo libero, per ampliare la propria cerchia di relazioni e per il lavoro.

"... sviluppare conoscenze e potenzialità ed essere partecipativo nella società."

Sviluppare la propria conoscenza e potenziale mette in risalto una delle conseguenze più potenti dell'essere una persona che possiede adeguate competenze di literacy. I testi scritti rendono le persone in grado di ampliare la propria conoscenza su ambiti specifici che li interessano, ma anche di divenire

---

<sup>2</sup> Navigare in una parte statica di un testo continuo è sempre possibile semplicemente spostando il focus della propria attenzione da un passaggio del testo a un altro, dando un'occhiata veloce ai diversi passaggi e navigando fra le pagine e le sezioni nel caso di testi lunghi.

competenti nello svolgere compiti e comprendere regole di comportamento in relazione agli altri.

La comunicazione scritta è una condizione primaria dell'essere umano e che lo rende definitivamente una specie complessa. I testi sono prodotti della comunicazione e hanno il fine di trasmettere informazioni agli altri ma anche sentimenti e valori. La literacy, in questo senso, contribuisce a costruire, promuovere e mantenere la coesione sociale.

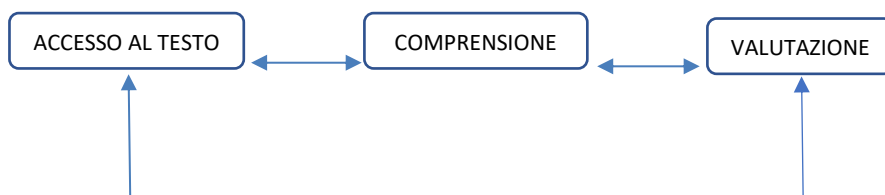
### 3. Dimensioni fondamentali del dominio di Literacy

L'assessment di literacy in PIAAC mira a fornire una descrizione completa e accurata di cosa gli adulti riescono a fare con i testi in un'ampia gamma di contesti e compiti. Per raggiungere questo obiettivo, il dominio di literacy è organizzato in una serie di dimensioni diverse che garantiscono una vasta copertura e una descrizione precisa di cosa le persone riescono a fare per ciascun livello di competenza. In questa sezione vengono descritte le dimensioni più importanti, che saranno utilizzate per aiutare a definire i livelli di competenza in literacy.

#### 3.1 Compiti delle prove cognitive

La lettura spontanea è un processo versatile e complesso. Lettori competenti riescono a leggere con sistematicità e intensamente passaggi di testi, ma riescono anche a dare uno sguardo veloce a una pagina in cerca di una singola parola chiave. Come i lettori approcciano i testi è determinato soprattutto dai loro obiettivi di lettura, che sono a loro volta influenzati dalla comprensione da parte del lettore del contesto e dai compiti della prova (Britt *et al.* 2018). PIAAC identifica tre gruppi di processi che supportano più di tutti gli altri le attività legate alla lettura: accedere al testo, comprendere e valutare (figura 1).

Figura 1. I tre processi cognitivi fondamentali che supportano la literacy. Tali processi possono svolgersi in qualunque ordine o anche in parallelo



Questi tre processi corrispondono a quelli inclusi nei rispettivi assessment del Ciclo 1 di PIAAC e di PISA 2018. La tabella 2 mostra la corrispondenza tra i processi in questi diversi framework.

**Tabella 1. Corrispondenza tra i processi nel Ciclo 2 di PIAAC, nel Ciclo 1 di PIAAC e in PISA 2018**

PIAAC Ciclo 2 (processi)	PIAAC Ciclo 1 (aspetti delle prove)	PISA 2018 (processi)
Accedere al testo	Accedere e identificare le informazioni nel testo	Trovare le informazioni
Comprendere	Integrare e interpretare	Capire
Valutare	Valutare e riflettere	Valutare e riflettere

### 3.1.1 Accedere al testo

Accedere a un testo include un certo numero di processi collegati alla literacy che avvengono quando i lettori esaminano il testo o i testi disponibili, selezionando il testo più importante, scorrendo i contenuti in cerca di informazioni specifiche e identificando queste parti attraverso segnali di vario genere. Inoltre, accedere a un testo include la capacità di saper navigare tra testi diversi o passaggi nel testo in funzione delle richieste del compito e del progresso del lettore verso il proprio obiettivo.

La capacità di accedere all'informazione attraverso e nei testi è una componente fondamentale delle abilità di lettura per i testi cartacei e, forse ancora di più, in contesti digitali (Salmeron *et al.* 2018). Saper navigare in modo appropriato vuol dire che il lettore è in grado di cercare e individuare le informazioni rilevanti nei testi e questo viene influenzato dal tipo di domanda posta al lettore, nonché dalla natura dei materiali eterogenei. Mentre cerca, il lettore competente calibra anche la profondità di elaborazione delle informazioni, passando da una semplice occhiata ai contenuti del compito giudicati irrilevanti o invece soffermandosi e applicando un processo cognitivamente più approfondito per quei passaggi che ritiene rilevanti per l'attività.

Il compito o la domanda che il lettore ha in mente ha un grande impatto su come i lettori navigano tra e nei documenti testuali (McCrudden e Schraw 2007). Identificare quale informazione è rilevante è possibile soltanto se il lettore ha costruito un adeguato modello della prova che prevede criteri

specifici e guida le strategie utilizzate per cercare e localizzare informazioni rilevanti (Britt *et al.* 2018). Le teorie sulla lettura consapevole suggeriscono che quando si legge con obiettivi specifici in mente, le informazioni che derivano dal testo sono costantemente analizzate alla luce del modello della prova (ibidem 2018). Quando viene rilevata un'informazione rilevante nella prova, l'attenzione si focalizza su di essa per incrociare i compiti richiesti dalla prova (Kaakinen e Hyönä 2014). La complessità del modello della prova dipende dalla domanda posta al lettore: domande semplici possono richiedere anche solo di incrociare la domanda dell'item e le informazioni contenute nel testo, quando invece creare un modello appropriato a una domanda più complessa può richiedere una conoscenza ulteriore e deduzioni. Una carenza di conoscenze preliminari può rendere più difficile cercare e individuare informazioni rilevanti (Kaakinen *et al.* 2003) perché il modello del lettore per la prova potrebbe non specificare cosa sia rilevante e il lettore si potrebbe trovare nella situazione di dover analizzare tutte le informazioni per poter decidere cosa sia rilevante e cosa invece non lo sia.

La natura dei materiali testuali influenza ovviamente la facilità o difficoltà di accedere alle informazioni in un testo o una serie di testi. Il framework di literacy di PIAAC distingue due tipi di processi di ricerca: identificare un testo rilevante fra una serie di testi e identificare delle informazioni in un singolo testo.

*Identificare un testo più rilevante all'interno di una serie di testi.* Se il materiale a disposizione consiste in una serie di testi (documenti diversi a proposito di uno stesso argomento, ad esempio) i lettori devono prima cercare e selezionare il testo che si pensa possa contenere le informazioni più utili, trascurando gli altri dati. Poi i lettori hanno bisogno di cercare e individuare le informazioni rilevanti all'interno di questo singolo testo (Britt *et al.* 2018). Individuare un singolo testo all'interno di una serie spesso prevede di usare elenchi come indici (Dreher e Guthrie 1990) o la pagina specifica che mostra i risultati di una ricerca fatta tramite internet. Nella scelta di un elemento in questo tipo di elenchi, i lettori usano spesso processi euristici molto semplici, come ad esempio la classifica dei vari punti (maggiore priorità viene data ai primi elementi della lista, cfr. Fu e Pirolli 2007, Pan *et al.* 2007, Wirth *et al.* 2007 per le evidenze risultanti dalle ricerche tramite internet) o la presenza di informazioni selezionate (Rouet e Britt 2011). Per alcuni compiti, però, questi procedimenti euristici molto semplici possono portare a selezioni non ottimali.



Nello studio di Rouet e Britt (2011), ad esempio, era più probabile che gli studenti di 5° e 7° grado selezionassero punti irrilevanti quando questi avevano parole chiave scritte a lettere maiuscole. Se i materiali, inoltre, contengono molti distrattori (informazioni ed elementi irrilevanti), il lettore deve fare più fatica per eliminare queste informazioni, che richiedono sforzi ulteriori alle loro abilità di ragionamento e di memoria (Kaakinen e Hyönä 2008) e potrebbero arrivare a far dimenticare loro la domanda (Rouet e Coutelet 2008).

*Identificare informazioni all'interno di un testo.* Quando i lettori hanno bisogno di localizzare un passaggio rilevante in un singolo testo, strumenti di evidenziazione, come titoli o marcatori, possono venire usati per facilitare l'analisi visuale e l'identificazione di passaggi rilevanti (Lemarié *et al.* 2008). Conoscere la funzione dei connettivi e marcatori testuali e utilizzarli mentre si scorre il testo sono caratteristiche tipiche dei lettori competenti (Garner *et al.* 1986, Potocki *et al.* 2017).

I processi di ricerca e localizzazione dei lettori pervadono l'intero ciclo della lettura, dalla decisione iniziale dei lettori di scegliere su quale passaggio o testo vogliono concentrarsi, alla valutazione che segue alla lettura vera e propria di quale passaggio è necessario per raggiungere i loro obiettivi (vedere di seguito par. 3.1.3).

### 3.1.2 Comprendere

Un ampio numero di attività di lettura coinvolgono l'analisi e l'integrazione di uno o più stralci di testo per realizzare una rappresentazione completa dell'argomento di un testo. Le teorie cognitive della comprensione testuale solitamente distinguono due livelli di rappresentazione (Kintsch 1998): una rappresentazione del contenuto letterale del testo – comprensione letterale – e una rappresentazione che integra il contenuto letterale con la conoscenza anteriore posseduta dal lettore tramite processi di mappatura e inferenza – comprensione inferenziale o modello situazionale – (McNamara e Magliano 2009; Zwaan e Singer 2003). Le teorie della comprensione multitestuale, (cfr. ad esempio Perfetti *et al.* 1999; Britt e Rouet 2012) evidenziano che la comprensione del testo, a volte, include una rappresentazione della fonte unita ai rispettivi contenuti.

La comprensione letterale richiede ai lettori di comprendere il significato delle parole scritte (ad esempio “il gattino”) e delle proposizioni semantiche (piccoli gruppi di parole che di solito contengono un sostantivo e un verbo, avverbio o

aggettivo, come “il gattino sta dormendo”). Le proposizioni sono organizzate poi gerarchicamente, ovvero in una o più frasi (Kintsch e van Dijk 1978). I compiti della comprensione letterale includono la parafrasi o l'incrocio diretto con la domanda e l'informazione presente in un passaggio specifico (ad esempio, “che cosa sta facendo il gattino?”). Il lettore deve saper gerarchizzare o condensare le informazioni ottenute a questo livello per rispondere alle domande della comprensione letterale. I compiti che richiedono l'integrazione tra diversi passaggi di testo, come identificare il concetto principale, riassumere o dare un titolo, non vengono considerate operazioni relative alla comprensione letterale ma a quella inferenziale.

La comprensione inferenziale è il risultato dell'integrazione da parte di un lettore delle informazioni desunte dal testo con le sue conoscenze precedenti. Il risultato è spesso definito come “modello situazionale” (*situation model*) o “rappresentazione integrata del testo” (*integrated text representation*). Una rappresentazione integrata del testo può basarsi su frasi ma anche su paragrafi o perfino su intere parti di testo. Mentre i lettori procedono tra le diverse frasi e paragrafi, hanno bisogno di generare diverse tipologie di inferenze che vanno dalla semplice connessione inferenziale (come, ad esempio, la risoluzione di un'anafora) a relazioni di coerenza testuale più complesse (per esempio spaziali, temporali, causali o interrogative). A volte tale inferenza mette in connessione stralci di testo diversi; in altri casi, l'inferenza deve connettere soltanto la domanda con un segmento di testo. Per rispondere alle richieste delle prove, la produzione di inferenze, infine, ha bisogno che il lettore identifichi un concetto implicito fondamentale, così da produrre un riassunto o una frase sintetica per il passaggio dato.

*Comprensione inferenziale di testi multipli.* Quando i lettori si trovano di fronte a più di un testo, l'integrazione e la produzione di inferenza potrebbe doversi basare su parti di informazioni localizzate in testi diversi (Perfetti *et al.* 1999). L'integrazione delle informazioni tra i testi pone problemi specifici quando i testi propongono informazioni contraddittorie o in conflitto fra loro. In questi casi, i lettori devono impegnarsi in processi di valutazione critica per riconoscere e risolvere il conflitto (Bråten *et al.* 2009; Stadtler e Bromme 2014).

### 3.1.3 Valutare

I lettori competenti possono dare una valutazione critica sulla qualità delle informazioni presenti in un testo, anche quando il compito non richieda in

modo esplicito una valutazione di questo genere. La rilevanza della valutazione considerata parte integrante della literacy è cresciuta di pari passo con l'aumento e l'eterogeneità delle informazioni scritte che i lettori si trovano a fronteggiare. I lettori adulti devono essere in grado di valutare per proteggersi dalle informazioni errate e da manipolazioni di stampo propagandistico, e per dare un senso alle informazioni in conflitto fra loro, come nel caso dei dibattiti scientifici o politici. La valutazione può basarsi sulla partecipazione o sulla verifica circa l'accuratezza, fondatezza e importanza di un testo. Il focus di queste valutazioni può riguardare il contenuto o la fonte del testo. La valutazione della fonte gioca un ruolo centrale quando si tratta di valutare informazioni provenienti da testi diversi, che a volte presentano informazioni discrepanti o in contraddizione fra di loro (Bråten *et al.* 2011; Leu *et al.* 2015; Rouet e Britt 2014; Stadtler e Bromme 2014; Stadtler *et al.* 2013). Gestire un conflitto di questo tipo può richiedere ai lettori di collegare affermazioni contraddittorie alle loro rispettive fonti e valutare la credibilità delle fonti o l'attendibilità delle affermazioni (accuratezza), per valutare la rilevanza del contributo o l'evidenza fornita dalle diverse affermazioni discrepanti (rilevanza), per giudicare la completezza dei vari punti di vista esposti e delle informazioni, quando possibile (adeguatezza) e mettere insieme questi risultati per definire il peso di ciascuna e prendere una decisione riguardo a questa conflittualità.

*Valutazione dell'accuratezza.* L'informazione veicolata nei testi scritti può essere più o meno accurata, può andare da affermazioni accertate riguardo ai fatti fino a informazioni intenzionalmente false. I siti web che veicolano le informazioni scientifiche, infatti, contengono spesso informazioni imprecise o fuorvianti (Allen *et al.* 1999). La valutazione dell'accuratezza di affermazioni e dichiarazioni si può basare sul contenuto o sulla fonte del testo. La valutazione del contenuto include la verifica in relazione alle proprie credenze e conoscenze (Questa affermazione è vera? È plausibile? Quali informazioni sono presenti a supporto di questa affermazione? Richter *et al.* 2009). I lettori possono anche valutare l'accuratezza in modo indiretto, attraverso l'identificazione e la valutazione della fonte dell'informazione (*sourcing*; Britt e Aglinskas 2002; Wineburg 1991). Il lettore può chiedersi, ad esempio, se l'autore sia competente, ben informato e operi con spirito filantropico. Quando si stanno leggendo fonti web, i lettori potrebbero anche dover controllare se l'informazione presentata sia stata sottoposta a un qualche tipo di controllo

editoriale prima della pubblicazione (istituzioni accademiche, giornalismo professionale contrariamente ai casi di blog o siti personali, ad esempio).

Quando si ha a che fare con informazioni in conflitto fra loro, i lettori devono essere in grado di assegnare alle informazioni in contrasto alle fonti diverse e usare la credibilità delle fonti per valutare la qualità dell'informazione (Bråten *et al.* 2009; Stadtler e Bromme 2014). I lettori di testi multipli possono anche valutare l'accuratezza tramite il confronto delle informazioni tra fonti diverse (*corroboration*; Britt e Aglinskas 2002, Wineburg 1991).

*Valutare l'attendibilità.* Il lettore contemporaneo deve saper fronteggiare testi che variano su un continuum basato sulla sua qualità interna o attendibilità (Magliano *et al.* 2017). In questo framework, l'attendibilità comprende due caratteristiche del discorso, chiamate *completezza* e *coerenza interna* (Blair e Johnson 1987). I lettori devono saper identificare la completezza della serie di fatti o evidenze che viene presentata e identificare ciò che non viene documentato o preso in considerazione. I lettori devono inoltre identificare i punti di vista esposti in un testo e valutare se siano considerati tutti i punti di vista più importanti. I lettori devono anche tenere in considerazione tutti gli eventuali bias potenzialmente presenti nel testo. Verificare la presenza di eventuali bias può avvenire tramite il linguaggio (il testo usa la forma impersonale, un linguaggio che si attiene ai fatti o invece un linguaggio valutativo e personalizzato), oppure sulla base del testo (interpretare, spiegare o risolvere diversi bias degli autori che possono avere un certo impatto, ad esempio).

Quando si valuta la coerenza interna, i lettori devono identificare la struttura di un testo (persuasiva, informativa, per esempio) e valutare la qualità dell'informazione per raggiungere questo obiettivo (giustificate e solide ragioni collegate alle affermazioni fatte o relazioni logiche di causa-effetto, per esempio). L'autore fornisce il tipo di informazioni che ci si aspetta di ricevere in relazione all'organizzazione strutturale del testo e qual è la qualità di queste informazioni in funzione dell'obiettivo finale del testo? La valutazione della coerenza interna può variare soprattutto nel caso di testi argomentativi (quelli che hanno il fine di convincere il lettore ad accettare un'affermazione o una rivendicazione attraverso l'esposizione di una serie di ragioni, Galotti 1989) poiché la coerenza non può essere determinata da una logica formale (Toulmin 1958).

Quando ci si trova di fronte a una serie di testi diversi che si contraddicono l'uno con l'altro, i lettori devono stare attenti alla contraddittorietà, comprendere da dove ha origine (testi, per esempio, che riportano fatti discrepanti tra di loro o che propongono interpretazioni contraddittorie) e trovare il modo di gestire il conflitto (Britt e Rouet 2012; Stadtler e Bromme 2014).

Tabella 2. Schema riassuntivo dei diversi tipi di processi di valutazione

	Precisione	Correttezza	Rilevanza della prova
<b>Valutazione del contenuto</b>	Attendibilità; qualità dei dati	Completezza dei fatti e punti di vista; parzialità nella spiegazione o interpretazione; consistenza interna	Contributo agli obiettivi della lettura
<b>Valutazione della fonte</b>	Competenza dell'autore, parzialità, controllo editoriale, gestione della parte editoriale	Interessi espliciti o nascosti dell'autore	Adeguatezza del tipo di testo rispetto ai propri obiettivi e capacità

*Valutare l'importanza del compito.* Come già detto nella sezione precedente relativa all'accesso al testo, valutare la rilevanza di un compito avviene attraverso il processo di lettura, il tentativo del lettore di localizzare un testo o un passaggio di interesse, dalla valutazione che segue la lettura in relazione a quale testo o passaggio tra quelli letti siano stati utili (*post-reading task relevance assessment*; Rieh 2002). Quando si valuta la rilevanza di un compito dopo aver letto un passaggio, i lettori devono considerare nuovamente il compito o la domanda utilizzando uno schema che già si è avviato per capire che cosa gli viene richiesto e come poter raggiungere tale obiettivo (Britt *et al.* 2018; Rouet e Britt 2017). I lettori devono valutare se un testo che hanno appena letto li aiuta a raggiungere l'obiettivo stabilito.

Gli studi sostengono che esistano due modalità principali nel valutare l'importanza di un compito. Uno consiste nel valutare il contenuto del testo, l'altro consiste nel valutare la fonte (una persona fisica o l'organizzazione responsabile dell'autorevolezza e disseminazione del testo, per esempio). Entrambi, valutazione del contenuto e della fonte, possono focalizzarsi sulla coerenza, attendibilità o rilevanza del compito (tabella 3). Un profano della

materia, ad esempio, può rendersi conto che il testo proviene da un mezzo di comunicazione specializzato (come una rivista accademica o un'istituzione) e che il livello del linguaggio e i dati non si adattano alle sue conoscenze e obiettivi precedenti. La valutazione dell'importanza del compito richiede ai lettori, in modo significativo, di interpretare il compito o la domanda utilizzando schemi già attivi per comprendere cosa si sta chiedendo e come poter raggiungere l'obiettivo dato (Britt *et al.* 2018).

L'assessment di Literacy in PIAAC includerà compiti che comprendono testi multipli e possibilmente contraddittori fra di loro e una serie di prove, ciascuna necessaria per i processi di valutazione.

*Riflettere sull'intento, obiettivo ed efficacia dell'autore.* Quando devono valutare dei testi, i lettori devono essere anche consapevoli dell'obiettivo dell'autore o dello scopo del testo scritto. Gli obiettivi dell'autore possono includere l'intrattenimento, l'informazione, la spiegazione o descrizione, o anche la persuasione e generalmente, devono essere desunti dalla struttura e forma del testo, anche se spesso questi vengono definiti esplicitamente: nella prefazione, in un abstract o in un testo separato, nella quarta di copertina dell'editore o in un'intervista con un giornalista. I lettori possono anche desumere gli obiettivi dell'autore tramite l'acquisizione di informazioni sull'opinione dell'autore, convinzioni, affermazioni, comportamenti o bias.

Oltre a identificare l'obiettivo dell'autore e il suo punto di vista, il lettore può valutare come l'autore includa tali aspetti nel testo e se è stato efficace. La struttura del testo così come il registro, la scelta dei vocaboli e lo stile di scrittura possono offrire dei segnali riguardo agli obiettivi e al punto di vista dell'autore. Nel contesto dell'Indagine PIAAC relativo alla literacy, "riflettere" rappresenta quei compiti in cui al lettore vengono esplicitamente poste delle domande sulle intenzioni, gli obiettivi e l'efficacia dell'autore.

Dato che saper risolvere conflitti tra testi diversi include tutti gli aspetti della valutazione e della riflessione, è importante includere esempi che coinvolgano testi molteplici e contraddittori fra loro per valutare fino a che punto gli adulti riescono a gestire i cambiamenti presenti nei diversi contesti odierni di lettura.

## 3.2 Testi

I testi sono mezzi che trasmettono le idee, i valori e gli scopi dei loro autori. Sono prodotti della comunicazione radicati nello spazio e nel tempo (Wineburg 1994). Ogni testo include una fonte (l'origine del testo: autore, datazione e così via) e un certo contenuto specifico (cosa si dice nel testo). Le informazioni che riguardano la fonte e il contenuto sono entrambe importanti per comprendere e fare uso dei testi (Perfetti *et al.* 1999). Inoltre, con l'avvento della tecnologia digitale, tutti hanno accesso a materiali testuali di una diversità sempre crescente. Oltre ai generi tradizionali, come un romanzo, l'articolo di un quotidiano o una ricetta di cucina, sono nati generi nuovi come blog, forum o sistemi di messaggi istantanei (Twitter, ad esempio). I generi testuali, poi, tendono a presentarsi 'combinati', come ad esempio quando i lettori fanno un commento a un articolo online oppure offre la propria versione di una ricetta di cucina. Il continuo aumento dei generi testuali rappresenta nuove opportunità, ma anche nuovi mutamenti per i lettori. In più, i lettori si trovano davanti a un numero sempre in aumento di testi molteplici che devono leggere in parallelo per raggiungere i propri scopi. Ad esempio, una persona che cerca notizie su una questione di ordine sanitario potrebbe controllare su un web forum e leggere diversi messaggi scritti da diverse persone. L'individuo potrebbe a questo punto voler andare sul sito web di un ospedale per cercare ulteriori informazioni, e così via. In aggiunta, la comprensione dei testi moderni include l'abilità di dare senso a una serie di testi multipli e a volte eterogenei.

In questo contesto, garantire di riuscire a coprire il dominio completo della literacy è una sfida, anche perché non esiste una categorizzazione universale di tipologie di testi, generi e formati. Il framework di Literacy di PIAAC si basa su una distinzione tra testo singolo e testi multipli (come specificati da una fonte ben definita). Inoltre, il framework fa affidamento su distinzioni fatte in assessment precedenti, come ad esempio i tipi di testi (ad esempio narrazione, descrizione), il formato testuale (ad esempio continuo vs. non continuo) e la presenza di dispositivi strutturati per permettere ai lettori di navigare all'interno e fra i testi.

### 3.2.1 Tipi di testo

I tipi di testo descrivono la diversità dei testi come rappresentazioni prototipiche del mondo e atti di comunicazione. I tipi di testo che s'incontrano

più spesso sono descrizione, narrazione, spiegazione, argomentazione, istruzione e comunicazione. I testi reali e più comuni sono, di solito, difficili da ascrivere a una categoria, perché tendono ad andare oltre a queste categorie prototipiche. Un articolo di giornale, ad esempio, potrebbe iniziare con una storia (narrazione), poi inoltrarsi in alcune definizioni e contesto (spiegazione) e in un'analisi critica (argomentazione). Tuttavia, è utile classificare i testi in base al tipo di testo, in relazione alle caratteristiche predominanti del testo stesso, al fine di garantire che lo strumento campioni (o selezioni) una serie di testi che rappresentano diversi tipi di lettura. La classificazione dei testi usata nell'assessment di Literacy in PIAAC è mutuata da quella già usata nei precedenti cicli di PIAAC e PISA.

'Descrizione' è il tipo di testo in cui le informazioni si riferiscono alle proprietà degli oggetti nello spazio. I testi descrittivi sono soprattutto finalizzati a rispondere a generi di domande come 'cosa' o 'come'. Le descrizioni possono assumere forme diverse. Le descrizioni impressionistiche presentano informazioni da un punto di vista soggettivo che riflettono le impressioni della persona che osserva su oggetti, relazioni, caratteristiche e disposizioni nello spazio. Le descrizioni tecniche danno informazioni da un punto di vista più oggettivo e indipendente dalla prospettiva del singolo. Le descrizioni tecniche, spesso, usano formati di testi non continui come ad esempio diagrammi e figure. Esempi tipici di descrizioni sono la rappresentazione di un posto preciso negli appunti di un viaggio o in un diario, un catalogo, una cartina geografica, un programma di viaggio online, di un aereo o una descrizione di una caratteristica, funzione o processo in un manuale tecnico.

'Narrazione' è il tipo di testo in cui le informazioni si riferiscono alle caratteristiche di personaggi e oggetti nel tempo. La narrazione, di solito, risponde a domande collegate a cosa, quando, come o in quale lasso di tempo. Perché i personaggi nelle storie si comportano come si comportano è un'altra importante domanda a cui solitamente la narrazione risponde. La narrazione può assumere forme diverse. I racconti narrativi presentano dei cambiamenti in base al punto di vista legata a un'enfasi e a una selezione soggettiva, collegando le azioni e i fatti al punto di vista di impressioni soggettive nel tempo. I racconti presentano cambiamenti in base al punto di vista rispetto a una data situazione oggettiva, connettendo azioni e fatti che possono essere verificati da altri. Gli articoli di un giornale intendono rendere i lettori capaci di formarsi la propria opinione indipendente di fatti ed eventi basati sul racconto



del giornalista. Tipici esempi di narrazioni sono un romanzo, una biografia, una pièce teatrale, un fumetto e un articolo di giornale su un evento accaduto.

La 'spiegazione' è il tipo di testo che ha il fine di comunicare concetti, fenomeni e altri costrutti mentali che includono una serie di elementi che interagiscono fra loro. Il testo prevede una spiegazione di come i differenti elementi interagiscono in un insieme significativo e spesso risponde a domande su 'come' e 'perché' (in riferimento a condizioni che li rendono possibili e relazioni causali). Le spiegazioni possono assumere varie forme. Saggi espositivi forniscono una semplice spiegazione di concetti, costrutti mentali o nozioni da un punto di vista soggettivo. Le definizioni spiegano come termini o nomi siano collegati con concetti mentali. Nel mostrare queste interrelazioni, la definizione spiega il significato delle parole. Le spiegazioni sono una forma di descrizione analitica usate per spiegare come un concetto può essere collegato con parole o termini. I verbali sono un documento dei risultati di una riunione o di una esposizione. Esempi tipici di spiegazioni sono un tema scolastico sul metabolismo degli zuccheri, un diagramma che mostra un modello di memoria e un grafico sulle tendenze demografiche.

'L'argomentazione' è il tipo di testo che presenta richieste basate su fatti o interpretazioni in riferimento a una situazione, con il supporto di motivi e giustificazioni. I testi argomentativi rispondono spesso al 'perché' (come per esempio "perché è accaduto?" o "perché dovremmo farlo?") ma anche a domande che esprimono 'supposizioni'. Una sottocategoria importante dei testi argomentativi sono i testi persuasivi e quelli che esprimono un'opinione, in relazione ad altre opinioni e punti di vista. Un 'commento' collega i concetti collegati a fatti, oggetti e idee concetti a sistemi di pensieri e conoscenze, così che le affermazioni risultanti possano essere definite come valide o non valide. Esempi di testi che rientrano nel tipo di testi della categoria argomentativa sono un manifesto pubblicitario, i post di un forum online e una recensione web di un libro o un film.

Istruzione (a volte definita ingiunzione) è quel tipo di testo che fornisce indicazioni su cosa fare. Questi testi esprimono indicazioni per determinati comportamenti in relazione al portare a termine un compito. Regole, normative e ordinamenti specificano requisiti per determinati comportamenti che si basano su un'autorevolezza impersonale, come ad esempio una validità pratica o un'autorità pubblica. Esempi di testi del genere sono una ricetta di

cucina, una serie di diagrammi che mostrano una procedura di primo soccorso e le linee guida per il funzionamento di un software.

Comunicazione rappresenta un testo scritto a supporto della comunicazione interpersonale, come la richiesta di fare qualcosa, l'organizzazione di una riunione o prendere un appuntamento sociale con un amico. Prima dell'aumento della comunicazione elettronica, questo tipo di testo era una componente significativa di alcuni generi di messaggi e, come ad esempio in uno scambio orale, l'obiettivo principale di molte telefonate. I testi di comunicazione sono spesso di natura personale, più che pubblica, e questo può forse spiegare perché non compaiono in alcuni dei corpora usati per sviluppare molte tipologie di testi. La facilità estrema con cui la comunicazione personale avviene tramite e-mail, sms, blog e social network, siti web, ha contribuito a rendere questo genere di testi molto più rilevanti tra quelli potenzialmente letti oggi. Questi testi spesso si basano sul senso e la comprensione comune e magari privata tra le due persone che comunicano – anche se, ovviamente, questo aspetto è difficile da analizzare in un assessment su larga scala. Esempi di testi di questo genere sono le e-mail quotidiane, gli scambi di sms tra colleghi o amici che chiedono e confermano appuntamenti e impegni.

### **3.2.2 Formati dei testi: continuo, non continuo, testi misti**

I mattoni su cui si fondano i testi sono le parole scritte, che possono essere organizzate in relazione alle regole della sintassi, coerenza e coesione, ma anche in relazione alle dimensioni spaziali come ad esempio elenchi, tabelle e mappe. Nel framework di literacy di PIAAC, i testi continui sono definiti come sequenze di frasi e paragrafi. Questi possono trovarsi anche in strutture più ampie come sezioni, capitoli e libri. I testi non continui sono definiti come parole, frasi o passaggi organizzati in un elenco o matrice (Kirsch e Mosenthal 1990).

Sia sui supporti cartacei che digitali, i testi scritti sono spesso collegati a rappresentazioni non verbali, come grafici o figure. L'assessment di PIAAC non si focalizza su queste rappresentazioni in sé, ma alcune prove possono includere l'uso del testo in combinazione con grafici o figure.

Il framework di literacy di PIAAC prende in considerazione anche i testi misti, che includono sia quelli continui che quelli non continui. Nei testi misti ben costruiti, le componenti (una spiegazione in prosa che include un grafico o una tabella, ad esempio) si supportano reciprocamente attraverso collegamenti di

coerenza e coesione sia a livello specifico che generale. I testi misti sono il comune formato presente nelle riviste, nei libri e nei report, dove gli autori utilizzano una varietà di modi diversi per presentare e comunicare le informazioni. Nei testi digitali, le pagine web sono solitamente testi misti, con una combinazione di elenchi, paragrafi in prosa e spesso grafici. I testi che si basano su un messaggio, come ad esempio web form, messaggi e-mail, forum, combinano anch'essi testi che presentano un formato continuo e non continuo.

### **3.2.3 Organizzazione del testo: struttura, rappresentazione dei contenuti e dispositivi di accesso**

I testi nella realtà variano da poche righe fino a diverse centinaia di pagine. In base alla lunghezza e all'obiettivo, i testi possono includere una gamma di mezzi utili per rappresentare il contenuto e facilitare l'accesso ad alcuni passi di interesse specifico.

L'organizzazione è segnalata in primo luogo dalla sequenza di frasi e testi, insieme all'uso di grandezze diverse del carattere, caratteristiche come il corsivo o il grassetto o i margini e la struttura. Anche altri tipi di marcatori del discorso offrono informazioni su come le idee sono organizzate nel testo. Per esempio, i marcatori delle frasi (primo, secondo, terzo, ecc.) segnalano la relazione di ciascuna unità introdotta rispetto all'altra e indicano come le singole parti sono collegate al testo più ampio che le include. Le congiunzioni causali (per questo motivo, di conseguenza, ecco perché, ecc.) indicano la relazione di causa-effetto tra le parti di un testo.

I testi più ampi spesso presentano titoli e intestazioni, paragrafi e sezioni. Questi marcatori offrono anche indizi sui margini del testo (con uno spazio e una nuova intestazione si mostra la fine di una sezione, ad esempio). I testi più lunghi sono anche organizzati in capitoli, che includono un'appendice tematica e uno o più indici. La consapevolezza e l'uso da parte dei lettori di questi strumenti è importantissima per l'efficacia nella lettura, quando leggono testi per un obiettivo specifico (Goldman e Rakestraw 2000).

Anche i testi digitali prevedono un numero di strumenti che permettono all'utente di accedere e visualizzare passi specifici del testo. Alcuni di questi strumenti sono identici a quelli che si trovano nei testi cartacei (ad esempio le intestazioni), mentre altri sono specifici del mezzo elettronico. Esempi sono le finestre, le barre per scorrere il testo, i pulsanti, ma anche collegamenti a link interni. C'è un'evidenza sempre maggiore che il processo incluso nella lettura di

testi cartacei e digitali è diverso, in parte per il formato diverso e per gli strumenti di navigazione (Delgado *et al.* 2018; Naumann 2015; OECD 2011). Eppure, è importante valutare l'abilità dei lettori nel fare fronte a testi di matrice diversa, che mostrano una presentazione differente del contenuto e degli strumenti di navigazione.

L'assessment di literacy in PIAAC prevede di aumentare i testi la cui varietà nella lunghezza differisce (ad esempio un'unica pagina vs diverse pagine) ma anche la diversità e densità del contenuto rappresentato e degli strumenti di accesso.

### 3.2.4 Fonte: testi singoli vs. testi multipli

Come già accennato nell'introduzione di questa sezione, un testo è definito dalla propria fonte e dal proprio contenuto. In PIAAC, il framework di literacy definisce singoli quei testi che prendono origine da una singola fonte, un singolo autore, un'edizione unica e una data di pubblicazione (altre dimensioni del costrutto assai complesso di 'fonte' qui non saranno discusse; cfr. Britt *et al.* 1999, per un'analisi più dettagliata del costrutto di 'fonte'). I testi multipli sono invece definiti dal fatto di avere autori diversi o di essere stati pubblicati su canali e mezzi diversi o in date e momenti diversi.

È importante sottolineare che in questo framework la distinzione tra testo singolo e testo multiplo è indipendente, di fatto, dal numero di informazioni che sono contenute nel testo. Un testo singolo può essere corto come un'unica frase ma anche lungo come un intero libro o sito web, lungo anche se ha un unico autore (o gruppo di autori), data o mezzo di pubblicazione. Al contrario, testi multipli possono assumere la forma di una serie di brevi passaggi testuali, ad esempio in un forum on line dove persone diverse scrivono messaggi in momenti diversi. Un testo singolo può contenere anche fonti interne sottoforma di link, che indicano vari autori di testi (Rouet e Britt 2014; Strømsø *et al.* 2013).

Gli elementi in una serie di testi multipli possono avere relazioni diverse fra loro: alcuni testi possono sostenere, completare, supportare o dare evidenze in relazione ad altri testi, oppure invece altri possono discordare, contraddire o essere in conflitto con altri. La rappresentazione cognitiva dei lettori di una serie di testi unita alle rispettive fonti e alla rete di rimandi intertestuali è stata definita come *documents model* (Perfetti *et al.* 1999).

**Tabella 3. Dimensioni principali dei testi come definite nel Framework di Literacy in PIAAC**

<b>Dimensione</b>	<b>Livelli</b>
Tipo di testo	Descrizione, narrazione, esposizione, argomentazione, istruzione, comunicazione
Formato del testo	Continuo, discontinuo, misto
Organizzazione del testo	Dimensione continua che coinvolge la quantità di informazioni (numero di pagine) e la densità della rappresentazione del contenuto e dei dispositivi di accesso
Fonte	Testo singolo o testi multipli

### 3.3 Contesti sociali

La lettura pervade tutti gli ambiti della vita di un individuo. Le attività di lettura di solito si posizionano in una situazione sociale e possono servire a una vasta gamma di obiettivi sia di tipo personale che professionale e civico. Sia la motivazione per leggere che l'interpretazione del contenuto possono essere influenzati dal contesto. Di conseguenza, il framework di Literacy definisce tre tipologie principali di contesti che potranno essere presenti nel corso dell'assessment.

a) Lavoro e professione. I testi scritti giocano un ruolo importante per un ampio raggio di professioni. Gli usi dei testi in un contesto occupazionale includono il trovare lavoro, la contabilità e lo stare a lavoro (ad esempio i regolamenti, l'organizzazione, istruzioni per la sicurezza sul luogo di lavoro). I materiali usati in PIAAC per l'assessment di literacy non includono testi specialistici su lavori specifici, che ovviamente porrebbero il problema di una formazione preliminare già acquisita.

b) Uso personale. Leggere è importante anche per scopi personali. Molti adulti restano coinvolti nella lettura quando fanno fronte a relazioni interpersonali, bilanci di famiglia, coabitazione e assicurazioni. Fanno grande uso, inoltre, di materiale scritto per motivi collegati alla salute e alla sicurezza (ad esempio la prevenzione e trattamento di malattie, prevenzione di incidenti e sicurezza domestica, primo soccorso, mantenimento della propria salute). Le persone adulte usano testi anche in rapporto alle loro abitudini di consumo: carte di credito e operazioni bancarie, risparmi e pubblicità, fare acquisti e mantenere i propri beni. Inoltre, i testi sono importanti per l'organizzazione del tempo

libero e degli hobby, inclusi viaggi, ristoranti e materiale che si legge in sé per divertimento e svago (giochi, ecc.).

c) Contesti sociali e civici. Per finire, la literacy è essenziale per la partecipazione delle persone adulte alla vita sociale e civica. La comunità e il senso di cittadinanza includono materiali che hanno a che fare con le risorse della comunità, i servizi pubblici e il rimanere informati. L'educazione e la formazione includono materiali che danno opportunità di apprendere ancora in futuro.

## 4. Valutare la Literacy

### 4.1 Organizzazione generale delle prove di Literacy

Il costrutto della literacy include cosa i lettori possono fare con i testi e anche cosa comprendono e ricordano dei testi. Questo giustifica l'architettura di situazioni di prova in cui ai partecipanti può essere richiesto di completarle o con il testo disponibile o dopo che hanno letto il testo, basandosi sulla propria memoria relativa alle informazioni acquisite. La ricerca suggerisce che rispondere a domande relative alla comprensione di ciò che si è letto potendo avere o meno accesso al testo batte in parte su processi mentali distinti, e che le prove dell'assessment senza avere il testo a disposizione potrebbero essere più indicative della qualità dei processi di lettura e meno dipendenti dalla motivazione del lettore e dalle strategie con cui si approccia alla valutazione (Ozuru *et al.* 2007; Schroeder 2011). Comunque, l'assessment di literacy in PIAAC si focalizza su cosa gli adulti possono fare con i testi e dunque questo si basa su scenari che includono domande e uno o più testi che restano disponibili per tutto il corso della prova. È facile intuire come sia questo lo scenario più comune nell'uso di un testo nella vita quotidiana delle persone adulte (White *et al.* 2010).

L'assessment di literacy in PIAAC è basato su unità di testo rispetto alle quali ai partecipanti è richiesto di usare uno o diversi testi per rispondere a una serie di domande. Di solito una breve introduzione dà informazioni sul contesto e l'obiettivo dell'unità. Ogni domanda richiede di mettere in atto uno dei processi centrali definiti nel framework (cfr. paragrafo 3.1). Le domande sono presentate una per una in un formato fisso per poter diminuire l'influenza delle strategie di approccio alla valutazione e ridurre la varianza nel tempo di completamento del test.

I testi usati come stimoli riproducono i testi che i partecipanti potrebbero incontrare nella vita reale. Molti sono tratti direttamente da materiali autentici con piccoli adattamenti o anche nessuno. Ciò vuol dire che non è stato fatto nessuno sforzo per rendere questi testi più semplici da leggere o per aumentare la loro organizzazione o visualizzazione. Usare testi 'naturali', a volte anche meno complessi rispetto a questi (ad esempio, organizzati in modo troppo semplice o invece usare un linguaggio complesso) garantisce un alto livello di validità. In ogni caso, nell'architettura della valutazione non sono stati introdotti difficoltà o difetti artificiali.

## 4.2 Format della risposta

Le domande possono essere ideate usando un'ampia gamma di formati di risposta, come risposte aperte, affermazioni vero-falso, a risposta multipla o risposte basate sul riempire un campo bianco o sottolineare il passaggio in un testo, per citare soltanto alcune delle tipologie più comuni. La somministrazione tramite computer permette anche altre modalità di risposta, come ad esempio il 'trascinare e rilasciare'. La forma in cui le risposte sono raccolte – il format della risposta – varia in relazione a cosa è considerato corretto, dato il tipo di evidenza che si vuole ottenere e anche in relazione ai vincoli concreti di un assessment su larga scala.

Il format delle risposte può includere richieste su specifici processi cognitivi. Ad esempio, la comprensione di domande a risposta multipla dipende particolarmente dalle abilità di decodificazione, perché i lettori devono decodificare i distrattori o gli item, a differenza degli item che prevedono una risposta aperta (Cain e Oakhill 2006; Ozuru *et al.* 2007).

Al contrario, le risposte aperte si basano sulla produzione scritta tanto quanto sulle competenze legate alla comprensione. Molti studi suggeriscono che il format della risposta ha un effetto significativo sulla performance di gruppi diversi (Grisay e Monseur 2007; Schwabe *et al.* 2015). Infine, i partecipanti dei differenti Paesi possono avere più o meno familiarità con i differenti format delle risposte. Di conseguenza, l'uso di format di risposta diversi è preferibile per garantire la precisione e ridurre potenziali bias. Comunque, coerentemente alle linee guida generali del Ciclo 2 di PIAAC, l'assessment di literacy non includerà alcuna risposta aperta. Oltre ad annullare la necessità di un processo



di scoring condotto da persone fisiche, questo riduce la confusione tra comprensione e competenze nella produzione scritta.

### 4.3 Le prove adattive

La somministrazione dell'assessment di PIAAC tramite computer permette di implementare prove adattive. Le prove adattive consentono di ottenere livelli più elevati di precisione nelle misurazioni usando un numero inferiore di item per singolo partecipante. Questo si ottiene individuando un maggior numero di item associati alla gamma di abilità dei partecipanti nei diversi punti della distribuzione delle abilità. Le prove adattive hanno il potenziale di aumentare la risoluzione e la sensibilità della valutazione, in particolare nella parte inferiore della distribuzione delle performance. Ad esempio, i partecipanti che ottengono un punteggio basso sugli item che valutano la loro efficienza e facilità nella lettura (ad esempio, la fluidità di lettura) avranno probabilmente difficoltà negli item che prevedono testi multipli di complessità elevata. Pertanto, risulta utile fornire a questi partecipanti ulteriori prove di livello basso per valutare meglio specifici aspetti della loro comprensione.

## 5. Distribuzione consigliata degli items

Il Literacy Expert Group (LEG) consiglia la seguente distribuzione degli items basata su una tipologia di prove cognitive, ampiezza di testi e contesti.

### 5.1 Distribuzione consigliata per richieste nelle prove cognitive e numero di fonti

La base logica della distribuzione consigliata riguardo alle richieste nelle prove cognitive è la seguente: un numero sostanziale di item (45%) dovrebbe includere la comprensione del testo, sia a livello letterale che inferenziale, se si considera questo come un processo centrale presente nella maggioranza se non in tutte le attività di lettura. In base alla crescente importanza dovuta agli ambienti digitali, la categoria “accedere” (che prevede l'identificazione dei testi in un insieme e l'individuazione delle informazioni all'interno dei testi) dovrebbe essere ampiamente rappresentata (35%). Infine, circa il 20% delle prove dovrebbero includere un tipo di valutazione critica o riflessione sul testo. Per quanto riguarda l'ampiezza del testo, la maggior parte delle prove (60%) includeranno testi presentati in una pagina unica, con l'idea che alcuni di essi devono essere sufficientemente semplici da richiedere livelli di base di literacy. Alcuni di questi testi brevi possono includere fonti multiple (come, ad esempio, una serie di brevi messaggi su una pagina web di un forum on line). In ogni caso, dato per assunto che i lettori si trovano di fronte più spesso testi distribuiti su più pagine (sia da una sola fonte sia da più fonti), il test includerà anche unità con testi ‘multi-pagina’. Ci si aspetta che le prove focalizzate sul processo della comprensione saranno proporzionalmente più rappresentate nelle unità basate su testi a pagina unica, mentre le prove collegate all’ “accedere”

e al “valutare” dovrebbero essere più frequenti nelle unità con testi ‘multi-pagina’.

La tabella 4 mostra la distribuzione consigliata degli item in funzione della dimensione del testo (ad esempio pagina singola vs. pagine multiple) e delle richieste delle prove cognitive.

**Tabella 4. Distribuzione consigliata degli item in funzione della dimensione del testo e delle richieste cognitive delle prove**

Richieste cognitive delle prove	Pagina singola	Pagine multiple	Totale
Accedere	20%	15%	35%
Comprendere	30%	15%	45%
Valutare	10%	10%	20%
Totale	60%	40%	100%

È inoltre consigliato che la maggioranza delle unità con testi (obiettivo: 60%) includa testi con una fonte singola.

## 5.2 Distribuzione consigliata in base al contesto

Un’ampia gamma di prove concepite su contesti realistici aiuta a garantire che nessun gruppo di rispondenti sia avvantaggiato o svantaggiato in base alla familiarità o all’interesse specifico con un contesto in particolare. La percentuale consigliata di prove collegata alle tipologie di contesto di lavoro, ambito personale, sociale e educativo è rispettivamente 15, 40, 30, e 15%.

## 5.3 Distribuzione rispetto ad altre dimensioni rilevanti

Non è presente nessuna raccomandazione specifica riguardo la distribuzione di prove in relazione alle tipologie testuali o format delle risposte, oltre alla raccomandazione generale di garantire un’ampia varietà e la presenza rappresentativa di più tipologie possibili.

## 6. Il ruolo della fluidità di lettura, impegno e metacognizione

La fluidità nella lettura può essere definita come un'abilità individuale nel leggere parole, frasi e collegarli nel testo in modo efficace (cfr. Kuhn e Stahl 2003), facendolo ad esempio in modo accurato ma anche velocemente. I lettori che leggono fluentemente padroneggiano i processi di base della lettura, ovvero riconoscere le parole scritte, assegnare significati a queste parole e stabilire un significato coerente attraverso l'analisi sintattica e l'integrazione semantica. I lettori che leggono fluentemente fanno queste operazioni senza utilizzare una quantità ampia di memoria e risorse di attenzione (LaBerge e Samuels 1974; Perfetti 1985). Inoltre, questo tipo di lettori hanno più risorse cognitive disponibili da investire nei processi di comprensione di alto livello come, ad esempio, inferenze e strategie di lettura (Walczyk *et al.* 2004). La diversa ripartizione di risorse mentali di bassi vs alti livelli si trasforma in lotta vs lettori fluenti, che si basa sul forte legame tra lettura fluente e livello di comprensione del testo, affermazione che trova riscontro in molti studi e in tutti i gruppi di età, dalla scuola elementare fino ai lettori adulti (e.g., Garcia e Cain 2014; Klauda e Guthrie 2008; Richter *et al.* 2013).

Per valutare al meglio la fluidità di lettura, il Ciclo 2 di PIAAC includerà nuovamente la misura delle *reading component skills*. Le prove presenti nell'assessment sono concepite per fornire informazioni sulla comprensione delle competenze di base nella lettura che sono alla base di livelli efficaci di performance nella literacy. Queste prove aiutano a descrivere come gli adulti con bassi livelli di literacy possono fare e anche a pensare a delle basi per l'apprendimento, l'istruzione e le politiche che possano sostenere gli adulti con bassi livelli di literacy nel raggiungimento di livelli superiori (Sabatini e Bruce

2009). Come risposta alla necessità dell'OCSE che i risultati delle varie parti dell'assessment siano generalmente valide per l'intera popolazione, le prove saranno somministrate a un sottocampione rappresentativo di tutti gli individui che faranno l'intero assessment di literacy.

Le componenti dell'assessment per la lettura includeranno due serie di prove, entrambe già somministrate nel primo ciclo di PIAAC. La prima serie si focalizza sull'abilità nell'elaborare il significato al livello della frase. Ai rispondenti saranno mostrate una serie di frasi, la cui complessità aumenta, e gli verrà chiesto di identificare se la frase ha un senso oppure no in relazione a ciò che avviene nella realtà o alla logica interna della frase. La seconda serie di prove si focalizza sul passaggio della comprensione. Per queste prove viene richiesto ai rispondenti di leggere degli stralci di testo dove, in alcuni punti, devono selezionare una parola tra due alternative proposte in modo che il testo abbia un senso (si vedano le prove campione in OECD 2016).

Dato che il secondo ciclo di PIAAC sarà condotto tramite tablet, sarà possibile rilevare con precisione sia l'accuratezza che il tempo di risposta. I dati relativi alla precisione nelle prove sulla verifica della frase e sulla comprensione serviranno da indicatori circa la padronanza dei processi di base legati alla comprensione della lettura. Saranno inclusi nella scala relativa agli item nell'assessment di literacy in PIAAC, aumentando la precisione della misura rispetto ai livelli più bassi della scala. Il tempo di risposta servirà come indicatore della fluidità nei processi di lettura, permettendo ai ricercatori di conoscere il suo potenziale contributo nella padronanza delle prove più complesse nell'assessment di literacy in PIAAC.

Il concetto di impegno in relazione alla lettura si riferisce al grado di importanza che il leggere ha a livello individuale ma anche all'entità del ruolo che la lettura ha nella vita di tutti i giorni. Studi empirici con bambini e adulti hanno mostrato che le differenze nell'impegno sono collegate sistematicamente a differenze nelle performance nell'assessment. In particolare, studi che hanno considerato gruppi di età diverse danno prova di una spirale causale crescente: i lettori più competenti leggeranno di più, il contatto con i testi cartacei sosterrà il loro sviluppo nella lettura e porterà a raggiungere i più alti livelli di competenza (Wigfield e Guthrie 2002; Mol e Bus 2011). Il concetto di impegno comprende aspetti oggettivi come la quantità e la diversità di lettura di cui si fa esperienza nella vita quotidiana, ma anche aspetti soggettivi come l'interesse di un individuo per la lettura, la percezione personale del controllo sulla lettura e

l'efficacia nel leggere. L'assessment di literacy in PIAAC sarà in grado di rilevare aspetti centrali degli aspetti oggettivi dell'impegno nella lettura grazie a una sezione del Background Questionnaire.

Anche la metacognizione, o consapevolezza personale, monitoraggio e controllo dei propri processi cognitivi è considerata un aspetto importante della literacy (Baker 1989). Ciononostante, a causa di limiti metodologici e pratici, il dominio della literacy così come preso in considerazione nell'indagine PIAAC non includerà nessun assessment specifico della metacognizione nella lettura. La metacognizione sarà valutata indirettamente attraverso il suo contributo nelle prove più complesse di lettura che richiedono decisioni strategiche e un'auto-regolazione a più livelli.

## 7. Fattori portanti della difficoltà nella prova

La difficoltà delle prove di literacy dipenderà da tre serie di fattori, vale a dire (a) caratteristiche del testo (o dei testi); (b) caratteristiche della domanda; (c) l'interazione specifica tra una domanda e un testo (o una serie di testi). Inoltre, alcuni di questi fattori interessano la difficoltà a prescindere dalle specifiche richieste cognitive in gioco, mentre altri fattori sono peculiari a un certo tipo di richiesta della prova.

La tabella 5 elenca i principali tipi di testi, prove e i testi in base ai fattori delle prove che indirizzano il grado di difficoltà in generale, e poi in modo più specifico per ciascun tipo di richiesta cognitiva della prova.

**Tabella 5. Testi, prove, e testi in base ai fattori della prova che indirizzano il grado di difficoltà in relazione alle richieste cognitive della prova**

	Fattori del testo	Fattori della prova	Testo in base ai fattori della prova
Fattori che influenzano tutte le prove	Testi più lunghi e multipli sono generalmente più difficili perché aumentano il carico di elaborazione e richiedono ai lettori di mantenere la loro attenzione per un periodo di tempo più lungo. Testi più lunghi hanno anche maggiori probabilità di contenere informazioni che distraggono (distrattori irrilevanti per la prova). Anche i testi che trattano contenuti non familiari, che usano parole non familiari e/o una sintassi o un'organizzazione sintattica complessa sono più difficili a prescindere dal	Le prove che presentano una radice più lunga e/o parole sconosciute hanno maggiori probabilità di essere dimenticati lungo il percorso, quindi richiedono al lettore di rileggere la domanda. Lettori con bassi livelli di auto-monitoraggio potrebbero non rendersi conto di dover rinfrescare la memoria. La mancanza di una guida esplicita riguardo a quale parte/i dei materiali dovrebbe essere verificata/aumenta la difficoltà della domanda,	Le prove che comportano una corrispondenza diretta tra la domanda e il testo sono più facili delle prove che richiedono al lettore di dedurre il collegamento tra la domanda e la parte pertinente del testo. I testi che contengono un gran numero di informazioni che distraggono, ovvero 'distrattori' (ad esempio passaggi che condividono parole chiave con la domanda

	<p>compito. I dispositivi di rappresentazione e segnalazione del contenuto come sommari, intestazioni, grassetto, sottolineatura e punti elenco riducono generalmente la difficoltà del testo.</p>	<p>rispetto alle domande che includono istruzioni su dove cercare la risposta.</p>	<p>sebbene il contenuto sia irrilevante) sono più difficili di quelli in cui un singolo passaggio è collegato alla domanda.</p>
<p>Driver di difficoltà per le prove relative all' "accedere"</p>	<p>I testi distribuiti su più pagine richiedono più fasi di selezione: selezionare il testo giusto e successivamente la parte giusta di quel testo. L'accesso a testi multipagina organizzati in modo non lineare, con link su più livelli, è più difficile rispetto ai testi organizzati in modo lineare o sotto forma di gerarchie più superficiali.</p>	<p>Le domande che richiedono al lettore di raccogliere più informazioni attraverso i testi sono più difficili delle domande che coinvolgono una singola informazione.</p>	<p>I testi contenenti elementi che organizzano il contenuto (ad es. Intestazioni) che corrispondono all'argomento della domanda sono più facili da accedere rispetto a quelli in cui la posizione delle informazioni rimane implicita.</p>
<p>Driver di difficoltà per le prove relative al "comprendere"</p>	<p>Oltre ai fattori generali sopra elencati, i testi che coinvolgono una struttura implicita e/o non familiare sono più difficili da comprendere. In gruppi di più testi, la presenza di incongruenze aggiunge l'onere di identificarle e risolverle.</p>	<p>Le domande che richiedono una grande quantità di informazioni sono più difficili di quelle a cui è possibile rispondere in base a una singola informazione. Le inferenze semplici e di collegamento sono considerate più facili da eseguire rispetto alle inferenze elaborative, che richiedono l'uso delle proprie pregresse conoscenze.</p>	<p>Le domande di comprensione che richiedono a chi fa la prova di dedurre un'inferenza basata sulle informazioni di testo sono più difficili delle domande le cui risposte sono esplicite nel testo. Domande che richiedono a chi esegue la prova di mettere in relazione diverse informazioni situate in parti distanti del testo sono più difficili rispetto a quelle le cui informazioni pertinenti sono raggruppate in un'unica sezione.</p>
<p>Driver di difficoltà per le prove relative al "valutare"</p>	<p>Indicazioni sulle fonti non familiari, incomplete o meno rilevanti rendono più difficile la valutazione dell'accuratezza. Strutture di argomento insolite e argomenti incompleti sono più difficili da valutare.</p>	<p>Per contenuti familiari, le imprecisioni riguardanti i fatti sono più facili da rilevare rispetto alle imprecisioni presenti in una struttura argomentativa (connessione delle affermazioni e motivi che supportano tali affermazioni).</p>	<p>I testi che includono fonti di bassa qualità che producono informazioni combacianti con il topic rendono più difficile, al lettore, valutarne la pertinenza delle informazioni.</p>



## Bibliografia

- ALEXANDER P.A., The Disciplined Reading and Learning Research Laboratory (2012), Reading into the future: Competence for the 21st century, *Educational Psychologist*, 47, n.4, pp.259-280
- ALLEN E.S., BURKE J.M., WELCH M.E., Rieseberg, L.H. (1999), How reliable is science information on the web?, *Nature*, 402, n.6763, p.722
- BAKER L. (1989), Metacognition, comprehension monitoring, and the adult reader, *Educational Psychology Review*, 1, pp.3-38
- BLAIR J.A., JOHNSON R.H (1987), Argumentation as dialectical, *Argumentation*, 1, pp.41-56 <DOI 10.1007/BF00127118>
- BRÅTEN I., STRØMSØ H., BRITT M.A., ROUET J.F. (2011), The role of epistemic beliefs in the comprehension of multiple expository texts: towards an integrated model, *Educational Psychologist*, 46, n.1, pp.48-70
- BRÅTEN I., STRØMSØ H.I., BRITT M.A. (2009), Trust matters: examining the role of source evaluation in students' construction of meaning within and across multiple texts, *Reading Research Quarterly*, 44, n.1, pp.6-28
- BRITT M.A., AGLINSKAS C. (2002), Improving students' ability to identify and use source information, *Cognition and Instruction*, n.20, pp.485-522
- BRITT M.A., GABRYS G. (2000), Teaching advanced literacy skills for the World Wide Web in Wolfe C. (a cura di), *Webs We Weave: learning and teaching on the World Wide Web*, New York: Academic Press, pp.73-90
- BRITT M.A., PERFETTI C.A., SANDAK R., ROUET, J.F. (1999), Content integration and source separation in learning from multiple texts, in Goldman S.R., Graesser A. C., van den Broek P. (a cura di), *Narrative comprehension, causality, and coherence: essays in honor of Tom Trabasso*, Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, pp.209-233

- BRITT M.A., RICHTER T., ROUET J.F. (2014), Scientific Literacy: the role of goal-directed reading and evaluation in understanding scientific information, *Educational Psychologist*, 49, n.2, pp.104-122
- BRITT M.A., ROUET, J.F. (2012), Learning with multiple documents: component skills and their acquisition, in Lawson M.J., Kirby J.R. (a cura di), *The quality of learning*, Cambridge University Press, pp.276-314
- BRITT M.A., ROUET, J.F., DURIK A. (2018), *Literacy beyond text comprehension*, New York, Taylor and Francis
- CAIN K., OAKHILL J. (2006), Assessment matters: issues in the measurement of reading comprehension, *British Journal of Educational Psychology*, 76, n.4, pp.697-708
- DEHAENE S. (2009), *Reading in the brain*, New York, Penguin Viking
- DELGADO P., VARGAS C., ACKERMAN R., SALMERÓN L. (2018), Don't throw away your printed books: a meta-analysis on the effects of reading media on comprehension, *Educational Research Review*, n.25, pp.23-28
- DREHER M.J., GUTHRIE J.T. (1990), Cognitive processes in textbook chapter search tasks, *Reading Research Quarterly*, n.25, pp.323-339
- FU W.T., PIROLLO P. (2007), SNIF-ACT: a cognitive model of user navigation on the World Wide Web, *Human-Computer Interaction*, 22, n.4, pp.355-412
- GALOTTI K.M. (1989), Approaches to studying formal and everyday reasoning. *Psychological bulletin*, n.105, n.3, p.331
- GARCÍA J.R., CAIN K. (2014), Decoding and reading comprehension: a meta-analysis to identify which reader and assessment characteristics influence the strength of the relationship in English, *Review of Educational Research*, n.84, pp.74-111
- GARNER R., ALEXANDER P., SLATER W., CHOU HARE V., SMITH T., REIS R. (1986), Children's knowledge of structural properties of expository text, *Journal of Experimental Psychology*, n.78, pp.411-416
- GOLDMAN S.R. (2004), Cognitive aspects of constructing meaning through and across multiple texts, in Shuart-Ferris N., Bloome D.M. (a cura di), *Uses of intertextuality in classroom and educational research*, Greenwich, CT, Information Age Publishing, pp.313-347

- GOLDMAN S.R., RAKESTRAW JR. J.A. (2000), Structural aspects of constructing meaning from text, in M.L. Kamil, P.B. Mosenthal, P.D. Pearson, and R. Barr (a cura di), *Handbook of reading research*, Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, vol.III, pp.311-335
- GRISAY A., MONSEUR C. (2007), Measuring the equivalence of item difficulty in the various versions of an international test, *Studies in Educational Evaluation*, n.33, pp.69-86
- GUTHRIE J.T., KIRSCH I. (1987), Distinctions between reading comprehension and locating information in text, *Journal of Educational Psychology*, n.79, pp.210-228
- ISFOL (2014), *Il framework teorico del programma PIAAC. Metodologia e strumenti per la valutazione delle competenze degli adulti*, Temi Et ricerche, 4, Roma, Isfol
- ITU (2017), *Measuring the Information Society Report 2017*, <<https://bit.ly/3eIJeZU>> scaricato il 9/10/2018
- KAAKINEN J. K., HYÖNÄ J. (2014), Task relevance induces momentary changes in the functional visual field during reading, *Psychological science*, 25, n.2, pp.626-632
- KAAKINEN J.K., HYÖNÄ J. (2008), Perspective-driven text comprehension, *Applied Cognitive Psychology*, 22, n.3, pp.319-334
- KAAKINEN J.K., HYÖNÄ J., KEENAN J. M. (2003), How prior knowledge, WMC, and relevance of information affect eye fixations in expository text, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29,n.3, p.447
- KINTSCH W. (1998), *Comprehension: a paradigm for cognition*, Cambridge, MA, Cambridge University Press
- KINTSCH W., VAN DIJK T.A. (1978), Toward a model of text comprehension and production, *Psychological Review*, n.85, pp.363-394
- KIRSCH I., LENNON M.L. (2017), PIAAC: a new design for a new era, *Large-scale Assessments in Education*, 5, n.1, p.11 <DOI: 10.1186/S40536-017-0045-6>
- KIRSCH I., MOSENTHAL P. B. (1990), Exploring document literacy: variables underlying the performance of young adults, *Reading Research Quarterly*, 25, n.1, pp.5-30

- KLAUDA S.L., GUTHRIE J.T. (2008), Relationships of three components of reading fluency to reading comprehension, *Journal of Educational Psychology*, n.100, pp.310-321.
- KUHN M.R., STAHL S. (2003), Fluency: A review of developmental and remedial practices, *Journal of Educational Psychology*, n.95, pp.3-21
- LABERGE D., SAMUELS S.J. (1974), Toward a theory of automatic information processing in reading, *Cognitive Psychology*, n.6, pp.293-323
- LEMARIÉ J., LORCH JR R.F., EYROLLE H., VIRBEL J. (2008), SARA: a text-based and reader-based theory of signaling, *Educational Psychologist*, 43, n.1, pp.27-48
- LEU D.J., FORZANI E., RHOADS C., MAYKEL C., KENNEDY C., TIMBRELL N. (2015), The new literacies of online reading and comprehension: rethinking the reading achievement gap, *Reading Research Quarterly*, 50, n.1, pp. 37-59
- LEU D.J., KINZER C.K., COIRO J., CASTEK J., HENRY L.A. (2017), New literacies: A dual-level theory of the changing nature of literacy, instruction, and assessment, *Journal of Education*, 197, n.2, pp.1-18
- MAGLIANO J.P., MCCRUDDEN M.T., ROUET J.F., SABATINI J. (2018), The modern reader: should changes to how we read affect research and theory?, in Schober M.F., Rapp D.N., Britt M.A. (Eds.), *Routledge handbooks in linguistics. The Routledge handbook of discourse processes*, Routledge/Taylor & Francis Group, pp.343–361
- MANGEN A., VAN DER WEEL A. (2016), The evolution of reading in the age of digitisation: an integrative framework for reading research, *Literacy*, 50, n.3, pp.116-124
- MCCRUDDEN M.T., SCHRAW G. (2007), Relevance and goal-focusing in text processing, *Educational psychology review*, 19, n.2, pp.113-139
- MCNAMARA D.S., MAGLIANO J. (2009), Toward a comprehensive model of comprehension, *Psychology of Learning and Motivation*, n.51, pp.297-384
- MOL S.E., BUS A.G. (2011), To read or not to read: a meta-analysis of print exposure from infancy to early adulthood, *Psychological Bulletin*, n.137, pp.267-296
- MORRISROE J. (2014), *Literacy changes lives: a new perspective on health, employment and crime*, London, National Literacy Trust

- MURRAY T.S., KIRSCH I.S., JENKINS L.B. (1998), *Adult literacy in OECD countries*, Washington, DC, National Center for Education Statistics
- NAUMANN J. (2015), A model of online reading engagement: linking engagement, navigation, and performance in digital reading, *Computers in human behavior*, n.53, pp.263–277
- OECD (2013), *OECD skills outlook 2013: first results from the survey of adult skills*, Parigi, OECD Publishing <<https://bit.ly/37gr6wi>>
- OECD (2011), *PISA 2009 Results: students online: digital technologies and performance*, vol.VI, Parigi, OECD Publishing <<https://bit.ly/3pksMew>>
- OECD AND STATISTICS CANADA (2011), *Literacy for life: further results from the adult literacy and life skills survey*, Parigi, OECD Publishing <<https://bit.ly/3qj2QRE>>
- OECD AND STATISTICS CANADA (2005), *Learning a living: first results of the adult literacy and life skills survey*, Parigi, OECD Publishing, <<https://bit.ly/3b4MQMR>>
- OZURU Y., BEST R., BELL C., WITHERSPOON A., MCNAMARA D.S. (2007), Influence of question format and text availability on the assessment of expository text comprehension, *Cognition and Instruction*, n.25, pp. 399-438
- PAN B., HEMBROOKE H., JOACHIMS T., LORIGO L., GAY G., GRANKA L. (2007), In Google we trust: users' decisions on rank, position, and relevance, *Journal of Computer-Mediated Communication*, 12, n.3, article 3 <<https://bit.ly/3rWiaUQ>>
- PERFETTI C.A. (1985), *Reading ability*, New York, Oxford University Press
- PERFETTI C.A., ROUET J.F., BRITT M.A. (1999), Toward a theory of documents representation, in van Oostendorp H., Goldman S. (eds.), *The construction of mental representations during reading*, Mahwah, NJ, Erlbaum, pp. 99-122
- POTOCKI A., ROS C., VIBERT N., ROUET J.F. (2017), Children's visual scanning of textual documents: effects of document organization, search goals, and metatextual knowledge, *Scientific studies of reading*, 21, n.6, pp.480-497
- RICHTER T. (2015), Validation and comprehension of text information: two sides of the same coin, *Discourse Processes*, 52, n.5-6, pp.337-355

- RICHTER T., ISBERNER M.B., NAUMANN J., NEEB Y. (2013), Lexical quality and reading comprehension in primary school children, *Scientific studies of reading*, n.17, pp.415-434
- RICHTER T., SCHROEDER S., WÖHRMANN B. (2009), You don't have to believe everything you read: background knowledge permits fast and efficient validation of information, *Journal of Personality and Social Psychology*, 96, pp.538–558 <DOI 10.1037/a0014038>
- RIEH S.Y. (2002), Judgements of information quality and cognitive authority in the Web, *Journal of the american society for information science and technology*, n.53, pp.145-161
- ROUET J.F., BRITT M.A. (2017), *Literacy in 2030. Report commissioned by the OECD's Education 2030 project*, Parigi, OECD
- ROUET J.F., BRITT M.A. (2014), *Learning from multiple documents*, in Mayer R.E. (Ed.), *Cambridge handbook of multimedia learning, 2nd Edition*, Cambridge, MA, Cambridge University Press, pp.813-841 <<https://bit.ly/3akqnvW>>
- ROUET J.F., BRITT M.A. (2011), Relevance processes in multiple document comprehension, in McCrudden M.T., Magliano J. P., Schraw G. (eds.), *Text relevance and learning from text*, Greenwich, CT, Information Age Publishing, pp.19–52
- ROUET J.F., BRITT M.A., POTOCKI A. (2018), Multiple text comprehension, in Dunlosky J., Rawson K. (eds.), *Cambridge handbook of cognition and education*, Cambridge University Press
- ROUET J.F., COULETEL B. (2008), The acquisition of document search strategies in grade school students, *Applied Cognitive Psychology*, n.22, pp.389-406
- ROUET J.F., POTOCKI A. (2018), From reading comprehension to document literacy: learning to search, evaluate, and integrate information across texts, *Infancia y Aprendizaje*, 41, n.3, pp.415-446
- ROUET J.F., RO, C., GOUMI A., MACEDO-ROUE, A., DINET J. (2011), The influence of surface and deep cues on grade school students' assessment of relevance in Web menus, *Learning and Instruction*, n.21, pp.205-219
- SABATINI J., BRUCE K. (2009), PIAAC Reading Components: a conceptual framework, *OECD Education Working Papers*, n.33, Parigi, OECD Publishing

- SALMERÓN L., STRØMSØ H. I., KAMMERER Y., STADTLER M., VAN DEN BROEK P. (2018), Comprehension processes in digital reading, in Barzillai M., Thomson J., Schroeder S., and van den Broek P. (eds.), *Learning to read in a digital world*, Amsterdam, John Benjamins, pp.91-120
- SCHROEDER S. (2011), What readers have and do: effects of students' verbal ability and reading time components on comprehension with and without text availability, *Journal of Educational Psychology*, n.103, pp.877-896
- SCHWABE F., MCELVANY N., TRENDTEL M. (2015), The school age gender gap in reading achievement: examining the influences of item format and intrinsic reading motivation, *Reading Research Quarterly*, 50, n.1, pp.1-14 <DOI: 10.1002/rrq.92>
- SINGER M. (2013), Validation in reading comprehension, *Current Directions in Psychological Science*, 22, n.5, pp.361-366
- SNOW C.E., THE RAND READING STUDY GROUP (2002) *Reading for understanding. Toward a R&D program for reading comprehension*, Santa Monica, CA, RAND
- STADTLER M., BROMME R. (2014) The content–source integration model: A taxonomic description of how readers comprehend conflicting scientific information, in Rapp D.N., Braasch J. (eds.), *Processing inaccurate information: theoretical and applied perspectives from cognitive science and the educational sciences*, Cambridge, MA, MIT Press, pp. 379-402
- STADTLER M., SCHARRER L., BRUMMERNHENRICH B., BROMME R. (2013), Dealing with uncertainty: readers' Memory for and use of conflicting information from science texts as function of presentation format and source expertise, *Cognition and Instruction*, n.31, pp.130-150
- STANOVITCH K., WEST R.F. (1998), Exposure to print and orthographic processing, *Reading Research Quarterly*, n.4, pp.402-433
- STREET B.V., STREET B.B. (1984), *Literacy in theory and practice*, Cambridge University Press
- STRØMSØ H. I., BRÅTEN I., BRITT M.A., FERGUSON L.E. (2013), Spontaneous sourcing among students reading multiple documents, *Cognition and Instruction*, n.31, pp.176-203

- TOULMIN S.E. (1958), *The uses of argument*, Cambridge, MA, Cambridge University Press
- UNESCO (2017), *Literacy rates continue to rise from one generation to the next*, UNESCO Fact Sheet n.45, Parigi, UNESCO Institute for Statistics
- WALCZYK J. J., MARSIGLIA C. S., JOHNS A.K., BRYAN K.S. (2004), Children's compensations for poorly automated reading skills, *Discourse Processes*, n.37, pp.47-66
- WHITE S., CHEN J., FORSYTH B. (2010), Reading-related literacy activities of american adults: time spent, task types, and cognitive skills used, *Journal of Literacy Research*, n.42, pp.276–307
- WIGFIELD A., GUTHRI J.T. (2002), Engagement and motivation in reading, in Barr R., Kamil M.L., Mosenthal P.B. (eds.), *Handbook of reading research*, vol.3, New York, Routledge, pp.403-422
- WINEBURG S.S. (1994), THE COGNITIVE REPRESENTATION OF HISTORICAL TEXTS, IN LEINHARDT G., BECK I., STANTON C. (EDS.), *TEACHING AND LEARNING IN HISTORY*, PP.85-135, HILLSDALE, NJ, ERLBAUM
- WINEBURG S.S. (1991), Historical problem solving: a study of the cognitive processes used in the evaluation of documentary and pictorial evidence, *Journal of Educational Psychology*, n.83, pp.73-87
- WIRTH W., BÖCKING T., KARNOWSKI V., VON PAPE T. (2007), Heuristic and systematic use of search engines, *Journal of computer-mediated communication*, 12, n.3, pp.778-800
- ZWAAN R.A., SINGER M. (2003), Text comprehension, in Graesser A.C., Gernsbacher M.A., Goldman S.R. (eds.), *Handbook of Discourse Processes*, Mahwah, NJ, Erlbaum, pp. 83-122





## **Il framework di Numeracy**

# 1. Introduzione

Il Programma internazionale per la valutazione delle competenze degli adulti (PIAAC) è un programma promosso dall'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OCSE). Esso è volto a misurare le capacità cognitive e le competenze professionali richieste a un individuo per contribuire allo sviluppo della vita sociale ed economica. I risultati ottenuti dall'indagine PIAAC sono pensati per aiutare i vari Paesi a comprendere come i sistemi di istruzione e formazione possano favorire tali capacità. Queste informazioni potranno inoltre essere adoperate da educatori, decisori politici ed economisti del lavoro per sviluppare politiche educative e sociali atte a potenziare le capacità della popolazione adulta.

Le indagini condotte nell'ambito di PIAAC sono ideate per avere la stessa validità in diverse culture e nazionalità, così da essere somministrate dai vari Paesi nella propria lingua nazionale e fornire risultati comparabili coi quali effettuare analisi comparative dei sistemi formativi e dei rispettivi risultati. PIAAC fornisce inoltre un punto di riferimento a livello internazionale sulle competenze della popolazione adulta sotto forma di un'indagine che si ripeterà nel tempo per consentire ai decisori politici di monitorare lo sviluppo degli aspetti chiave del capitale umano nei loro Paesi.

PIAAC è stato originariamente concepito come un programma internazionale a più cicli, per la valutazione delle capacità e competenze della popolazione adulta. La fase iniziale del primo ciclo del programma ha avuto luogo dal 2008 al 2013, con la partecipazione di 24 Paesi/sistemi economici. Altri nove

Paesi/sistemi economici si sono uniti al secondo ciclo dal 2012 al 2016, e ulteriori sei hanno partecipato al terzo ciclo svoltosi tra il 2016 e il 2019<sup>3</sup>.

Le finalità e i parametri di progetto del secondo ciclo dell'indagine PIAAC saranno in ampia misura simili a quelli che hanno caratterizzato il primo. Le finalità del secondo ciclo sono:

- a) fornire un profilo delle capacità di elaborazione delle informazioni e di altre competenze trasversali possedute dagli adulti che favoriscono il funzionamento efficace dell'istruzione e dei mercati del lavoro del XXI secolo, nonché un più ampio benessere nelle società moderne;
- b) approfondire la nostra comprensione delle relazioni che intercorrono tra tali competenze e i risultati in campo sociale ed economico, nonché dei fattori individuali, istituzionali e sociali che contribuiscono allo sviluppo, al mantenimento e alla perdita di tali competenze durante il ciclo di vita;
- c) fornire informazioni che aiutino i decisori politici e altre figure a progettare migliori politiche in materia di sviluppo e mantenimento delle competenze, aiutando al contempo società e individui a sfruttarle al meglio.

L'indagine PIAAC è essenzialmente volta a effettuare una valutazione diretta delle competenze degli adulti nell'elaborazione delle informazioni, intese come "l'interesse, l'attitudine e la capacità di utilizzare in modo appropriato strumenti socioculturali, compresi la tecnologia digitale e gli strumenti di comunicazione, al fine di accedere, gestire, integrare e valutare le informazioni, costruire nuove conoscenze e comunicare con gli altri per partecipare efficacemente alla vita sociale". L'indagine PIAAC è finalizzata a sviluppare una misura integrata di competenza, che comprenda la gamma delle prestazioni, dalla padronanza degli elementi fondamentali alla capacità di svolgere compiti complessi in modo efficace. L'indagine si basa su:

- interviste a persone adulte dai 16 ai 65 anni nelle proprie abitazioni – dai 4000 ai 5000 partecipanti per ogni Paese;
- risposte a domande per mezzo di tablet;
- valutazione delle capacità di literacy, numeracy e adaptive problem solving;

---

<sup>3</sup> I Paesi che hanno partecipato al primo ciclo dell'indagine PIAAC, tra cui Ciclo 1 (2008-2013): Australia, Austria, Belgio (Fiandre), Canada, Repubblica Ceca, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Irlanda, Italia, Giappone, Corea, Paesi Bassi, Norvegia, Polonia, Federazione Russa, Repubblica Slovacca, Spagna, Svezia, Regno Unito (Inghilterra e Irlanda del Nord), Stati Uniti. Ciclo 2 (2012-2016): Cile, Grecia, Indonesia, Israele, Lituania, Nuova Zelanda, Singapore, Slovenia, Turchia. Ciclo 3 (2016-2019): Ecuador, Ungheria, Kazakistan, Messico, Perù, Stati Uniti.

- raccolta di una vasta gamma di informazioni, compresa la verifica di come vengano impiegate tali capacità sul posto di lavoro e in altri contesti, quali la casa e la vita comunitaria.

Eventuali valutazioni sia della literacy che della numeracy dovranno essere collegate psicometricamente a quelle somministrate nel primo ciclo, così da poter rilevare il cambiamento delle competenze della popolazione adulta nel tempo. Si prevede che l'indagine PIAAC consentirà inoltre una certa continuità e di stabilire collegamenti con le due precedenti valutazioni internazionali per adulti, l'indagine IALS (International Adult Literacy Survey) e l'indagine ALL (Adult Literacy and Lifeskills). Diciannove Paesi dell'OCSE<sup>4</sup> hanno partecipato all'indagine IALS o a quella ALL, mentre nove hanno partecipato a entrambe. Per questi Paesi, è fondamentale che la valutazione diretta condotta da PIAAC consenta la capitalizzazione degli investimenti da essi effettuati e mostri come le competenze degli adulti siano cambiate rispetto ai due punti di misurazione precedenti.

### Perché un framework e un costrutto di valutazione per l'indagine PIAAC?

Ogni valutazione valida richiede un framework e un costrutto di valutazione. Il framework di valutazione definisce l'ambito e le caratteristiche del costrutto. Questo tipo di framework solitamente include:

- il background, la finalità, i fondamenti e la descrizione del programma di valutazione, sulla base di un framework teorico e concettuale;
- i gruppi target della valutazione;
- una definizione dell'ambito;
- la descrizione di eventuali variabili che rientrino nella descrizione e ne illustrino profondità ed estensione (per es. contesti, processi, contenuti);
- un modello per sviluppare il test in base alle descrizioni e alle variabili di cui sopra, che possa anche includere la tipologia di elemento, eventuali dichiarazioni, la lunghezza della valutazione, il numero di item e la loro distribuzione rispetto alle diverse variabili.

---

<sup>4</sup> I Paesi che hanno partecipato all'indagine IALS includono: Australia, Belgio (comunità fiamminga), Repubblica Ceca, Canada, Danimarca, Finlandia, Germania, Gran Bretagna, Ungheria, Irlanda, Italia, Corea, Paesi Bassi, Nuova Zelanda, Norvegia, Polonia, Svezia, Svizzera e Stati Uniti. I Paesi che hanno partecipato alla prima fase dell'indagine ALL includono: Bermuda, Canada, Italia, lo stato messicano di Nuevo León, Norvegia, Svizzera e Stati Uniti. La seconda fase dell'indagine ALL ha visto la partecipazione di Australia, Ungheria, Nuova Zelanda e Paesi Bassi.

Tali aspetti e contenuti creano insieme il framework concettuale e valutativo che orienterà la valutazione, come nel caso del presente documento e del suo ruolo per la valutazione delle componenti di numeracy indicate in PIAAC. Esso definisce il costrutto della numeracy che guida lo sviluppo degli item del test e infine l'interpretazione dei risultati. Il framework di valutazione offre una definizione formale dell'ambito e delle caratteristiche del costrutto in termini di parametri chiave o di dimensioni del contenuto, strategie cognitive e gamma di applicazioni che devono essere contemplate dal contenuto della valutazione. Occorre notare che la valutazione della numeracy dell'indagine PIAAC descrive la gamma completa delle capacità di numeracy nella popolazione adulta. Essa esamina da un lato gli adulti che hanno una formazione di livello universitario e, dall'altro, quelli con un livello di istruzione molto limitato (per es. che hanno lasciato la scuola a 15 anni o prima). Allo stesso tempo, comprende sia giovani adulti che ancora seguono corsi di studio sia quelli che hanno completato il loro regolare percorso scolastico 30-50 anni prima di essere sottoposti alla valutazione.

Come affermato in precedenza, la valutazione della numeracy nel secondo ciclo dell'indagine PIAAC verrà associata alla valutazione utilizzata nel primo ciclo di PIAAC e alla precedente indagine ALL per mezzo di item comuni. Di conseguenza, sarà necessario che questo framework concettuale rivisitato, volto a valutare la numeracy nell'indagine PIAAC, mantenga collegamenti chiave di tipo concettuale e pragmatico con il framework della numeracy utilizzato per l'indagine ALLS e per il Ciclo 1 di PIAAC.

È essenziale allo stesso tempo che il framework individui un costrutto di numeracy connesso alla realtà della terza decade del XXI secolo e che rifletta l'attuale cognizione della numeracy nella popolazione adulta, integrando i relativi sviluppi nella pratica dei test e impiegando al meglio le tecnologie disponibili per somministrarli.

### **Struttura del documento**

Il presente documento è articolato in sei parti distinte, seguite da un'appendice e dalla bibliografia.

#### **1. La valutazione della numeracy nell'indagine PIAAC**

2. Fondamenti teorico-concettuali
3. Costrutto di valutazione della numeracy nel Ciclo 2 dell'indagine PIAAC
4. Sviluppi e vincoli della valutazione
5. Rapporto tra l'indagine PIAAC e PISA
6. Componenti della numeracy
7. Appendice: Fattori che incidono sulla complessità degli item di numeracy
8. Bibliografia

La parte I riepiloga la revisione svolta nel 2017 del framework e della valutazione della numeracy dell'indagine PIAAC, oltre a dare un'idea di altre questioni concettuali prese in considerazione, includendo una breve motivazione per la valutazione della numeracy svolta nell'ambito del PIAAC. La parte II affronta il costrutto concettuale per la numeracy. La parte III si occupa del costrutto di valutazione e illustra le varie dimensioni relative alla numeracy oggetto del test, quali contesti, risposte attese, aree di contenuto di informazioni e idee matematiche, e le dichiarazioni, così da rendere operativo il costrutto di numeracy per lo sviluppo della valutazione. Essa esamina inoltre i processi di attivazione, cognitivi, non cognitivi o disposizionali, che sono alla base del comportamento di numeracy. La parte IV prende in esame l'operatività del costrutto di numeracy in una valutazione su larga scala quale l'indagine PIAAC, mostrando come venga influenzata da svariati fattori che determinano in quale misura il costrutto teorico può essere trattato in modo completo durante la valutazione diretta mediante la raccolta effettiva dei dati. Essa descrive inoltre cosa può o meno essere valutato nel Ciclo 2 dell'indagine PIAAC. Nelle parti successive vengono commentate le differenze e analogie tra la valutazione della numeracy dell'indagine PIAAC e il relativo costrutto di literacy matematica valutato nell'indagine PISA (Programme for International Student Assessment); mentre viene dedicata una parte a sé alla descrizione della nuova valutazione delle componenti di numeracy. Infine, l'appendice contiene l'insieme di fattori delle indagini ALL e PIAAC che influiscono sulla complessità degli elementi di numeracy.

## 2. PARTE I. La valutazione della Numeracy nell'indagine PIAAC

Nella presente sezione sono riepilogate la revisione effettuata nel 2017 del Ciclo 1 di PIAAC sul framework e sulla valutazione della numeracy, presentando ulteriori questioni di ordine concettuale da tenere in considerazione, individuate dal Gruppo di esperti del Ciclo 2 della numeracy (NEG), terminando con una breve motivazione per la valutazione della numeracy nell'indagine PIAAC.

### La revisione

Il framework concettuale e di valutazione per il secondo ciclo dell'indagine PIAAC sulla numeracy doveva essere aggiornato e rivisto sulla base di una revisione del framework di valutazione della numeracy utilizzato nel primo ciclo dell'indagine PIAAC. La presente revisione è stata commissionata dal Segretariato dell'OCSE e pubblicata all'inizio del 2017 (Tout *et al.* 2017). Questo progetto di revisione era finalizzato alla redazione di un documento che prendesse in esame il framework che ha orientato la valutazione della numeracy nel primo ciclo dell'indagine PIAAC.

La revisione mirava a valutare la misura in cui il framework sviluppato nel 2009 riflettesse le conoscenze odierne relative alla numeracy della popolazione adulta e ha continuato a costituire una base adeguata alla valutazione della capacità degli adulti di intraprendere con successo i vari compiti di numeracy che devono affrontare nell'ambito della loro vita quotidiana e professionale nella terza decade del XXI secolo. In particolare, la revisione affrontava i seguenti punti:

- gli sviluppi teorici nella comprensione e nella concettualizzazione della numeracy degli adulti rilevanti ai fini della valutazione della numeracy nell'indagine PIAAC;
- come assicurare che tale valutazione riflettesse l'importanza delle informazioni, delle rappresentazioni, dei dispositivi e delle applicazioni digitali, come realtà che gli adulti devono gestire per far fronte alle esigenze di numeracy della vita quotidiana;
- gli sviluppi nella valutazione della numeracy (in particolare riguardo agli adulti) potenzialmente rilevanti ai fini dell'indagine PIAAC (per es., tipologia e formato degli item, uso dell'animazione e di modelli);
- come concepire, sviluppare (se del caso) e presentare la relazione tra il framework della numeracy dell'indagine PIAAC e quello della literacy matematica dell'indagine PISA;
- l'utilità e la fattibilità dello sviluppo e dell'implementazione di una valutazione delle componenti della numeracy equivalente alla valutazione delle componenti di lettura dell'indagine PIAAC.

La revisione ha indicato una serie di aree da migliorare e potenziare, tra cui la definizione e le diverse elaborazioni della numeracy della popolazione adulta impiegate nel framework, e del contenuto della valutazione. Molti suggerimenti nascevano dalla questione se l'attuale framework e valutazione del Ciclo 1 riflettessero o meno alcune realtà nell'ambito delle competenze e conoscenze necessarie agli adulti per avere successo nella vita privata, sociale e professionale del XXI secolo. Tra gli elementi chiave emersi dalla revisione figurano:

- affrontare le competenze del XXI secolo, tra cui la capacità di pensiero critico, lo spirito di riflessione, il ragionamento e la comprensione del grado di accuratezza;
- prendere in considerazione i progressi tecnologici/delle TIC, mantenendo un equilibrio con modalità e mezzi di comunicazione più tradizionali e con la relativa esecuzione di compiti di numeracy;
- fare un uso migliore della tecnologia per la valutazione in relazione sia all'autenticità che all'accessibilità degli item;
- affrontare una serie di questioni riguardanti le prestazioni e la comprensione della numeracy negli adulti, compresa l'inclinazione di un individuo a utilizzare la matematica e a individuarla in contesti di numeracy;
- sviluppare una valutazione delle componenti di numeracy con obiettivi paralleli alla valutazione esistente delle componenti di lettura, fornendo



ulteriori informazioni sulle capacità e sulle conoscenze dei molti adulti con bassi livelli di numeracy.

La revisione e le relative raccomandazioni sono state fondamentali nell'elaborazione di tale framework e del costrutto di valutazione. La revisione e questo documento si basano su framework concettuali e di valutazione e sulla conoscenza accumulata in relazione a precedenti indagini sulle competenze degli adulti, in primo luogo il primo ciclo dell'indagine PIAAC – cfr. il Gruppo di esperti della Numeracy di PIAAC (2009) e Gal e Tout (2014). Il framework e la valutazione del Ciclo 1 dell'indagine PIAAC si sono fortemente ispirati al framework di valutazione della numeracy dell'indagine ALL (Adult Literacy and Life Skills) (cfr. Murray *et al.* 2005). Si sono inoltre basati sul lavoro svolto dall'indagine IALS (International Adult Literacy Survey) e sulle ricerche condotte su studenti in età scolare, in particolare il Programma per la valutazione internazionale degli studenti (PISA).

### Nuove questioni emerse

Nell'esaminare il contenuto e le raccomandazioni derivanti dalla revisione del 2017 del nuovo Gruppo di esperti sulla numeracy del Ciclo 2 dell'indagine PIAAC (NEG) al momento della prima riunione avvenuta a marzo 2018, sono state individuate ulteriori questioni che necessitavano di essere maggiormente approfondite. Il NEG ha di conseguenza condotto una rassegna della letteratura che andava a esaminare queste cinque questioni concettuali: grandi idee in matematica, senso dei numeri, contestualizzazione, autenticità e comportamento e pratiche di numeracy. Sebbene questo lavoro sia stato integrato nella presente revisione del framework della numeracy, ne viene di seguito proposto un riassunto.

#### *Grandi idee in matematica*

Si impiega l'espressione *Grandi idee in matematica* per parlare di importanti idee matematiche (Jones *et al.*, 2002), fondamentali per apprendere la materia, che raccordano numerose nozioni di settore in un insieme coerente (cfr. per esempio Charles 2005; Hurst 2014; Hurst e Hurrell 2014; Kuntze *et al.* 2011a e 2011b; Steen 1990). Inizialmente, l'espressione "Grandi idee" si riferiva al fatto che le informazioni matematiche possono essere classificate in modi differenti rispetto alle aree di contenuto del programma di matematica della scuola

tradizionale. Includono spesso le seguenti aree di contenuto (elaborate nel framework dell'indagine PIAAC): quantità e numero, spazio e forma, variazioni e relazioni, dati e probabilità. Le "Grandi idee" vengono anche utilizzate come punti focali per conferire una certa struttura ai "programmi scolastici sovraffollati" (Siemon *et al.* 2012; Siemon 2017).

### *Senso dei numeri*

Nel Ciclo 2 dell'indagine PIAAC, con particolare riguardo alla sfida di creare una nuova valutazione distinta delle componenti di numeracy, il senso dei numeri è visto in rapporto alla comprensione generale da parte dell'individuo delle differenti tipologie di numeri e operazioni, implicando una comprensione critica necessaria per prendere decisioni e risolvere i problemi utilizzando i numeri in maniera flessibile in ambito personale, lavorativo e sociale (Ontario Ministry of Education 2006; Peters 2012; Wagner e Davis 2010; Yang *et al.* 2009). McIntosh, Reys e Reys (1992) definiscono così il senso dei numeri: "Esso riflette un'inclinazione e un'abilità nell'utilizzare i numeri e i metodi quantitativi come strumenti per comunicare, elaborare e interpretare le informazioni" (ibidem, 3). Inoltre, "utilizzare i numeri va ben oltre il semplice fatto di ragionare su questi ultimi e di effettuare calcoli avanzati. Si tratta di dare un senso alla situazione alla quale applichiamo numeri e calcoli" (Thompson 1995, 220). I numeri e le espressioni quantitative possono presentarsi in diversi sistemi di rappresentazione, quali: testi o simboli, immagini di oggetti fisici, informazioni strutturate e dinamiche. Comprendere il senso dei numeri è stato individuato come un elemento chiave, oltre a essere esaminato in tutto il framework, contribuendo a rafforzare lo sviluppo della nuova valutazione delle componenti della numeracy per il Ciclo 2 dell'indagine PIAAC. La Parte VI contiene ulteriori approfondimenti.

### *Contestualizzazione, autenticità, comportamento e pratiche di numeracy*

Si tratta di quattro questioni interconnesse, che il NEG ha tentato di affrontare in modo più esplicito nell'ambito del nuovo framework, sia nella sua elaborazione sia, in certa misura, nel contenuto della valutazione stessa, inclusi i quesiti del Background Questionnaire relativi alla numeracy e all'uso di capacità matematiche. Tali questioni della contestualizzazione, autenticità, attitudini e pratiche in ambito numerico si riferiscono tutte alla comprensione del rapporto vitale con il mondo reale, in cui la matematica viene utilizzata

dagli adulti nella loro vita di tutti i giorni e nella loro veste di individui, cittadini, componenti di un nucleo familiare e lavoratori.

La contestualizzazione della matematica si riferisce alla sua connessione profonda con il contesto in cui quest'ultima viene utilizzata. Ciò significa che il modo in cui la matematica viene utilizzata per svolgere un compito dipende sostanzialmente dal contesto, su cui insistono influenze socioculturali che consentono o limitano l'azione in ambito personale, sociale o professionale. In quest'ottica sussiste una chiara distinzione tra le conoscenze matematiche in ambito scolastico, con riguardo a come vengono insegnate, apprese e messe in pratica, e il loro uso al di fuori di tale contesto. La questione dell'autenticità è rilevante per sviluppare le domande del test di PIAAC, poiché attiene a quanto un compito, nell'ambito di una valutazione internazionale come tale indagine, somigli alla situazione di vita reale dalla quale è stato adattato. Gli item dell'indagine PIAAC sono frutto di una ricerca di situazioni e compiti basati su stimoli autentici e della successiva creazione di set di domande relative alle informazioni contenute nello stimolo alle quali qualcuno potrebbe voler ricevere una risposta. I comportamenti e le pratiche di numeracy sono questioni distinte ma complementari. I comportamenti di numeracy si riferiscono alla risposta cognitiva fornita da un individuo in situazioni in cui la matematica è inglobata in un problema del mondo reale, in cui viene richiesta una risposta o un'azione. Le pratiche di numeracy si riferiscono al differente uso della matematica all'interno di un contesto, definito non solo dal problema in sé, ma anche dal contesto fisico e sociale in cui si presenta. Tali questioni vengono ulteriormente approfondite ed esaminate nel documento quadro.

### **Fondamento della valutazione della numeracy nell'indagine PIAAC**

Come si è detto nel Ciclo 1 del framework della numeracy nell'indagine PIAAC (PIAAC Numeracy Expert Group 2009), questo framework, insieme alla descrizione della numeracy, si fonda sul principio secondo cui una valutazione della numeracy nell'indagine PIAAC rappresenta un'operazione essenziale e proficua per quattro motivi distinti ma correlati (ibidem, 8-9):

- la numeracy è essenziale per gli adulti e per le società in cui vivono;
- nella maggior parte dei Paesi, le politiche pubbliche prevedono investimenti distinti per la literacy e la numeracy;
- la politica e le risposte al programma differiscono, a seconda che si tratti di numeracy o literacy;

- il livello delle capacità di numeracy non può essere adeguatamente misurato mediante strumenti che rilevano il livello di literacy.

Si è sempre considerata una conoscenza di base della matematica e dei calcoli come una delle abilità fondamentali richieste agli adulti per poter svolgere correttamente le proprie attività e raggiungere i loro diversi obiettivi nella sfera quotidiana, professionale e sociale. Come si dimostrerà in seguito nel presente framework, oggi le società presentano ai cittadini di ogni estrazione sociale un numero e una varietà sempre maggiori di informazioni di tipo matematico o quantitativo, in diversi contesti, connessi per esempio ai fattori di rischio per la salute, all'impatto ambientale, alla pianificazione finanziaria e alle assicurazioni, solo per citarne alcuni. A una maggiore presenza di tecnologia sul luogo di lavoro e a un accresciuto coinvolgimento dei lavoratori nel migliorare efficienza e qualità corrisponde un'importanza via via crescente attribuita alla numeracy e alle capacità matematiche. Le capacità connesse alla numeracy si stanno rivelando un fattore chiave nella partecipazione al mercato del lavoro, talvolta anche più delle competenze di literacy. Gli adulti con bassi livelli di numeracy e literacy sono più soggetti alla disoccupazione o a richieste di assistenza sociale. Inoltre, possedere solide capacità di calcolo è considerato essenziale per i livelli di istruzione superiori al secondo grado in vari ambiti, tra cui il comparto scientifico, tecnologico e ingegneristico (Bynner e Parsons 2005; Jones 1995; Hoyles *et al.* 2002; Jonas 2018; Tout e Gal 2015; NRDC 2006; Benn 1997; Coben *et al.* 2000 e 2003; Condelli *et al.* 2006; Forman e Steen 1999; Gal 2000; Gal *et al.* 2005; Ginsburg *et al.* 2006; Johnston 1994; Willis 1990; Tout e Schmitt 2002).

Nella maggior parte dei Paesi, le politiche pubbliche prevedono investimenti distinti per la literacy e la numeracy. Il fatto che le capacità in queste due aree fondamentali vengano acquisite separatamente, è messo in luce sia nella scuola primaria che in quella secondaria, oltre che nella formazione degli adulti e in sistemi di apprendimento informale. I Paesi prevedono che gli investimenti nella literacy e nella numeracy aumenteranno la capacità dei cittadini di agire autonomamente per il loro progresso e la sicurezza del reddito, riducendo così le spese sociali future e contribuendo alla loro partecipazione alla vita economica e sociale in una società così ricca di informazioni.

La politica e le risposte al programma differiscono a seconda che si tratti di numeracy o literacy. Gli sforzi per migliorare i livelli di literacy e numeracy di

specifici gruppi di popolazione non vengono necessariamente attuati con gli stessi meccanismi: spesso richiedono la presenza di esperti, di risorse e di sistemi di apprendimento diversi, a causa delle differenti componenti delle loro conoscenze di base e dei percorsi di apprendimento. È di fondamentale importanza che gli Stati dispongano di informazioni sulla numeracy dei loro lavoratori e cittadini, indipendentemente da altre aree di competenza, così da valutare il capitale umano a loro disposizione per poter progredire, pianificare opportunità di apprendimento scolastico e permanente e comprendere meglio quali fattori incidono sull'acquisizione e l'impiego della numeracy da parte dei cittadini (Johnston e Maguire 2005).

Non è possibile rappresentare i livelli di numeracy della popolazione rilevando esclusivamente le prestazioni di literacy degli individui, ovvero esaminando il loro livello di lettura, di elaborazione, comprensione e comunicazione di vari tipi di testi e documenti. Come riscontrato nell'indagine PIAAC e in altre ricerche che mettono a confronto le competenze e le prestazioni di literacy e numeracy della popolazione adulta, vi sono differenze sostanziali nelle prestazioni, nei risultati e nelle implicazioni/conseguenze relative agli adulti con competenze di numeracy inferiori o superiori rispetto alle loro competenze di literacy (cfr. per es. Bynner e Parsons 2005; Jonas 2018; OECD 2017; Tout e Gal 2015). Come sarà in seguito illustrato nel dettaglio, la numeracy implica, tra le altre cose, non solo la gestione di processi aritmetici, ma anche la comprensione di proporzioni e idee probabilistiche, oltre che di tipologie e rappresentazioni numeriche, geometriche, grafiche e algebriche di informazioni matematiche, insieme all'interpretazione critica di messaggi statistici o matematici. La maggior parte di questi elementi e processi ha poca attinenza con quanto è sotteso alle misure di literacy (Coben *et al.* 2000; Gal *et al.* 2005). Ne consegue che una valutazione diretta della numeracy nell'ambito dell'indagine PIAAC può fornire ai decisori politici e alle altre parti interessate una base solida e univoca per valutare la distribuzione delle attuali competenze di numeracy nella popolazione adulta.

### 3. PARTE II. Fondamenti teorico-concettuali

La concettualizzazione della numeracy in un contesto internazionale rappresenta indubbiamente un'impresa impegnativa. Come nel caso della literacy, anche il termine numeracy presenta infatti molteplici significati a seconda del Paese e della lingua. In alcuni Stati, il termine numeracy si riferisce alle capacità di base che gli scolari dovrebbero acquisire come prerequisito che consenta loro di apprendere la matematica formale nei gradi di istruzione più avanzati. In altri Paesi, il termine numeracy racchiude un'ampia gamma di capacità, conoscenze e disposizioni che devono possedere gli adulti, ma che non sono necessariamente correlate all'istruzione formale. Tale aspetto verrà approfondito nella prossima sezione. Alcuni Paesi non hanno neppure il termine numeracy tradotto nella loro lingua; pertanto, poiché questo tema compare comunque nei dibattiti educativi e programmatici di tali Stati, esperti o traduttori hanno dovuto coniare espressioni equivalenti (per es. "Numeratie" in Canada, "Numeralitet" in Danimarca) o impiegare diciture quali 'alfabetizzazione matematica', 'matematica pragmatica' o altre espressioni equivalenti ad 'abilità di calcolo'. Queste differenze terminologiche, o l'assenza di un'espressione convenzionalmente riconosciuta che risulti congeniale ai decisori politici, possono comportare per questi ultimi e per gli educatori coinvolti in PIAAC alcune difficoltà a livello comunicativo, o rendere più complicate le loro interlocuzioni.

I diversi significati attribuiti al termine numeracy e la mancanza di un'espressione equivalente nelle altre lingue può generare incomprensioni o divari nelle aspettative su quanto sarà oggetto di rilevamento nella valutazione della numeracy nell'indagine PIAAC. Ciò può influire sulla percezione della rilevanza politica di una valutazione della numeracy. Pertanto, occorre assicurarsi che qualunque dibattito relativo alla valutazione della numeracy

nell'indagine PIAAC si basi su una chiara descrizione e sul generale accordo circa l'ambito di applicazione del termine e il riconoscimento della sua centralità nell'insieme di attività connesse alla vita della popolazione adulta. Occorre inoltre ricordare che quanto sarà oggetto della valutazione della numeracy dipenderà congiuntamente da due fattori interconnessi:

1. il costrutto concettuale che descrive la numeracy e i suoi elementi;
2. il costrutto di valutazione che descrive in che modo la concettualizzazione generale della numeracy venga resa operativa ed estrinseca nella natura e nella gamma dei compiti utilizzati nella scala di valutazione e nelle modalità di somministrazione e di assegnazione del punteggio.

### Sviluppare nuove prospettive nella Numeracy degli adulti

La definizione di numeracy si è evoluta da quando il termine è stato introdotto per la prima volta nel Rapporto di Crowther in Inghilterra e Galles nel 1959 (cfr. per es. Karaali *et al.* 2016), quando esso designava qualcosa che “andava oltre la semplice abilità di saper usare la regola del tre” (Crowther 1959, 270). Un'altra pietra miliare nella concettualizzazione e descrizione della numeracy è stato il Rapporto di Cockcroft del 1982, in cui essa veniva definita come:

[La numeracy è] ... Una 'familiarità' coi numeri e un'abilità nell'utilizzare capacità matematiche che consentono a un individuo di far fronte alle richieste di ordine matematico nella vita di tutti i giorni... [E] una certa abilità nel valutare e comprendere informazioni presentate in termini matematici, per es. grafici, mappe e tabelle, o in riferimento all'aumento o alla diminuzione in punti percentuali (Cockcroft 1982, 11).

L'uso e il significato del termine numeracy hanno cominciato a diffondersi negli anni successivi alla pubblicazione dei Rapporti di Crowther e Cockcroft. Tra gli altri documenti e ricerche di rilievo è possibile citare: NRDC 2006; Benn 1997; Coben *et al.* 2000 e 2003; Condelli *et al.* 2006; Forman e Steen 1999; Gal 2000; Gal *et al.* 2005; Ginsburg *et al.* 2006; Hoyles *et al.* 2002; Johnston 1994; Lindenskov e Wedege 2001; Maguire e O'Donoghue 2003; Willis 1990; Tout e Gal 2015; Tout e Schmitt 2002. Nel Regno Unito, nel 2000, Coben, O'Donoghue e FitzSimons hanno pubblicato un lavoro intitolato *Perspectives on adult learning mathematics*, in cui passavano in rassegna alcuni studi sull'apprendimento della matematica da parte degli adulti. Nello stesso periodo veniva pubblicato negli Stati Uniti un volume simile, *Adult numeracy development: theory, research, practise* (Gal 2000). Sempre in quegli anni

(1998-2000) un team internazionale ha sviluppato un'antesignana dell'indagine di PIAAC, l'indagine ALL (Adult Literacy and Lifeskills) (Gal *et al.* 2005). Era la prima volta che il costrutto di numeracy veniva definito in una valutazione comparativa internazionale e non soltanto in ambito educativo. Il team internazionale dell'indagine ALL ha fornito una definizione di numeracy insieme a quella più elaborata di "comportamento di numeracy". Coben, che nel 2003 ha guidato un team autore di *Adult numeracy: review of research and related literature*, ha rilevato come la numeracy fosse sempre più definita come "la matematica sul lavoro e nella vita di tutti i giorni degli adulti" (Coben *et al.* 2003, 38).

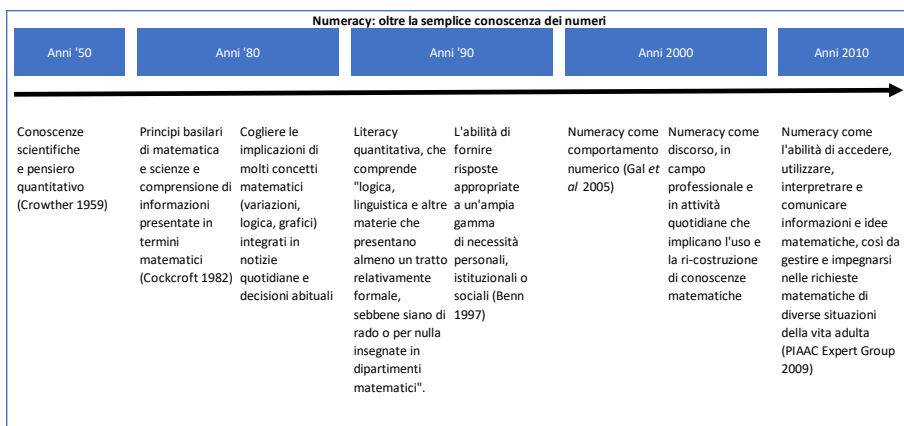
Maguire and O'Donoghue (2003) hanno passato in rassegna e organizzato differenti concezioni di numeracy in alcuni Paesi (Irlanda, Canada, Stati Uniti, Regno Unito, Paesi Bassi, Danimarca e Australia), in un continuum di livelli via via più complessi ed elaborati: *concezioni di tipo formativo, matematico e integrativo*. Le concezioni di tipo 'formativo' assimilano la numeracy a capacità aritmetiche di base. Le concezioni di tipo 'matematico' considerano invece la numeracy a partire dal contesto, come un più ampio insieme di conoscenze e capacità matematiche (che vanno oltre i calcoli elementari) significative nella vita di tutti i giorni. Infine, le concezioni di tipo 'integrativo' guardano alla numeracy come a un sofisticato costrutto a più sfaccettature che integra non solo la matematica, ma anche elementi della sfera comunicativa, culturale, sociale, emozionale e personale che interagiscono tra loro e si ricollegano a come persone diverse operano all'interno del loro contesto sociale.

In quel periodo, le concezioni di tipo formativo erano spesso associate a una prospettiva di numeracy legata agli obiettivi della scuola primaria e si traducevano nel modo in cui veniva definita la numeracy nella classificazione a livello mondiale dei livelli di literacy/numeracy (per es. UNESCO 1997). Per la formazione degli adulti, la formazione sul posto di lavoro e le valutazioni internazionali sono state soprattutto adottate le concezioni di tipo matematico e integrativo, descritte da Maguire e O'Donoghue. Le diverse concezioni e definizioni di numeracy degli adulti, dalla fine del secolo scorso a tempi più recenti, mettono in luce la loro evoluzione e il grado di variabilità osservabile anche all'interno di uno stesso sistema nazionale. Lindenskov e Wedege (2001) offrono un caso di studio interessante sulla definizione della numeracy. Sulla base del loro lavoro sulla formazione degli adulti e l'insegnamento della matematica in Danimarca, essi hanno fatto un calco del termine inglese



numeracy introducendo la parola “Numeralitet”, con un framework concettuale che è stato poi adottato dal Ministro dell’Istruzione danese. Secondo tale prospettiva, è essenziale distinguere tra ciò che è - o dovrebbe essere - la numeracy, e il punto di vista degli individui o della società. Lindenskov e Wedege hanno promosso una prospettiva sociale, in cui la matematica viene vista come una competenza che implica un’interazione dinamica tra abilità, concetti matematici funzionali e operazioni da un lato, e varie attività e tipologie di dati e media dall’altro. Hanno affermato che questa prospettiva basata su capacità e attività dovesse essere accompagnata dalla consapevolezza che tutte le persone in linea di principio devono possedere tale competenza, e che la numeracy è una competenza determinata da società e tecnologia, variabile nel tempo e nello spazio, di pari passo con lo sviluppo sociale e tecnologico. Sulla base del lavoro iniziale di Kaye (2003), lo figura 1 in basso illustra alcune variazioni e sviluppi nelle descrizioni della numeracy avvenuti nel corso degli anni, a partire dal primo utilizzo del termine numeracy.

Figura 1. Cambiamenti cui è andato incontro il concetto di numeracy



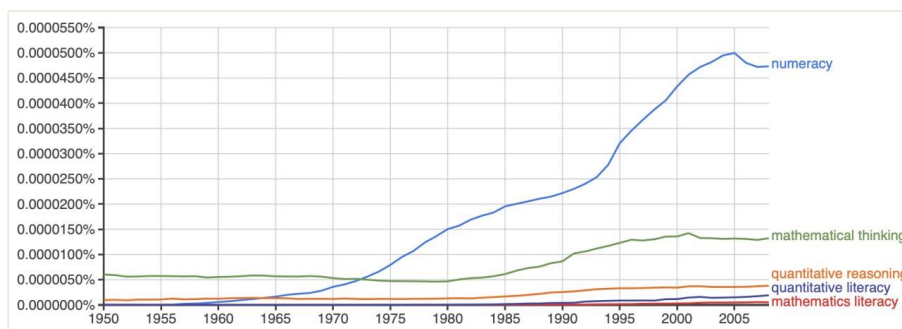
La definizione riportata dal Comitato di Cockcroft del Regno Unito (1982) ha avuto una certa influenza poiché, secondo la sua concezione, la numeracy è l’abilità di far fronte a diversi compiti funzionali in contesti del mondo reale e a compiti interpretativi, sottolineando inoltre la centralità di componenti di supporto di tipo non cognitivo. Questi concetti chiave si riflettono, seppur con

differenti terminologie e punti focali, in altre prospettive che prendono in esame la numeracy, come nelle definizioni utilizzate sia nell'indagine ALLS che nel Ciclo 1 dell'indagine PIAAC. Un altro importante punto in comune consiste nella presenza di idee o elementi matematici all'interno di situazioni reali, e il principio secondo cui questi ultimi possano essere utilizzati o affrontati da persone con un'ottica orientata al risultato, in base alle esigenze dell'individuo in un determinato contesto, per es. a casa, nella comunità, sul posto di lavoro, nella propria azione sociale, ecc.

### Uso comune del termine 'numeracy' negli anni 2000

Osservando le fonti editoriali, appare sempre più evidente come l'uso e il senso dell'espressione numeracy stia soppiantando altri termini quali "alfabetizzazione matematica" o "alfabetizzazione quantitativa", divenendo sempre più popolare nonostante non abbia un esatto traduttore in parecchie lingue. Ciò è illustrato nella figura 2 in basso, basata sul lavoro di Kaarali *et al.* (2016), seppur con alcuni aggiornamenti.

Figura 2. L'uso del termine 'numeracy' rispetto ad altre espressioni impiegate nelle pubblicazioni tra il 1959 e il 2008, incluse in Google Books. Dati tratti da Google Books Ngram Viewer il 15 dicembre 2018



### Competenza vs capacità

I due termini *Competenza* e *Capacità* vengono entrambi impiegati nei documenti e rapporti dell'indagine PIAAC. Le competenze possono assumere diversi significati a seconda della situazione e della cultura di riferimento. Per es., in alcuni ambiti della formazione per adulti in Australia viene impiegata una

nozione riduttiva di competenza per intendere ‘capacità’. Tuttavia, le competenze possono significare anche la combinazione di capacità e aspetti del pensiero di ordine superiore, come la pianificazione strategica. Ciò è riscontrabile, per esempio, nel progetto sulla Definizione e selezione delle competenze (DeSeCo) pubblicato dall’OCSE nel 2005, che è stato sviluppato per fornire un framework che identificasse alcune competenze chiave nelle indagini internazionali che rilevano il livello di competenza nella popolazione giovane e adulta (cfr. Rychen 2004, 321).

Nel *Survey of adult skills - A readers companion, second edition* (OECD 2013c), l’OCSE approfondisce la questione terminologica e l’uso dei due termini ‘capacità’ e ‘competenza’ e, pur riconoscendo che ci sono parecchie sovrapposizioni nel loro uso e nella loro comprensione, e differenze sia di utilizzo che di significato, conclude così:

Nel contesto dell’Indagine sulle capacità degli adulti (PIAAC), tuttavia, non vi è alcun tentativo di differenziare competenza e capacità, e i termini sono utilizzati in modo intercambiabile... Entrambi i termini si riferiscono all’abilità o alla capacità di un soggetto di agire in modo appropriato in una determinata situazione. Entrambi implicano l’applicazione di conoscenze (esplicite e/o implicite), l’uso di strumenti, di strategie e abitudini di tipo pratico e cognitivo, oltre che principi, disposizioni e valori (per es. gli atteggiamenti). Inoltre, competenza e capacità non vengono associate a un particolare contesto in cui devono essere messe in pratica, né una capacità viene considerata come uno degli elementi costitutivi che, combinandosi, danno luogo a una competenza (OECD 2013c, 17).

Allo stesso modo, il presente rapporto sul framework della numeracy non definisce o attribuisce un significato o un uso esplicito a questi due termini.

### **Comportamenti e pratiche di Numeracy**

Al fine di stabilire ed estendere la capacità di numeracy è necessario adottare, sviluppare o acquisire comportamenti e pratiche di numeracy. Si tratta di due concetti distinti ma complementari. Per “comportamenti di numeracy” si intendono le risposte cognitive di un individuo di fronte a una particolare situazione in cui l’uso della matematica potrebbe risultare vantaggioso nell’affrontare un problema del mondo reale. Dall’altro lato, le “pratiche di numeracy” si riferiscono all’uso della matematica in un contesto definito non solamente dal problema, ma anche dall’ambito fisico e sociale in cui si iscrive.

La nozione di contestualizzazione (*situatedness*) è collegata a modalità di pensiero, di ragionamento e di conoscenza all'interno delle comunità, definite da differenti tipologie di attività sociali o culturali. Da questo punto di vista, la Numeracy viene considerata una pratica sociale. Come spiegano Yasukawa *et al.* (2018):

Una prospettiva di numeracy come pratica sociale (NSP) si concentra sulle attività di numeracy che le persone svolgono durante le interazioni sociali in particolari contesti, piuttosto che sulle prestazioni relative alle loro capacità di numeracy indipendentemente dal contesto... Inoltre, focalizzarsi sulla pratica consente di considerare la numeracy come un'attività collocata su un piano culturale, storico e politico (ibidem, 13).

Pertanto, per affrontare problemi del mondo reale in differenti contesti adottando comportamenti di numeracy, occorre organizzare attività e relazioni sociali continuative, oltre che modalità di pensiero e ragionamento basate sulla comunità (Lave 1988). Ciò significa che, per ricorrere alla matematica nello svolgimento di un'attività, occorre che la capacità matematica sia integrata da strategie di tipo olistico definite dallo specifico contesto in cui vengono impiegate (Geiger *et al.* 2015).

La nozione di numeracy come pratica sociale, tuttavia, ha anche implicazioni sulla questione della 'trasferibilità' - l'adozione di comportamenti di numeracy sviluppati nell'ambito di una situazione nuova o differente.

È possibile giungere alla questione della trasferibilità, secondo Hoyles, Noss e i loro colleghi (per es. Hoyles *et al.*; Noss *et al.* 2002), attraverso l'astrazione di invarianti di base che risultano significative in diverse situazioni - un concetto che costoro definiscono "astrazione contestualizzata".

La concettualizzazione matematica può essere accuratamente ricondotta alla sua genesi costruttiva - come viene appresa, esaminata e comunicata - e al suo uso nelle pratiche culturali, sebbene possa al contempo mantenere delle invarianti che sono state astratte all'interno di quella comunità di messa in pratica (Noss *et al.* 2002, 205).

Mentre il contenuto della valutazione condotta nell'indagine PIAAC è in primo luogo incentrato sull'aspetto cognitivo della numeracy, ovvero i comportamenti e le capacità di numeracy alla base delle domande, del loro contesto e degli specifici item, la nozione di "pratiche" ha influito sullo sviluppo delle domande

sull'uso delle capacità nel Background Questionnaire (BQ). Il Background Questionnaire dell'indagine PIAAC prevede la raccolta di un'ampia gamma di informazioni utili a spiegare certe differenze nelle prestazioni degli adulti, fornendo ulteriori indicazioni sulla nostra comprensione di fattori che influiscono sull'acquisizione e il mantenimento di capacità o sulla motivazione per seguire nuovi percorsi formativi. Le domande sull'uso delle capacità si articolano attorno a due temi, 'pratiche professionali' e 'pratiche della vita di tutti i giorni', e stimolano risposte sulla frequenza d'uso di diverse pratiche di numeracy. Il Gruppo di esperti sulla numeracy (NEG) ha lavorato insieme al Gruppo di esperti dell'OCSE e del Background Questionnaire dell'indagine PIAAC per rivedere e migliorare la coerenza, la validità scientifica e l'utilità delle domande del Background Questionnaire relative alle pratiche di numeracy in ambito professionale e nella vita di tutti i giorni per il secondo ciclo dell'indagine PIAAC. Il lavoro e le raccomandazioni del NEG hanno contribuito a uniformare l'insieme delle domande e a mantenere un senso di coerenza tra lavoro/pratiche professionali e usi personali, cercando al contempo di mantenere una continuità tra i due cicli. Il NEG ha utilizzato le descrizioni delle quattro aree di contenuto del framework della numeracy nell'indagine PIAAC per offrire il proprio contributo su questo punto, oltre che per passare in rassegna gli studi già condotti sulle pratiche di numeracy in ambito professionale e nella vita di tutti i giorni dal Ciclo 1 dell'indagine PIAAC.

Le domande relative alle pratiche e all'uso in ambito professionale comprendono: calcolo dei prezzi, conteggio delle scorte, controllo degli inventari, pianificazione di giri di consegne, preparazione dei bilanci, esecuzione di misurazioni, interpretazione di mappe o analisi di dati. Le domande sulle pratiche della vita di tutti i giorni riguardano per es.: calcolo di prezzi e sconti; decisioni in merito a questioni finanziarie quali bilanci, assicurazioni, prestiti o risparmi; misure da prendere per lavorare in cucina, in giardino e per confezionare abiti. Pertanto, se da un lato la capacità dell'indagine PIAAC di valutare le attività di numeracy viste in un'ottica di pratica sociale è necessariamente limitata, viene attribuita una fondamentale importanza al ruolo delle pratiche di documentazione e ricerca sulle capacità e prestazioni di numeracy.

Ne consegue che la concettualizzazione della numeracy esaminata di seguito, che si basa su una rassegna della letteratura accademica e sui risultati delle ricerche condotte, opera su due livelli. Essa si riferisce alla numeracy come a un

concetto che descrive la capacità di un individuo di risolvere problemi di ordine matematico, e ai ‘comportamenti e pratiche’ di numeracy, che sono le modalità secondo cui si manifesta la capacità di numeracy delle persone in situazioni o contesti che presentano elementi matematici o informazioni di natura quantitativa. È così possibile ricavare la numeracy di un individuo dall’analisi delle prestazioni nei compiti finalizzati a stimolare il comportamento di numeracy da valutare. Coerentemente con la sopraindicata idea di competenza, la numeracy sarà descritta come una combinazione di elementi cognitivi (per es., varie conoscenze di base e capacità) ed elementi non-cognitivi o semi-cognitivi (per es., atteggiamenti, convinzioni, abitudini mentali e altre disposizioni) che insieme concorrono a delineare i comportamenti e le pratiche di numeracy di un individuo.

### Sviluppi e fondamenti teorici

La concettualizzazione teorica della numeracy per il Ciclo 2 dell’indagine PIAAC, più avanti presentata ed esaminata, si fonda sulla rassegna della letteratura e dei risultati degli studi in materia riportati nei precedenti framework della numeracy per l’indagine ALLS (Gal *et al.* 2005) e per il Ciclo 1 dell’indagine PIAAC (PIAAC Numeracy Expert Group 2009). Essa va inoltre a integrare la revisione del framework di valutazione della numeracy utilizzato nel primo ciclo dell’indagine PIAAC su incarico del Segretariato dell’OCSE (Tout *et al.* 2017), insieme agli ulteriori studi condotti dal Gruppo di esperti sulla numeracy per il Ciclo 2 dell’indagine PIAAC. Essa è dunque un punto di riferimento per decidere come attuare la valutazione della numeracy nel Ciclo 2 dell’indagine PIAAC e quali dimensioni chiave verranno valutate. Questo punto verrà affrontato nella Parte III: “Costrutto di valutazione della numeracy nel Ciclo 2 dell’indagine PIAAC”.

Tale concettualizzazione opera su due livelli. Essa si riferisce alla numeracy come a un concetto che descrive le capacità o le competenze, e ai “comportamenti e pratiche” di numeracy, che sono le modalità in cui si manifesta la capacità di numeracy delle persone in situazioni o contesti che presentano elementi matematici o informazioni di natura quantitativa. Così, è possibile ricavare la numeracy di un individuo attraverso l’analisi delle prestazioni nei compiti finalizzati a stimolare il comportamento di numeracy da valutare. Coerentemente con la sopraindicata idea di competenza, la numeracy sarà descritta come una combinazione di elementi cognitivi (per es., varie

conoscenze di base e capacità) ed elementi non-cognitivi o semi-cognitivi (per es., atteggiamenti, convinzioni, abitudini mentali e altre disposizioni) che insieme delincono le prestazioni, i comportamenti e le pratiche di numeracy di un individuo. Tale concettualizzazione comprende modalità di conoscenza, mezzi per generare nuove conoscenze e per utilizzare differenti modalità di ragionamento.

Nelle sezioni seguenti si farà un riepilogo dei fondamenti teorici e concettuali contenuti nel precedente documento sul framework dell'indagine PIAAC, integrando ricerche e conoscenze più recenti riguardo alla numeracy degli adulti, tratte soprattutto dalla revisione. Questa sintesi presenta all'inizio la stessa struttura del precedente framework, affrontando dapprima i contesti e le richieste connessi alla numeracy, per poi integrare una nuova sezione contenente nuovi spunti di ricerca tratti dalla revisione del framework del Ciclo 1 dell'indagine PIAAC e altro ancora.

Si noti, tuttavia, come le revisioni più recenti mettano in luce una carenza di sviluppi empirici e teorici negli studi condotti sulla numeracy degli adulti (cfr. per es. Carpentieri *et al.* 2010; Condelli *et al.* 2006; Geiger *et al.* 2015; Windish 2015). Ad ogni modo, gli studi condotti dal team di revisione della numeracy per l'indagine PIAAC (Tout *et al.* 2017) si sono basati sulla lettura e la revisione di recenti rapporti sull'insegnamento, l'apprendimento e la descrizione di pratiche di numeracy; per es. Chisman 2011, Griffiths *et al.* 2013, NIACE 2011. Nel revisionare e riscrivere il framework della numeracy di PIAAC per il secondo ciclo dell'indagine, il team di revisione ha rilevato la necessità di considerare e affrontare numerose questioni, che sono state integrate nei dibattiti e negli esiti presentati di seguito.

### Contesti e richieste connesse alla numeracy

Il campo di applicazione della numeracy (e del comportamento e delle pratiche di numeracy) può essere inizialmente affrontato identificando la natura dei contesti che presentano elementi quantitativi e matematici<sup>5</sup> che gli adulti incontrano e che pongono alcune richieste a cui questi ultimi devono far fronte.

---

<sup>5</sup> L'aggettivo "matematico" viene qui impiegato in riferimento a situazioni che possono presentare informazioni di tipo statistico o probabilistico o in cui vengano richiesti un pensiero o una competenza di tipo statistico. È un uso strettamente motivato da esigenze di brevità e convenienza. La statistica non viene considerata come una branca della matematica, e i ragionamenti e le competenze di ordine statistico presentano elementi, concetti e processi specifici che esulano dalla matematica (Morre e Cobb 2000).

Ciò fornisce inoltre la base per descrivere gli elementi conoscitivi e i processi di supporto che consentono agli adulti di affrontare i compiti di numeracy del mondo reale (Ginsburg *et al.* 2006), contribuendo poi a delineare una tabella di marcia che orienti l'elaborazione e la selezione di compiti da includere nella valutazione della numeracy in PIAAC.

È possibile suddividere la letteratura dedicata agli usi della numeracy nel mondo reale in tre filoni:

- il ruolo della numeracy nella vita degli adulti;
- le richieste connesse alla numeracy sul posto di lavoro;
- le prospettive educative relative alle esigenze matematiche di diplomati e cittadini.

Queste tre aree, tra loro certamente interconnesse, offrono anche idee complementari; pertanto, verranno di seguito esaminate separatamente.

#### *Implicazioni derivanti dalle capacità e richieste di numeracy del XXI secolo*

Gli studi condotti mostrano come nel XXI secolo siano richieste capacità diverse rispetto a quelle del secolo precedente, insieme a nuove modalità di lavoro, di ragionamento e di pensiero e a nuove abilità sempre più connesse alla tecnologia (cfr. per es. Binkley *et al.* 2012; Expert Group on Future Skills Needs 2007; Foundation for Young Australians 2017; Griffin *et al.* 2012; Partnership for 21st Century Skills 2016; Pellegrino e Hilton 2012). In letteratura, queste vengono spesso indicate come “capacità del XXI secolo” o “competenze del XXI secolo” (Voogt e Pareja Roblin 2012), “competenze globali” (OECD 2016a) o “la quarta rivoluzione industriale” (Schwab 2016). È ben noto come in ambito educativo, governativo ed economico, le capacità e le conoscenze necessarie per aver successo nella vita privata, professionale e sociale siano profondamente mutate con l'avvento del XXI secolo. Come molteplici fonti hanno affermato e documentato, e come i documenti programmatici di PIAAC hanno posto, in sintesi, agli adulti vengono presentate sempre più informazioni di natura quantitativa o matematica, attraverso le risorse presenti su internet o rese disponibili dalle moderne tecnologie. I nuovi mezzi di comunicazione e le nuove tipologie di servizi hanno cambiato il modo in cui gli individui interagiscono con il governo, le istituzioni, i servizi e tra di loro, mentre dalle trasformazioni in campo sociale ed economico discende a sua volta la richiesta di nuove capacità. Rispetto ai decenni passati, risulta immediatamente



disponibile una gamma sempre più ampia di informazioni quantitative e matematiche, che devono tuttavia essere localizzate, selezionate, filtrate, interpretate, analizzate e talvolta messe in dubbio o in discussione, in base alla loro pertinenza alle risposte di cui si ha bisogno.

Le implicazioni derivate dalle capacità richieste nel XXI secolo e dalle esigenze TIC relative alla numeracy nella vita di tutti i giorni degli adulti, in qualità di cittadini e lavoratori, verranno affrontate nelle sezioni a seguire.

### **Il ruolo della numeracy nella vita degli adulti**

L'analisi degli scopi raggiunti grazie alle competenze di numeracy degli adulti si è spesso focalizzata sulle pratiche di numeracy sul posto di lavoro o sui risultati ottenuti in ambito scolastico, che verranno esaminati entrambi nelle prossime due sezioni. I giovani e gli adulti del XXI secolo devono essere in grado di affrontare le varie sfaccettature del mondo reale nel momento in cui vi si imbattono, come gli aspetti digitali e tecnologici delle informazioni e della società – e la società già mostra tutti gli aspetti tecnologici connessi a informazioni numeriche e matematiche. Occorre pertanto volgere l'attenzione sia sulla vita personale di un individuo, sia sulla sua dimensione civica e sociale, andando a includere gli aspetti digitali delle informazioni e della società – la tecnologia pervade d'altronde ogni aspetto delle società odierne. Nel XXI secolo, i servizi, le interazioni e le comunicazioni al di fuori del contesto lavorativo sono mutati, spesso di pari passo con gli avanzamenti in ambito tecnologico. Ciò comprende i processi online quali operazioni bancarie, acquisti, prenotazioni, verifica di informazioni (salute, immobili, ecc.) e le decisioni prese sulla base di tali informazioni. Intervengono anche la dimensione burocratica (richiesta di autorizzazioni, domande e procedure di previdenza sociale, richieste di lavoro, gestione di assicurazioni, ecc.), l'uso di differenti mezzi di comunicazione (per es. internet, notizie online, Facebook, podcast, video, ecc.), l'uso di diversi aspetti della comunicazione (e-mail, sms, app, social media, ecc.), e di vari software e tecnologie, a casa e nella sfera sociale. La tecnologia sta entrando sempre più nel mercato, mettendo in luce una crescente influenza. I social e i mass media influiscono sull'informazione e sulla partecipazione dei cittadini, e dunque sul modo in cui fruiscono in maniera critica di tutti i media.

Inoltre, si è affermato che in una società in cui tali mezzi veicolano costantemente informazioni di natura numerica o grafica, è essenziale per gli

adulti saper interpretare e riflettere criticamente sui messaggi di carattere quantitativo e statistico (cfr. per es. Benn 1997; Paulos 1988 e 1995; Steen 1990; Utts 2003; Willis 1990). Viene considerato di estrema importanza che gli adulti possiedano l'abilità di riflettere criticamente sulle informazioni di carattere quantitativo che ricevono da differenti media e documenti (Frankenstein 1989) e di comprendere come diventare fruitori attenti, o dotati di spirito critico, di argomenti statistici di vario ordine (Gal 2002; Utts 2003; Watson e Callingham 2003). Tale prospettiva, che va a sottolineare l'importanza di avere uno spirito critico come una delle componenti della numeracy, è stata spesso abbracciata dagli esperti in materia di istruzione, concentrandosi sugli adulti nella loro veste di comunicatori dotati di spirito di riflessione e di fruitori critici di informazioni in ambito sociale, che partecipano allo scambio e all'interpretazione di messaggi incontrati tramite i media o nel loro contesto sociale e politico. Per es., Johnson (1994) affermava:

Possedere una capacità di numeracy va ben oltre il saper maneggiare i numeri o 'l'aver successo' in matematica a scuola o all'università. La numeracy è una consapevolezza critica che getta un ponte tra la matematica e il mondo reale, con tutta la sua eterogeneità (ibidem, 34).

Diversi Paesi si stanno da tempo impegnando a fornire una descrizione formale dell'uso più generale della numeracy nella società (cfr. per es. U.S. Department of education 2013; Quality and Qualifications Ireland 2016; McLean *et al.* 2012; Tertiary Education Commission 2008). In Australia, per es., due framework (Kindler *et al.* 1996; VCAA 2008) hanno proposto di suddividere gli usi della numeracy in quattro categorie generali. Tali categorie sono: *numeracy per scopi pratici*, *numeracy per interpretare la società*, *numeracy per l'organizzazione personale* e *numeracy per la conoscenza*. La numeracy per scopi pratici affronta aspetti del mondo fisico che implicano attività di progettazione, esecuzione e misurazione. La numeracy per interpretare la società indica l'interpretazione e la riflessione su informazioni di natura numerica e grafica in documenti e testi pubblici. La numeracy per l'organizzazione personale si concentra sui requisiti di numeracy richiesti per la pianificazione di attività personali, connesse a denaro, tempo e spostamenti. La numeracy per la conoscenza descrive le capacità matematiche necessarie per ulteriori studi in campo matematico o in altre discipline che si fondano su basi o presupposti di ordine matematico.

Steen (1990) ha sviluppato un ulteriore modello, che delineava cinque dimensioni di numeracy:

- una dimensione pratica, incentrata su conoscenze e capacità matematiche e statistiche che possono essere immediatamente impiegate per affrontare compiti nella vita di tutti i giorni;
- una dimensione professionale, basata sulle capacità matematiche richieste per svolgere determinati lavori;
- una dimensione civica, incentrata sui benefici per la società;
- una dimensione ricreativa, connessa al ruolo svolto da idee e processi matematici in giochi, puzzle, sport, lotterie e altre attività per il tempo libero;
- una dimensione culturale, che guarda alla matematica come a una componente universale della cultura umana (connessa alla valorizzazione degli aspetti matematici, come nel campo culturale e dei manufatti artistici).

Nel complesso, i vari scopi dell'uso della numeracy appaiono coerenti e suggeriscono che gli adulti devono essere in grado di applicare le loro capacità di numeracy (e di literacy) per compiti con finalità di tipo sociale e personale, in contesti sia informali che formali. Tali prospettive vanno a completare la proposta di Bishop (1988) secondo cui ci sono sei modalità di azioni matematiche comuni a tutte le culture, relative sia ai bambini che agli adulti: contare, localizzare, misurare, progettare, giocare e spiegare.

### **Numeracy sul posto di lavoro**

Le capacità matematiche e statistiche che si rivelano importanti nella vita lavorativa degli adulti sono state in parte descritte nei tentativi su larga scala di definire le 'capacità principali' o le 'competenze chiave' che devono possedere i lavoratori, di solito in risposta alla necessità di mantenere una competitività sul piano economico e di migliorare le prospettive occupazionali di adulti e diplomati. Inoltre, alcuni progetti hanno preso specificamente in esame le capacità matematiche dei lavoratori suddivisi in vari gruppi occupazionali o professionali.

Sebbene le conoscenze computazionali di base siano sempre state considerate parte delle capacità fondamentali richieste agli adulti, gli ultimi studi e quadri delle competenze affermano che i lavoratori devono essere in possesso di una gamma di capacità molto più ampia. Vi sono esempi in molti Paesi e la seguente descrizione selettiva mette in luce la natura di tali sforzi. Negli Stati

Uniti (cfr. Carnevale *et al.* 1990; SCANS 1991), le revisioni operavano una differenza tra la padronanza delle capacità aritmetiche di base e una comprensione ben più ampia e flessibile delle capacità matematiche. Tali capacità di livello più elevato comprendevano il saper “scegliere adeguatamente tra una varietà di tecniche matematiche; usare dati di natura quantitativa per elaborare spiegazioni logiche in situazioni del mondo reale; esprimere idee e concetti matematici a voce e in forma scritta; e comprendere il ruolo della probabilità nell’occorrenza e nella previsione degli eventi” (SCANS 1991, 83). Allo stesso modo, Forman e Steen (1999) affermavano come le capacità di carattere quantitativo auspiccate dai datori di lavoro vadano ben oltre la semplice dimestichezza con i meccanismi dell’addizione, della sottrazione, della moltiplicazione e della divisione e la familiarità con dati di ordine numerico. Tali capacità comprendono inoltre alcune conoscenze di statistica, di probabilità, di strategie di calcolo mentale, oltre al saper ragionare con le proporzioni, fare relazioni tra modelli, insieme a più ampie capacità comunicative e di problem solving per questioni di carattere quantitativo.

### *Il lavoro nel XXI secolo*

Relativamente al mondo del lavoro nel XXI secolo, la ricerca mostra come le capacità in campo scientifico, tecnologico, ingegneristico e matematico (STEM) stiano assumendo un ruolo sempre più basilare e preponderante (cfr. Foundation for young Australians 2017; Pwc 2015). Nella sua recente revisione del 2017, il National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) sosteneva che la matematica si trova al centro della maggior parte delle innovazioni nell’economia dell’informazione. A suo avviso, l’alfabetizzazione matematica e statistica è quanto mai necessaria per filtrare, comprendere e lavorare l’enorme quantità di dati e informazioni con cui entriamo ogni giorno in contatto.

Allo stesso modo, numerosi studi hanno preso in esame specifiche pratiche matematiche e di numeracy sul posto di lavoro, anche in relazione alle capacità richieste nel XXI secolo (cfr. per es. AAMT e AiGroup 2014; Buckingham 1997; Bessot e Ridgway 2000; Coben *et al.* 2010; Geiger *et al.* 2015; Hoyles *et al.* 2002; Hoyles *et al.* 2010; Fitzsimons 2005; Geiger *et al.* 2015; Kent *et al.* 2011; Marr e Hagston 2007; Straesser 2015; Wake 2015; Weeks *et al.* 2013; Zevenbergen 2004). Uno dei principali risultati emersi dalla ricerca è che, a causa dell’impatto della tecnologia e degli strumenti digitali, i compiti

matematici o di numeracy svolti dagli individui sul posto di lavoro richiedono più di semplici capacità di calcolo o di capacità rudimentali e di competenze procedurali di base, in linea con i sopraindicati studi. Tali pratiche implicano capacità e conoscenze matematiche di problem solving più sofisticate, nuove modalità di pensiero e ragionamento, presupponendo l'abilità di riconoscere e interfacciarsi con la matematica che si trova completamente inglobata all'interno di ambienti di lavoro complessi e 'caotici'. Molte pratiche matematiche e di numeracy sul posto di lavoro del XXI secolo sono integrate dalla tecnologia, in special modo le Tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC), e hanno profondamente modificato quelle che vengono considerate le capacità e le conoscenze chiave necessarie agli individui nel quadro di economie e società in costante mutamento.

Le capacità richieste nel XXI secolo includono un insieme di abilità matematiche quali la comprensione e l'interpretazione di informazioni di carattere grafico, l'interpretazione di misure come i dati relativi a processi di fabbricazione, l'utilizzo di fogli di calcolo, l'interpretazione di rappresentazioni digitali in 3D o di immagini virtuali, e altro ancora. Hoyles *et al.* (2010) sostengono che tale requisito di possedere capacità matematiche sarà orientato dalla necessità di migliorare i processi produttivi e la produttività; ci sarà, ovvero, una maggiore domanda di quanto viene definita "alfabetizzazione tecno-matematica":

Abbiamo pertanto deciso di introdurre il termine "alfabetizzazione tecno-matematica", sviluppato dall'idea della literacy matematica impiegata nei nostri precedenti studi... Questo tipo di alfabetizzazione implica un linguaggio non di tipo matematico, bensì "tecno-matematico", in cui la matematica viene espressa attraverso oggetti tecnologici (Hoyles *et al.* 2010, 14).

Riguardo alla tecnologia sul posto di lavoro, uno studio australiano condotto nel 2014 sull'uso della matematica nell'ambiente professionale ha individuato punti di connessione simili tra matematica e tecnologia:

Molte persone sul posto di lavoro interagiscono con la tecnologia, soprattutto utilizzando fogli di calcolo e output grafici. Esiste un'interdipendenza tra capacità matematiche e uso della tecnologia sul posto di lavoro che si esprime secondo modalità che non sono normalmente contemplate nelle pratiche didattiche odierne. C'è l'impressione che la tecnologia stia trasformando le pratiche professionali e che il suo utilizzo stia da tempo modificando le capacità

matematiche richieste – senza tuttavia ridurre la necessità di matematica (AAMT e AiGroup 2014, 2).

Lo stesso rapporto (AAMT e AiGroup 2014) ha rilevato come i lavoratori necessitassero di una combinazione delle seguenti capacità:

- l'abilità di riconoscere e identificare come e quando viene impiegata la matematica nell'ambiente di lavoro;
- una certa comprensione di concetti, procedure e abilità matematiche;
- una certa comprensione dei tipi di mansioni pratiche loro richieste;
- i processi strategici che sono chiamati a seguire nell'uso e nell'applicazione della matematica.

Nel complesso, tali studi vanno a completare le precedenti ricerche svolte sul campo, suggerendo che i dipendenti devono possedere un insieme di specifiche capacità o conoscenze di numeracy come, a titolo esemplificativo, nelle aree matematiche di seguito elencate:

- capacità di eseguire calcoli e stime rapidi e accurati, sapendo quando e perché è richiesta ogni capacità;
- abilità di lavorare con proporzioni e percentuali;
- comprensione di concetti e procedimenti di misurazione;
- capacità di creare o lavorare con formule semplici;
- comprensione dell'uso di modelli per bisogni futuri previsti;
- comprensione di concetti statistici di base e interpretazione di dati e schermate.

Tuttavia, le esigenze dettate dagli ambienti professionali e dalle pratiche del XXI secolo non sono le uniche a orientare l'uso delle tecnologie digitali sul posto di lavoro; i lavoratori stessi impiegano anche la tecnologia a sostegno del loro pensiero. In altre parole, non si tratta solo dell'uso di tecnologie e strumenti digitali per sostituire capacità tradizionali di tipo fisico o cognitivo. Gli strumenti digitali, in particolare, fungono sempre più da mediatori nelle diverse modalità in cui i giovani lavoratori pensano, agiscono e lavorano (Zevenbergen 2004; Jorgensen 2011). Allo stesso tempo, queste nuove modalità di pensiero e di azione stanno rimodellando le pratiche di strutturazione e l'utilizzo di capacità sul posto di lavoro. Zevenbergen sostiene che ciò consente ai giovani lavoratori di risolvere i problemi secondo modalità spesso più creative di quelle adoperate dai loro colleghi con maggiore esperienza.

Inoltre, a un livello più ampio e meno tecnico, tali studi sostengono che i lavoratori devono essere in grado di prendere decisioni a fronte dell'incertezza delle situazioni della vita reale, dando priorità a determinate azioni e scegliendo l'approccio da seguire per gestire compiti differenti, a seconda delle esigenze mutevoli del contesto. Allo stesso modo, i lavoratori devono essere in grado di comunicare con colleghi o clienti o di comprendere documenti scritti (per es. mediante testi o tabelle, mappe e grafici) riguardo a quantità, programmi, variazioni nel tempo, risultati di proiezioni quantitative o analisi di diverse linee di azione a riguardo. Tali risultati trovano riscontro nelle precedenti distinzioni operate nell'analisi di SCANS tra la necessità di occuparsi sul posto di lavoro di capacità aritmetiche di base e di capacità matematiche più elaborate e complesse, comprese le modalità di ragionamento e pensiero e lo stabilire connessioni all'interno e tra i vari aspetti della matematica, evidenziando anche alcune aree in cui specifiche capacità comunicative e di literacy sono interconnesse con capacità di numeracy.

#### *Matematica scolastica vs. matematica della vita di tutti i giorni e sul posto di lavoro*

Nel corso degli ultimi decenni sono stati condotti importanti studi sulle modalità in cui le persone utilizzano le capacità matematiche o affrontano compiti matematici in contesti sia formali (ovvero a scuola) che informali (per es. nella vita di tutti i giorni o sul posto di lavoro) (cfr. per es. Rogoff e Lave 1984; Resnick 1987; Carraher *et al.* 1985; Nunes 1992; Nunes *et al.* 1993; Presmeg 2007). Tali studi, benché troppo complessi per essere esaminati in dettaglio in questa sede (cfr. Greeno 2003, per una delle tante revisioni condotte su questa branca della letteratura), evidenziano tra le altre cose la contestualizzazione delle conoscenze matematiche impiegate in contesti funzionali e la necessità di attori in diversi contesti per lo sviluppo di procedure e know-how specifici per determinate situazioni.

Le ricerche suggeriscono che le conoscenze matematiche si sviluppano, sia per gli adulti che per i bambini, dentro e al di fuori della scuola (cfr. Schliemann e Acioly 1989; Saxe 1992; Saxe *et al.* 1996). Saxe e i suoi colleghi hanno scritto dell'importanza delle pratiche culturali nello sviluppo del pensiero matematico e di come tali pratiche influiscano profondamente sulle strutture cognitive e sulle idee matematiche, a seconda per es. degli oggetti e degli strumenti utilizzati, della natura dei sistemi di misurazione nella propria cultura, dei

dispositivi di conteggio o di calcolo (abachi, calcolatrici) impiegati, della distribuzione del lavoro tra i membri di un nucleo familiare o delle tipologie e modelli generali di attività sociali.

Inoltre, un gran numero di ricercatori (per es. FitzSimons e Coben 2009; Kent *et al.* 2007; Marr e Hagston 2007; Wedege 2003 e 2010; Williams e Wake 2007) sostiene, sulla base di analisi etnografiche sulle attività dei lavoratori in diversi settori, che importanti porzioni di attività matematiche sul posto di lavoro risultano 'invisibili' agli osservatori esterni e perfino ai lavoratori stessi, o si nascondono dietro attività apparentemente non matematiche. Ciò significa che la matematica può rivelarsi fondamentale anche per attività che non sono ovviamente di carattere matematico. Ciò appare ancor più evidente nell'uso della tecnologia sul posto di lavoro, dove gli strumenti digitali impiegati per completare i vari compiti si basano spesso su attività matematiche non immediatamente visibili. Come sostengono Kent *et al.* (2007), all'interno di situazioni tecno-matematiche sul posto di lavoro "si passa dalla padronanza nell'eseguire procedure matematiche esplicite con carta e penna all'abilità nell'utilizzare e interpretare output provenienti da sistemi informatici e software, oltre ai modelli matematici in essi impiegati" (ibidem, 2-3). Partendo da questo punto, Wedege (2010) definisce due forme di matematica invisibile: (a) la matematica soggettivamente invisibile, laddove le persone non riconoscono la matematica con cui vanno effettivamente a interagire; (b) la matematica oggettivamente invisibile, in cui quest'ultima si nasconde nella tecnologia.

Si è ipotizzato, a origine di tale fenomeno, l'intervento di vari fattori, tra cui l'inglobamento di numerose attività matematiche all'interno di routine o procedure automatizzate; l'uso di dispositivi e strumenti o di tecnologie dell'informazione (per es., fogli di calcolo); l'uso normativo di terminologie professionali che differiscono dai tradizionali termini scolastici; o ancora la divisione del lavoro tra vari lavoratori.

Sulla base di ciò e dei relativi risultati, molti rapporti hanno sostenuto come le capacità matematiche impiegate sul posto di lavoro siano spesso diverse e con un più ampio ambito di applicazione di quanto viene tradizionalmente insegnato a scuola come 'matematica', assumendo forme diverse a seconda dello specifico contesto lavorativo (cfr. AAMT e AiGroup 2014; Marr e Hagston 2007). Il sopraindicato studio australiano (AAMT e AiGroup 2014) sull'uso della matematica sul posto di lavoro sintetizzava molti di questi studi:



Sebbene le capacità esaminate risultino fondamentali, l'uso e l'applicazione che se ne fa in ambito lavorativo non è semplice (ibidem,1).

Il rapporto proseguiva poi col descrivere in modo più esaustivo le differenze tra l'uso della matematica a scuola e sul posto di lavoro:

Si applica la matematica sia nelle attività di tutti i giorni sia per eseguire compiti complessi che richiedono un uso sofisticato di capacità matematiche fondamentali e per procedure di valutazione o di problem solving. La matematica sul posto di lavoro viene eseguita in modo differente rispetto a quella che si fa a scuola. Alcune mansioni lavorative, spesso di natura non matematica, possono presentare implicitamente esigenze di carattere matematico (AAMT e AiGroup 2014, 2).

Ciò appare in linea con i precedenti studi condotti negli Stati Uniti da Steen.

La matematica sul posto di lavoro fa un uso sofisticato della matematica di base, mentre a scuola si fa un uso elementare della matematica complessa. La matematica che si fa sul lavoro è ricca di dati, inframmezzata da congetture, dipendente dalla tecnologia e legata ad applicazioni utili. I contesti lavorativi spesso richiedono soluzioni con più passaggi a problemi aperti, un alto grado di accuratezza e il giusto rispetto delle tolleranze richieste. Nessuna di queste caratteristiche è riscontrabile negli esercizi che vengono svolti a scuola (Steen 2004, 55).

Occorre sottolineare come il "senso dei numeri" sia ancora alla base di gran parte del pensiero matematico richiesto – incluse la padronanza e la flessibilità in calcoli e stime mentali. La concettualizzazione della numeracy aggiornata per il Ciclo 2 dell'indagine PIAAC è stata formulata in base alle tipologie di numeracy e di esigenze matematiche illustrate nella presente sottosezione. Tuttavia, è stato ipotizzato come non sia possibile impiegare item di valutazione troppo specifici del posto di lavoro (per es., inseriti in uno specifico contesto lavorativo o in una specifica professione), in quanto la matematica o la statistica utilizzate in tale contesto potrebbero non risultare visibili o familiari per la maggior parte degli adulti (Hoyles *et al.* 2002).

## Prospettive scolastiche sulla numeracy e partecipazione consapevole dei cittadini

Negli ultimi anni si è intensificato il dialogo sugli obiettivi e l'impatto dell'apprendimento della matematica a scuola. Ciò è dovuto da un lato alle pressioni economiche e alle aspettative del settore, dall'altro alla consapevolezza che le conoscenze e le capacità matematiche svolgono numerose e distinte funzioni di 'accesso'. Le competenze matematiche incidono infatti sulle possibilità di accedere a percorsi occupazionali chiave (soprattutto in ambito scientifico, tecnologico ed economico) e possono influire sulle prospettive occupazionali e sulla partecipazione della forza lavoro, che è alla base di alcuni importanti aspetti della partecipazione civica, oltre che sulla possibilità per alcuni gruppi di popolazione di godere dell'uguaglianza sociale e del diritto alla mobilità. Sebbene il dibattito su questi temi si sovrapponga in una certa misura ai punti precedentemente sollevati in relazione al ruolo della numeracy nella società, vale la pena approfondirlo, poiché anticipa alcuni aspetti aggiuntivi e migliora la comprensione dei contesti in cui si richiedono ancora agli adulti capacità di numeracy.

Negli ultimi decenni sono state avanzate varie argomentazioni a sostegno di un ampliamento delle concezioni sulle capacità e conoscenze matematiche di cui i diplomati devono essere in possesso, e dei modi in cui tali nozioni apprese si rivelano utili per gli adulti. Per es., Ernest distingue tra sei differenti tipologie di conoscenze e capacità per esprimere i risultati/gli esiti dell'insegnamento della matematica a scuola (Ernest 2004, 317). Non devono essere intesi come se si escludessero a vicenda, ma come un insieme di punti nodali per l'insegnamento della matematica:

- conoscenza utilitaristica;
- conoscenza pratica, connessa al lavoro;
- conoscenza specialistica avanzata;
- valorizzazione della matematica;
- sicurezza nella matematica;
- emancipazione sociale attraverso la matematica.

All'infuori della terza tipologia di capacità, la conoscenza specialistica avanzata, spesso un punto chiave per la matematica in ambito scolastico, le altre cinque categorie sono tutte compatibili e coerenti con la precedente argomentazione sul modo in cui gli adulti potrebbero adoperare la matematica nella loro vita ed essere individui, lavoratori e cittadini con capacità di numeracy.

Gli educatori che lavorano a contatto sia con studenti che con adulti mirano sempre più ad aiutare i discenti a sviluppare concetti e abilità matematiche che possano rivelarsi utili sul piano personale ma anche funzionali. Tali approcci partono solitamente dal presupposto che non esiste un'unica strada giusta per affrontare compiti funzionali del mondo reale, e che gli adulti sono chiamati ad attingere a tutto un repertorio di strategie per risolvere problemi di ordine funzionale. Vengono incoraggiati e valorizzati metodi personali di utilizzo della matematica da parte degli adulti. Ciò differisce in modo significativo dal tradizionale metodo di insegnamento (precedente alla riforma) della matematica a scuola, secondo il quale gli studenti sono spesso chiamati a risolvere un problema seguendo un metodo o un algoritmo corretto, introdotto dall'insegnante.

Alcuni decenni fa, già in diverse culture ha cominciato ad affiorare l'idea per cui, essendo la matematica una componente essenziale della società, il suo insegnamento in ambito scolastico doveva derivare da o preparare gli studenti a situazioni di vita reale in famiglia, sul lavoro, nella comunità e in altri contesti (National Council of Teachers of Mathematics 2000; Willis 1990), al di là del desiderio dei datori di lavoro di concentrarsi soprattutto su capacità di numeracy pratiche o professionali. Tra i primi due esempi di rilievo figurano le raccomandazioni del Comitato di Cockcroft nel Regno Unito e il lavoro di Freudenthal nei Paesi Bassi, che ha portato al movimento della *Realistic Mathematics Education* (van Heuvel-Panhuizen e GraveMeijer 1991). Negli ultimi due o tre decenni, molti Paesi hanno adottato quadri di riferimento per l'istruzione degli adulti che prestano particolare attenzione alle capacità di numeracy.

In effetti, il dibattito sui diversi requisiti connessi alle conoscenze degli adulti ha trovato in parte riscontro nell'enfasi data in PISA alla valutazione dell'alfabetizzazione matematica e scientifica. Tali costrutti riguardano, in linea di massima, la prontezza degli studenti ad accedere ai contesti di vita degli adulti; è inoltre indicativo il fatto che essi siano stati scelti come focus della valutazione al posto delle nozioni più tradizionali di matematica e scienza formale basate sui programmi scolastici, che sono state soprattutto valutate negli studi precedenti.

## Uno sguardo sulle implicazioni tecnologiche e digitali del XXI secolo

Come illustrato in precedenza, possedere capacità di numeracy nel XXI secolo significa essere in grado di affrontare aspetti del mondo reale nel momento in cui li incontriamo, tra cui gli aspetti tecnologici e digitali dell'informazione e della società – e la società racchiude già di per sé tutte le tipologie di aspetti tecno-matematici. La revisione del framework della numeracy di PIAAC del 2017 ha riscontrato come le tecnologie digitali del XXI secolo offrano strumenti e processi che fungono da mediatori sia per il pensiero che per l'azione e che non si riducono a semplici dispositivi da utilizzare per portare a termine più efficientemente compiti pratici e manuali. Tali strumenti e processi spesso vanno a modificare lo stesso compito di numeracy, così da trasformare le pratiche degli adulti nella loro vita privata e professionale. Gran parte di essi si basano sull'uso e sull'applicazione di diverse tipologie di literacy matematica.

Tale aspetto degli strumenti e delle rappresentazioni del XXI secolo non compariva nei dibattiti condotti nell'ambito del framework della numeracy del Ciclo 1 dell'indagine PIAAC, né veniva riflesso in modo adeguato nella definizione e nelle relative elaborazioni. Ciò è stato espressamente affrontato nei perfezionamenti e miglioramenti apportati al framework e al costruito della numeracy sviluppati più avanti.

Tuttavia, è importante riconoscere come PIAAC, nell'affrontare tale questione, rappresenti un'indagine sulle competenze degli adulti in tutti gli aspetti della loro vita, non solo nella sfera professionale e dell'impiego o in relazione alle attività matematiche e di numeracy in ambienti ricchi di tecnologia. È essenziale mantenere un equilibrio tra le attività di numeracy in contesti digitali e tecnologiche e quelle che si servono di altri media non digitali; tra le richieste e situazioni connesse alla numeracy in cui ci si è imbattuti da privati e quelle incontrate in qualità di membri di una società; nonché tra l'ambiente lavorativo e le attività domestiche e familiari. Dal punto di vista della valutazione della numeracy in PIAAC, ciò può essere in parte spiegato dalla necessità di mantenere, per delineare una tendenza, i precedenti item di numeracy utilizzati nell'indagine ALLS, sviluppati alla fine del secolo scorso e non basati sulla tecnologia, insieme a numerosi item del Ciclo 1 dell'indagine PIAAC. Il nuovo Ciclo 2 può pertanto contenere un insieme di nuovi item più indicati per le rappresentazioni digitali del XXI secolo.

Nell'affrontare la numeracy nella vita degli adulti si è fatto riferimento a una serie di descrizioni formali di numeracy sia per il percorso degli adulti che dei

giovani, articolando l'uso della numeracy in quattro grandi categorie (Kindler *et al.* 1996; VCAA 2008). Tali categorie sono: *numeracy per scopi pratici*, *numeracy per interpretare la società*, *numeracy per l'organizzazione personale* e *numeracy per la conoscenza*. Si è ricorso a queste categorie per riflettere su come questi scopi e usi differenti potrebbero interagire con informazioni e tecnologie digitali. La tabella 1 in basso mostra alcuni possibili punti di contatto tra le pratiche di numeracy e le informazioni e tecnologie digitali del XXI secolo.

**Tabella 1. Quattro categorie d'uso della numeracy e i loro punti di contatto con la tecnologia**

<b>Categoria</b>	<b>Riferita a</b>	<b>Punti di contatto con informazioni e tecnologie digitali</b>
Numeracy per scopi pratici	Aspetti del mondo fisico che implicano attività di progettazione, esecuzione e misurazione	Per es., numerosi aspetti relativi ad attività di misurazione sono ad oggi digitali - teodoliti, inclinometri, attrezzature/monitor per uso medico, ecc. Per es., alcuni aspetti relativi ad attività di progettazione sono ad oggi digitali, disponibili tramite software come i CAD (Computer-Aided Design) o software di progettazione online per la casa o la cucina
Numeracy per interpretare la società	L'interpretazione e la riflessione su informazioni di natura numerica e grafica in documenti e testi pubblici	Per es., una grande quantità di informazioni viene presentata in formato digitale e grafico, spesso di natura dinamica, incluso l'uso di fogli di calcolo per eseguire analisi. Anche programmi comuni come Word presentano complesse opzioni di grafica e dati. Per es., l'utilizzo di dati, statistiche e informazioni di carattere probabilistico attraverso social e mass media per pubblicità, notizie e diffusione di informazioni di natura politica, ecc.
Numeracy per l'organizzazione personale	I requisiti di numeracy per l'organizzazione di attività personali coinvolgono aspetti come il denaro, il tempo e i viaggi	Per es., diari digitali, online banking, shopping e pianificazione online, GPS e Google maps
Numeracy per la conoscenza	Le capacità matematiche necessarie per ulteriori studi in campo matematico o in altre discipline che si fondano su basi o presupposti di ordine matematico	La presenza della tecnologia dipende dai programmi di studio – alcuni ne contengono più di altri. Tuttavia, è spesso richiesto di saper utilizzare e lavorare con strumenti digitali e tecnologici sofisticati, tra cui calcolatrici, software, ecc.

La riflessione condotta in precedenza sull'uso della numeracy indica una stretta connessione tra informazioni e tecnologie digitali e l'uso della literacy e numeracy nella vita degli adulti. L'onnipresenza di social e mass media influisce inoltre sull'informazione e sulla partecipazione dei cittadini, soprattutto sulla loro esigenza di essere fruitori critici di tali media. La questione dei punti in comune tra numeracy e informazioni e tecnologie digitali verrà discussa esplicitamente nelle successive sezioni dedicate ai differenti sviluppi, descrizioni e dimensioni della numeracy nel Ciclo 2 dell'indagine PIAAC.

### Ulteriori temi di ricerca emersi dalla revisione

La sezione dedicata agli studi nel documento di revisione sul framework di PIAAC (Tout *et al.* 2017) ha sollevato numerose sfide ed evidenziato la necessità di essere considerata con attenzione nell'ambito del framework della numeracy in PIAAC e nello sviluppo di nuovi item di valutazione. La revisione non ha solo preso in considerazione gli studi condotti, ma si è anche concentrata sulle differenti descrizioni e i vari modelli di rappresentazione e descrizione della numeracy. Ne verranno di seguito considerati alcuni.

La revisione del 2017 ha preso in esame il framework della literacy matematica dell'indagine PISA risalente al 2012 e le relative descrizioni (OECD 2013a). Occorre notare come lo stesso framework e il costrutto di valutazione della literacy matematica sia stato usato per i successivi due cicli di PISA nel 2015 e nel 2018.

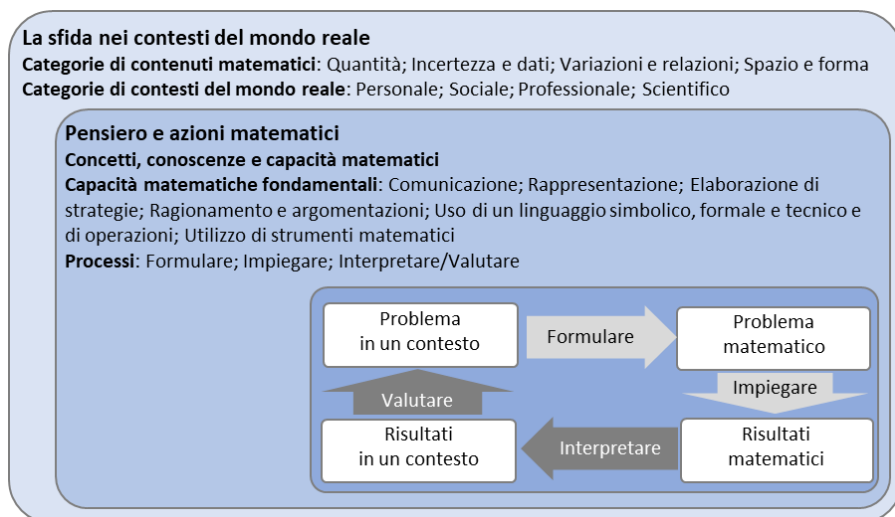
Tuttavia, per l'indagine PISA del 2021, la literacy matematica rappresenta di nuovo il principale ambito di riferimento, motivando l'aggiornamento e la revisione del framework e del costrutto di valutazione di PISA. Tale revisione è stata condotta in parallelo con lo sviluppo di questo framework della numeracy per il Ciclo 2 di PIAAC. Il Gruppo di esperti sulla numeracy di PIAAC è riuscito ad accedere a una copia della seconda bozza del Framework della matematica di PISA 2021 (OECD 2018) pubblicata a novembre 2018. Per motivi di tempo, la maggior parte dei confronti tra la numeracy dell'indagine PIAAC e la literacy matematica dell'indagine PISA sono stati basati in rapporto al framework e alle descrizioni dell'indagine PISA del 2012 ma, ove possibile, il Gruppo di esperti di PIAAC ha incluso anche commenti e confronti con il framework aggiornato della literacy matematica di PISA 2021. Va notato quindi come le informazioni relative alla literacy matematica in PISA 2021 possano differire da quelle presenti nella seconda bozza del framework.

Le definizioni di literacy matematica nei framework di PISA 2012 e PISA 2021 sono molto simili e coerenti tra loro, con alcune modifiche e aggiornamenti che riflettono nuovi punti di vista. Le due definizioni vengono illustrate qui sotto.

Definizione di literacy matematica in PISA 2012-2018	Definizione di literacy matematica in PISA 2021
Per "literacy matematica" si intende la capacità di un individuo di formulare, impiegare e interpretare la matematica in diversi contesti. Essa include la capacità di ragionare in termini matematici e di utilizzare concetti, procedure, fatti e strumenti matematici per descrivere, spiegare e prevedere fenomeni. Essa aiuta gli individui a riconoscere il ruolo che la matematica assume nel mondo, a formulare giudizi fondati e a prendere decisioni consapevoli in qualità di cittadini costruttivi, impegnati e riflessivi (OECD 2013a, 25).	Per "literacy matematica" si intende la capacità di un individuo di ragionare in termini matematici e di formulare, impiegare e interpretare la matematica per risolvere problemi in diversi contesti del mondo reale. Essa include l'impiego di concetti, procedure, fatti e strumenti per descrivere, spiegare e prevedere fenomeni. Essa aiuta gli individui a riconoscere il ruolo che la matematica assume nel mondo, a formulare giudizi fondati e a prendere decisioni consapevoli in qualità di cittadini costruttivi, impegnati e riflessivi del XXI secolo (OECD 2018, 8).

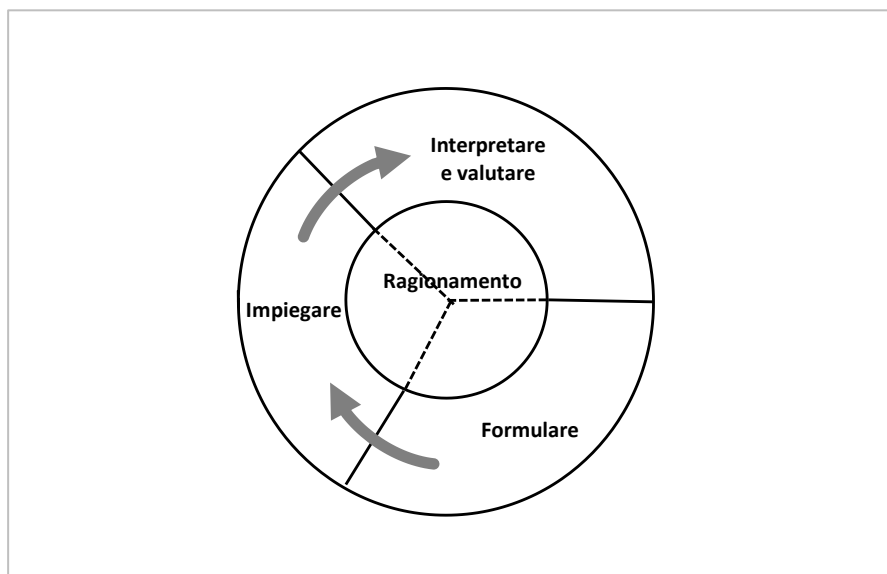
La definizione e la descrizione di literacy matematica nell'indagine PISA del 2012 (OECD 2013a) è stata basata su un modello secondo cui gli individui utilizzano strumenti matematici per risolvere problemi collocati in situazioni del mondo reale e, come illustrato nella figura 3, essi procedono attraverso una serie di passaggi.

Figura 3. Il modello di literacy matematica di PISA 2012 in pratica



Tuttavia, la definizione e la descrizione di literacy matematica nell'indagine PISA del 2021 ha esteso il modello della precedente indagine PISA del 2012, andando a comprendere due aspetti correlati: il ragionamento matematico e il problem solving. Quando gli individui usano la matematica e gli strumenti matematici per risolvere problemi in situazioni del mondo reale, procedono attraverso una serie di passaggi, come illustrato nella figura 4 (OECD 2018, 9).

Figura 4. **Modello di literacy matematica nell'indagine PISA del 2021: il rapporto tra ragionamento matematico e il ciclo (modellizzazione) di problem solving**



I processi di *formulazione*, *impiego*, *interpretazione* e *valutazione* rappresentano tutt'oggi componenti essenziali del ciclo (modellizzazione) su cui si è basato il costrutto di literacy matematica nell'indagine PISA fin dalle prime fasi. Il processo di ragionamento matematico è stato aggiunto come componente esplicita nell'indagine del 2021 per sottolineare il ruolo centrale del ragionamento matematico nel problem solving di tipo pratico. L'aspetto del ragionamento matematico in PISA è composto da queste fondamentali tipologie di comprensione:



1. comprensione di quantità, sistemi numerici e relative proprietà algebriche;
2. comprensione della matematica come un sistema basato sull'astrazione e che si avvale di rappresentazioni simboliche;
3. osservazione della struttura e degli elementi ricorrenti della matematica;
4. riconoscimento del rapporto funzionale tra le quantità;
5. utilizzo di modelli matematici come lenti attraverso cui osservare il mondo reale;
6. comprensione delle variazioni come elemento al cuore della statistica (OECD 2018, 16).

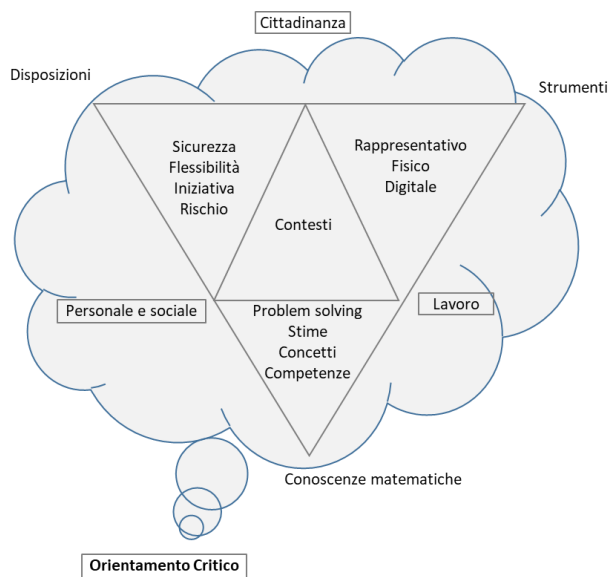
Come descritto nella bozza del framework dell'indagine PISA del 2021, tali capacità di ragionamento sembrano riferirsi soprattutto al mondo della matematica, e il ragionamento matematico viene visto come una capacità o un processo a parte, rispetto ai tre processi di problem solving della formulazione, dell'impiego, dell'interpretazione e della valutazione. Come verrà esaminato nella Parte V, ciò mostra l'interesse che acquista in PISA l'abilità dei ragazzi di 15 anni di utilizzare e applicare capacità e conoscenze matematiche apprese nel loro percorso scolastico, laddove questa tipologia più formale di conoscenza matematica non viene in genere valutata nell'indagine PIAAC.

La descrizione e la definizione di numeracy in PIAAC può trarre spunto dalle definizioni, dalle descrizioni e dai modelli offerti dall'indagine PISA in relazione alla necessità di evidenziare i differenti processi e capacità di problem solving, tra cui le capacità di ragionamento e di spirito critico (formulare giudizi fondati e prendere decisioni consapevoli). Il rapporto che intercorre tra i framework di PIAAC e PISA e i relativi costrutti e descrizioni saranno approfonditi nella Parte V: "Rapporto tra l'indagine PIAAC e PISA".

Nella figura 5 in basso viene illustrato un altro modello di numeracy del XXI secolo, che tenta di cogliere la natura multiforme e, soprattutto, la dimensione critica dell'uso della matematica per agire nel mondo reale. Tale modello integra quattro dimensioni di ambienti/contesti, le conoscenze, gli strumenti e le disposizioni matematiche che rientrano in un orientamento critico dell'uso della matematica (Goos *et al.* 2014, 84). Queste descrizioni saranno approfondite in altre pubblicazioni (cfr. per es. Geiger *et al.* 2014; Goos *et al.* 2014). Sebbene sia stato originariamente sviluppato per essere impiegato per i programmi didattici degli insegnanti e per la numeracy nei percorsi di studio, il

modello e le sue componenti sono in una certa misura coerenti sia con il modello dell'indagine PISA che con il framework di PIAAC.

Figura 5. **Modello per la numeracy nel XXI secolo**



Sia i modelli dell'indagine PISA, con tutti i relativi processi, sia il presente modello per la numeracy nel XXI secolo hanno sollevato alcune questioni da prendere in considerazione nella rielaborazione della definizione del Ciclo 1 e nello sviluppo della numeracy per il Ciclo 2 di PIAAC.

Partendo dalle sue revisioni e dai suoi studi sugli aspetti teorici della numeracy degli adulti, la revisione del 2017 raccomandava, per aggiornare e perfezionare la definizione e la descrizione del framework di PIAAC, di affrontare quattro questioni correlate:

- la disposizione a utilizzare la matematica;
- l'abilità di riconoscere la matematica in una situazione di numeracy;
- la riflessione critica;
- il grado di accuratezza.

Un'ulteriore questione emersa dalla revisione e rilevante ai fini del presente documento è quella dell'autenticità, che sarà a sua volta esaminata di seguito.

### *Disposizione a utilizzare la matematica*

La questione legata al discernimento da parte di una persona su come usare (o meno) la matematica per risolvere un problema di numeracy riveste una particolare rilevanza. Un altro importante fattore da considerare nell'uso e nell'applicazione della matematica da parte degli adulti in situazioni del mondo reale è inoltre la questione della scelta o della disposizione in cui si affrontano e risolvono problemi di numeracy. Gli individui sono in grado di scegliere di usare la matematica quando è appropriato farlo? Questo aspetto riguarda anche l'ansia connessa alla matematica, l'avversione degli individui a utilizzare la matematica e la loro scelta di non adoperarla anche quando si rivela appropriato. Gli studi condotti sull'ansia connessa alla matematica sono ben documentati e dimostrano come tale sentimento vada notevolmente a incidere sulle prestazioni in questo ambito (cfr. per es. Buckley 2013; Ma 1999b; Tobias 1993).

La questione della disposizione adombra inoltre tre potenziali aspetti correlati sulla risoluzione di problemi di numeracy laddove un individuo sia chiamato a usare e applicare alcune conoscenze matematiche in una situazione del mondo reale:

- l'utilizzo di strumenti di tipo non matematico per risolvere problemi in cui la matematica avrebbe dovuto rappresentare l'approccio più ovvio e sensato;
- l'utilizzo della matematica formale quand'anche si sarebbero rivelati più efficienti altri metodi;
- il rifiuto di intraprendere qualsiasi azione per risolvere il problema di numeracy riscontrato.

La questione della disposizione viene più espressamente affrontata nelle discussioni sull'elaborazione della numeracy e dei relativi comportamenti e pratiche, nella sezione finale di questa Parte.

### *Riconoscere la matematica in situazioni di numeracy*

Gli studi in materia indicano come la capacità degli individui di vedere o accorgersi degli elementi matematici presenti all'interno di una situazione del mondo reale sia un aspetto rilevante della numeracy o del comportamento di

numeracy – in che modo si può individuare la matematica e, se del caso, intraprendere ulteriori passi, agendo su essa. L'abilità di individuare la matematica che circonda gli adulti nella loro vita di tutti i giorni è una questione di rilievo per la numeracy – l'atto di associare la matematica appresa a scuola con quella inglobata all'interno di situazioni del mondo reale (Maguire e Smith 2016; Roth 2012). Tale aspetto è stato riconosciuto come di particolare importanza anche negli studi inerenti alla numeracy sul posto di lavoro, per es. nel calcolare il dosaggio dei farmaci (Weeks *et al.* 2013).

Individuare la matematica in situazioni di numeracy si connette ad aspetti di due processi descritti nel ciclo sul problem solving dell'indagine PISA del 2021 per la literacy matematica: *ragionamento matematico* ed *elaborazione*. Relativamente al ragionamento matematico, gli studenti, prima di risolvere un problema, necessitano di “utilizzare le loro conoscenze matematiche per riconoscere la natura matematica di una situazione” (OECD 2018, 9). L'indagine PISA descrive inoltre l'elaborazione come il “riconoscere la possibilità di applicare la matematica per comprendere o risolvere un particolare problema o una determinata sfida che si sono presentati” (ibidem, 12).

Come verrà in seguito argomentato, il saper individuare e accedere alla matematica inglobata in una situazione di numeracy, trasformando il problema pratico in un problema matematico e risolvibile, è un aspetto espressamente affrontato nella revisione del framework e del costrutto di valutazione della numeracy tramite la nuova dimensione cognitiva.

### *Riflessione critica e azione*

Mentre l'attuale framework riporta la nozione di “riflessione critica” in base alla sfaccettatura delle *Risposte*, nella sua elaborazione del comportamento di numeracy, avere un approccio critico o riflettere in modo critico rappresenta un aspetto della numeracy che andrebbe ulteriormente evidenziato e descritto. È importante che gli individui, in qualità di cittadini e lavoratori, rivedano in maniera critica la matematica utilizzata e i risultati ottenuti, per rifletterci e interrogarsi sulle implicazioni connesse al mondo reale, dando così seguito ad azioni appropriate, prendendo decisioni e formulando giudizi. Avere un approccio critico significa anche sostenere un'argomentazione o una posizione per mezzo di prove di tipo matematico o contestare le argomentazioni o le posizioni di un'altra persona od organizzazione.

Questa capacità di riflettere e agire in modo critico viene espressamente evocata e descritta in altri modelli e framework (cfr. per es. Geiger *et al.* 2015; Goos *et al.* 2014). Anche il terzo processo di problem solving nel relativo ciclo della literacy matematica di PISA, denominato *Interpretazione e valutazione*, include elementi di riflessione critica: la necessità di riflettere e di argomentare in base al contesto, di valutare la ragionevolezza di determinate soluzioni e di criticare e individuare i limiti degli eventuali modelli adottati. Inoltre, il nuovo aspetto del ragionamento matematico introdotto nell'indagine PISA del 2021 comprende la valutazione e la formulazione di argomentazioni, per valutare interpretazioni e deduzioni relative a dichiarazioni e soluzioni a problemi (OECD 2013a; OECD 2018).

#### *Grado di accuratezza e tolleranze*

Il framework della numeracy del Ciclo 1 di PIAAC non affrontava espressamente la questione del grado di precisione o accuratezza che potrebbe essere richiesto per risolvere un problema di numeracy. Si prevede che una persona con capacità di numeracy si serva di stime e altre capacità per verificare i risultati, stabilendo l'adeguato grado di accuratezza richiesto per risolvere un problema. Ciò risulta particolarmente vero in un ambiente professionale, dove la precisione, l'accuratezza e la necessità di lavorare con specifiche tolleranze possono rappresentare aspetti fondamentali. D'altro canto, in altre situazioni e applicazioni, ci sono esempi in cui l'accuratezza non è una componente essenziale della numeracy (per es., per alcune capacità di ordine spaziale, per interpretazioni e analisi di grafici e dati o per stime di quantità, dove è spesso sufficiente valutare l'ordine di grandezza).

#### *Autenticità, contestualizzazione e richieste connesse alla lettura di testi*

Un'altra questione emersa dalla revisione è quella dell'autenticità e, come riportato nell'Introduzione, il gruppo di ricerca ha condotto ulteriori studi sulle questioni correlate della contestualizzazione, del comportamento e delle pratiche di numeracy. Esse si riferiscono ai punti di contatto tra contesti del mondo reale in cui è inglobata la matematica e il ruolo di individui, cittadini, membri di una famiglia o lavoratori delle persone. Ciò può significare che il modo in cui viene utilizzata la matematica per svolgere un compito è fondamentalmente modellato in base al relativo contesto (Turner *et al.* 2009). Sono inoltre incluse le influenze socioculturali che consentono o limitano

l'azione nella sfera civica, personale o professionale. In quest'ottica sussiste una chiara distinzione tra le conoscenze matematiche in ambito scolastico, con riguardo a come vengono insegnate, apprese e messe in pratica, e il loro uso al di fuori del contesto scolastico. Come osserva Harris (1991):

Sul lavoro [. . .] l'attività matematica è connessa a compiti di tipo pratico, spesso alle istruzioni scritte di un supervisore, e sempre per uno scopo evidente, che non ha nulla a che fare con i numeri. Pertanto, gli studenti che hanno imparato a reagire a compiti isolati, astratti e formulati per iscritto in un linguaggio specialistico e a figure attentamente controllate in un corso scolastico di matematica, si trovano poi a doversi confrontare con istruzioni urgenti comunicate (se non gridate) a voce, in un contesto e con un codice completamente differenti (ibidem, 138).

Yasukawa, Brown and Black (2013) istituiscono un chiaro collegamento tra contestualizzazione e pratica sociale, sostenendo che non è possibile comprendere le pratiche di numeracy prescindendo dalla sfera sociale, culturale, storica e politica. Per meglio illustrare questo punto, essi fanno un confronto tra gli studenti che completano individualmente i loro calcoli, servendosi di carta e penna ed eventualmente di una calcolatrice, e l'uso della matematica al supermercato, dove il venditore completa gli stessi calcoli con un registratore di cassa. In tale situazione, il cliente può calcolare una stima del prezzo, per non incorrere in eventuali maggiorazioni. Tuttavia, anche il venditore si preoccupa di addebitare al cliente il prezzo corretto e di tenere traccia degli articoli venduti attraverso il registratore di cassa in maniera accurata. Sebbene i calcoli siano fondamentalmente gli stessi, lo scopo – che è connesso al contesto – è differente.

Sono stati inoltre studiate e documentate le questioni dell'autenticità dei compiti di valutazione, nonché i problemi terminologici connessi all'istruzione della matematica (cfr. per es. Hoogland *et al.* 2018; Palm 2006 e 2009; Verschaffel *et al.* 2009; Stacey 2015). Per l'indagine PIAAC è importante che vi siano stimoli e domande basati su stimoli o scenari autentici, con domande alle quali qualcuno vorrebbe realmente ricevere una risposta. Se questo riguarda i più ampi dibattiti sulla valutazione (cfr. per es. Palm 2008b), il Programma di valutazione in PIAAC si concentra sull'autenticità degli stimoli impiegati e delle domande poste. Ciò corrisponde a ciò che Palm descrive come il "contesto figurativo", secondo cui il contesto utilizzato per la valutazione rappresenta una situazione estrapolata dalla vita reale che si è verificata o che potrebbe

verificarsi. L'interesse di PIAAC è rivolto all'abilità degli individui di affrontare compiti inglobati nel mondo reale, non alla valutazione di compiti matematici decontestualizzati. Ciò è in contrasto con i tradizionali problemi matematici in forma scritta che si incontrano a scuola, che spesso non tengono conto o sfidano la creazione di significato degli studenti, continuando ad allontanarli dal mondo reale, oltre che dall'utilità e dal valore della matematica. Per il Gruppo di esperti sulla numeracy, la valutazione della numeracy nell'indagine PIAAC mira a promuovere l'idea per cui il valore della matematica discende dal suo rapporto con il mondo reale – laddove i problemi in forma scritta vanno spesso in una direzione opposta. Un altro motivo per cui PIAAC formula le sue domande in base a situazioni autentiche è perché incoraggia una disposizione più positiva nel risolvere problemi matematici rilevanti e coinvolgenti, diversamente dai tipici problemi scritti, irrilevanti e privi di significato. Pertanto, i contesti e gli item di numeracy dell'indagine PIAAC sono stati sviluppati a partire dall'individuazione di situazioni e compiti in differenti Paesi in grado di sollecitare stimoli autentici, così da formulare le domande usando le informazioni presenti nello stimolo. In base alla descrizione e alla comprensione della numeracy nell'indagine PIAAC, si è volutamente cercato di evitare quelli che sono comunemente visti come problemi scolastici in forma scritta, basati sui programmi di studio, spesso artificiosi, poco autentici e con scarsa attinenza al mondo reale.

Il problema, tuttavia, è dato dalla complessità che spesso contraddistingue situazioni e scenari autentici, insieme ai relativi concetti, informazioni e stimoli. Con riguardo alle componenti testuali e alle richieste connesse alla lettura, vi è tutta una serie di questioni inerenti ai punti di contatto tra capacità di literacy e di numeracy e al ruolo che assume la capacità di lettura nella risoluzione di problemi di numeracy. Nella descrizione della numeracy e nei suoi sviluppi, che si riflettono nel Modello di complessità di PIAAC, viene chiaramente riconosciuta l'importanza della capacità di lettura come aspetto integrante ed essenziale della numeracy. Certo, nei contesti sociali e professionali in cui si muovono gli adulti, i compiti e le sfide non si presentano né si dividono nettamente in compiti distinti di literacy o numeracy. Le situazioni e le richieste del mondo reale travalicano questi confini definiti in senso didattico.

La realtà è che basare compiti per la valutazione della numeracy su situazioni autentiche, in cui la matematica è incorporata nel mondo reale, genera informazioni e dati assai complicati e non familiari, oltre a un oneroso carico di

lettura. Ciò può rendere impegnativo il tentativo di valutare le capacità e le conoscenze matematiche e di numeracy. Un obiettivo chiave nel processo di sviluppo degli item è pertanto quello di formulare gli item di numeracy in modo più semplice e diretto possibile, così da contribuire a ridurre al minimo le richieste di lettura.

I recenti studi che hanno confrontato in modo sistematico compiti per la valutazione della matematica di tipo descrittivo, con rappresentazioni più vivide di situazioni problematiche, grazie a foto e illustrazioni e a un utilizzo ridotto di parole (Hoogland *et al.* 2016 e 2018), indica come anche l'impiego di semplici immagini e illustrazioni di supporto abbia potuto in piccola parte migliorare le prestazioni.

### *Grandi idee in matematica*

Come accennato nell'omonima Parte I, l'espressione *grandi idee in matematica* viene impiegata per descrivere idee matematiche influenti, fondamentali per apprendere la materia, in quanto raccordano numerose nozioni matematiche in un insieme coerente (cfr. per es. Charles 2005; Hurst 2014; Hurst e Hurrell 2014; Steen 1990). Inizialmente, l'espressione "grandi idee" si riferiva alla possibilità di classificare le informazioni matematiche in modi differenti rispetto alle aree di contenuto del programma di matematica della scuola tradizionale. Steen (1990), per esempio, ha individuato sei grandi categorie corrispondenti a: quantità, dimensione, modello, forma, incertezza e cambiamento. Rutherford e Ahlgren (1990) hanno descritto sistemi di idee correlate: numeri, forme, incertezza, riepilogo dei dati, campionamento e ragionamento. Jones e i suoi colleghi (2002) fanno un riepilogo dei principali contributi della ricerca relativamente a quelle che definiscono *idee matematiche influenti*, che comprendono i seguenti campi: numeri interi e relative operazioni, numeri razionali, geometria, probabilità, esplorazione dei dati e pensiero algebrico, oltre ad altri ambiti poco rappresentati. Si potrebbe affermare che possedere capacità di numeracy equivale a utilizzare i contenuti di tutta questa serie di ambiti, non solo come procedure (comprensione strumentale) ma in modo critico e coerente.

Charles (2005) ha definito le "grandi idee" come "l'affermazione di un'idea fondamentale per l'apprendimento della matematica, quella che collega numerose concezioni matematiche in un insieme coerente". Quest'ottica è peraltro condivisa da altri autori quali Hurst e Hurrell (2014). Nel loro articolo,



essi fanno risalire la nozione di “grandi idee in matematica” al lavoro di Bruner (1960) che ha a sua volta ispirato la definizione di Clark (2011) di “grande idea” come di “una cartella di file cognitivi” in cui possiamo archiviare “un numero quasi illimitato di informazioni” (cfr. *ibidem*, 32). Le grandi idee sono divenute strutture (o modelli) concettuali da poter utilizzare per fornire un framework della numeracy con un contenuto caratterizzato virtualmente da più connessioni. Come sostengono Bruner (1960), Hurst e Hurrell (2014), Clark (2011) e altri autori, le grandi idee possono trasformarsi in ponti su cui far circolare le conoscenze utili all’apprendimento.

Le grandi idee in matematica possono anche riferirsi ad alcuni processi, tra cui quello di ordinare, classificare, gestire variazioni e incertezze, trovare prove e argomentazioni, formalizzare, modellizzare, generare e utilizzare algoritmi. Le grandi idee sono state inoltre considerate come strumenti tramite i quali rendere l’insegnamento della matematica uno studio coerente e composto da elementi connessi tra loro. Alcune descrizioni di un insegnamento della matematica efficace (cfr. per es. Ma 1999a; Sullivan 2011) e altri studi correlati (Askew *et al.* 1997; Clarke e Clarke 2004; Boaler e Humphreys 2005) hanno in larga parte fatto riferimento alla necessità per gli insegnanti di concepire la matematica come un insieme coerente e composto da elementi connessi tra loro. Tale prospettiva ha trovato riscontro anche nello studio *Effective teachers of numeracy* (Askew *et al.* 1997), dove si riporta che gli insegnanti particolarmente efficienti ritengono che le capacità di numeracy richiedano “una ricca rete di connessioni tra idee matematiche differenti”. Ciò è in contrasto con alcune concezioni secondo cui la conoscenza della matematica si riduce spesso a un elenco di punti nei programmi scolastici, che Askey denomina “morte sotto i colpi di mille punti elenco”, affermando che “ci si sforza troppo di definire le conoscenze richieste agli insegnanti” (cfr. Askew 2008, 21). Hurst e Hurrell (2014) citando Charles (2005) affermano che le “grandi idee” ci consentono di guardare alla matematica come a un insieme coerente di idee, promuovendo una comprensione profonda di tale materia.

Queste prospettive basate sulle “grandi idee in matematica” offrono un’idea integrativa e a tutto tondo della matematica e di come quest’ultima viene utilizzata nel mondo, inquadrandola e considerandola come un’attività di connessione con il mondo reale, che è il punto di vista a fondamento della numeracy in PIAAC. Si potrebbe suggerire che, secondo la definizione contenuta nel framework della numeracy in PIAAC, disporre di capacità di

numeracy equivalga all'essere in grado di accedere, utilizzare, interpretare e comunicare informazioni matematiche inerenti a quanto la comunità scientifica internazionale chiama "grandi idee in matematica".

### **Verso una definizione e una descrizione della numeracy per il Ciclo 2 dell'indagine PIAAC**

Giungere a una definizione di numeracy che venga universalmente accettata in un programma di valutazione di portata internazionale è un'impresa impegnativa. Per prima cosa, come osservato in precedenza, il termine numeracy, che non sempre figura in tutte le lingue, presenta connotati differenti a seconda del Paese. In secondo luogo, vi sono costrutti tra loro sovrapposti o in competizione, quali "alfabetizzazione quantitativa", "alfabetizzazione matematica", "matematica funzionale", ecc. (cfr. per es. Hagedorn *et al.* 2003; Gal e Tout 2014; Tout e Gal 2015; Tout e Schmitt 2002). Terzo, tentare di esaminare la definizione e il significato di numeracy è ulteriormente complicato dal fatto che diversi soggetti già la concepiscono secondo un'ottica dettata dagli aspetti storico-culturali, di tipo organizzativo, sociale, economico o linguistico, tipici dei sistemi in cui operano. Per es., alcune concezioni di numeracy ad oggi esistenti sono state sviluppate da educatori che lavoravano a contatto con gli alunni, mentre altri soggetti collegano tale termine a competenze specifiche del mondo degli adulti.

### **Gamma completa delle capacità di numeracy**

Come affermato nell'Introduzione, è vitale osservare come la valutazione della numeracy nell'indagine PIAAC descriva la gamma completa delle capacità di numeracy nella popolazione adulta. Essa esamina da un lato gli adulti che hanno una formazione di livello universitario e, dall'altro, quelli con un livello di istruzione molto basso (per es. che hanno lasciato la scuola a 15 anni o prima). Allo stesso tempo, va ad abbracciare sia i giovani adulti che ancora seguono corsi di studio, sia quelli che hanno completato il loro regolare percorso scolastico 30-50 anni prima di essere sottoposti alla valutazione. Tale valutazione tiene conto di un'ampia gamma di capacità e conoscenze matematiche e quantitative, non basandosi su un'ottica ristretta di numeracy, unicamente connessa a numeri e operazioni aritmetiche. Questo aspetto verrà approfondito nelle seguenti Parti e sezioni del rapporto.

## 4. PARTE III. Costrutto di valutazione della Numeracy nel Ciclo 2 dell'indagine PIAAC

In questa Parte verranno definiti, descritti e sviluppati i vari aspetti che saranno poi valutati e infine riportati, in quanto parte della valutazione della numeracy nell'indagine PIAAC. Nell'indagine ALLS e nel Ciclo 1 di PIAAC, tali aspetti o caratteristiche della valutazione sono stati chiamati "sfaccettature", mentre nel Ciclo 2 dell'indagine PIAAC sono stati definiti "dimensioni", coerentemente con la terminologia impiegata per la literacy in PIAAC.

Le sezioni iniziali studiano come la definizione e la descrizione di numeracy siano state a mano a mano perfezionate a partire dall'indagine ALLS, passando per il Ciclo 1 di PIAAC, fino al relativo Ciclo 2. Per uno sguardo retrospettivo sullo sviluppo delle definizioni ed elaborazioni di numeracy, è preferibile fare riferimento al framework del Ciclo 1 di PIAAC (Gruppo di esperti sulla numeracy in PIAAC) o al Documento di lavoro dell'OCSE, che metteva a confronto i framework dell'indagine PISA e di PIAAC (Gal eTout 2014).

In seguito, è stata proposta una definizione aggiornata e perfezionata di numeracy per il Ciclo 2 di PIAAC, sulla base degli studi e della revisione descritti nella Parte II, seguita da un dibattito sulle dimensioni del comportamento e delle pratiche di numeracy, tra cui le dimensioni chiave relative alla valutazione della numeracy. Ciò porta alle sezioni seguenti, che contengono l'elaborazione, la descrizione e la definizione integrali del costrutto della valutazione.

Il rapporto della revisione del 2017 conteneva una serie di raccomandazioni circa la definizione del costrutto della numeracy e le priorità per sviluppare il framework di valutazione della numeracy nel Ciclo 2 dell'indagine PIAAC. Molti suggerimenti nascevano dalla questione se l'attuale framework e valutazione

del Ciclo 1 riflettessero o meno alcune realtà delle competenze e conoscenze necessarie agli adulti per avere successo nella vita privata, sociale e professionale del XXI secolo. I relativi dibattiti sono contenuti nella Parte precedente. La revisione e il presente documento, congiuntamente ai relativi sviluppi e definizioni, pur fondandosi sui due precedenti framework concettuali e di valutazione e su tutta la conoscenza accumulata a partire dalle precedenti indagini sulle capacità degli adulti, sono riusciti a migliorare il framework e il costrutto della numeracy per il Ciclo 2 di PIAAC. Il framework così ottenuto, congiuntamente ai relativi sviluppi, definizioni e costrutti di valutazione, è presentato nella seguente sezione.

### Numeracy nell'indagine ALL

La concettualizzazione della numeracy per la prima indagine internazionale sulla numeracy degli adulti, l'indagine ALL (Adult Literacy and Lifeskills), è stata sviluppata da un team internazionale tra il 1998 e il 2000 (Gal *et al.* 2005). Era la prima volta che il costrutto della numeracy veniva definito nel contesto di una valutazione comparativa internazionale e non soltanto in ambito educativo.

Nell'indagine ALL, la numeracy è stata concettualizzata e descritta come un costrutto assai più ampio della semplice 'alfabetizzazione quantitativa', valutata nella precedente indagine IALS (International Adult Literacy Survey). L'alfabetizzazione quantitativa è stata scritta in IALS come l'insieme di conoscenze e capacità richieste per applicare operazioni aritmetiche a numeri contenuti su materiali stampati. Nell'indagine ALL si sosteneva come la numeracy richiedesse risposte più variegata (operazioni relative all'ordinare, contare, stimare, calcolare, misurare, interpretare, spiegare) per una gamma più ampia di informazioni matematiche (quantità, dimensione e forma, modello, variazioni e relazioni, dati e probabilità) che possono essere inglobate in un testo in varia misura.

Consapevole della complessità e della natura multiforme del costrutto della numeracy, il team dell'indagine ALL ha sviluppato una concettualizzazione a tre livelli che ha tentato da un lato di riflettere le prospettive chiave della numeracy e dall'altro di rendere operativo tale costrutto in una scala di valutazione. I tre livelli corrispondono a una definizione breve di numeracy, a una definizione più articolata di comportamento di numeracy, che verranno

entrambe illustrate di seguito, e a un elenco dettagliato di componenti delle diverse sfaccettature del comportamento di numeracy (cfr. Gal *et al.* 2005).

La numeracy è l'insieme di conoscenze e capacità richieste per gestire e rispondere in modo efficace alle richieste matematiche connesse a diverse situazioni. È possibile osservare il comportamento di numeracy nel momento in cui le persone gestiscono una situazione o risolvono un problema in un contesto reale; esso implica la risposta a informazioni relative a idee matematiche che possono essere rappresentate in una pluralità di modi; richiede inoltre l'attivazione di una serie di conoscenze, fattori e processi abilitanti (ibidem)

L'esigenza di eseguire una valutazione comparativa ha fatto sì che il team sulla numeracy di ALL abbia considerato come necessarie sia la definizione breve che quella più elaborata. La definizione breve è essenziale per semplificare la comunicazione con vari soggetti, quali i decisori politici e gli esperti. Tuttavia, come accade per la maggior parte di definizioni brevi di costrutti complessi, il lessico impiegato risulta ampio e astratto, e non può pertanto esserci una definizione esplicita di quel che può fare una persona con capacità di numeracy, né del comportamento da osservare in una valutazione. Alla luce di ciò, è stata sviluppata una definizione più dettagliata di comportamento di numeracy, al fine di mettere in risalto quattro sfaccettature o dimensioni chiave che, secondo il team sulla numeracy di ALL, sono alla base del comportamento di numeracy.

- Contesti: l'insieme di richieste provenienti dall'esterno (per es., sul lavoro, a casa, ecc.)
- Risposte: ciò che può fare un individuo in risposta alle richieste esterne (per es., operazioni di calcolo, interpretazione, comunicazione, ecc.)
- Idee/contenuti matematici: il contenuto informativo che il contesto presenta o a cui consente di accedere, che può essere di natura matematica (o statistica) e dunque rilevante ai fini di una valutazione della numeracy (per es., numeri, proporzioni, misurazioni, concetti statistici, ecc.)
- Rappresentazioni: i differenti modi in cui le informazioni matematiche (o statistiche) esistono o vengono trasmesse a una persona in un determinato contesto (per es., testo, numeri, grafici, ecc.)

La definizione più elaborata di comportamento di numeracy presentava il vantaggio di indicare più esplicitamente cosa andava esaminato nella

valutazione, fungendo pertanto da trampolino per sviluppare le effettive caratteristiche di una valutazione. È importante inoltre osservare come la definizione di comportamento di numeracy sottolinei la presenza di fattori sia cognitivi che non cognitivi che sono alla base o consentono un comportamento e pratiche di numeracy efficaci. Teoricamente, per delineare un quadro completo delle competenze di numeracy, è essenziale abbracciare sia gli aspetti cognitivi che quelli non cognitivi del comportamento di numeracy.

### **Numeracy nel Ciclo 1 dell'indagine PIAAC**

Lo sviluppo della concettualizzazione e della definizione di numeracy è andato incontro a diverse fasi di lavoro e consultazione. Un Gruppo di esperti incaricato di sviluppare il progetto di valutazione globale per l'indagine PIAAC ha presentato nell'estate del 2006 alcune raccomandazioni provvisorie relative a tutte le competenze da valutare in PIAAC (Gal 2006; Jones 2006; Murray 2006; Tout 2006), per poi proporre tale definizione di numeracy: "L'abilità di utilizzare, applicare e comunicare informazioni matematiche". Alcuni partecipanti al workshop tecnico di esperti dell'OCSE del Canada tenutosi a Ottawa a novembre 2006 hanno in seguito esaminato varie prospettive della numeracy e della sua valutazione; è stata poi proposta una definizione provvisoria di numeracy per l'indagine PIAAC, contenuta in una bozza di framework diffusa per revisioni esterne (Gal 2006). Il framework della numeracy è stato poi ulteriormente sviluppato dal Gruppo di esperti sulla numeracy di PIAAC nominato ad aprile 2008, che ha pubblicato un framework per la revisione da parte di tutti i Paesi partecipanti a ottobre 2008.

In generale, il lavoro sullo sviluppo del framework della numeracy per il Ciclo 1 dell'indagine PIAAC, insieme alla scala di valutazione e al relativo gruppo di item, è stato caratterizzato dalla compresenza di due obiettivi tra loro contrastanti. Da un lato, occorre restare compatibili con la concettualizzazione della numeracy dell'indagine ALL, per l'esigenza di PIAAC di fornire dati di trend connessi ai risultati di tale indagine. Per questo motivo, l'indagine PIAAC è stata progettata in modo tale che circa il 60% dei compiti di numeracy previsti per l'assessment finale derivassero dal pool di item impiegati nell'indagine ALL. L'altro obiettivo era la necessità di integrare nella definizione dell'indagine ALL la concettualizzazione a tutto tondo delle "competenze di literacy tipiche dell'era dell'informazione" di PIAAC, oltre che di considerare gli usi nuovi o emergenti della numeracy nella popolazione adulta.

Alla luce di quanto sopra, la definizione di numeracy per il Ciclo 1 dell'indagine PIAAC è stata la seguente:

La numeracy è l'abilità di accedere, utilizzare, interpretare e comunicare informazioni e idee matematiche, così da gestire e impegnarsi nelle richieste matematiche di una serie di situazioni della vita adulta.

Tale definizione ha tratto elementi essenziali dalle numerose concettualizzazioni di numeracy della letteratura esistente; era inoltre compatibile con la definizione utilizzata nell'indagine ALL e offriva una base solida da cui sviluppare una valutazione per l'indagine PIAAC evidenziasse le competenze tipiche dell'era dell'informazione. L'inclusione nella definizione del verbo "impegnarsi" segnalava la necessità, per affrontare in modo attivo ed efficace situazioni di numeracy, non solo di capacità cognitive, ma anche di elementi disposizionali, per es., convinzioni e atteggiamenti.

Come nel caso dell'indagine ALL, la definizione di numeracy sviluppata per il Ciclo 1 di PIAAC non andava considerata a sé stante, ma doveva essere nuovamente combinata alla definizione più dettagliata di *comportamento di numeracy*, andando a integrare le caratteristiche delle cosiddette "sfaccettature" che costituiscono il comportamento di numeracy. Tale combinazione veniva considerata di primaria importanza per rendere operativo il costrutto di numeracy nell'assessment effettivo, contribuendo pertanto alla validità e all'interpretabilità della valutazione, oltre che per migliorare ulteriormente la comprensione dei termini chiave che figuravano nella definizione. Di conseguenza, per il Ciclo 1 di PIAAC è stata adottata una definizione di comportamento di numeracy simile in linea generale a quella utilizzata per l'indagine ALL, ma più breve:

Il comportamento di numeracy implica la gestione di una situazione o la risoluzione di un problema in un contesto reale, rispondendo a contenuti/informazioni/idee matematici rappresentati in vari modi.

Come nell'indagine ALL, ogni sfaccettatura contemplata nella definizione di numeracy e l'elaborazione del comportamento di numeracy sono state definite, descritte e impiegate per sviluppare il costrutto della valutazione e il modello per la creazione degli item. Erano incluse le stesse sfaccettature

dell'indagine ALL: *contesti; risposte; idee/contenuti matematici; e rappresentazioni.*

### Definizione di numeracy per il Ciclo 2 dell'indagine PIAAC

In base alle argomentazioni contenute nella Parte precedente, *Fondamenti teorico-concettuali*, la nuova definizione di numeracy per il Ciclo 2 di PIAAC su cui è stata raggiunta un'intesa è la seguente:

La numeracy equivale ad accedere, utilizzare e ragionare criticamente su contenuti, informazioni e idee matematici rappresentati in molteplici modi, così da gestire e impegnarsi nelle richieste matematiche di una serie di situazioni della vita adulta.

In questa definizione aggiornata e nella sua elaborazione di seguito illustrata, figurano quattro dimensioni chiave (precedentemente denominate "sfaccettature") nel Ciclo 2 dell'indagine PIAAC:

- processi cognitivi;
- contenuto;
- rappresentazioni;
- contesti.

### Principali modifiche

Vengono di seguito riportate le parole o i termini chiave che sono mutati o che sono stati introdotti o cancellati nella nuova definizione:

- è stato eliminato il termine "abilità";
- i verbi "accedere", "utilizzare" e "ragionare criticamente" hanno sostituito "accedere", "utilizzare", "interpretare" e "comunicare";
- è stata introdotta l'espressione "rappresentati in molteplici modi".

L'impiego del termine "abilità" può presupporre una capacità 'innata' che alcuni potrebbero non possedere. Il Gruppo di esperti sulla numeracy ritiene fermamente che tutti gli adulti (e tutti i bambini) sono in grado di apprendere la matematica con successo e di applicarla altrettanto efficacemente nella loro vita, acquisendo capacità di numeracy.

Sulla base delle prospettive e degli studi delineati nella parte precedente e riportati nel rapporto della revisione, il Gruppo di esperti ha sostanzialmente rielaborato l'iniziale sfaccettatura delle risposte (accedere, utilizzare, interpretare e comunicare), sostituendovi una descrizione e uno sviluppo più



comprensivi di quel che oggi viene denominata la dimensione chiave dei processi cognitivi. Questa viene definita e descritta secondo tre classificazioni:

- accedere e valutare le situazioni da un punto di vista matematico (valutare, identificare, accedere e rappresentare);
- utilizzare e agire sulla matematica (ordinare, contare, stimare, calcolare, misurare, tracciare grafici e disegnare);
- valutare, riflettere criticamente, formulare giudizi (valutare, riflettere, giustificare e spiegare).

Ciò è stato fatto alla luce dei numerosi risultati emersi dai sopraindicati studi, sia a partire dal nuovo Gruppo di esperti, sia dalle raccomandazioni contenute nella revisione del 2017. Hanno soprattutto influito l'esigenza di integrare la capacità di individuare la matematica in situazioni del mondo reale, e di includere un approccio critico, connesso all'abilità di fare ragionamenti e di formulare giudizi. È stato possibile adottare in modo più esplicito tale dimensione per orientare lo sviluppo della valutazione, e secondo il Gruppo di esperti essa ha notevolmente migliorato il pool di item, aiutando ad affrontare una serie di preoccupazioni sollevate dal documento di revisione. Essa aiuterà inoltre a sviluppare e a formulare le descrizioni della scala di valutazione, nel momento in cui saranno disponibili dati e risultati. Questa, insieme alle altre dimensioni chiave, verranno approfondite nella parte seguente dedicata al documento quadro.

Nella nuova definizione è stata aggiunta e resa esplicita la "rappresentazione", che corrisponde alla terza sfaccettatura della precedente elaborazione contenuta in ALL e PIAAC. Sebbene fosse stata inclusa nelle precedenti elaborazioni, non figurava nella definizione, e non poteva pertanto contribuire ad orientare lo sviluppo degli item. Di nuovo, è stata inclusa l'espressione "rappresentati in molteplici modi" per affrontare le questioni sollevate in precedenza, soprattutto riguardo alle differenti modalità attraverso cui vengono presentate le informazioni matematiche e quantitative nel XXI secolo. È possibile fornire una definizione e una descrizione in base a quattro classificazioni:

- testo o simboli;
- immagini di oggetti fisici;
- informazioni strutturate;
- applicazioni dinamiche.

Le ultime due classificazioni hanno consentito al Gruppo di esperti, e quindi agli sviluppatori degli item, di affrontare espressamente la questione della digitalizzazione, delle rappresentazioni e dei materiali basati sulla tecnologia tipici del XXI secolo, quali siti web interattivi, infografiche, calcolatrici online, fogli di calcolo, e altro ancora.

Rimangono le altre sfaccettature dell'indagine ALL e del Ciclo 1 di PIAAC, sebbene siano state apportate modifiche alle loro etichette e descrizioni. Tutte queste dimensioni chiave verranno definite e sviluppate di seguito e nella successiva parte del framework.

### Elaborazione del comportamento e delle pratiche di numeracy

Come nei cicli precedenti, la definizione porta a un'elaborazione del comportamento di numeracy, inserita nella tabella 2 in basso. La tabella in questione enumera le componenti delle quattro dimensioni chiave, che verranno più diffusamente illustrate nella sezione seguente.

Inoltre, nella parte inferiore della tabella 2 sono elencati alcuni fattori e processi abilitanti, la cui attivazione è alla base del comportamento di numeracy e di pratiche di numeracy di successo. La maggior parte di questi fattori e processi abilitanti figurava anche nel framework concettuale di ALL e nel Ciclo 1 dell'indagine PIAAC. La definizione del comportamento di numeracy illustrata in precedenza, insieme ai dati della tabella 2 e alle ulteriori spiegazioni delle dimensioni chiave contenute nella Parte successiva, forniscono il framework e la tabella di marcia per lo sviluppo di una scala di valutazione della numeracy per l'indagine PIAAC.

**Tabella 2. Comportamento e pratiche di numeracy - sfaccettature chiave e relative componenti**

La numeracy è la capacità di un individuo di...

**1. Accedere, utilizzare e riflettere criticamente:**

- accedere e valutare le situazioni da un punto di vista matematico (valutare, identificare, accedere e rappresentare)
- utilizzare e agire sulla matematica (ordinare, contare, stimare, calcolare, misurare, tracciare grafici e disegnare)
- valutare, riflettere criticamente, formulare giudizi (valutare, riflettere, giustificare e spiegare)

**2. con contenuti matematici:**

- quantità e numeri
- spazio e forma

- relazioni e variazioni

- dati e probabilità

**3. rappresentati in molteplici modi:**

- testo o simboli

- immagini di oggetti fisici

- informazioni strutturate

- applicazioni dinamiche.

**4. così da gestire e impegnarsi nelle richieste matematiche delle differenti situazioni della vita adulta:**

- personale

- lavorativa

- sociale/comunitaria

**La capacità di numeracy di un individuo si fonda sull'attivazione di alcuni fattori e processi abilitanti:**

- conoscenze e familiarità relative al contesto/mondo

- capacità di literacy

- disposizioni, convinzioni e atteggiamenti

- pratiche ed esperienza relative alla numeracy

### Fattori e processi abilitanti

La competenza di numeracy degli adulti viene messa in luce dalle risposte che questi forniscono a informazioni o idee matematiche, che possono essere rappresentate in una situazione o applicate alla situazione che si sta realmente verificando. È chiaro che il comportamento di numeracy presuppone il tentativo di impegnarsi in un compito senza delegarlo ad altri o affrontarlo eludendo intenzionalmente il suo contenuto matematico. Tuttavia, il comportamento di numeracy non dipende solo da capacità cognitive o basate sulle conoscenze, ma anche su alcuni fattori e processi abilitanti, elencati nella tabella 2.

Come indicato nella Parte II, tra cui nella sezione dedicata al comportamento e alle pratiche di numeracy, la concettualizzazione della numeracy in PIAAC opera su due livelli. Essa si riferisce alla numeracy come a un costrutto che descrive la capacità di un individuo di risolvere problemi di numeracy, e anche al comportamento e pratiche di numeracy, che sono i modi in cui si manifesta la capacità di numeracy delle persone in situazioni o contesti che presentano elementi matematici o informazioni di natura quantitativa.

Si è pertanto affermato che, nell'ambito dell'indagine PIAAC, la numeracy sarà descritta come una combinazione di elementi cognitivi (per es., varie conoscenze e capacità) ed elementi non-cognitivi o semi-cognitivi (per es., atteggiamenti, convinzioni, abitudini mentali e altre disposizioni) che insieme concorrono a delineare il comportamento e le pratiche di numeracy di un

individuo. In base a ciò, vi sono quattro fattori abilitanti non cognitivi o semi-cognitivi compresi nell'elaborazione del comportamento di numeracy:

- conoscenze e familiarità relative al contesto/mondo;
- capacità di literacy;
- disposizioni, convinzioni e atteggiamenti;
- pratiche ed esperienza relative alla numeracy.

Più specificamente, i processi abilitanti integrano conoscenze matematiche e nozioni concettuali che prevedono capacità di ragionamento, di problem solving e di literacy ancora più ampie. Inoltre, il comportamento e le pratiche di numeracy, insieme all'impegno autonomamente profuso per svolgere compiti di numeracy, dipendono dalle disposizioni (convinzioni, atteggiamenti, abitudini mentali, ecc.) e a precedenti esperienze e pratiche che l'adulto richiama per ogni nuova situazione. Queste vengono brevemente descritte di seguito. La maggior parte di questi fattori e processi abilitanti sono stati descritti da Kilpatrick *et al.* (2001) come parte della sua analisi sul costrutto della literacy matematica, per essere poi approfonditi e ritenuti rilevanti per la descrizione della numeracy nell'analisi di Ginsburg *et al.* (2006).

#### *Conoscenze e familiarità relative al contesto/mondo*

Per una corretta interpretazione di informazioni matematiche o di messaggi quantitativi, gli adulti devono essere in grado di contestualizzare tali messaggi e di attingere alle proprie conoscenze del mondo, oltre che a fare affidamento su esperienze e pratiche di natura personale. La conoscenza del mondo favorisce inoltre processi generali di literacy ed è essenziale per la comprensione di qualsiasi messaggio. Per es., l'abilità degli adulti di dare un senso ad affermazioni di natura statistica o a grafici basati sui media dipenderà dalle informazioni che sono in grado di estrapolare dal messaggio sul Background dello studio o sui dati esaminati. Quando si interpretano affermazioni di natura statistica fatte da giornalisti, inserzionisti e simili, la conoscenza del contesto è il principale fattore che determina la familiarità del lettore con le fonti in caso di variazioni ed errori, e aiuta a immaginare perché possono verificarsi differenze tra gruppi (come nel caso di esperimenti medici o didattici), o quali interpretazioni alternative possono esserci per i risultati di un'associazione o di una correlazione tra determinate variabili. Allo stesso modo, la conoscenza del mondo rappresenta un prerequisito per poter riflettere criticamente sui

messaggi di carattere statistico e per comprendere le implicazioni dei risultati riportati.

Persone diverse avranno contesti e applicazioni molto diversi in cui si sentiranno a proprio agio e più sicuri nell'utilizzare e applicare le loro conoscenze matematiche, spesso in base alla loro familiarità con il contesto reale e con gli elementi matematici inglobati in tale situazione. Ciò si rilega al dibattito della Parte precedente circa le pratiche di numeracy, l'autenticità e la contestualizzazione della matematica in una situazione di numeracy. La sfida della presente valutazione dell'indagine PIAAC sarà quella di individuare la giusta situazione problematica o il giusto contesto per ogni individuo, così che possa dimostrare la sua comprensione dei concetti matematici. È dunque importante che non vi siano contesti, soprattutto in ambito professionale, troppo tecnici o così infrequenti da far sì che la maggior parte degli adulti che si trovano ad affrontare lo stimolo o la domanda non abbiano per nulla familiarità con quel contesto, con una conseguente perdita di impegno e la possibilità di non rispondere alla domanda. Si tratta di una delle principali sfide legate alla formulazione degli item per l'indagine PIAAC: renderli tutti relativamente accessibili e realistici per la totalità degli intervistati, ma dotati al contempo di molti livelli di difficoltà e complessità.

### *Capacità di literacy*

Nella descrizione della numeracy e nei suoi sviluppi e, quindi, nel Modello di complessità dell'indagine PIAAC, viene chiaramente riconosciuta l'importanza della capacità di literacy come aspetto integrante ed essenziale della numeracy. Certo, nei contesti sociali e professionali in cui si muovono gli adulti, i compiti e le sfide non si presentano né si dividono nettamente in compiti distinti di literacy o numeracy. Le situazioni e le richieste del mondo reale travalicano questi confini definiti in un senso didattico.

In realtà, basare i compiti per la valutazione della numeracy su situazioni autentiche, in cui la matematica è inglobata nel mondo reale, genera informazioni e dati assai complicati, oltre a un oneroso carico di lettura. Nel caso in cui le rappresentazioni matematiche contengano del testo, le prestazioni relative ai compiti di numeracy di un individuo dipenderanno non solo da conoscenze matematiche o statistiche di tipo formale, ma anche dalla comprensione scritta e da capacità di literacy, strategie di lettura e precedenti esperienze di literacy. Per es., seguire una procedura computazionale illustrata

in un testo (come le istruzioni per calcolare le spese di spedizione o per aggiungere le tasse su un modulo d'ordine) può richiedere particolari strategie di lettura, trattandosi di testi molto concisi e strutturati. Allo stesso modo, analizzare relazioni matematiche descritte a parole richiede specifiche capacità interpretative, come nel semplice caso in cui si debba riconoscere la somiglianza tra le espressioni “prezzo raddoppiato” e “due volte il prezzo iniziale”, oppure la differenza tra “i livelli di produzione si sono mantenuti costanti negli ultimi cinque anni” e “i livelli di produzione sono costantemente aumentati negli ultimi cinque anni”.

Ciò rende impegnativo il tentativo di valutare le capacità e le conoscenze matematiche e di numeracy. Un obiettivo chiave nel processo di sviluppo degli item è pertanto quello di formulare gli item di numeracy in modo più semplice e diretto possibile, così da contribuire a ridurre al minimo le richieste di literacy connesse alla lettura. I recenti studi che hanno confrontato in modo sistematico compiti di valutazione di tipo descrittivo, con rappresentazioni più vivide di situazioni problematiche, grazie a foto e illustrazioni e a un utilizzo ridotto di parole (Hoogland *et al.* 2016 e 2018), indicano come anche l'impiego di semplici immagini e illustrazioni di supporto abbiano potuto rendere più accessibili sia le domande che i contesti. Lowrie e Diezmann (2009) hanno condotto uno studio sull'impatto dei grafici e delle illustrazioni di supporto negli item dei test sulla numeracy, sostenendo come la progettazione di item per la valutazione della matematica risulti un indicatore tanto più affidabile delle prestazioni di uno studente quanto più le componenti di natura grafica, linguistica e contestuale vengono considerate sia separatamente sia in maniera integrata, come elementi chiave dello sviluppo dei compiti.

### *Disposizioni, convinzioni e atteggiamenti*

Un altro importante fattore da considerare nell'uso e nell'applicazione della matematica da parte degli adulti in situazioni del mondo reale è la questione della scelta o della disposizione nel modo di affrontare e risolvere problemi di numeracy. Esso è stato affrontato nella Parte II, tra cui nella sezione dedicata al comportamento e alle pratiche di numeracy. La letteratura suggerisce come i modi in cui un individuo risponde a un compito di numeracy, comprese azioni manifeste, processi mentali interni e l'adozione di posizioni critiche, dipendono non solo dalle sue conoscenze e capacità, ma anche potenzialmente dalla sua disposizione e dal suo atteggiamento nei confronti della matematica. Un

atteggiamento negativo nei confronti della matematica, determinate convinzioni sulle proprie capacità matematiche ed esperienze precedenti con compiti di contenuto matematico, rappresentano tutti fattori chiave che incidono sul livello di impegno e delle prestazioni in matematica, oltre che sulle opinioni riguardo a questa materia, a cosa serve e a chi è rivolta (Geiger *et al.* 2014; Goos *et al.* 2014; Lave 1988; Schliemann e Acioi 1989; Saxe 1992). Gli individui sono in grado di scegliere di usare la matematica quando è appropriato farlo?

Questo punto si rilega all'ansia associata alla matematica. In alcune culture, certi adulti, inclusi quelli con un alto grado di istruzione, decidono di non essere "bravi con i numeri" o manifestano sentimenti o una determinata percezione di sé generalmente attribuiti a precedenti esperienze negative vissute con la matematica quando erano alunni. Tali atteggiamenti e convinzioni sono in contrasto con l'auspicata sensazione di "avere familiarità con i numeri" (Cockcroft 1982) e possono interferire con la motivazione a sviluppare nuove capacità matematiche o ad affrontare compiti connessi alla matematica, influenzando inoltre sulle prestazioni del test (McLeod 1992). Gli studi condotti sull'ansia connessa alla matematica sono ben documentati e dimostrano come tale sentimento vada notevolmente a incidere sulle prestazioni in matematica (cfr. per es. Buckley 2013; Ma 1999b; Tobias 1993).

In contesti del mondo reale, gli adulti che giudicano negativamente le proprie capacità matematiche possono scegliere di evitare quei problemi che presentano elementi quantitativi e matematici, affrontare solo alcune parti di essi o delegarli ad altri, per es., chiedendo un aiuto a familiari o ad addetti alle vendite. Queste azioni e decisioni sono talvolta funzionali a ridurre il carico mentale ed emotivo (Gal 2000). Tuttavia, potrebbero comportare difficoltà a impegnarsi in maniera autonoma nelle richieste matematiche connesse ai compiti del mondo reale, con conseguenze negative, tra cui l'incapacità di raggiungere pienamente i propri obiettivi.

#### *Pratiche ed esperienze relative alla numeracy*

Il dibattito portato avanti nella Parte precedente sugli studi e le questioni connessi ai comportamenti e pratiche di numeracy, e sul rapporto tra matematica scolastica e matematica in ambito professionale, dimostra come il comportamento e le pratiche di numeracy non si basino unicamente su conoscenze matematiche e sui relativi ragionamenti e capacità di problem

solving acquisiti durante l'apprendimento formale in campo scolastico. Gli atteggiamenti e le convinzioni, insieme alle pratiche relative alla numeracy e alla conoscenza del mondo, sono tutti processi abilitanti di rilievo, in grado di incidere sull'abilità degli adulti di agire servendosi delle capacità di numeracy. Il Background Questionnaire (BQ) dell'indagine PIAAC ha pertanto sviluppato scale per la valutazione di determinati atteggiamenti e convinzioni relativi alla matematica, oltre che delle pratiche di numeracy in ambito professionale, nella vita di tutti i giorni e in altri contesti. Le informazioni raccolte tramite queste scale di valutazione sono utili a spiegare certe differenze nelle prestazioni tra gli adulti, fornendo ulteriori informazioni sulla nostra comprensione di fattori che influiscono sull'acquisizione e il mantenimento di capacità o sulla motivazione per seguire nuovi percorsi formativi. Possono essere inoltre impiegate per spiegare la connessione tra prestazioni di numeracy e covariate quali la partecipazione a una serie di pratiche di numeracy nella propria vita, anche in ambito professionale, la partecipazione a nuovi percorsi formativi o lo status occupazionale.

Un'altra area di grande interesse è rappresentata dalla frequenza con cui si affrontano compiti matematici o ci si espone a informazioni o schermi di natura matematica o statistica, sia sul lavoro che a casa, mentre si fanno acquisti e in altri contesti. Questi impegni o pratiche possono essere la conseguenza o la causa di un determinato livello di capacità, o quanto meno un fattore che influisce su tale livello indipendentemente dall'istruzione formale precedentemente ricevuta.

### *Riepilogo*

I sopraindicati fattori abilitanti affrontano l'aspetto non cognitivo del comportamento e delle pratiche di numeracy, che sono i modi in cui si manifesta la capacità di numeracy di un individuo in situazioni o contesti che presentano elementi matematici o informazioni di natura quantitativa. Essi vengono affrontati durante lo sviluppo degli item e delle relative scale per la valutazione di determinati atteggiamenti e convinzioni relativi alla matematica e alle pratiche di numeracy in ambito professionale, nella vita di tutti i giorni e in altri contesti, come parte del Background Questionnaire (BQ). La Parte IV prende inoltre in esame l'operatività del costrutto di numeracy nell'indagine PIAAC, mostrando come venga influenzata da svariati fattori che determinano e



delineano in che misura il costrutto teorico può essere pienamente trattato mediante la raccolta effettiva degli item utilizzati nella valutazione diretta.

### Le dimensioni nel Ciclo 2 dell'indagine PIAAC

La presente sezione va a sviluppare le dimensioni contemplate nella definizione di numeracy e nello sviluppo della capacità di numeracy, come indicato nella tabella 2. Lo sviluppo delle sfaccettature originali dei due cicli precedenti si basava sugli studi e i materiali documentati sia nell'indagine ALL che nel framework del Ciclo 1 di PIAAC. Essenziale ai fini di tale lavoro è stata l'analisi delle componenti della numeracy degli adulti ad opera di Ginsburg *et al.* (2006), basata su una revisione integrativa di più framework della numeracy di differenti Paesi. Esso ha inoltre beneficiato delle prospettive presentate in un rapporto del “National Research and Development Centre for Adult Literacy and Numeracy” del Regno Unito (NRDC 2006), dei documenti di riferimento preparati per l’“OECD - Canada Expert workshop on numeracy” (tenutosi a Ottawa a novembre 2006) e dei suggerimenti offerti dai partecipanti al workshop. Sono stati poi ricevuti contributi da revisioni esterne delle prime bozze del framework del Ciclo 1 dell'indagine PIAAC, oltre che prospettive professionali da parte del Gruppo di esperti sulla numeracy del Ciclo 1 di PIAAC. Per il Ciclo 2, tali sfaccettature, ora denominate “dimensioni”, sono state ulteriormente sviluppate e migliorate, soprattutto in base al documento di revisione del 2017 (Tout *et al.* 2017). Un fattore significativo per la rielaborazione delle dimensioni chiave è stato il confronto con il framework della literacy matematica nell'ambito dell'indagine PISA del 2012 e le relative classificazioni. Il confronto con la literacy matematica valutata in PISA viene espressamente affrontato in forma dettagliata nella Parte V “Rapporto tra l'indagine PIAAC e PISA”. Le specifiche questioni emerse da tale confronto sono riportate nelle argomentazioni presentate di seguito.

Vi sono quattro dimensioni chiave definite e descritte nella numeracy per il Ciclo 2 dell'indagine PIAAC, ovvero:

- processi cognitive;
- contenuto;
- rappresentazioni;
- contesto.

Ciascuna di queste quattro dimensioni chiave verrà sviluppata di seguito.

## Processi cognitivi

Questa dimensione è nuova nel Ciclo 2 dell'indagine PIAAC e sostituisce la precedente sfaccettatura 'Risposte' delle indagini PIAAC e ALL. Va inoltre a integrare in una certa misura la prima sfaccettatura descritta nella categoria delle *Conoscenze matematiche e comprensione concettuale* nell'elaborazione dei processi abilitanti nell'indagine ALL e nel Ciclo 1 dell'indagine PIAAC. Tale sfaccettatura affronta la nozione di "comprensione concettuale". Essa designava "una comprensione integrata e funzionale di idee matematiche" (Kilpatrick *et al.* 2001, 118). Ginsburg *et al.* (2006) suggeriscono che i due aspetti che contraddistinguono la comprensione concettuale, ovvero la sua natura integrata e funzionale, inquadrano l'abilità di pensare e agire in modo efficace come adulti con capacità di numeracy, e che, a seconda del particolare framework della numeracy e del Paese, vengono impiegati termini equivalenti quali "creazione di significato", "relazioni", "modello" e "comprensione". La comprensione concettuale può aiutare a fare stime sensate che consentono agli adulti di rilevare errori di calcolo, o di rendersi conto che, per lo scopo prefissato, è talvolta sufficiente una stima, anziché il risultato esatto. Ginsburg *et al.* (2006) spiegano inoltre come la comprensione concettuale consenta a un individuo di non dover necessariamente ricorrere alle proprie risorse mnemoniche per tutti i metodi e le procedure; che un adulto, quindi, può riflettere sul significato del compito e "costruire o ricostruire" una rappresentazione che illustri cosa significa, suggerendo al contempo un metodo per la risoluzione.

Il framework del Ciclo 1 descriveva e sviluppava i modi in cui gli adulti, in differenti situazioni di vita reale, possono reagire a un problema di numeracy, adottando diverse tipologie di risposte o azioni. Il framework del Ciclo 1 raggruppava tali tipologie in tre grandi famiglie: *identificare, localizzare o accedere; intervenire o utilizzare, e interpretare, valutare/analizzare, comunicare.*

Il framework della literacy matematica dell'indagine PISA del 2012 e del 2018 descriveva e adoperava tre processi – *formulare, impiegare, interpretare* e *valutare* – come componenti chiave del loro ciclo di modellazione matematica. Il processo di ragionamento matematico è stato aggiunto come componente esplicita nell'indagine PISA del 2021 per sottolineare il ruolo centrale del ragionamento matematico per risolvere problemi di ordine pratico. Come

descritto nella bozza del framework dell'indagine PISA del 2021, tali capacità di ragionamento sembrano riferirsi soprattutto al mondo della matematica, e il ragionamento matematico viene visto come una capacità o un processo a parte, rispetto ai tre processi di problem solving del formulare, impiegare, interpretare e valutare. Ciò mette in evidenza l'interesse che acquista in PISA l'abilità dei ragazzi di 15 anni di utilizzare e applicare capacità, conoscenze e rappresentazioni matematiche di tipo più formale, mentre questo tipo di conoscenza matematica più formale non viene in genere valutata nell'indagine PIAAC. Per l'indagine PISA del 2021, gli item per la valutazione saranno assegnati al ragionamento matematico o a uno dei tre processi matematici associati alle capacità di problem solving di tipo matematico relative al mondo reale. L'obiettivo dell'indagine PISA 2021 è quello di "raggiungere un certo equilibrio tra i due processi che prevedono di collegare mondo reale a mondo matematico (formulare e interpretare/valutare) e il ragionamento e l'uso della matematica, che richiedono agli studenti di affrontare un problema formulato in senso matematico" (OECD 2018, 33).

Sulla base delle prospettive e degli studi delineati nelle sezioni precedenti e riportati nel rapporto della revisione, il Gruppo di esperti ha sostanzialmente rielaborato l'iniziale sfaccettatura delle *Risposte*, sostituendovi una descrizione e uno sviluppo che andavano meglio a includere quella che viene oggi denominata la dimensione dei *Processi cognitivi*. Ciò era inteso a descrivere e affrontare in modo più esplicito il modo in cui gli adulti sono chiamati risolvere un problema inglobato in un contesto autentico. Le capacità richieste agli adulti nel XXI secolo non comprendono solo una serie di conoscenze matematiche e di problem solving specifiche, ma anche l'abilità di riconoscere e identificare come e quando utilizzare la matematica; l'essere in grado di comprendere, impiegare e applicare procedure e concetti matematici, insieme a capacità strategiche, riflessive e di ragionamento, a cui ricorrere quando utilizzano e applicano la matematica.

Ciò è in parte derivato dal confronto con i processi di PISA nell'ambito dei processi di problem solving e di modellizzazione di tale indagine. A differenza di altre sfaccettature del comportamento di numeracy nel Ciclo 1 dell'indagine PIAAC e delle relative descrizioni, la sfaccettatura delle risposte o azioni è quella che presenta meno punti in comune tra l'indagine PISA e PIAAC. Secondo il Gruppo di esperti, per valutare delle capacità di numeracy degli adulti occorre integrare all'interno del problem solving connesso al mondo

reale il principale aspetto intra-matematico del ragionamento matematico, aggiunto al costrutto della literacy matematica in PISA 2021, evitando di valutarlo come una parte a sé stante del costrutto. La comprensione del ragionamento matematico viene pertanto integrata negli aspetti rilevanti dei tre processi cognitivi.

Le revisioni e i miglioramenti apportati a questa sfaccettatura o dimensione hanno inoltre soddisfatto più da vicino l'esigenza di affrontare una serie di fattori inerenti sia alle capacità del XXI secolo sia alla necessità di riflettere di più, di ragionare, pensare in modo critico e formulare giudizi. Secondo il Gruppo di esperti, la dimensione dei Processi cognitivi, migliorata, definita e descritta in maniera più esplicita, ha aiutato gli sviluppatori del test a elaborare nuove tipologie di item e ha notevolmente migliorato il pool di item, contribuendo ad affrontare una serie di preoccupazioni sollevate nel documento di revisione. Essa aiuterà inoltre a sviluppare e a formulare le descrizioni della scala di valutazione, nel momento in cui saranno disponibili dati e risultati.

Lo schema in basso confronta i termini impiegati per il processo cognitivo o le descrizioni relative alle risposte nel Ciclo 1 di PIAAC con i tre processi utilizzati in PISA 2012, mettendo a paragone i quattro processi di PISA 2021 con il nuovo Processo cognitivo del Ciclo 2 dell'indagine PIAAC.

Ciclo 1 dell'indagine PIAAC	Ciclo 2 dell'indagine PIAAC	PISA 2012	PISA 2021
Identificare/localizzare/accedere	Accedere e valutare le situazioni da un punto di vista matematico	Formulare le situazioni da un punto di vista matematico	Ragionare e formulare le situazioni da un punto di vista matematico
Intervenire/utilizzare (ordinare, contare, stimare, calcolare, misurare, modellare)	Utilizzare e intervenire sulla matematica	Impiegare concetti, fatti, procedure e ragionamenti matematici	Impiegare concetti, fatti, procedure e ragionamenti matematici
Interpretare/valutare	Valutare, riflettere criticamente, formulare giudizi	Interpretare, applicare e valutare risultati matematici	Ragionare e interpretare, applicare e valutare risultati matematici

## Descrizione

Per risolvere i problemi che si presentano nei vari contesti del mondo reale occorrono una serie di capacità e di processi cognitivi. Quando si affronta un problema del mondo reale, occorre tra le altre cose decidere se è appropriato utilizzare la matematica e se rappresenta il modo migliore per risolvere tale

problema. Se si ritiene appropriato utilizzare la matematica, occorrerà identificare le principali caratteristiche del problema, così da trasformare una situazione verificatasi nel mondo reale in un problema matematico. Da questo momento in poi, il “problem solver” dovrà individuare e accedere ai relativi contenuti, procedure, processi e strumenti matematici necessari per risolvere il problema. Dopo aver avuto accesso a tali procedure e processi, questi ultimi dovranno essere impiegati in modo corretto, e occorrerà prendere decisioni sul giusto grado di accuratezza richiesto per ottenere una soluzione matematica. La soluzione richiederà inoltre alcune riflessioni, oltre a essere valutata rispetto alla situazione problematica iniziale in termini di ragionevolezza e pertinenza al contesto di vita reale. Successivamente, bisognerà decidere se accettare tale soluzione o se rivedere alcuni aspetti che necessitano di essere perfezionati. Nel caso in cui vengano prese decisioni o formulati giudizi sulla base della soluzione, andrebbero presi in considerazione fattori quali le conseguenze di carattere sociale o economico.

La prima dimensione chiave descritta nella definizione ed elaborazione della numeracy in PIAAC riguarda pertanto le capacità e i processi cognitivi richiesti per affrontare e risolvere il compito o il problema che si è verificato. Tali processi e capacità sono i seguenti:

- accedere e valutare le situazioni da un punto di vista matematico;
- utilizzare e agire sulla matematica;
- valutare, riflettere criticamente, formulare giudizi.

È importante comprendere come queste attività non si escludano a vicenda, né si verifichino secondo uno schema rigido e lineare. Per esempio, identificare le principali caratteristiche di un problema inciderà sull’individuazione dei relativi elementi matematici da affrontare; l’incapacità di accedere a una particolare area matematica potrà comportare la scelta di procedure e processi matematici meno efficaci; o ancora, la valutazione della soluzione in base alla situazione problematica iniziale potrà indicare che le caratteristiche considerate essenziali in un primo tempo non erano in realtà così significative, così che risulti necessario ritornare indietro attraverso le varie fasi per giungere alla soluzione. Pertanto, mentre i processi cognitivi delineati in questa sezione sono descritti separatamente, affrontare un problema del mondo reale con mezzi matematici deve essere considerato un processo preminentemente olistico.

Sarà la combinazione di questi tre processi e delle loro componenti a determinare la difficoltà e la complessità di ogni problema di numeracy da risolvere e di ogni domanda posta nelle unità e negli item di numeracy dell'indagine PIAAC. Dopo la descrizione di ogni processo cognitivo, illustrati di seguito, saranno delineate le domande chiave, che descrivono le questioni e i fattori che influiscono sulla complessità di ogni processo.

Nota: al fine di garantire la distribuzione nella valutazione di PIAAC dei diversi item incentrati sui vari aspetti di tali processi cognitivi, a ogni item è stata assegnata la priorità rispetto a uno dei tre processi.

### **Accedere e valutare le situazioni da un punto di vista matematico (valutare, identificare, accedere e rappresentare)**

Quando gli adulti si imbattono in problemi inglobati in contesti del mondo reale devono prima di tutto decidere se la matematica rappresenta lo strumento adeguato ad affrontare tali situazioni. Una volta stabilito che l'uso della matematica risulterà vantaggioso per far fronte al problema, necessitano poi di identificare le principali caratteristiche di cui tenere conto, nel momento in cui trasformano una situazione del mondo reale in un problema matematico. Tale trasformazione richiede agli adulti di osservare, identificare e accedere alle rappresentazioni e agli elementi matematici inglobati nelle caratteristiche di quella determinata situazione, oltre che di prendere decisioni sulle modalità matematiche di rappresentazione e di risoluzione di quel dato compito. In questo processo, il percorso mentale e i ragionamenti partiranno dal mondo reale per giungere a quello matematico.

Tra le azioni alla base della valutazione delle situazioni e dell'accesso alla matematica per risolvere un problema del mondo reale, figurano:

- identificare le principali caratteristiche di un problema del mondo reale che possono essere rappresentate matematicamente;
- identificare e descrivere/definire le operazioni, i processi e gli strumenti matematici necessari per risolvere il problema;
- semplificare una situazione o un problema così da poterli rappresentare matematicamente, utilizzando le rappresentazioni appropriate, quali variabili, simboli, diagrammi e modelli;
- rappresentare un problema in modi differenti, per es. organizzandolo secondo concetti matematici e formulando ipotesi adeguate;
- prevedere i vincoli del mondo reale e applicarli ai possibili risultati di decisioni prese in base alle definizioni e rappresentazioni del problema.

*Domande chiave che determinano la complessità di tale processo*

- In che modo la matematica è rappresentata e integrata all'interno di una situazione del mondo reale? Attraverso le parole e il linguaggio? Con numeri e simboli, diagrammi, figure, grafici e mappe? In che misura le rappresentazioni e le informazioni matematiche sono informali, formali o complesse?
- L'approccio di tipo matematico è adeguato alla situazione presentata – è sensato utilizzare la matematica per affrontare quel problema del mondo reale? Se sì, qual è il grado di trasformazione richiesto per convertire la situazione del mondo reale in un problema matematico? Quanto risulta implicito o esplicito/ovvio decidere di risolvere la situazione attraverso la matematica? La domanda è stata posta in maniera inequivocabile, così da permettere l'identificazione delle procedure e dei processi matematici necessari?
- Quali capacità di literacy sono richieste per operare tale trasformazione – quali sono i requisiti di lettura, in che misura sono presenti informazioni in grado di distrarre?
- Occorrerà decidere sul grado in cui una soluzione ottenuta dalla risoluzione di una rappresentazione matematica del problema riesce a corrispondere ai contesti della situazione reale originale? Quanto risulta complessa tale decisione?

**Utilizzare e agire sulla matematica (ordinare, contare, stimare, calcolare, misurare, tracciare grafici e disegnare)**

Gli adulti utilizzano processi, procedure e dati matematici al fine di ricavare risultati e risolvere problemi del mondo reale, e necessiteranno quindi di selezionare e impiegare strumenti appropriati, inclusa la tecnologia. Per es., potrebbero necessitare di eseguire calcoli aritmetici; di selezionare, creare o risolvere equazioni; di fare deduzioni logiche a partire da ipotesi matematiche; di effettuare manipolazioni simboliche; di creare e ricavare informazioni da tabelle e grafici matematici; di rappresentare e manipolare oggetti geometrici bidimensionali e tridimensionali; di analizzare dati. Le procedure e i processi matematici utilizzati per risolvere problemi del mondo reale comprendono:

- applicare la matematica a dati, regole e strutture;
- eseguire calcoli matematici e applicare algoritmi di routine;
- intraprendere misurazioni;
- cercare uno schema ricorrente;

- utilizzare un linguaggio simbolico, formale e tecnico, insieme a convenzioni matematiche;
- utilizzare strumenti matematici, inclusa la tecnologia;
- manipolare numeri, grafici, informazioni e dati statistici o basati sulla probabilità, espressioni ed equazioni algebriche, rappresentazioni geometriche;
- raccogliere, organizzare, strutturare e rappresentare le informazioni;
- generare stime e approssimazioni;
- creare e ricavare informazioni da diagrammi, grafici, infografiche e costruzioni matematici;
- revisionare e riflettere su soluzioni iniziali o parziali;
- fare un processo di generalizzazione, partendo da una situazione matematica più complessa per arrivare a un problema/una situazione matematica che possano essere risolti più facilmente.

*Domande chiave che determinano la complessità di tale processo*

- Quanto sono difficili e complessi i concetti, i dati, le procedure e i processi matematici da utilizzare e applicare?
- Quale livello di ragionamenti, argomentazioni, manipolazioni e calcoli matematici è richiesto per rispondere al problema in maniera efficace?
- Quanti passaggi e tipologie di passaggi/procedimenti sono richiesti per risolvere il problema? Si tratta di un'operazione, di un'azione o di un processo singoli, o è necessario integrare differenti passaggi che includono più operazioni, azioni o processi?

**Valutare, riflettere criticamente, formulare giudizi (valutare, riflettere, giustificare e spiegare)**

Per rispondere ai compiti del mondo reale, con eventuali soluzioni, giudizi, decisioni o conclusioni di ordine matematico, occorre ragionare, riflettere e valutare in modo critico. Qualsiasi soluzione a un problema del mondo reale deve essere inoltre valutata rispetto alla situazione problematica iniziale in termini di sensatezza e pertinenza al contesto originale, decidendo se accettare tale soluzione oppure rivederla e modificarla (la cosiddetta “decisione in base al contesto”). Nel caso in cui vengano prese decisioni o formulati giudizi sulla base della soluzione andrebbero presi in considerazione fattori quali le conseguenze di carattere sociale o economico. Le risposte dovranno pertanto contenere spiegazioni e giustificazioni relative alle decisioni, ai giudizi e alle



conclusioni che siano ragionevoli e sensate rispetto al contesto della situazione iniziale. Riflessioni e valutazioni critiche in contesti del mondo reale richiedono:

- di valutare la sensatezza di una soluzione o di parte di essa per risolvere il problema. Ciò include anche il considerare l'adeguatezza di stime e/o il grado di accuratezza richiesto;
- di comprendere le implicazioni del mondo reale delle soluzioni generate mediante metodi matematici, al fine di riflettere e formulare giudizi in maniera critica sul modo in cui i risultati andrebbero perfezionati o applicati;
- di utilizzare argomentazioni di carattere matematico per formulare, difendere o contestare decisioni e/o giudizi;
- di considerare norme e influenze sociali, oltre a vincoli di ordine fisico, nel momento in cui si valuta la validità o l'efficacia di una soluzione matematica a un problema del mondo reale;
- di riflettere sulle argomentazioni e sui processi matematici utilizzati, illustrando e giustificando i risultati;
- di identificare e valutare i limiti connessi alla risoluzione di alcuni problemi del mondo reale.

*Domande chiave che determinano la complessità di tale processo*

- Quanto risulta complesso valutare, riflettere, giustificare, illustrare i risultati matematici e associarli al contesto del mondo reale? Il compito presuppone il dover scegliere tra diverse soluzioni fornite? Oppure il compito richiede di ricavare o stabilire una spiegazione in assenza di soluzioni fornite?
- Quanto risulta complesso associare le prove di carattere matematico agli elementi essenziali del problema del mondo reale? In che misura il compito richiede la formulazione di un giudizio sulla qualità di un'argomentazione matematica condotta per difendere o contestare una proposta in un contesto del mondo reale?
- Quanto risulta complesso associare le prove di carattere matematico agli elementi essenziali del problema del mondo reale? In che misura il compito richiede la formulazione di un giudizio riguardo all'adeguatezza e alla sensatezza di un risultato proposto per un contesto del mondo reale? In che misura il risultato di carattere matematico necessita di essere adeguato al contesto del mondo reale originale? Esso richiede di considerare l'adeguatezza di stime e/o il grado di accuratezza richiesto?

Questi tre Processi cognitivi si collegano al Modello di complessità della numeracy illustrato nella Parte IV "Il Costrutto e i vincoli della valutazione" sono approfonditi nell'Appendice. Si ritiene che i Processi cognitivi

determineranno gran parte della difficoltà degli item e che, congiuntamente alle descrizioni e ai punteggi illustrati nel Modello di complessità, aiuteranno a descrivere le prestazioni, quando occorrerà elaborare i differenti livelli nell'indagine PIAAC.

### Contenuti matematici

È possibile classificare le informazioni matematiche in modi differenti e secondo vari livelli di astrazione. Un possibile approccio è quello di fare riferimento alle “grandi idee in matematica” (cfr. la relativa discussione nella Parte II). Steen (1990), per es., ha individuato sei grandi categorie corrispondenti a: quantità, dimensione, modello, forma, incertezza e variazione. Rutherford e Ahlgren (1990) hanno descritto sistemi di idee correlate: numeri, forme, incertezza, riepilogo dei dati, campionamento e ragionamento. Dossey (1997) ha suddiviso in categorie i comportamenti matematici di literacy quantitativa in: rappresentazioni e interpretazioni dei dati, senso dei numeri e delle operazioni, misurazioni, variabili e relazioni, forme geometriche e visualizzazione spaziale, e probabilità. Più in generale, molti framework di percorsi formativi di tutto il mondo fanno in un modo o in un altro riferimento a queste aree chiave, sebbene impieghino terminologie e raggruppamenti in qualche misura differenti tra loro (per es. NCTM 2000).

Questa dimensione resta simile al Ciclo 1 dell'indagine PIAAC e all'equivalente sfaccettatura presente nell'indagine PIAAC e in ALL. Alcuni nomi sono stati modificati, in parte per renderli più coerenti con l'indagine PISA.

Le descrizioni e le etichette relative alla Literacy matematica per il Contenuto. Vengono qui illustrate le tre versioni delle etichette del Contenuto.

Ciclo 1 dell'indagine PIAAC	Ciclo 2 dell'indagine PIAAC	PISA 2012/21
Quantità e numero	Quantità e numero	Quantità
Dimensione e forma	Spazio e forma	Spazio e forma
Modello, relazioni e variazioni	Variazioni e relazioni	Variazioni e relazioni
Dati e probabilità	Dati e probabilità	Incertezza e dati

### Descrizione

Nella valutazione della numeracy in PIAAC vengono impiegate e descritte quattro aree chiave di contenuti matematici.

- Quantità e numero
- Spazio e forma
- Variazioni e relazioni

- Dati e probabilità

Ciascun item di numeracy in PIAAC può coinvolgere una o più di queste quattro aree di contenuti matematici, che non si escludono pertanto a vicenda. Per es., un'unità e un item in Dati e probabilità includeranno necessariamente anche dati che saranno espressi sotto forma di quantità o numeri, così come un item di misurazione in Spazio e forma sarà espresso in quantità o numeri. Questi item vengono classificati in base all'area di contenuto a cui si rivolge la principale comprensione concettuale e capacità.

### Quantità e numeri

La nozione di quantità e di numeri è un aspetto matematico fondamentale delle attività e del funzionamento del nostro mondo. L'area di contenuto relativa a Quantità e numeri implica la comprensione di ordini, conteggi, l'attribuzione di valori, ordini di grandezza, indicatori, dimensioni relative e tendenze matematiche. Ciò va a comprendere aspetti del ragionamento di ordine quantitativo, tra cui il senso dei numeri, molteplici rappresentazioni di numeri, calcoli fatti a mente, stime e valutazioni della sensatezza dei risultati. Per quest'area di contenuto è necessario conoscere e applicare i numeri interi, razionali e irrazionali, i numeri positivi, negativi e le equivalenze. Occorre inoltre comprendere e applicare le operazioni numeriche, incluso l'ordine delle operazioni, in un'ampia gamma di contesti.

Esempi illustrativi:

- identificare e contare il numero di item mostrati in una foto in cui figura un insieme di elementi od oggetti;
- calcolare il costo di una zuppa in scatola, conoscendo il costo di 4 zuppe;
- calcolare il costo di 0,283 kg di formaggio conoscendo il prezzo al chilo;
- un altro possibile esempio è quello di stabilire se i numeri decimali forniti rientrano in un determinato intervallo di numeri.

### Spazio e forma

L'area di contenuto relativa a spazio e forma racchiude un'ampia gamma di fenomeni che è possibile incontrare ovunque nel nostro mondo fisico e visivo. Essa comprende la comprensione e l'uso di: sistemi di misurazione informali e standard, formule di misurazione; dimensioni e unità; localizzazione e direzione; forme e schemi geometrici; proprietà degli angolari; simmetria;

trasformazioni e rappresentazioni/prospettive in 2D e 3D. Quest'area di contenuto richiede la comprensione e l'interpretazione di misurazioni e scale, della posizione e dell'orientamento, di schemi, modelli, mappe e diagrammi, e della navigazione (inclusa la comprensione di distanze da percorrere, velocità e tempi di viaggio, e l'utilizzo di strumenti quali i Sistemi di Posizionamento Globale).

Esempi illustrativi:

- l'identificazione di una forma o l'abbinamento di un'immagine di un oggetto reale allo schema/diagramma corretto;
- la lettura del peso/della massa di un oggetto su una scala analogica;
- l'interpretazione di una mappa online in base alle distanze da percorrere, alla velocità e ai tempi di viaggio;
- l'elaborazione delle quantità richieste per compiti quali l'applicazione di carte da parati, di piastrelle o di pitture, date particolari dimensioni.

### Variazioni e relazioni

L'area di contenuto relativa a variazioni e relazioni comprende le modalità atte a descrivere, delineare e interpretare le relazioni matematiche, i modelli quantitativi e le differenze che si trovano nel mondo reale. È possibile organizzare le variabili del mondo reale in base a relazioni lineari e non lineari. Si possono rappresentare tali relazioni tramite descrizioni, foto o immagini, tabelle, grafici o formule. In quest'ultimo caso, potrebbe esser necessario comprendere e utilizzare espressioni algebriche e i relativi metodi per trovare la soluzione. Tale area di contenuto presuppone la comprensione, l'utilizzo e l'applicazione del pensiero proporzionale e dei tassi di variazione, incluso l'impiego e l'applicazione di coefficienti. Richiede altresì di riconoscere, descrivere e/o utilizzare una relazione tra le diverse variabili ricavate da una situazione del mondo reale.

Esempi illustrativi:

- confrontare i diversi sconti proporzionali su un articolo in vendita in base a due scale differenti, in cui tali sconti vengono visualizzati in modi diversi;
- comprendere e utilizzare formule, per es. per calcolare il tasso di interesse o di inflazione, o l'indice di massa corporea di un individuo;
- comprendere e applicare il pensiero proporzionale per calcolare valori basati su percentuali o proporzioni di quantità/ingredienti;

- comprendere e applicare la crescita lineare al fine di prevedere crescite o cali futuri.

### Dati e probabilità

L'area di contenuti relativa a dati e probabilità racchiude ambiti quali la raccolta e la visualizzazione di dati, grafici e diagrammi, misure di tendenza centrale e di variabilità, oltre alla comprensione dell'approccio adeguato a raccogliere e campionare i dati. La rappresentazione e l'interpretazione dei dati sono tra i concetti chiave di questa categoria. Quest'area di contenuto include inoltre la conoscenza e la comprensione di statistiche e probabilità. Le statistiche e la probabilità contemplano la probabilità, la certezza e l'incertezza soggettive, la verosimiglianza e l'inverosimiglianza, le previsioni e i processi decisionali. Per es., l'attribuzione di un valore numerico alla verosimiglianza di un caso specifico è un fenomeno che si osserva ovunque, che sia connesso o meno al tempo, al mercato azionario, alle prognosi mediche o alla decisione di salire a bordo di un aereo.

Esempi illustrativi:

- interpretare e identificare una particolare informazione su un grafico a colonna o a torta;
- utilizzare uno strumento o un grafico online interattivi per interpretare e analizzare i dati forniti;
- utilizzare e comprendere le medie per calcolare gli obiettivi richiesti;
- ordinare e interpretare un insieme di dati per testare le differenti opzioni connesse a quest'ultimo.

### Contesto

Gli insiemi di descrittori utilizzati nei framework sia dell'indagine PISA che del Ciclo 1 di PIAAC relativi ai primi tre contesti (personale/vita di tutti i giorni; professionale/relativo al lavoro; sociale/comunitario) sono stati estremamente coerenti tra loro. Tra le raccomandazioni fornite dal team di revisione vi era quella di impiegare preferibilmente l'aggettivo "personale" di PISA rispetto all'espressione "di tutti i giorni" utilizzata nell'indagine PIAAC. L'espressione "di tutti i giorni" suggerisce una certa uniformità tra le attività svolte dalle persone, non rivelandosi particolarmente illuminante, mentre il termine "personale" vuole indicare che il problema in questione riguarda direttamente uno specifico individuo. Ciò viene approfondito di seguito.

Il quarto contesto, *Ulteriori percorsi formativi* nell'indagine PIAAC e *Scientifico* in PISA, è stato indicato nelle raccomandazioni del progetto di revisione come degno di particolare interesse. Il contesto 'scientifico' di PISA presenta due elementi. Alcuni item classificati come "scientifici" nell'indagine PISA sono infatti di natura "intra-matematica", riferendosi a quelle situazioni che ricadono all'interno del mondo della matematica, espressamente correlate alle conoscenze degli aspetti formali della matematica, senza o con poche connessioni con la vita reale. Infatti, diversamente dall'indagine PISA, non figuravano in PIAAC domande di natura puramente intra-matematica. In PISA figurava un altro set di domande classificate come "scientifiche", in cui la situazione o il contesto erano collegati al mondo naturale (per es., il clima o l'ecologia). Nel Ciclo 1 dell'indagine PIAAC, tale contesto relativo agli "ulteriori percorsi formativi" veniva descritto in relazione alla necessità degli adulti di risolvere problemi sorti in ulteriori percorsi di formazione, sia per fini accademici che per la formazione professionale, ed era espressamente connesso alla conoscenza di aspetti matematici più formali, incluse le convenzioni adottate per applicare regole e principi matematici. Gli item effettivi, tuttavia, potevano essere classificati anche in base agli altri tre contesti. Per es., l'item campione di questo contesto che è stato presentato e discusso in uno dei documenti dell'OCSE era quello delle "Candele" (OECD 2013b, 77). Tuttavia, questo item poteva essere classificato anche con le etichette "vita di tutti i giorni", "professionale" o "sociale/comunitario". Pertanto, la revisione del framework della numeracy di PIAAC raccomandava di affrontare il contenuto di questo quarto contesto relativo agli "ulteriori percorsi di studio". Il Gruppo di esperti sulla numeracy ha pertanto stabilito che ai fini del Ciclo 2 di PIAAC solo i primi tre contesti sarebbero stati significativi per gli adulti, mentre tutti gli item relativi agli "ulteriori percorsi di studio" del Ciclo 1 di PIAAC potevano essere facilmente riclassificati in base a uno degli altri tre contesti. Per soddisfare l'esigenza di avere item riguardanti la conoscenza di aspetti matematici più formali, incluse le convenzioni utilizzate per applicare regole e principi matematici, si possono integrare quei requisiti attraverso l'area di contenuto di "variazioni e relazioni". Alcuni nomi sono stati modificati, in parte per renderli più simili alle descrizioni e alle etichette della literacy matematica di PISA per il Contesto. Vengono qui illustrate le tre versioni delle etichette del Contesto.

Ciclo 1 dell'indagine PIAAC	Ciclo 2 dell'indagine PIAAC	PISA 2012/21
Vita di tutti i giorni	Personale	Personale
Relativo al lavoro	Lavoro	Professionale
Sociale/comunitario	Sociale/comunitario	Sociale e scientifico (mondo naturale)
Ulteriori percorsi formativi		Scientifico (item intra-matematici)

## Descrizione

Le persone cercano di gestire o rispondere a situazioni che implicano elementi matematici o di numeracy per soddisfare uno scopo o conseguire un obiettivo. Di seguito vengono descritti tre differenti contesti che possono richiedere l'uso e l'applicazione di capacità di numeracy.

- Personale
- Lavoro
- Sociale/comunitario

Non si escludono a vicenda e possono presupporre alla loro base gli stessi temi matematici. Nel XXI secolo è importante essere in grado di ragionare criticamente sull'utilizzo e l'applicazione della matematica, e gli adulti devono saper prendere decisioni e formulare giudizi, oltre che difendere o sostenere le proprie argomentazioni. I diversi contesti corrispondono a differenti aree della vita degli adulti in cui questi ultimi possono imbattersi in situazioni di numeracy, offrendo così lo scopo per impegnarsi, risolvere e riflettere criticamente sui problemi del mondo reale che includono la matematica.

## Personale

Nella vita personale e familiare ci si imbatte spesso in compiti di numeracy, che ruotano intorno a hobby, sport, giochi, crescita personale e interessi. Il contesto personale si concentra sulle attività di un individuo e sulle sue interazioni con i suoi familiari prossimi. Tra i compiti in tal senso rappresentativi vi sono (a titolo esemplificativo): gestione di denaro e operazioni/transazioni finanziarie personali o familiari, salute e benessere, attività con la famiglia e gli amici, acquisti, gestione del tempo libero, pianificazione di viaggi e vacanze, con lettura di mappe, utilizzo di misure in situazioni domestiche, mentre si cucina, nei lavori di giardinaggio, nel dosare medicine o nell'effettuare riparazioni.

## Lavoro

Gli adulti, sul posto di lavoro, incontrano spesso situazioni di numeracy più specifiche di quelle tipiche della vita di tutti i giorni. Gli odierni ambienti professionali spesso richiedono livelli crescenti di alfabetizzazione tecno-matematica. Tra i compiti in tal senso rappresentativi vi sono (a titolo esemplificativo): completamento di ordini di acquisto, mantenimento delle scorte, calcolo del totale delle ricevute, calcolo delle variazioni, gestione di appuntamenti, di budget e di risorse di progetto, libri paga/contabilità, fogli di calcolo, completamento e interpretazione di grafici di produzione e controllo, gestione di input e output di produzione, monitoraggio di costi e spese, interpretazione di risultati su dispositivi tecnologici e applicazione di formule. Tra i compiti connessi al lavoro figurano inoltre la lettura di grafici, progetti e diagrammi professionali, il possesso di una consapevolezza di tipo spaziale per selezionare la migliore alternativa di stoccaggio, per organizzare e imballare i beni, e la pianificazione del percorso di consegna più conveniente. Tale contesto comprende inoltre l'esecuzione e la registrazione di misurazioni di lunghezza, peso, temperatura, dosaggi, aree, volumi, o altre attività connesse a misurazioni, unitamente all'utilizzo e all'applicazione di formule e coefficienti di misurazione. I contesti di tipo professionale possono inoltre riguardare qualsiasi livello di forza lavoro, da quello non specializzato a quello altamente qualificato.

## Sociale/comunitario

Gli adulti devono conoscere dati e statistiche di natura quantitativa con le relative rappresentazioni, oltre che interpretare tendenze e conseguenze di una serie di attività e azioni che hanno luogo nel mondo che li circonda a livello locale, nazionale o globale. Gli adulti hanno inoltre bisogno di conoscere ed essere in grado di comprendere differenti relazioni matematiche, adoperando per es. il ragionamento proporzionale, nel momento in cui leggono e interpretano informazioni presentate da autorità comunitarie o governative. Gli adulti possono poi prendere parte a una serie di eventi sociali o attività comunitarie, per es. partecipando alla vita sociale e politica, oppure organizzando e unendosi a funzioni e a raccolte fondi nella propria comunità. Tra i compiti in tal senso rappresentativi vi sono (a titolo esemplificativo): la comprensione e l'interpretazione di informazioni e grafici di natura finanziaria, statistica e numerica su trasporto pubblico, criminalità, salute, istruzione,



politica, demografia, inquinamento, eventi pubblici, ecc. Tali informazioni sono sempre più diffuse dai media, dai servizi governativi, dagli istituti finanziari, dai servizi pubblici e da una serie di servizi e organizzazioni comunitari.

## Rappresentazioni

Nella nuova definizione è stata aggiunta e resa dunque più esplicita la cosiddetta *rappresentazione*, che corrisponde alla terza sfaccettatura della precedente elaborazione contenuta in ALL e PIAAC. Sebbene fosse stata inclusa nella precedente elaborazione, non figurava nella definizione, e non poteva pertanto contribuire ad orientare lo sviluppo degli item.

In base alla *Sfaccettatura 4: rappresentazioni di informazioni matematiche*, il framework della numeracy del Ciclo 1 di PIAAC affermava come sia possibile rappresentare contenuti, informazioni e idee di carattere matematico in molteplici modalità: oggetti e illustrazioni; numeri e simboli matematici; formule; diagrammi e mappe; grafici; tabelle; testi; e infine, schermi tecnologici. Tuttavia, non si è proceduto all'approfondimento di alcuna di queste modalità (PIAAC Numeracy Expert Group 2009, 28) e, nonostante sia emersa la questione delle diverse forme di rappresentazione delle informazioni, non sono stati ancora studiati i formati digitali o dinamici.

Solo adesso è stata presa in esame la natura delle infografiche, nel campo dell'insegnamento della matematica. Diezmann e Lowrie (2008), per esempio, hanno evidenziato l'importanza del sapersi destreggiare nell'interpretazione delle infografiche (per es., grafici, tabelle, mappe), dal momento che vengono sempre più adoperate per gestire, comunicare e analizzare informazioni. Le società dipendono sempre più dalla rappresentazione delle informazioni mediante l'uso di diagrammi e grafici. Occorre pertanto affrontare questa nuova modalità di rappresentazione di dati e informazioni, più dinamica delle precedenti. Adesso non si tratta più di interpretare immagini statiche, come avveniva per il pool di item del Ciclo 1 dell'indagine PIAAC, ma sono emersi nuovi scenari e problemi connessi all'interpretazione e alla manipolazione di rappresentazioni dinamiche.

Nella revisione del 2017 si raccomandava per il Ciclo 2 di PIAAC di sfruttare il potenziale della tecnologia per favorire una valutazione più efficace, rappresentativa e adeguata al XXI secolo, resa possibile da un maggiore uso di differenti tecnologie, media e relative rappresentazioni. La Parte IV contiene ulteriori approfondimenti.

## Descrizione

Le informazioni quantitative e matematiche delle situazioni del mondo reale vengono sempre presentate e incorporate in formati differenti, tramite parole o testi, diagrammi o grafici, oppure in maniera dinamica. Di per sé, la matematica in forma astratta e isolata dal contesto non esiste nel mondo reale, per es.  $80\% \times € 7.80$ ; questo tipo di matematica sarà più facilmente integrato all'interno di una pubblicità, come nel caso di uno "sconto del 20%", e il lettore avrà bisogno di leggere l'informazione e di capire che, per la soluzione, dovrà sottrarre il 20% dal prezzo iniziale di € 7.80. Pertanto, il framework dell'indagine PIAAC deve esaminare le differenti rappresentazioni della matematica in situazioni di numeracy del mondo reale.

Le informazioni matematiche presenti in una determinata situazione possono essere disponibili o rappresentate in molteplici forme. Possono apparire sia sotto forma di oggetti concreti da dover contare (per es., persone, edifici, vetture, ecc.), sia nelle relative immagini. Possono inoltre essere trasmesse attraverso simboli (per es., numeri, lettere, segni di operazioni o relazioni). Le informazioni matematiche vengono talvolta trasmesse mediante formule, che rappresentano modelli di relazione tra entità o variabili. Le informazioni matematiche possono essere inoltre codificate in schermi sotto forma di diagrammi o grafici; tali tabelle possono essere funzionali alla visualizzazione di informazioni statistiche o quantitative aggregate (per visualizzare oggetti, contare dati, ecc.). Allo stesso modo, le mappe di entità reali (per es., la piantina di una città o un progetto) possono contenere informazioni quantificabili o rappresentabili matematicamente. In ultimo, ma non meno importante, gli elementi testuali possono contenere molte informazioni matematiche o influire sull'interpretazione di informazioni matematiche (e statistiche), come verrà di seguito illustrato.

Può capitare che una persona debba ricavare informazioni matematiche da differenti tipologie testuali, che siano testi in prosa o documenti redatti in formati specifici (come nel caso di moduli fiscali). Nei compiti di numeracy è possibile incontrare due differenti tipologie testuali. La prima contiene informazioni matematiche rappresentate sotto forma di testo, per es. con parole o frasi con significati matematici. Alcuni esempi sono i numeri scritti a lettere (per es. 'cinque' al posto di '5'), termini matematici di base (per es., frazione, moltiplicazione, percentuale, media, proporzione), o frasi più

complesse (per es., “tasso di criminalità raddoppiato”) che richiedono di essere interpretate, o di confrontarsi con significati non univoci (o con le differenze che sussistono tra il significato di un termine in campo matematico e nella vita di tutti i giorni). La seconda tipologia testuale riguarda invece quei casi in cui le informazioni matematiche vengono espresse in notazioni o simboli standard (per es., numeri, segni più e meno, simboli di unità di misura, ecc.), ma sono incorporate in testi che, malgrado la loro natura non matematica, devono comunque essere interpretati per ricavare ulteriori informazioni e dati sul contesto. Un esempio può essere rappresentato dai moduli o dai dispositivi interattivi per effettuare depositi bancari (per es., da dispositivi mobili o sportelli bancomat), che contengono testi e istruzioni in cui sono presenti numeri che esprimono importi monetari, o dai ticket di parcheggio su cui figura l’importo da pagare entro una certa data in caso di infrazione, ma che riportano anche gli eventuali procedimenti legali e le sanzioni applicabili in caso di mancato pagamento della multa entro la data prevista.

Grazie alla digitalizzazione delle informazioni e dei processi che ha accompagnato il XXI secolo, tra le attuali tipologie di rappresentazione figurano schermi tecnologici e visualizzazioni di dati su siti web, infografiche, calcolatrici online, fogli di calcolo, programmi, applicazioni mobili e altro.

Vengono di seguito descritte quattro categorie di rappresentazione di situazioni di numeracy del mondo reale.

- Testo o simboli
- Immagini di oggetti fisici
- Informazioni strutturate
- Applicazioni dinamiche

Ciascun item di numeracy in PIAAC può coinvolgere una o più di queste quattro dimensioni corrispondenti a descrizioni di rappresentazioni differenti, che non si escludono pertanto a vicenda.

### **Testo o simboli**

Lo stimolo si basa principalmente su un testo a scorrimento che illustra la situazione problematica e che può includere simboli e informazioni numeriche integrati nel testo.

### Immagini di oggetti fisici

Lo stimolo si basa principalmente su foto o immagini di oggetti fisici, che raffigurano la situazione problematica. L'immagine contiene le informazioni cruciali per risolvere il problema (per es., righello o strumento/scala di misurazione, oggetti in 3D).

Vengono talvolta aggiunti alcuni testi che vanno a specificare o a restringere la situazione problematica.

### Informazioni strutturate

Lo stimolo si basa principalmente su dati o informazioni che vengono rappresentati mediante tabelle, grafici, mappe, progetti, calendari, orari, programmi, infografiche, ecc. Nella maggior parte dei casi, si tratta di rappresentazioni di dati generate al computer, sempre più pervasive nei mezzi di informazione e nei social media, oltre che nelle informazioni diramate da servizi pubblici, governativi ed enti finanziari.

I testi saranno spesso utilizzati per contribuire a specificare e descrivere le informazioni e la situazione problematica.

### Applicazioni dinamiche

Lo stimolo si basa principalmente su applicazioni interattive, di calcolo e animazione (per es., software di pianificazione e progettazione, fogli di calcolo strutturati, programmi di disegno, applicazioni online e calcolatori quali calcolatori di prestito, convertitori di valuta, ecc.) ideate per aiutare gli utenti a eseguire calcoli o per pianificare o progettare attività. In questa categoria possono inoltre figurare: (stimoli originati da) dispositivi portatili e strumenti di misurazione.

Vengono talvolta utilizzati testi che servono a specificare o a restringere la situazione problematica.

## 5. PARTE IV. Sviluppi e vincoli dell'assessment

L'operatività del costrutto della numeracy in una valutazione su larga scala quale l'indagine PIAAC è influenzata da molteplici fattori che determinano in quale misura il costrutto teorico può essere in pieno trattato mediante la raccolta effettiva di item utilizzati nell'assessment diretto. La revisione del 2017 (Tout *et al.* 2017) ha preso in esame alcuni sviluppi della valutazione, incluso quello relativo alle capacità matematiche e di numeracy. Vista la natura multiforme della prospettiva e della definizione relative alla descrizione e al costrutto della numeracy in PIAAC, la revisione raccomandava un sistema multimodale per valutarne il concetto e il costrutto. Inoltre, grazie ai nuovi sviluppi tecnologici e nel campo della comunicazione, i nuovi sviluppi della valutazione potrebbero offrire un'opportunità per migliorare quella della numeracy nel Ciclo 2 di PIAAC.

La revisione inoltre riconosceva già come gli item del Ciclo 1 di PIAAC si basassero principalmente su immagini statiche e relative risposte, somigliando a valutazioni in forma cartacea trasferite su computer, in parte a causa del trasferimento di numerosi item di tipo cartaceo dalla precedente valutazione di ALL a quella di PIAAC somministrata tramite computer. Allo stesso modo, la piattaforma utilizzata per il Ciclo 1 di PIAAC era piuttosto limitata, in termini di modalità e interazioni in cui inserire lo stimolo e di risposte a cui poteva essere automaticamente assegnato un punteggio.

Questa parte inizia con un'introduzione generale allo sviluppo delle valutazioni nel XXI secolo, soprattutto in relazione a quelle concentrate sulle capacità matematiche degli adulti, per proseguire con una sezione in cui vengono delineati un processo e una struttura che potrebbero migliorare la valutazione della numeracy nel Ciclo 2 di PIAAC. Segue poi una discussione sui vincoli cui è sottoposto lo sviluppo dell'assessment diretto della numeracy in PIAAC. Sulla

base di tali argomentazioni, vengono poi illustrati i principi guida della valutazione della numeracy in PIAAC, oltre a essere approfondito il modello per effettuare la proporzione degli item rispetto alle dimensioni chiave nel costrutto. Infine, viene esaminato e approfondito un modello di supporto sui fattori che incidono sulla complessità del compito (o sulla difficoltà degli item), che risultano importanti sia per la progettazione del compito sia per l'interpretazione dei risultati relativi alla numeracy in PIAAC.

### Sviluppi della valutazione

Nel corso del XXI secolo la tecnologia ha reso possibili progressi nelle misure e nelle valutazioni in ambito didattico, in parte per l'esigenza di valutare le capacità di tale secolo. Su tali sviluppi sono stati condotti numerosi studi (cfr. per es. Bennett 2015; Geisinger 2016; Parshall *et al.* 2002; Shute *et al.* 2016) Bennett (2015), che si dedica da parecchio tempo allo studio e alla classificazione delle valutazioni in campo didattico, descrive tre generazioni di valutazioni. La prima generazione di test che si sono avvalsi di strumenti tecnologici viene da lui descritta come un'attività in gran parte di costruzione di infrastrutture, che ha gettato le basi per somministrare i test mediante un nuovo supporto, mentre la maggior parte della valutazione presentava ancora forti somiglianze con i test tradizionali. Per i test di seconda generazione, sosteneva come l'obiettivo guida fosse un miglioramento in termini di qualità ed efficienza (Bennett 1998 e 2010) e che, nel momento in cui questi test si servivano meno di item di formato tradizionale, si dirigevano verso nuovi formati multimodali, così da tentare di misurare nuovi costrutti. La tecnologia ha spesso rappresentato la forza trainante. Vi è poi la terza generazione di test, descritta da Bennett come quella della "reinvenzione", che ha coinvolto numerosi fronti, dal momento che tali valutazioni erano in grado di servire sia a scopi istituzionali che di apprendimento individuale. Esse sono progettate sia sulla base di principi cognitivi che di settori teorici, impiegando stimoli "complessi e altri compiti interattivi, che riproducono caratteristiche salienti del contesto reale, consentendo un'interazione più naturale con i computer e andando a valutare nuove capacità in modalità più sofisticate" (Bennett 2015, 372). Questi test fanno inoltre uso della Realtà aumentata e virtuale (cfr. per es. Bower *et al.* 2014, Sommerauer e Müller 2014).

Se da un lato il documento di revisione e l'attuale Gruppo di esperti riconoscono come non sia ancora possibile utilizzare e implementare il

potenziale della Realtà aumentata e virtuale in una valutazione internazionale e su larga scala come l'indagine PIAAC, dall'altro occorre fare alcune considerazioni riguardo ai futuri sviluppi e ai possibili miglioramenti della valutazione della numeracy in PIAAC. Esistono molte opzioni e modelli basati sul computer in grado di dirci in che modo la numeracy potrebbe essere valutata in maniera più efficace nella future versioni di PIAAC, compreso il Ciclo 2. Le sezioni seguenti descrivono alcuni di questi possibili miglioramenti, terminando con un'analisi della natura e dei vincoli di una valutazione come PIAAC, evidenziando soprattutto la necessità di disporre di materiali e domande in molte lingue differenti.

### La valutazione somministrata tramite computer delle capacità matematiche e di numeracy

La letteratura dedicata alle valutazioni somministrate tramite computer delle capacità matematiche (CBAM) e dell'apprendimento multimediale della matematica (per es., Atkinson 2005) si concentra soprattutto sulla rappresentazione multimodale di concetti matematici: calcoli, grafici, diagrammi, sistemi di algebra computazionale, fogli di calcolo, programmi statistici, ecc. Tuttavia, un altro importante punto focale del test somministrato tramite computer della numeracy è quello del ruolo della rappresentazione del problema (le situazioni e i contesti in cui è inglobata la matematica). È possibile considerare anche altri studi di carattere più generale sulla rappresentazione di situazioni di vita reale in ambito didattico e nelle valutazioni (cfr. per es. Schnotz 2002 e 2005; Schnotz *et al.* 2010; Schnotz e Bannert 2003; Schnotz e Kürschner 2008), oltre a studi incentrati sull'apprendimento multimediale più generale (Mayer 2005 e 2009), pur tenendo conto del dibattito sul carico cognitivo (Sweller 2005 e 2010; Van Gog *et al.* 2010).

Nell'analisi e revisione della valutazione facoltativa somministrata tramite computer degli item matematici sviluppata per PISA 2012, gli sviluppatori del test ACER hanno creato un elenco delle caratteristiche di cui hanno giovato gli item di tali tipologie di test rispetto a valutazioni tradizionali della numeracy in forma cartacea:

- il loro essere congegnati in linea con stili di apprendimento interattivi tipici degli studenti ha portato questi ultimi a impegnarsi maggiormente coi compiti;

- gli item dipendono meno dal testo e dalle capacità di lettura, consentendo agli studenti di accedere a un item partendo da segnali visivi, e quindi di utilizzare il testo per confermare le informazioni di risposta richieste;
- le modalità di risposta sono più flessibili e meno scoraggianti. Gli studenti possono facilmente modificare una risposta, risultando dunque più inclini a effettuare un tentativo;
- i relativi calcoli possono essere automatizzati, con risposte corrette e un minor dispendio di tempo. Ciò fa sì che gli item possano affrontare ragionamenti matematici di ordine superiore;
- gli item possono valutare capacità spaziali e visive tramite stimoli e manipolazioni accurati, che nei formati “carta e penna” non sono immediatamente disponibili;
- gli item possono valutare l’abilità di utilizzare una più ampia gamma di strategie di problem solving, come l’osservazione di schemi ricorrenti e tendenze e dell’effetto di manipolazioni e azioni;
- essi possono inoltre simulare processi al computer, come nel caso di fogli di calcolo, strumenti grafici e di disegno, oltre a gestire online le informazioni;
- i sistemi sono in grado di raccogliere dati sul comportamento di uno studente relativamente a un item, per es. il tempo impiegato, il numero di click, i processi eseguiti e lo stato finale (PISA Mathematics Expert Group 2009).

Essi possono essere anche applicati a una valutazione della numeracy come l’indagine PIAAC. Il team di sviluppatori degli item del test ACER ha inoltre sviluppato l’utile classificazione di PISA 2012 degli item di un test delle capacità matematiche somministrato tramite computer (PISA Mathematics Expert Group 2009; Tout e Spithill 2015). Erano per es. inclusi item basati su calcoli automatici, che potevano essere eseguiti ‘dietro le quinte’, per favorire la valutazione di capacità e comprensioni matematiche più profonde; animazioni e/o manipolazioni; disegni; risposte e/o segnali spaziali e visivi; la simulazione di applicazioni per computer (per es. utilizzare la capacità di ordinare dati di un simil-foglio di calcolo); grafici interattivi che consentono rappresentazioni automatiche di funzioni matematiche e statistiche; e la simulazione di applicazioni o contesti web, con o senza interattività basata sul computer (per es., l’acquisto di beni online).

Un altro vantaggio legato alle valutazioni somministrate tramite computer (o tablet) è che mettono a disposizione molte tipologie di risposte e item già utilizzate e a cui può essere assegnato un punteggio in modo automatico, come



nel caso di: formati di risposta a selezione (per es. a scelta multipla o a scelta multipla complessa, come domande con vero/falso); immissioni di numeri, click-on e hot-spot; drag-and-drop; menu a discesa; collega e rimetti in ordine; insieme alla manipolazione di immagini per giungere alla posizione finale corretta e alla soluzione.

### Migliorare la valutazione della numeracy nel Ciclo 2 di PIAAC

Nel primo ciclo della valutazione di PIAAC, c'era un divario tra la complessità del concetto di numeracy impiegato e la funzionalità della piattaforma di valutazione. Come osservato in precedenza, le valutazioni relative all'attuale pool di item sono relativamente semplici e uni-dimensionali. Tale analisi viene confermata dalla letteratura in materia (per es. Bennett 2015).

Alcune valutazioni più complesse, che impiegano alcune delle opzioni sopraindicate, non mirano necessariamente a valutare capacità più complesse o di ordine superiore, ma si concentrano piuttosto sulla natura sfaccettata e multimodale delle situazioni problematiche di numeracy in cui è possibile imbattersi nella vita reale. Per valutare un concetto complesso di numeracy occorre utilizzare opzioni multimodali, che rappresentino meglio la realtà e in cui gli intervistati possano mostrare (o meno) la loro competenza.

È importante distinguere e raggiungere un equilibrio tra la forte spinta originata dagli sviluppi tecnologici, che può essere impiegata per valutazioni (basate sulla tecnologia) e il desiderio di progettare una valutazione strettamente connessa ai concetti che ruotano attorno al costrutto della numeracy (basata sul concetto).

In particolare, gli eventuali miglioramenti nello sviluppo della valutazione della numeracy in PIAAC devono essere sviluppati a partire da due aspetti centrali del costrutto della numeracy di questa indagine:

- il fatto che PIAAC si basi su un concetto sfaccettato di numeracy e sia associato a una valutazione di tipo multimodale;
- il fatto che PIAAC sia inteso a valutare quanto gli individui sono in grado di utilizzare le loro conoscenze e capacità matematiche per risolvere problemi che derivano da situazioni, esigenze o necessità pratiche e autentiche (ovvero, del mondo reale).

La definizione e la descrizione di numeracy dell'indagine PIAAC ricadono in quella categoria che Maguire e O'Donoghue (2002) chiamavano "fase integrativa". Costoro suddividevano lo sviluppo delle definizioni e delle idee di

numeracy in tre fasi: formativa, matematica e integrativa. In quella “integrativa”, come nel caso dell’indagine PIAAC, la numeracy viene vista come un costrutto complesso, sofisticato e sfaccettato, che incorpora gli aspetti matematici, comunicativi, culturali, sociali, emotivi e personali di ogni individuo in una situazione del mondo reale. La numeracy, al pari della literacy matematica nell’indagine PISA, viene considerata come una capacità complessa, che trascende la semplice abilità di eseguire calcoli aritmetici e di usare la matematica di base. Tali approcci più integrativi alla numeracy sono diventati influenti nel corso degli ultimi decenni, come mostrato da progetti che definivano gli standard del contenuto didattico della numeracy e i framework di valutazione come nelle indagini PISA, ALL e PIAAC, oltre agli standard/framework dei programmi formativi nazionali degli adulti (cfr. per es. DfE 2014; Quality Qualifications Ireland 2016; McLean *et al.* 2012; Tertiary Education Commission 2008). La valutazione di un fenomeno tanto sfaccettato richiede pertanto un insieme altrettanto variegato e multimodale di item autentici, come precedentemente illustrato in relazione agli sviluppi e alle possibilità delle valutazioni.

Hoogland e Tout (2018), prendendo in considerazione le pressioni e le sfide connesse alle valutazioni delle capacità matematiche somministrate tramite computer (CBAM) nel XXI secolo, sostenevano come la tecnologia presentasse il potenziale per favorire la valutazione di pensieri matematici di ordine superiore, oltre a rappresentare problemi autentici provenienti dal mondo che ci circonda, in cui poter utilizzare e applicare le nostre conoscenze e capacità matematiche. Affermavano tuttavia come la vera sfida sia quella di non consentire alle tecnologie, con il supporto di analisi psicometriche, di concentrarsi eccessivamente sulla valutazione di obiettivi di ordine inferiore, come nel caso della riproduzione di conoscenze e capacità procedurali o basate sui calcoli. Queste finalità risultano coerenti con quelle della valutazione della numeracy nell’indagine PIAAC. Valutare un concetto tanto sfaccettato basandosi sui semplici compiti di una valutazione comporta due effetti negativi.

1. Quando gli item sono troppo semplici e uni-dimensionali, non è possibile valutare appieno le capacità degli individui di affrontare problemi matematici complessi e sfaccettati tratti dalla vita reale.
2. Non bisogna inoltre sottostimare la potenziale ricaduta di una valutazione internazionale delle competenze degli adulti sulle pratiche didattiche della numeracy. È responsabilità degli sviluppatori della valutazione, come in PISA e in PIAAC, di vegliare a che i relativi framework e gli item per la

valutazione siano in sintonia e riflettano i costrutti e i concetti complessi e sfaccettati che vengono valutati.

Come illustrato nelle precedenti Parti del framework, nelle valutazioni della numeracy degli adulti è essenziale sia rendere le situazioni, le rappresentazioni e le risposte il più possibile autentiche e simili al modo in cui gli adulti incontrano la matematica in contesti di vita differenti, sia non utilizzare domande che ricalchino i tipici problemi scolastici in forma scritta già descritti. È probabile che il problema dell'autenticità e dell'adeguatezza culturale si riduca nel momento in cui vengono valutati allievi delle scuole, come nel caso dell'indagine PISA, in quanto gli sviluppatori del test possono adottare una terminologia matematica standard, formule, simboli e così via; ciò consente, quando si valutano persone in età scolare, di standardizzare le richieste rivolte agli intervistati, veicolando le informazioni matematiche inglobate in situazioni differenti in maniera coerente, indipendentemente dal contesto culturale. Tuttavia, valutare la numeracy della popolazione adulta presenta più sfide, poiché è probabile che molti individui non ricordino la terminologia o le notazioni formali apprese a scuola. Nei Paesi in cui una consistente fetta della popolazione è costituita da immigrati o da individui con più lingue di origine, il divario tra la lingua madre e le convenzioni linguistiche e matematiche apprese a scuola potrebbe ulteriormente incidere sulle prestazioni in alcuni compiti di numeracy. Pertanto, nell'adattare gli item per gli adulti, occorre prestare attenzione ai fattori linguistici e culturali.

### *Rappresentazione e interattività nel XXI secolo*

Dal momento che i progressi del XXI secolo hanno influito sulle modalità di rappresentazione delle informazioni matematiche e numeriche, la sfaccettatura del Ciclo 1 dell'indagine PIAAC denominata *Rappresentazioni di informazioni matematiche* è stata notevolmente aggiornata per riflettere tali cambiamenti. Il framework e le definizioni aggiornati del Ciclo 2 dell'indagine PIAAC e i nuovi item corrispondenti sfruttano il potenziale della tecnologia per favorire una valutazione più efficace e rappresentativa del XXI secolo, per es., attraverso un maggiore utilizzo negli item per la valutazione di media visivi e interattivi, quali infografiche, siti web interattivi, calcolatori online, processi dei fogli di calcolo, strumenti grafici e di misurazione, ecc. Tuttavia, si è mantenuto un certo equilibrio tra compiti e attività di numeracy inglobati in contesti digitali e

tecnologici e quelli integrati in modalità più tradizionali. Questo equilibrio può essere in parte mantenuto utilizzando come item di collegamento gli item di numeracy del Ciclo 1 di PIAAC, in quanto principalmente basati su immagini statiche, risultando più simili a valutazioni in forma cartacea trasposte sul computer.

### Una dimensione dedicata alle possibilità di valutazione

Per favorire lo sviluppo di contenuti e meccanismi di somministrazione più moderni, il team di revisione ha sviluppato una dimensione dedicata alle possibilità di valutazione (cfr. Tout *et al.* 2017, figura 3, 31), che potrebbe rappresentare un punto di partenza per monitorare e bilanciare i diversi formati e tipologie di item di numeracy in PIAAC. Hoogland e Tout (2018) hanno approfondito questa dimensione delle possibilità di valutazione, sostenendo come possa essere utilizzata come spunto di riflessione, discussione e ricerca sulla rilevanza, l'utilità e l'efficacia dei compiti per la valutazione delle capacità matematiche, soprattutto in relazione alle competenze del XXI secolo. La distribuzione di stimoli e item sviluppati e selezionati da tutta questa gamma consentirebbe alla numeracy valutata nell'indagine PIAAC di essere più rappresentativa del framework e del costruito, ricollegandosi alla questione dell'autenticità e valutando meglio le capacità e le competenze delle pratiche di numeracy degli adulti.

Gli item di numeracy del Ciclo 1 di PIAAC che continueranno a essere usati come item di collegamento tenderanno a trovarsi a sinistra, nella parte conclusiva, più tradizionale, della dimensione dedicata alle possibilità di valutazione. Pertanto, nello sviluppare nuovi item, si è prestata attenzione a integrare il pool esistente tenendo conto dei potenziali sviluppi e innovazioni connessi alle capacità del XXI secolo, come illustrato nella dimensione dedicata alle diverse possibilità della valutazione. Ciò ha permesso di creare un equilibrio tra le differenti possibilità di valutazione.

Sulla base di quanto sopra, il Gruppo di esperti sulla numeracy ha assegnato ai team di sviluppo degli item il compito di richiedere che l'elaborazione dei nuovi item per la valutazione della numeracy del Ciclo 2 di PIAAC si basasse su alcuni sviluppi della valutazione precedentemente descritti, oltre che di introdurre nuovi contenuti, rappresentazioni e formati di item che rispecchiassero meglio le rappresentazioni, gli stimoli, i compiti di numeracy e le risposte in forma digitale tipici del XXI secolo.

## Risultati

Fortunatamente, la piattaforma e il sistema di somministrazione del Ciclo 2 di PIAAC sono stati in grado di supportare molte tipologie di stimoli, item e risposte di questo tipo, mentre sono in fase di creazione e implementazione gli item progettati per i tablet, pronti per lo Studio pilota. Nel Ciclo 2 dell'indagine PIAAC, queste tipologie di item, risposte, rappresentazioni e stimoli interattivi includevano:

- illustrazioni e fotografie di contesti/elementi/oggetti autentici;
- calcolatori interattivi e strumenti online;
- aree singole o multiple da toccare sullo schermo/su un'immagine;
- risposte da trascinare e rilasciare (drag-and-drop);
- rappresentazioni di grafici;
- utilizzo di una tastiera per inserire le risposte;
- domande a scelta multipla con selezione singola o multipla;
- accesso a una calcolatrice online;
- grafici e dati interattivi online;
- mappa online;
- righello online;
- fogli di calcolo semplice.

## Vincoli e sfide per migliorare la valutazione della numeracy nel Ciclo 2 di PIAAC

Malgrado i progressi apportati al Ciclo 2 della valutazione, occorre prendere in considerazione alcuni vincoli e sfide connessi ai possibili obiettivi di una valutazione internazionale come l'indagine PIAAC. Questi comprendono alcuni limiti associati alle capacità degli adulti di età compresa tra 16 e 64 anni che saranno sottoposti alla valutazione, agli aspetti pratici e ai costi per sviluppare una valutazione in una così ampia gamma di lingue e culture, nonché ai limiti della piattaforma informatica disponibile.

Innanzitutto, occorre considerare i risultati ottenuti dalla valutazione delle capacità di problem solving in ambienti ricchi di tecnologia (PSTRE) nel Ciclo 1 di PIAAC in rapporto alla revisione e all'implementazione del costrutto della numeracy di PIAAC. Il primo ciclo di PIAAC ha fornito due informazioni distinte riguardo alla capacità degli adulti di gestire le informazioni in ambienti ricchi di tecnologia: la percentuale di adulti che avevano una sufficiente familiarità con i computer, tale da utilizzarli per i compiti assegnati da PIAAC, e l'abilità degli

adulti che possiedono capacità TIC di base di risolvere compiti relativi alle capacità di PSTRE.

I risultati emersi dalla valutazione delle capacità di problem solving in ambienti ricchi di tecnologia in PIAAC mostravano la presenza di adulti con capacità TIC assenti o estremamente limitate in tutti i Paesi partecipanti. La valutazione ha rilevato che:

Una percentuale compresa tra il 7% e il 27% della popolazione adulta ha riportato di non avere esperienze pregresse nell'uso dei computer o di non possedere conoscenze informatiche di base, come il saper utilizzare un mouse. Inoltre, vi sono adulti che sembrano non fidarsi della loro capacità di utilizzare computer, soprattutto perché non li usano di frequente. Degli adulti che sono stati sottoposti alla valutazione, la maggior parte possedeva un Livello 1, che implica l'utilizzo di applicazioni familiari per risolvere problemi con criteri espliciti e pochi passaggi, come lo smistamento di e-mail in cartelle preesistenti. Come ci si aspetterebbe, i giovani adulti, rispetto ai loro connazionali più anziani, hanno meno probabilità di non possedere conoscenze informatiche o di presentare scarse competenze di problem solving in ambienti ricchi di tecnologia. Allo stesso tempo, vi sono Paesi in cui la percentuale di giovani adulti in grado di risolvere efficacemente problemi più complessi in ambienti informatici è sorprendentemente bassa (OECD 2012, 98).

Questi risultati, ottenuti dalla valutazione delle capacità di problem solving in ambienti ricchi di tecnologia, come parte del Ciclo 1 di PIAAC, con le relative avvertenze circa l'elevata percentuale di adulti con capacità TIC assenti o estremamente limitate, devono essere presi in considerazione per decidere come equilibrare gli item che incorporano i nuovi aspetti tecnologici e digitali del framework della numeracy in PIAAC e della relativa valutazione.

In secondo luogo, a livello pratico, alcuni progressi e innovazioni derivati dagli avanzamenti tecnologici nella valutazione della didattica del XXI secolo, necessitano di essere rivisti e considerati con attenzione, per capire se sia possibile utilizzarli e implementarli nel Ciclo 2 di PIAAC. Tra le questioni da prendere in considerazione figurano:

- i costi: alcune tecnologie, media e strumenti potrebbero essere dispendiosi da utilizzare e implementare - sia dal punto di vista dello sviluppo dei contenuti (la produzione di video/animazioni, ecc.), sia per la loro somministrazione e attuazione (il fatto di condurre tali valutazioni a casa delle persone);

- il tempo a disposizione per effettuare la valutazione: l'uso di tali innovazioni richiederà sostanzialmente più tempo per somministrare il test di PIAAC?;
- la possibilità di produrre e utilizzare animazioni, simulazioni, supporti audio o video in 30 lingue differenti, il che potrebbe risultare impegnativo, richiedendo costi ingenti per i processi di garanzia di qualità delle traduzioni;
- le prestazioni nell'uso di tali innovazioni, soprattutto di simulazioni (è altamente improbabile, per es., che l'uso dei giochi risulti rilevante per una simile valutazione condotta sugli adulti, a questo stadio di vita) e pertanto il costo delle necessarie operazioni di sperimentazione e di valutazione psicometrica delle prestazioni, dell'affidabilità e della validità.

L'obiettivo era quello di avere un gruppo di item pratici e tra loro armonici, che rispondessero a quante più richieste possibili per il miglioramento della valutazione della numeracy nel Ciclo 2 di PIAAC, pur tenendo conto dei vincoli in precedenza illustrati, tra cui le capacità TIC degli adulti nella fascia di età oggetto dell'indagine PIAAC. Occorre ricordare che ci sarà comunque un ampio gruppo di item di collegamento dalle precedenti valutazioni, e che è possibile utilizzare lo Studio pilota per verificare il funzionamento dei nuovi item rispetto a quelli già esistenti.

Inoltre, il cambiamento di piattaforma per la somministrazione del Ciclo 2 – da un computer portatile che richiede l'uso di un mouse a un tablet, con il quale gli intervistati possono servirsi di uno stilo o di un dito – e il fatto che sono trascorsi dieci anni dal Ciclo 1, potrebbe far sì che un maggior numero di partecipanti sarà in grado di utilizzare la piattaforma. Lo Studio pilota offrirà l'opportunità di poterlo verificare.

### **Vincoli connessi alla progettazione e alla piattaforma della valutazione e ad alcune tipologie di risposta**

È necessario distinguere ulteriormente tra il framework concettuale (Parte II) e il costrutto della valutazione (Parti III e IV). Non tutti i compiti di numeracy della vita reale possono essere simulati bene in una specifica valutazione. Inoltre, la facoltà di una valutazione di acquisire, valutare e assegnare un punteggio a risposte associate all'intero spettro del comportamento di numeracy riposa in ultima analisi sugli aspetti tecnici di quella data valutazione. Mentre la piattaforma della valutazione somministrata tramite computer scelta per il Ciclo 2 di PIAAC presenta numerosi vantaggi rispetto al Ciclo 1, sussistono

tuttavia alcuni vincoli e limitazioni, che hanno limitato la possibilità di sviluppare molti item interattivi complessi o, per esempio, di utilizzare audio o video che richiedevano una traduzione.

Innanzitutto, il tempo complessivo di valutazione per ciascun intervistato non consente l'inclusione di problemi estesi o di lunghe simulazioni di compiti di numeracy autentici e complessi, sebbene si riconosca come la capacità di risolvere problemi di numeracy complessi o estesi sia parte integrante della capacità di numeracy. Per poter coprire tutte le sfaccettature del costrutto di numeracy nel poco tempo a disposizione, è necessario utilizzare un maggior numero di compiti brevi.

In secondo luogo, la necessità di assegnare un punteggio a tutte le risposte limita automaticamente le tipologie di compiti impiegabili. I formati di item vengono tradizionalmente suddivisi tra quelli a "risposta selezionata" (talvolta definita "a scelta forzata" o "a scelta multipla") e quelli a "scelta costruita". Gli item a risposta selezionata richiedono la scelta di una o più risposte a partire da diverse opzioni. Le risposte a tali domande possono essere normalmente processate e valutate in automatico quando vengono somministrate tramite computer/tablet, come nel caso di numerose risposte interattive, come quelle di tipo tap-on, drag-and-drop, ecc. In caso di item a risposta costruita vi sono invece item a risposta chiusa o aperta. Gli item a risposta chiusa implicano per la risposta un'impostazione più strutturata, e mirano a produrre risposte a cui sia possibile assegnare un punteggio in modo automatico, in base a una tabella di valutazione, così da risultare corrette o errate. Gli item a risposta aperta richiedono agli intervistati di inserire risposte a compiti o domande a parole proprie, e necessitano di esperti qualificati per codificare manualmente le risposte.

Se da un lato la piattaforma consente agli intervistati di fornire una risposta in modalità differenti (per es., immettendo un numero, cliccando su un'area dello schermo, scegliendo tra diverse opzioni), in quest'attuale fase di sviluppo essa non è in grado di ammettere la maggior parte di tipologie di item a risposta aperta o a forma libera, a causa dell'enorme eterogeneità che potrebbe caratterizzare le risposte degli intervistati. Le limitazioni derivano dalla difficoltà di effettuare una codifica automatica (ovvero, di designare una risposta come corretta o errata) di risposte a forma libera in numerose lingue differenti, adattando al contempo varie strutture grammaticali e sintattiche e



ovviando agli errori di battitura che vanno sempre previsti in caso di testi digitati al computer. Si possono fare alcuni esempi, quando gli intervistati:

- scrivono una serie di numeri o stime che hanno più di una sola rappresentazione matematica equivalente, quali “un quarto”, “0,25”, “1/4”, “1 su 4” o “circa cinque-sei”, “da 1,00 a 6,00”;
- spiegano come sono giunti a un determinato risultato (“ho sottratto sei da 30”, “ho fatto 30 - 6”);
- illustrano come hanno interpretato le informazioni loro fornite, per es. nella simulazione di una dichiarazione ai media;
- giustificano le proprie risposte, o elencano argomentazioni a favore delle loro conclusioni.

In particolare, è difficile implementare nell'assessment diretto delle capacità oggetto di PIAAC quei compiti che richiedono risposte di tipo comunicativo, per es. quando gli adulti devono spiegare come hanno interpretato le informazioni loro fornite, o quando devono descrivere la loro valutazione o l'analisi di una situazione o il loro pensiero al riguardo. Tali compiti includono importanti situazioni di numeracy degli adulti e sono parte integrante del framework concettuale della numeracy della popolazione adulta, sebbene alcuni di essi possano rientrare nel pool di item del Ciclo 2 dell'indagine PIAAC.

### Problemi relativi alla moneta/valuta

I problemi connessi al consumo di beni e agli acquisti sono componenti importanti della numeracy e vengono pertanto rappresentati nei compiti per la valutazione di tale competenza. Considerata la notevole eterogeneità delle monete circolanti nei Paesi che partecipano all'indagine, gli item connessi agli acquisti rappresentano per gli sviluppatori e i traduttori di item un'autentica sfida. È fondamentale che tutte le domande riguardanti il denaro siano al contempo realistiche e comparabili da un punto di vista matematico. Pertanto, PIAAC fornisce linee guida rigorose su come i Paesi possono modificare l'entità degli importi monetari al fine di mantenerne la comparabilità. Queste linee guida, pubblicate come parte di quelle in materia di Traduzione e Adattamento, si baseranno sui tassi di cambio attuali.

L'indagine PISA fa fronte a tutto ciò collocando i suoi item connessi al denaro in un Paese fittizio, la Zedlandia, adoperando una valuta immaginaria, composta da zed e centesimi di zed. Questo approccio non è stato reputato adatto all'indagine PIAAC, in quanto necessita di essere applicato ad adulti di età e

gradi di istruzione differenti, mentre si ritiene che alcuni adulti potrebbero non riuscire a relazionarsi con valute sconosciute o con prezzi e costi fittizi.

I compiti di PIAAC vengono pertanto progettati per consentire ai Paesi con valute dal valore simile al dollaro di mantenere esattamente lo stesso numero e modificare solo il simbolo della valuta. Come pratica generale, quando ci riferiamo a un valore monetario che può essere espresso in valute differenti, lo annotiamo per es. come “\_45”. Ciò significa che 45 può essere inteso come numero di dollari, euro, corone, fiorini, pesos o qualsiasi altra valuta locale. Vengono di seguito elencate le varie opzioni di modifica dei valori monetari, ordinate dal minore al maggiore impatto sull’equivalenza della richiesta cognitiva dell’item.

- Opzione 1: modificare solo il simbolo della valuta. Mantenere gli stessi numeri e modificare unicamente il simbolo della valuta, inserendo quello locale. (per es., trasformare il simbolo del dollaro americano, \$, nel simbolo € di euro o in quello £ delle sterline inglesi). Questa sarà l’opzione selezionata dai Paesi della Comunità Europea, dal momento che euro e dollaro presentano valori simili.
- Opzione 2: modificare i numeri moltiplicandoli o dividendoli per potenze di 10. Nel momento in cui modificare il solo simbolo della valuta non appare un’opzione valida o il valore dell’oggetto non sembra realistico, il traduttore dovrà modificare i numeri o gli importi contenuti nell’item.

La regola: nel caso in cui occorra modificare i valori numerici per mantenere l’item realistico, questi potranno essere unicamente moltiplicati o divisi per potenze di 10 (ovvero, per 10, 100, 1000, ecc.). Tale vincolo mira a mantenere le richieste cognitive dell’item (come la natura dei procedimenti matematici e delle operazioni mentali) simili in tutti i Paesi.

Si consideri, per esempio, l’item “Impermeabile” (unità 603 di PIAAC), con prezzo di \_80. Se questo prezzo risulta irragionevole per qualsiasi tipologia di impermeabile, il traduttore può scegliere di moltiplicare il numero 80 per 100, così che diventi 8000, se questo è il ragionevole prezzo di un impermeabile nella valuta del Paese in cui è stato inevitabile apportare questa modifica. (In Ungheria, per es., 1 dollaro americano corrisponde a 250 HUF (fiorini ungheresi). L’impermeabile potrebbe essere prezzato a 8000 HUF. Tuttavia, non è consentito modificare a 20.0000 HUF (80 x 250), anche nel caso in cui rappresenti il valore ‘autentico’ di un impermeabile espresso in fiorini

ungheresi, dal momento che muta in maniera significativa le operazioni mentali richieste per lo svolgimento del compito).

### Unità di misura differenti

Un'altra sfida in una valutazione internazionale come l'indagine PIAAC è rappresentata dal fatto che i Paesi possono avere anche diversi sistemi di misura, sebbene la maggioranza impieghi attualmente il sistema metrico, con l'eccezione degli Stati Uniti, in cui prevale ancora l'uso del sistema imperiale britannico.

Il seguente approccio è quello che è stato adottato per creare item equivalenti da un punto di vista matematico per le unità di misura metriche e imperiali. Si potevano applicare diverse soluzioni, a seconda di quanto la domanda dipendesse dalla comprensione del sistema di misura integrato all'interno del contesto/compito.

La prima questione è quella di decidere se, per rispondere alla domanda, sia necessaria una comprensione concettuale del sistema di misura. In caso contrario, è possibile lasciare le unità di misura originali, che si adattano al contesto. Tuttavia, se una domanda richiede una conoscenza specifica del sistema metrico, allora è necessario avere in parallelo unità metriche e unità imperiali corrispondenti. Per esempio, quando è richiesta la stima di una lunghezza o di un'altezza, come nelle domande "Albero" e "Percorso" di PIAAC, in cui si prevede che l'intervistato abbia cognizione delle dimensioni all'interno di contesti familiari – l'altezza di un albero rispetto a una persona, e la lunghezza di un percorso – tutte illustrate nelle fotografie). In tali situazioni, potrebbe non essere possibile utilizzare un'unità metrica negli Stati Uniti o un'unità imperiale in un Paese che adopera il sistema metrico. È necessario che le persone abbiano un'idea delle unità di misura.

Allo stesso modo, una versione statunitense della domanda, che implicava come parte della soluzione la conversione tra unità metriche, non avrebbe funzionato – i fattori di conversione potevano infatti risultare sconosciuti a un americano di vecchia generazione. L'altro punto da tenere qui in considerazione è che le conversioni tra le varie misure negli Stati Uniti non sono coerenti e non si basano tutte su potenze di dieci come le unità metriche, e molte persone hanno di norma bisogno di cercarle – per es., quante once sono contenute in una libbra, quanti pollici in un piede, quante iarde in un miglio, quante once liquide in una pinta, pinte in un gallone e altro.

Un punto di partenza era quello di effettuare una ricerca per vedere cosa risulta comune e autentico negli Stati Uniti – dove attualmente vengono impiegate le unità metriche per beni di consumo quotidiani, come bevande analcoliche diffuse, dosi di farmaci, ecc. In alcuni casi era dunque possibile selezionare determinate situazioni/oggetti misurati in unità metriche, che risultano adatti e compatibili con domande poste negli Stati Uniti.

Se occorreva creare un'unità sia nel sistema metrico che in quello imperiale, la migliore soluzione era quella di mantenere le stesse dimensioni e di modificare unicamente le unità – per es., da metri a iarde o da chilometri a miglia. Era assai più probabile che ciò accadesse quando le unità erano in qualche modo simili, come i cm ai pollici o i metri alle iarde. Quest'approccio è stato impiegato in item di collegamento, come quelli “Percorso” e “Albero”.

Tuttavia, in alcuni casi non si poteva fare altro che modificare le dimensioni/misure, così da rendere entrambe autentiche. Ciò è stato per esempio fatto negli item di collegamento esistenti, come nel caso dell'item “Formula indice di massa corporea” prima in ALLS e poi in PIAAC. Occorre pertanto mantenere il più simile possibile il grado di difficoltà dei calcoli matematici, così che il livello di difficoltà resti invariato. Per esempio, nel caso di un ipotetico item basato su foto, in cui sia possibile avere le dimensioni in unità metriche di 8 x 12 cm e in unità imperiali di 4 x 6 pollici, si hanno formati fotografici autentici, entrambi piccoli e tra loro simili, con lo stesso rapporto dimensionale.

### L'approccio di PIAAC alla valutazione

La struttura della valutazione di PIAAC prevede l'uso di una metodologia di indagine domestica, con una durata complessiva della prova di circa 60/80 minuti per ogni intervistato. In quel lasso di tempo, sarà chiesto ai partecipanti all'indagine di completare:

- un Background Questionnaire, che raccoglie informazioni sui possibili risultati e antecedenti delle capacità chiave, insieme a indicatori demografici e strutturali necessari per descrivere la distribuzione di tali capacità all'interno dei Paesi partecipanti;
- un tutorial e una guida alla valutazione su tablet;
- un breve test di localizzazione, che verrà utilizzato per indirizzare gli intervistati verso la giusta sezione dell'assessment diretto, fornendo inoltre informazioni sulle capacità di literacy e di numeracy degli adulti che potrebbero non essere in grado di continuare con l'assessment diretto.

- un accenno sulle componenti delle capacità di lettura e di numeracy;
- l'assessment diretto, in cui ogni intervistato svolgerà due dei tre settori di Literacy, Numeracy e Adaptive Problem Solving.

L'assessment diretto si servirà di una struttura adattiva che andrà a ottimizzare la corrispondenza tra l'abilità dell'intervistato e la difficoltà degli item somministrati. Una tale struttura fornisce informazioni più affidabili sulle capacità degli intervistati nell'arco di tempo disponibile per lo svolgimento del test.

### Pool di item e punteggi della scala di valutazione

Gli item per la valutazione dovrebbero consentire di dar conto delle prestazioni degli intervistati in una maniera simile a quella utilizzata nell'indagine ALL e nel Ciclo 1 di PIAAC, che ridimensionava i punteggi assoluti tra 0 e 500, concentrandosi sul riportare la prestazione in base a sei livelli di abilità, così (provvisoriamente) ripartiti.

- Sotto il Livello 1: meno di 176 (livello più basso)
- Livello 1: punteggio assoluto tra 176 e 225
- Livello 2: punteggio assoluto tra 226 e 275
- Livello 3: punteggio assoluto tra 276 e 325
- Livello 4: punteggio assoluto tra 326 e 375
- Livello 5: punteggio assoluto tra 376 e 500 (livello più elevato)

### Uso di calcolatrici e di altri strumenti/oggetti

La valutazione della numeracy, che sia condotta tramite compiti con carta e penna o somministrati al computer, deve tenere in conto che la pratica della numeracy nella vita di tutti i giorni o in situazioni professionali comporta l'uso di determinati oggetti e prodotti. In primo luogo, vengono utilizzate calcolatrici, sia quelle portatili che quelle ad oggi disponibili su smartphone e tablet, ormai ampiamente disponibili per gli adulti di ogni ceto sociale, in numerosi Paesi. Le calcolatrici rappresentano pertanto strumenti che sono parte integrante delle attività di numeracy quotidiane in molteplici culture. Gli intervistati di test su larga scala sono sempre più spesso autorizzati o, talvolta, perfino chiamati a utilizzare la calcolatrice. Ne consegue che gli adulti in PIAAC debbano potervi accedere, come parte della valutazione delle loro capacità di calcolo, potendo scegliere se e come utilizzarla. Nella somministrazione del test di PIAAC tramite tablet sarà messa a disposizione una calcolatrice online di base, in aggiunta a

una calcolatrice portatile di base, ove richiesta. Non vi sono domande di numeracy che richiedono l'uso di calcolatrici più sofisticate di una semplice calcolatrice a quattro funzioni.

Un'unità prevede anche l'uso di un righello online, in unità sia metriche che imperiali (pollici), dal momento che i righelli o altri strumenti di misurazione fanno parte dei contesti in cui si manifesta la capacità di numeracy degli adulti. La valutazione della numeracy si avvale anche di altre tecnologie, quali i fogli di calcolo elaborati al computer, e alcuni item del Ciclo 2 di PIAAC valutano la capacità di utilizzarli.

È inoltre previsto che l'intervistatore consenta di accedere a carta e penna per consentire agli intervistati di prendere appunti, scrivere, eseguire calcoli, ecc.

### **Base della valutazione della numeracy nel Ciclo 2 dell'indagine PIAAC**

Lo sviluppo della valutazione della numeracy per PIAAC si è basato su alcuni principi o linee guida generali, che sono elencati di seguito. Tali principi riflettono quanto affermato dalla letteratura relativa alla valutazione su larga scala delle capacità matematiche e di numeracy degli adulti (Gal *et al.* 2005; Gillespie 2004; Murat 2005), e da diversi documenti e studi di riferimento redatti nell'ambito della pianificazione di PIAAC (per es. Gal 2006; Gal *et al.* 2014; Jones 2006; Murray 2006; PIAAC Numeracy Expert Group 2009; Tout 2006; Tout *et al.* 2017). Essi vanno inoltre a integrare le idee generali esaminate in precedenza nella presente sezione, insieme a tutte le limitazioni tecniche di cui si è a conoscenza nella somministrazione del Ciclo 2 di PIAAC.

Tra gli approcci generali, vi sono quelli secondo cui:

- gli item devono coprire quanti più aspetti possibili di ciascuna delle quattro dimensioni chiave della definizione ed elaborazione di numeracy. Gli item devono richiedere l'attivazione di un'ampia gamma di capacità e conoscenze, incluso il costrutto della numeracy, come illustrato nel framework concettuale della tabella 2. Nella prossima sezione verranno enunciate le caratteristiche e gli obiettivi connessi allo sviluppo e alla diffusione degli item rispetto a ciascuna delle dimensioni chiave;
- gli item devono tendere alla massima autenticità e adeguatezza culturale. I compiti devono derivare da stimoli della vita reale e riguardare l'intera gamma di contesti o situazioni (ovvero, vita di tutti i giorni, professionale, sociale) che si ritengono importanti o significativi nei Paesi che partecipano all'indagine PIAAC. Il contenuto degli item e le domande devono sembrare adatti a intervistati di diverse culture, benché si debba riconoscere che in una valutazione su larga scala come PIAAC non tutti gli item e i contesti

possono risultare familiari a tutti gli adulti di un determinato Paese, per non parlare di quelli di Paesi differenti;

- gli item devono presentare diversi formati di risposta, processabili quanto più possibile dalla piattaforma informatica impiegata per somministrare l'assessment diretto di PIAAC. Gli item devono essere strutturati in modo tale da includere uno stimolo (per es., un'immagine, un disegno, uno schermo da visualizzare) e una o più domande, le cui risposte possano essere comunicate dall'intervistato attraverso le modalità messe a disposizione dalla piattaforma. Le immissioni numeriche sono limitate a un insieme di 10 cifre con separatori comuni (“,” e “.”) e altri simboli matematici, se del caso;
- gli item devono essere distribuiti su vari livelli di abilità. Gli item devono coprire la gamma dei livelli di abilità previsti per i partecipanti di PIAAC, partendo da individui poco qualificati (che sono di particolare interesse in quei Paesi caratterizzati da politiche e programmi didattici destinati a persone con scarse competenze), fino a quelli con competenze avanzate. Il Modello di complessità delle indagini ALL e PIAAC (cfr. l'Appendice) è stato impiegato per fornire una stima iniziale della distribuzione dei livelli di difficoltà degli item, così da facilitare la selezione degli item per lo Studio pilota;
- gli item devono variare a seconda di quanto il compito si trova inglobato all'interno del testo. Alcuni item devono essere inglobati all'interno di testi relativamente articolati o includerli, mentre altri devono utilizzare poco o nessun testo. Tale distribuzione mira a riflettere la diversa quantità di elementi testuali nei compiti di numeracy del mondo reale, oltre che a ridurre la sovrapposizione con la scala di valutazione della literacy;
- gli item devono essere efficienti. Per poter coprire le molteplici sfaccettature chiave della competenza di numeracy, occorrerà includere un gran numero di differenti stimoli e domande. Tuttavia, alla luce dei vincoli dovuti al tempo di svolgimento del test, è necessario utilizzare compiti brevi, precludendo quegli item che simulano lunghi processi di problem solving o che richiedono risposte aperte di estensione notevole;
- gli item devono poter essere adattati ai diversi sistemi di unità in uso nei Paesi partecipanti. Gli item devono essere progettati in modo tale che le richieste matematiche ad essi sottese siano quanto più possibile coerenti tra i diversi Paesi, relativamente alle convenzioni linguistiche e matematiche. Per esempio, gli item devono essere progettati così che sia possibile applicare i diversi sistemi monetari o di misura (metrico o imperiale) ai numeri o alle figure utilizzati. Gli item, anche dopo esser stati tradotti, devono rimanere equivalenti alle loro richieste matematiche o cognitive originarie.

## Modello di valutazione della numeracy nel Ciclo 2 dell'indagine PIAAC

In base alle definizioni ed elaborazioni di numeracy descritte nelle Parti precedenti e alle discussioni di cui sopra sui miglioramenti e i vincoli relativi alla somministrazione del Ciclo 2 dell'indagine PIAAC, la presente sezione illustra un modello delle percentuali di item per ognuna delle dimensioni chiave del costruito. Per fare un raffronto, le caratteristiche di ogni dimensione vengono confrontate con i precedenti obiettivi del Ciclo 1 e anche con PISA 2012 e 2021.

### Processi cognitivi

Relativamente ai tre nuovi Processi cognitivi, la ripartizione tra le varie dimensioni è assai simile ai processi di PISA 2012, che presentano una struttura affine, ma piuttosto differente rispetto al Ciclo 1 di PIAAC, per via della diversa struttura di classificazione delle risposte, che è stata revisionata. Vi è anche il tentativo di concentrarsi meno sui processi tradizionali delle attività matematiche (*Utilizzare e agire sulla matematica*), e di avere una buona rappresentazione anche negli altri due processi, che vengono considerati dal gruppo di esperti sulla numeracy come aspetti significativi di come gli adulti affrontano e risolvono un problema di numeracy nel momento in cui la matematica è inglobata all'interno di una situazione autentica. Per quanto quest'obiettivo possa essere difficile da raggiungere, rientra nelle ambizioni stabilite dal Gruppo di esperti.

Ciclo 1 dell'indagine PIAAC	Ciclo 2 dell'indagine PIAAC	PISA 2012	PISA 2021
Identificare/localizzare/ accedere (10%)	Accedere e valutare le situazioni da un punto di vista matematico (25-35%)	Definire le situazioni da un punto di vista matematico (25%)	Definire le situazioni da un punto di vista matematico (25%)
Utilizzare/agire su (ordinare, contare, stimare, calcolare, misurare, eseguire un modello) (50%)	Utilizzare e agire sulla matematica (30-40%)	Impiegare concetti, dati, procedure e ragionamenti matematici (50%)	Impiegare concetti, dati, procedure e ragionamenti matematici (25%)
Interpretare/valutare/ comunicare (40%)	Valutare, riflettere criticamente, formulare giudizi (25 -35%)	Interpretare, applicare e valutare risultati matematici (25%)	Interpretare, applicare e valutare risultati matematici (25%)
			Ragionamenti matematici (25%)



## Contenuto

Relativamente alle quattro aree del Contenuto, la ripartizione tra le diverse dimensioni era simile a quella del Ciclo 1 e dell'indagine PISA. Una differenza sta nel fatto che l'indagine PIAAC non mira ad avere altrettanti item nell'area della matematica più formale corrispondente a Variazioni e relazioni, che include il pensiero algebrico, di maggiore interesse per i ragazzi di 15 anni nell'ambito di una valutazione di tipo scolastico come PISA. Per il Ciclo 2 di PISA, ci si è concentrati leggermente di più sull'area "Dati e probabilità". Questa viene vista come un'area più importante e comune, con la quale gli adulti si trovano a doversi confrontare nel XXI secolo, oltre a fare più uso e affidamento su dati numerici, quantitativi e di altra natura, con le relative analisi, in differenti modalità, spesso essenziali nella vita delle persone.

## Rappresentazioni (rispetto al capitolo originale lo schema che segue faceva parte del paragrafo precedente)

Ciclo 1 dell'indagine PIAAC	Ciclo 2 dell'indagine PIAAC	PISA 2012 e 2021
Quantità e numeri (30%)	Quantità e numeri (20-30%)	Quantità (25%)
Dimensione e forma (25%)	Spazio e forma (20-30%)	Spazio e forma (25%)
Modello, relazioni e variazioni (20%)	Variazioni e relazioni (15-25%)	Variazioni e relazioni (25%)
Dati e probabilità (25%)	Dati e probabilità (25-35%)	Incertezza e dati (25%)

Per le nuove quattro classificazioni relative alle Rappresentazioni, il Gruppo di esperti sulla numeracy ha di nuovo fissato obiettivi ambiziosi e target relativamente elevati per le rappresentazioni del XXI secolo, sia nei materiali delle Informazioni strutturate (infografiche, ecc.) sia nelle Applicazioni dinamiche, che comprendono applicazioni online e siti web interattivi, insieme a strumenti e applicazioni software più comuni. Ciò verrà infine bilanciato dagli esistenti item di collegamento del Ciclo 1 di PIAAC e di ALL, in cui le rappresentazioni risultano essere più tradizionali e meno legate al XXI secolo nello stile e nel formato. Si noti che nel ciclo precedente le tipologie di rappresentazione non venivano espressamente monitorate in termini della loro distribuzione nei differenti pool di item, mentre si ritiene che inserire le rappresentazioni nella definizione e nelle dimensioni andrà a migliorare la qualità degli item nella valutazione della numeracy in PIAAC.

Ciclo 1 dell'indagine PIAAC	Ciclo 2 dell'indagine PIAAC
Oggetti e figure (non specificato)	Testo o simboli (15-25%)
Numeri e simboli matematici (non specificato)	Immagini di oggetti fisici (15-25%)
Formule (non specificato)	Informazioni strutturate (35-45%)
Diagrammi e mappe, grafici, tabelle (non specificato)	Applicazioni dinamiche (15-25%)
Testi (non specificato)	
Schermi di tipo tecnologico (non specificato)	

## Contesto

Per i restanti tre contesti del Ciclo 2 di PIAAC, si è mirato ad avere una distribuzione equivalente a quella dei cicli precedenti, come accade anche in PISA.

Ciclo 1 dell'indagine PIAAC	Ciclo 2 dell'indagine PIAAC	PISA 2012 e 2021
Vita di tutti i giorni (25%)	Personale (30-35%)	Personale (25%)
Professionale (25%)	Lavoro (30-35%)	Lavorativo (25%)
Sociale/comunitario (25%)	Sociale/comunitario (30-35%)	Sociale (25%)
Ulteriori percorsi formativi (25%)		Scientifico (25%)

## Fattori che spiegano la complessità dell'item/del compito

Nel pianificare una valutazione, è ovviamente essenziale capire cosa si va a rilevare. Gli sviluppatori della valutazione partono dal presupposto che gli intervistati, quando affrontano gli item per la valutazione (tra cui compiti, domande, stimoli, ecc.), attivano processi cognitivi e ricorrono a conoscenze immagazzinate e a capacità da loro apprese che rientrano nel costruito oggetto della valutazione. Pertanto, i diversi livelli di prestazione possono essere spiegati dalle conoscenze cognitive di fondo e da altri processi abilitanti. È pertanto utile disporre di un modello teorico o di una serie di presupposti circa quali fattori rendono alcuni item più difficili o complessi di altri, così da favorire la corretta interpretazione dei risultati della valutazione. Può rivelarsi utile anche un modello o uno schema di quei fattori che incidono sulla complessità del compito, nel momento in cui si associano i risultati della valutazione a possibili interventi di natura sociale (o didattica), come per es. indicando le capacità che scarseggiano e che devono essere ulteriormente sviluppate nella popolazione (Brooks *et al.* 2005).

Il fondamentale lavoro condotto da Kirsch e Mosenthal (cfr. Kirsch *et al.* 1998) e i progetti precedenti hanno indicato alcuni fattori chiave che spiegano la difficoltà del compito, quando si prendono in considerazione item aritmetici o

che implicano la comprensione del testo. Tra questi figurano la leggibilità, la tipologia di corrispondenza, la verosimiglianza delle distrazioni, la specificità dell'operazione (la 'trasparenza'), il tipo di calcolo e il numero di passaggi. Il lavoro di Kirsch e Mosenthal ha guidato la progettazione dei compiti per la valutazione di IALS e altre indagini, insieme all'interpretazione dei relativi risultati. Nel progettare la scala di valutazione della numeracy in ALL, il relativo team sulla numeracy ha tentato di sviluppare il modello di complessità di Kirsch e Mosenthal e di formulare ipotesi provvisorie sui fattori che influiscono sulla difficoltà di molteplici tipologie dei nuovi item introdotti per misurare il costrutto di numeracy, al di là di quelli considerati dal costrutto più mirato della Literacy quantitativa in IALS. Vi sono per esempio alcuni item che riguardano percentuali, conoscenze relative a misurazioni e al ragionamento spaziale, concetti statistici e così via.

Anche gli sviluppatori della scala di valutazione della Literacy matematica per PISA (2006) hanno individuato numerosi fattori che incidono sulla difficoltà degli item, come la tipologia e il grado di interpretazione e di riflessione richiesti dal problema, il tipo di capacità di rappresentazione richiesta, o il tipo e il livello di capacità matematica richiesti, per es., problemi con un unico passaggio o con più passaggi, oppure conoscenze matematiche più avanzate, processi decisionali complessi e capacità di problem solving e di modellazione, o la tipologia o il grado di argomentazioni matematiche richiesti. Altri fattori che si ritiene influiscano sulla difficoltà in PISA, in ALL e in altre indagini, riguardano il grado di familiarità con il contesto e la misura in cui i compiti richiedono la riproduzione di procedure e passaggi noti o presentano nuove situazioni che richiedono risposte meno comuni e probabilmente più creative. Occorre notare che la descrizione presente in PISA dei fattori di complessità appare piuttosto compatibile con quella dell'indagine ALL, seppur con qualche differenza terminologica, e i rapporti pubblicati da PISA non spiegano in dettaglio come sia stata utilizzata per orientare la progettazione di specifici item.

Il modello di complessità per la numeracy utilizzato in ALL (Gal *et al.* 2005) è stato funzionale allo sviluppo degli item e alle fasi di elaborazione della scala di valutazione di tale studio, soprattutto poiché ha aiutato a valutare in anticipo la possibile distribuzione degli item su vari livelli di difficoltà. Dal momento che la valutazione della numeracy di PIAAC si fonda sui principi sviluppati per l'indagine ALL e che la scala di valutazione della numeracy in PIAAC utilizza più

di due dozzine di item di collegamento impiegati in ALL, è stato adottato il modello di complessità di ALL come strumento analitico per sviluppare e interpretare anche gli item di PIAAC. Vengono forniti ulteriori dettagli su questo schema nell'Appendice, adattata da Gal *et al.* (2005).

## 6. PARTE V. Rapporto tra l'indagine PIAAC e PISA

La presente parte prende in esame il rapporto tra il framework della numeracy di PIAAC e il framework e la valutazione della literacy matematica di PISA.

Si noti come in questa sezione vengano utilizzati i riferimenti inseriti e documentati nel framework originale e completo della numeracy del Ciclo 1 di PIAAC (PIAAC Numeracy Expert Group 2009). Allo stesso modo, i riferimenti a PISA si riferiscono essenzialmente al framework della literacy matematica dell'indagine PISA 2012 e alle sue descrizioni (OECD 2013a). Questo perché nel 2012 la literacy matematica rappresentava il principale ambito per l'indagine PISA, quando è stato rivisto e aggiornato il relativo framework. Per i successivi due cicli di PISA nel 2015 e nel 2018 sono stati impiegati lo stesso framework e lo stesso costrutto di valutazione della literacy matematica. Per l'indagine PISA del 2021, la literacy matematica rappresenta di nuovo il principale ambito di riferimento, da cui l'aggiornamento e la revisione del framework e del costrutto di valutazione di PISA. Ciò è avvenuto parallelamente allo sviluppo del framework della numeracy per il Ciclo 2 dell'indagine PIAAC. Il Gruppo di esperti sulla numeracy di PIAAC è riuscito ad accedere a una copia della seconda bozza del Framework della matematica dell'indagine PIAAC del 2021 (OECD 2018) pubblicata a novembre 2018. Questa è stata preparata dal Gruppo di esperti sulla matematica, sotto la guida di RTI International, in qualità di appaltatore internazionale, che ha condotto tale lavoro per l'OCSE. La maggior parte dei confronti tra la numeracy dell'indagine PIAAC e la literacy matematica dell'indagine PISA si sono pertanto basati in rapporto al framework e alle descrizioni dell'indagine PISA del 2012, sebbene, ove possibile, il Gruppo di esperti sulla numeracy di PIAAC abbia incluso commenti e raffronti con il framework aggiornato della literacy matematica di PISA del 2021.

## Elementi in comune tra PIAAC e PISA

Le seguenti sezioni esaminano gli elementi in comune e le corrispondenze tra l'indagine PISA e PIAAC attraverso le caratteristiche e i parametri di PIAAC.

### Contenuti matematici

Sia la numeracy in PIAAC che la literacy matematica in PISA adottano, per definire e descrivere le aree di contenuto considerate nelle loro valutazioni, un approccio incentrato su un percorso di tipo non scolastico. Entrambi i framework sono finalizzati a descrivere l'utilizzo e l'applicazione della matematica al di fuori del contesto scolastico, e la struttura organizzativa per la conoscenza dei contenuti matematici è dunque fondata sul modo in cui si incontrano fenomeni matematici in situazioni del mondo esterno. Se da un lato i framework di PISA e PIAAC sono stati sviluppati da team indipendenti, dall'altro impiegano descrittori assai simili per la classificazione dei loro contenuti, introducendoli e descrivendoli come "grandi idee" alla base della matematica.

I due framework sono notevolmente coerenti tra loro, relativamente alle descrizioni impiegate e alle strutture dei contenuti matematici considerate nelle loro valutazioni. Risulta molto simile anche la distribuzione nelle differenti aree di contenuto. Una differenza sta nel fatto che l'indagine PIAAC non mira ad avere altrettanti item nell'area della matematica più formale di "Variazioni e relazioni", che include il pensiero algebrico, di maggiore interesse per i ragazzi di 15 anni nell'ambito di una valutazione di tipo scolastico come PISA. Per il Ciclo 2 di PISA, ci si è concentrati leggermente di più sull'area "Dati e probabilità". Questa viene vista come un'area più importante e comune, con la quale gli adulti si trovano a dover trattare nel XXI secolo, oltre a fare più uso e affidamento su dati numerici, quantitativi e di altra natura, con le relative analisi, in differenti modalità, spesso essenziali nella vita delle persone.

### Contesti

Il contesto rappresenta il parametro o il termine impiegati sia in PISA che in PIAAC per definire e classificare gli ambienti o le situazioni in cui le persone utilizzano e applicano le proprie conoscenze matematiche per risolvere un problema realistico. Il principale obiettivo alla base dell'utilizzo delle categorie scelte sia in PISA che in PIAAC è quello di garantire una combinazione o un accorpamento tra le diverse categorie, così da assicurare un certo equilibrio

nella valutazione, senza contesti specifici che prevalgano su altri (e senza, pertanto, avvantaggiare o svantaggiare gli intervistati, a seconda del maggiore o minore grado di interazione giornaliera con determinati ambienti/contesti).

L'insieme dei descrittori impiegati in entrambi i framework relativi ai primi tre contesti (Personale; Professionale/Lavorativo; Sociale o Sociale/Comunitario) sono tra loro assai coerenti, con una ripartizione simile di item. Eventuali differenze sono dovute all'età dei due gruppi target, con alcune situazioni esemplificative di PIAAC descritte come più rilevanti per gli adulti e alcune situazioni di PISA più appropriate per i ragazzi di 15 anni. Tra le raccomandazioni fornite dal team di revisione vi era quella di impiegare preferibilmente l'etichetta "personale" utilizzata nell'indagine PISA piuttosto che l'etichetta "di tutti i giorni" impiegata nell'indagine PIAAC. L'espressione "di tutti i giorni" suggerisce una certa uniformità tra le attività svolte dalle persone, non rivelandosi particolarmente illuminante, mentre il termine "personale" vuole indicare che il problema in questione riguarda direttamente quell'individuo specifico. Anche questo aspetto viene approfondito.

Il quarto contesto, "Ulteriori percorsi formativi" nel Ciclo 1 di PIAAC e quello "Scientifico" in PISA, è stato indicato nelle raccomandazioni del progetto di revisione come degno di particolare attenzione. Nel Ciclo 1 di PIAAC, tale contesto veniva descritto in riferimento alla necessità degli adulti di risolvere problemi che potrebbero sorgere durante altri percorsi di studio, sia per fini accademici che per la formazione professionale, ed è espressamente connesso alla conoscenza di aspetti matematici più formali, incluse le convenzioni adottate per applicare regole e principi matematici. Ciò risulta in qualche misura simile e coerente con il termine intra-matematico a cui PISA fa riferimento nella sua descrizione di contesto *Scientifico*:

[...] Tra i possibili contesti potrebbero esserci (a titolo esemplificativo) il clima e il tempo, l'ecologia, la medicina, la scienza dello spazio, la genetica, la misurazione e lo stesso mondo della matematica. [...] Rientrano nel contesto scientifico gli item di tipo intra-matematico, in cui tutti gli elementi implicati appartengono al mondo della matematica (OECD 2013a, 37).

L'item campione del Ciclo 1 di PIAAC tratto da questo contesto, che è stato esaminato in uno dei rapporti di PIAAC, era quello delle "Candele" (OECD 2013b, 77). Tuttavia, questo item poteva essere classificato anche come "Vita

di tutti i giorni”, “Professionale” o perfino “Sociale” o “Comunitario”. Per questo, e per una serie di altre ragioni, il documento di revisione del 2017 raccomandava al Gruppo di esperti sulla numeracy di rivedere questo quarto contesto corrispondente a “Ulteriori percorsi formativi”. Come illustrato nelle precedenti argomentazioni relative alle dimensioni della numeracy, il Gruppo di esperti lo ha poi preso in considerazione, stabilendo che fosse meglio rimuovere la categoria definita “Ulteriori percorsi formativi”. Qui, la differenza con la classificazione dei diversi contesti di PISA riflette i differenti interessi nella comprensione della matematica di tipo più formale tra i quindicenni in un contesto scolastico e gli adulti al di fuori della scuola.

### Risposte/Azioni

Il documento di revisione del 2017 raccomandava di rivedere profondamente questa sfaccettatura della struttura di numeracy del Ciclo 1 di PIAAC, oltre a indicare come PIAAC potesse trarre insegnamenti dai processi descritti nel framework della literacy matematica di PISA 2012. Pertanto, i tre nuovi Processi cognitivi sviluppati per il Ciclo 2 di PIAAC sono notevolmente simili e coerenti con i processi di PISA corrispondenti a Formulare, Impiegare e Interpretare/Valutare. Questo perché il Gruppo di esperti sulla numeracy, nello sviluppare la nuova dimensione relativa ai processi cognitivi per il Ciclo 2 di PIAAC, ha tenuto conto dell'intento e della struttura dei tre cicli di PISA 2012. Relativamente al nuovo processo del ragionamento matematico incluso nell'indagine PISA del 2021, il Gruppo di esperti ritiene che, per la valutazione delle capacità di numeracy degli adulti, occorra integrare tale aspetto per lo più intra-matematico all'interno dell'aspetto del problem solving nel mondo reale di PIAAC, e che non debba essere valutato come una parte a sé stante del costruito. Il ragionamento matematico, la sua comprensione e la sua applicazione vengono pertanto integrati nei relativi aspetti degli altri tre processi cognitivi.

### Formati di item

Nella loro revisione e confronto dei due framework della numeracy per PISA e PIAAC, Gal e Tout (2014) concludevano, riguardo alla questione dei formati di item, che:



L'indagine PISA, con la sua gamma più esaustiva di tipologie di item e con una valutazione somministrata tramite computer più interattiva, favorirà descrizioni più estese e articolate delle sottocomponenti della literacy matematica, rispetto alle informazioni che possono essere generate dalla valutazione della numeracy in PIAAC (ibidem, 52).

Inoltre, il documento di revisione commentava come gran parte degli item esistenti del Ciclo 1 di PIAAC e di ALL si basasse su immagini statiche e fosse più simile a valutazioni in forma cartacea trasposte sul computer, aggiungendo come anche questo elemento non sembri riflettere il modo in cui i compiti e le attività di numeracy vengono integrate e praticate nel XXI secolo.

Come asserito in precedenza, la prossima somministrazione del test di valutazione della numeracy relativo al Ciclo 2 di PIAAC sarà, rispetto al Ciclo 1, decisamente più in grado di consentire l'uso di nuovi formati di item, più interattivi e adatti al XXI secolo. Tali item sono già stati sviluppati e verranno testati nello Studio pilota.

### Osservazioni generali

Sulla base di confronti dettagliati tra i due framework della numeracy per PISA e PIAAC da parte del team di revisione, effettuati da Gal e Tout (2014), e da due membri del team di revisione del 2017 che conoscevano entrambi i gruppi completi degli item di PISA 2012 e PIAAC e non solo quelli pubblicati, è evidente come entrambe le valutazioni descrivano e considerino ambiti molto simili.

A livello concettuale, la numeracy e la literacy matematica sono costrutti strettamente correlati, circa le idee di fondo su cui poggiano. Relativamente alle definizioni e descrizioni dei costrutti e a ciò che vanno a valutare, Gal e Tout, nel loro raffronto dei due programmi, riassumevano così le somiglianze:

- entrambi i costrutti si riferiscono all'abilità degli individui di far fronte a compiti che si possono incontrare nel mondo reale e che contengono informazioni matematiche o quantitative o che richiedono capacità e conoscenze di tipo matematico o statistico;
- entrambi i costrutti si concentrano sul modo in cui gli individui possono utilizzare le loro conoscenze e capacità matematiche per risolvere i problemi derivanti da esigenze o richieste di ordine pratico (ovvero, del mondo reale) e per 'impegnarsi', gestire e comprendere vari compiti nel mondo che li circonda, piuttosto che occuparsi di compiti matematici decontestualizzati;

- né PISA né PIAAC descrivono la literacy matematica o numeracy come sinonimo di un livello minimo o basso di conoscenze e capacità matematiche. In altre parole, entrambe le valutazioni considerano i costrutti come una descrizione di competenze situate in un continuum, così da collocare gli individui su una scala che parte da livelli bassi per arrivare a quelli più alti (ibidem, 47-48).

Essi concludevano che i framework, le definizioni e le valutazioni sia di PIAAC che di PISA presentano sostanziali somiglianze concettuali e pratiche, relativamente ai loro item per il test, ai principi di progettazione, alle aree di contenuto e alle competenze che prendono in considerazione (ibidem). Tuttavia, vi sono alcune differenze tra le due valutazioni, legate alla diversità dei background esperienziali e alla distanza che divide gli adulti dalla scuola rispetto ai bambini. Come hanno scritto Gal e Tout:

Poiché molti adulti potrebbero non ricordare rappresentazioni di tipo più formale o il linguaggio tecnico appresi a scuola, la progettazione degli item di PIAAC ha fin dall'inizio tenuto conto della necessità di stabilire l'autenticità, riducendo al contempo l'utilizzo di notazioni formali e un aspetto 'scolastico' (ibidem, 39).

Un esame degli item sia di PISA che di PIAAC mostra come PISA sia più interessata all'abilità dei quindicenni di utilizzare e applicare le competenze e le conoscenze matematiche apprese a scuola e le conoscenze inglobate all'interno di una situazione reale. D'altra parte, PIAAC si concentra un po' meno sul modo in cui gli intervistati utilizzano le competenze matematiche formali quando risolvono un problema matematico della vita reale. Per es., in alcuni degli item di literacy matematica di PISA viene chiesto ai quindicenni di utilizzare le informazioni provenienti da una situazione di vita reale per calcolare e identificare specifiche caratteristiche formali dei grafici delle equazioni lineari, come il gradiente e l'intercettazione  $y$ . Questo tipo di conoscenza matematica più formale non viene valutata in PIAAC, in quanto gli intervistati dell'indagine PIAAC non sono in genere tenuti a dimostrare la loro conoscenza dell'uso e della comprensione delle notazioni matematiche formali apprese a scuola, che vengono dimenticate in quanto non utilizzate di recente.

## Indicatori della competenza matematica

Una delle caratteristiche salienti di entrambi i framework di PISA e PIAAC è il modo in cui ciascuno di essi ha sviluppato autonomamente un modello che descrive gli aspetti degli item per il test che determinano la difficoltà di questi ultimi, e che indicano la competenza matematica degli individui e delle popolazioni sottoposte alla valutazione.

PIAAC approfondisce questo aspetto nell'Appendice del framework (PIAAC Numeracy Expert Group 2009, 44-56). Oltre a classificare gli item per il test in base alle conoscenze matematiche necessarie per completare ciascuno, l'Appendice presenta un modello dettagliato progettato per mostrare la complessità degli item stessi. Vengono definiti cinque "fattori di complessità" e viene presentato un modello per la valutazione dei compiti matematici nella misura in cui ciascun fattore è presente negli item per il test. Vengono forniti esempi per mostrare come verrebbe applicato il modello di valutazione, e si presume che un punteggio totale relativo ai fattori di un singolo item (possono essere generati 20 punti) sia fortemente correlato alla difficoltà dell'item; e, implicitamente, il completamento corretto di particolari item può essere usato come indicatore dei livelli di competenza matematica.

Il framework di PISA 2012 definisce un insieme di "capacità matematiche fondamentali", la cui attivazione si suppone che fornisca nel suo insieme indicatori di literacy matematica. Nell'ambito delle attività di ricerca documentate da Turner, Blum e Niss (2015) è stato sviluppato un sistema per valutare singoli item in base alla misura in cui ciascuna di queste capacità è necessaria per rispondere alle domande di PISA. Tale studio ha mostrato che il sistema in questione riesce a prevedere la difficoltà degli item per il test di PISA. La prova dell'attivazione delle capacità è fondamentale per spiegare la crescente numeracy matematica rilevata dalle prove condotte da PISA.

## Allineamento delle due scale di valutazione

Il team di revisione del 2017 ha convenuto che, data la coerenza generale di ciò che viene valutato sia da PIAAC che da PISA, e sulla base della loro revisione e della loro conoscenza dei due framework e degli item pool, ci potrebbe essere molto da imparare dalla creazione di connessioni e collegamenti significativi e più espliciti tra il framework della numeracy in PIAAC e il framework e la valutazione della literacy matematica di PISA. Il modo migliore per farlo sarebbe quello di stabilire una relazione empirica tra le due scale di valutazione

attraverso uno studio comparativo/di mappatura in cui adulti e i quindicenni affrontano item comuni a entrambe le valutazioni. Ciò renderebbe più forti e più utili ai fini della ricerca l'analisi e il confronto tra le due valutazioni, sia all'interno dei Paesi stessi che a livello internazionale. Permetterebbe inoltre di effettuare ricerche sul modo in cui gli item vengono affrontati in modo diverso da persone che frequentano la scuola rispetto a quelle al di fuori, e di favorire la diffusione di dati più solidi che consentano lo studio dei progressi compiuti nel passaggio dalla scuola alla vita adulta.

## 7. PARTE VI. Componenti della Numeracy

In questa Parte viene descritta l'implementazione di un equivalente alla valutazione delle componenti di lettura di PIAAC nella valutazione della numeracy di PIAAC.

### Introduzione

Il secondo ciclo di PIAAC includerà una nuova serie di item di livello inferiore, chiamati componenti della numeracy, che mirano a far luce sulle competenze di numeracy degli adulti con punteggio basso (al di sotto del livello 1). Nell'analizzare il primo ciclo di risultati di PIAAC si è ritenuto che mancassero le informazioni per formulare deduzioni valide su quali fossero le capacità di numeracy possedute o meno dagli adulti al di sotto del livello 1. Occorre notare che il Gruppo di esperti e la revisione del 2017 hanno individuato due soluzioni per raggiungere questo obiettivo. La prima è stata quella di scrivere alcuni nuovi item più semplici per completare i tre item esistenti al di sotto del livello 1, mentre la seconda consisteva nello sviluppare le componenti della numeracy.

Nella revisione del framework della numeracy del Ciclo 1 di PIAAC, sono stati esaminati i possibili elementi costitutivi delle componenti e sono stati discussi i problemi e i vincoli che ne derivano (Tout *et. al.* 2017).

Durante lo sviluppo di questo framework di numeracy per il Ciclo 2 di PIAAC e la progettazione degli item di numeracy del secondo ciclo, è stata condotta un'ulteriore indagine per stabilire quale tipo di item per la valutazione della numeracy sarebbe adatto a valutare alcune delle componenti della numeracy identificate, considerati i vincoli delle modalità di somministrazione.

In questa sezione viene approfondita l'utilità e la possibilità di implementare un equivalente alla valutazione delle Componenti di lettura nella valutazione della numeracy di PIAAC. In essa si affronteranno:

- alcune informazioni di base sulle componenti delle capacità di lettura;
- il motivo alla base della necessità di valutare le componenti di numeracy;

- alcune questioni di ordine concettuale sulle componenti di numeracy;
- somministrazione e altri vincoli;
- il contenuto delle componenti della numeracy;
- il campo di applicazione delle componenti della numeracy;
- la proposta di valutazione delle componenti della numeracy per il Ciclo 2 di PIAAC.

### Componenti delle capacità di lettura

Nel suo primo ciclo, PIAAC ha incluso per la prima volta una valutazione delle "componenti delle capacità di lettura", spesso abbreviate in "componenti di lettura", per valutare quanto gli individui con bassi livelli di competenza padroneggino le componenti di base della lettura (Sabatini e Bruce 2009). Nel Ciclo 1 sono state incluse tre tipologie di compiti<sup>6</sup>.

1. Parole su testi a stampa, in cui è stato chiesto agli intervistati di individuare quale di quattro parole corrispondesse a un'immagine.
2. Elaborazione di una frase, in cui agli intervistati veniva presentata un'unica frase, per stabilire se fosse sensata o meno, selezionando "Sì" o "No".
3. Comprensione del paragrafo, compiti di *cloze* in cui gli intervistati selezionavano una tra diverse parole per rendere sensate le frasi all'interno di un paragrafo.

La somministrazione della prova di valutazione delle "Componenti di lettura" nel primo ciclo di PIAAC comprendeva un supporto verbale da parte dell'intervistatore, e questo elemento viene preso in considerazione per il secondo ciclo. Per questi item sono state acquisite informazioni sia sull'accuratezza che sulla tempistica, consentendo l'analisi delle capacità così come della padronanza.

Nel Ciclo 2, la valutazione delle componenti di lettura includerà item relativi alla comprensione di frasi e paragrafi e sarà somministrata via tablet. Ciò renderà possibile una presentazione automatica degli item, consentendo agli intervistati di dimostrare meglio la loro padronanza, favorendo inoltre la raccolta di informazioni comparabili sulle tempistiche.

---

<sup>6</sup> Per maggiori approfondimenti ed esempi sui compiti relativi alle componenti di lettura, cfr. OECD (2016c).

### Motivo alla base della valutazione delle componenti di numeracy

Le prestazioni complessive del Ciclo 1 di PIAAC hanno mostrato che il 5% degli adulti intervistati nel primo round di 24 Paesi si trovava al di sotto del livello 1. Includendo il secondo round di Paesi, i risultati sono stati inferiori al livello 1 per il 6,7% in 33 Paesi. Questo dato viene confrontato con prestazioni di lettura del 3,3% nei 24 Paesi iniziali e del 4,5% per il secondo round di 33 Paesi. Di conseguenza, le percentuali di adulti che hanno raggiunto il livello più basso di numeracy sono significativamente più alte se confrontate con il livello di literacy (OECD 2013b e 2016b). Pertanto, i dati empirici sostengono fortemente la necessità di sviluppare una valutazione equivalente a quella delle Componenti di lettura nella valutazione della numeracy di PIAAC, sulla base del maggior numero di adulti che hanno raggiunto quel livello di prestazioni rispetto a quelle conseguite nella lettura.

### Componenti delle capacità di numeracy: questioni di ordine concettuale

Le attività sottese alla definizione, all'elaborazione e alla somministrazione degli item per la valutazione delle componenti di numeracy mirano tutte allo stesso obiettivo: sviluppare una serie di compiti 'granulari', così che "almeno qualcuno di questi adulti possa dimostrare un certo livello di conoscenze e capacità di numeracy".

Nell'ambito della numeracy, tali capacità di base negli adulti sono state oggetto di un numero nettamente minore di studi e analisi, rispetto alle componenti delle capacità di literacy (per es. cfr. Sabatini e Bruce 2009; Grotlüschen *et al.* 2016). Pertanto, è stato piuttosto impegnativo concettualizzare e valutare le componenti di numeracy nel secondo ciclo di PIAAC. Si è riconosciuta la necessità di intraprendere molti più studi e dibattiti per stabilire quali fossero i contenuti più ragionevoli e significativi di tali capacità di numeracy per gli adulti, l'ambito di tali competenze e come si relazionassero con gli item al di sotto del livello 1 di PIAAC esistenti e con le relative descrizioni. Tuttavia, i vincoli di ordine temporale connessi alla necessità di sviluppare gli item del test entro 6 mesi dal primo incontro del Gruppo di esperti a marzo 2018 hanno portato il gruppo a procedere nel miglior modo possibile.

Il gruppo era tuttavia consapevole di avere un'opportunità unica per creare una valutazione che non era ancora stata sviluppata o somministrata prima e che avrebbe potuto fornire importanti dati scientifici, insieme a una conoscenza approfondita degli adulti con bassi livelli di capacità matematiche e di

numeracy. È stata messa in conto l'opportunità di utilizzare lo Studio pilota di PIAAC per testare la funzionalità di una valutazione delle componenti della numeracy e il lavoro ha inoltre analizzato cosa potrebbe funzionare meglio, sviluppando alcuni item di prova.

Il team di revisione e, di conseguenza il Gruppo di esperti, hanno esaminato una serie di possibili fonti di contenuto (Tout *et al.* 2017), ma il tempo a loro disposizione per effettuare tale studio era limitato. Negli anni successivi, il Gruppo di esperti ha raccomandato di condurre ulteriori ricerche e di mettere alla prova tale questione in maniera più esaustiva.

#### *Vincoli della somministrazione*

Un'altra grande sfida per il Gruppo di esperti è data dal fatto che gli item devono adattarsi alle opzioni di somministrazione dell'intera valutazione PIAAC, comprese le questioni connesse al tempo a disposizione e all'incertezza circa il livello di supporto verbale agli intervistati che si sottopongono alla valutazione delle componenti. Questo aspetto verrà approfondito di seguito. Il Gruppo di esperti ritiene pertanto che questo secondo ciclo del framework della numeracy di PIAAC sia solo il primo passo per comprendere meglio la natura del comportamento e delle prestazioni di numeracy negli adulti con un livello basso. Tuttavia, è un primo passo essenziale e prezioso.

#### *Questioni concettuali: componenti delle capacità di numeracy, prerequisiti o fondamentali?*

Le componenti di lettura vengono descritte come capacità granulari e di base di lettura, che precedono le capacità di lettura più complesse. Nella numeracy, tali capacità granulari di base non sono ancora state definite in maniera chiara. Gli individui iniziano a sviluppare le loro capacità di numeracy fin "dalla culla", dove i neonati fanno le loro prime esperienze con numeri, forme e dimensioni di oggetti e con l'orientamento spaziale. L'esatta natura di tali capacità matematiche e di numeracy di base è ancora oggetto di studio.

A complicare ulteriormente le cose, negli studi finora condotti, il termine "componenti della numeracy" viene inoltre impiegato per designare gli elementi fondamentali che costituiscono il concetto stesso di numeracy. Si tratta di una prospettiva diversa, che non li considera prerequisiti o fondamentali per lo sviluppo di capacità di numeracy più complesse. Per es., Ginsburg, Manly and Schmitt (2006) hanno condotto un'analisi approfondita sugli esistenti



framework della numeracy, così da individuare eventuali aspetti in essi ricorrenti. Essi hanno denominato tali elementi come “componenti della numeracy”, definendoli come “quegli elementi di base relativi a una pratica efficiente della numeracy” (ibidem, 2). Hanno così elencato queste componenti: *Contenutistiche*, *Contestuali* e *Cognitive/Affettive*. Si tratta chiaramente di un'altra definizione di “componente della numeracy”, rispetto alla prospettiva di descrivere e definire elementi costitutivi di base delle capacità di numeracy di adulti con un basso livello.

È necessario fare un ulteriore chiarimento. Le componenti della numeracy non sono, com'è talvolta opinione dei profani, le ‘basi’ – il conoscere a memoria operazioni aritmetiche come l'addizione e la sottrazione fino a 20 e la moltiplicazione e la divisione con numeri a 1 cifra. Il Gruppo di esperti li considera fatti aritmetici di base nel campo delle operazioni con numeri decontestualizzati, che coprono solo in minima parte l'effettiva dimensione del contenuto di PIAAC. Tali capacità ‘di base’ non sono in alcun modo basilari o elementari per molti degli adulti con prestazioni di livello basso in PIAAC, in quanto richiedono l'uso di notazioni e convenzioni astratte, apprese a scuola, e sono prive della dimensione chiave della “significatività”, che è un pilastro fondamentale del framework della numeracy nel suo complesso.

Nello sviluppo di una valutazione delle componenti di numeracy per il secondo ciclo di PIAAC vi sono dunque due grandi sfide da considerare. Una è data dal raggio e dal livello dei contenuti matematici da includere tra le capacità di base. L'altra è come mantenere la significatività degli item, per es. se sia possibile utilizzare i problemi del mondo reale inglobati in situazioni autentiche in una valutazione delle componenti della numeracy, o quali siano le considerazioni da fare affinché la valutazione delle componenti funzioni e sia adeguata agli adulti che si sottopongono al test.

### Somministrazione e altri vincoli

Occorre considerare i vincoli dettati dagli aspetti pratici relativi alla somministrazione di una valutazione internazionale in più lingue, e quanto andranno a incidere sui risultati. Inoltre, vista la probabile correlazione tra bassi livelli di numeracy e di literacy, la somministrazione di una valutazione delle componenti della numeracy deve tenere in particolare considerazione le richieste di lettura della valutazione. Vi sono altri fattori da considerare, tra cui: il tempo a disposizione, che influirà sul numero e sull'insieme di item da poter

utilizzare, in termini di aree di contenuto e livelli di difficoltà; la somministrazione e le tipologie di item (istruzioni e supporto verbale da parte degli intervistatori; somministrazione online; di tipo interattivo o meno) e altri. Di seguito verranno esaminati alcuni di questi fattori.

### *Rappresentazioni e richieste di lettura*

Ai fini della presente valutazione delle componenti della numeracy sarà essenziale mantenere richieste di lettura minime, pur preservando la connessione con la vita reale. Il team di revisione (Tout *et al.* 2017) suggeriva di offrire supporto verbale in forme differenti, da parte dell'intervistatore stesso o, in caso di valutazione condotta tramite computer portatile o tablet, per mezzo di audio o video. Si potrebbe anche prendere in considerazione la possibilità che l'intervistatore registri risposte in forma verbale per l'intervistato.

Un'altra raccomandazione è che gli stimoli si basino su foto o video di rappresentazioni realistiche di oggetti della vita reale, che aiutino a renderli accessibili, più familiari, realistici e autentici, contribuendo a ridurre potenzialmente il carico di lettura. Un ulteriore suggerimento è quello di utilizzare elementi od oggetti reali, per alcuni item del test. Potrebbero essere usati per compiti quali il confronto, lo smistamento o la classificazione. Ciò renderebbe la valutazione delle componenti della numeracy più accessibile, pratica e diretta. Inoltre, o in alternativa, si potrebbe utilizzare la tecnologia, così da eseguire azioni simili su uno schermo, utilizzando per es. item di tipo drag-and-drop su un computer portatile o su un tablet con funzionalità touch screen. Si potrebbe per es. chiedere agli intervistati di riordinare oggetti che rappresentano quantità trascinandoli e rilasciandoli, piuttosto che inserirli in elenchi ordinati in forma scritta.

La conclusione del Gruppo di esperti è che l'uso del tablet consente di utilizzare foto e rappresentazioni realistiche di oggetti della vita reale, rendendoli più accessibili e familiari. Un esempio valido di come sia possibile adoperare una foto con un breve testo è dato dall'item al di sotto del livello 1 in cui bisogna contare il numero di bottiglie; infatti, quand'anche gli intervistati non fossero capaci di leggere il testo della domanda, è altamente probabile che siano in grado di comprendere la richiesta di tale consegna. Se fosse messo a disposizione un supporto o una guida di tipo verbale, le domande di questo tipo risulterebbero ancora più accessibili.

### *Tempo*

Considerati i vincoli connessi al tempo complessivo del test, il Gruppo di esperti è stato informato del fatto che, per la durata della valutazione delle componenti di numeracy, ci sarebbe stata una restrizione del tempo fino a un massimo di 3 minuti, come nel caso della valutazione delle Componenti di lettura. Ciò comporta ovviamente delle restrizioni significative su cosa sia possibile includere in tali Componenti. Occorre tuttavia notare che tale restrizione di tempo non sarà comunicata ai partecipanti, così da evitare stress e timore di fallire ingiustificati. Il Gruppo di esperti ha proposto di concedere più tempo (fino a un totale di 5 minuti) per lo Studio pilota, per poter verificare e testare i nuovi item. Questo fornirà poi i dati empirici e le informazioni necessari per una decisione più consapevole su come implementare al meglio la valutazione delle componenti di numeracy nello Studio principale.

Il limite di tempo per la somministrazione comporta che allo scadere di tale termine cesseranno gli item e non ne scompariranno più di nuovi. All'intervistato non verrà comunicato il numero di item da inserire, ma continueranno ad apparire fino a quando non saranno stati tutti presentati o fino alla scadenza del termine. Gli intervistatori saranno istruiti sul fatto di chiedere ai partecipanti di continuare a lavorare durante la presentazione del gruppo di item.

### *Istruzioni e supporto verbali*

Come indicato in precedenza, il documento di revisione (Tout *et al.* 2017) suggeriva di offrire supporto verbale in forme differenti, da parte dell'intervistatore stesso o, in caso di valutazione condotta tramite computer portatile o tablet, per mezzo di audio o video. Tuttavia, i vincoli relativi alla somministrazione di PIAAC e la necessità di avere traduzioni approvate per qualsiasi testo che compaia nei file video o audio, hanno reso impraticabile l'inserimento di indicazioni verbali nella prova. Ciononostante, come in precedenza enunciato, va considerata la possibilità di offrire un certo grado di supporto o di istruzioni verbali da parte dell'intervistatore.

Ridurre al minimo la quantità di testo ha rappresentato quindi un aspetto molto importante, e il modo migliore per farlo è stato avvalersi di foto e rappresentazioni realistiche di oggetti reali, contribuendo a rendere gli item più accessibili e familiari.

### *Utilizzo di item connessi al denaro*

È ovvio come alcuni item per la valutazione delle componenti della numeracy debbano basarsi sull'identificazione di importi di denaro e su compiti in cui esso compare, con il potenziale vantaggio di (a) essere basati sui numeri, e (b) di risultare rilevanti per la vita della maggior parte degli adulti, oltre che relativamente familiari. Il denaro, tuttavia, è profondamente legato al Paese: il suo essere un elemento familiare deriva dal fatto che si colloca in un insieme di relazioni, finanziarie e di altra natura, non necessariamente coerenti tra Stato e Stato. I sistemi monetari dei vari Paesi partecipanti variano in modo significativo, e sebbene l'indagine PIAAC indichi rigorose linee guida in merito alle variazioni di grandezza degli importi di denaro, tentando così di mantenerli al contempo realistici e matematicamente comparabili, ciò può comunque risultare impegnativo, a questo livello minimo di complessità matematica. Secondo il Gruppo di esperti, il costrutto sul senso dei numeri si basa sulla comprensione delle valute e su compiti in cui compare il denaro.

### *Formati di item*

Sulla base dei vincoli connessi alla somministrazione per quanto riguarda le componenti, sono state raccomandate alcune tipologie di item poiché considerate in grado di favorire la valutazione delle componenti di numeracy, tra cui:

- l'utilizzo di foto e rappresentazioni realistiche di oggetti di vita reale;
- il ridurre al minimo la necessità di leggere informazioni in forma scritta, impiegando un unico e semplice stimolo (*stem*) per introdurre le diverse domande/item (tale approccio favorirà inoltre il livello di fluenza degli intervistati, che non dovranno dedicare tempo alla lettura delle istruzioni degli item);
- la probabile assenza di risposte in forma scritta, utilizzando tipologie con risposta tap-on.

### **Componenti delle capacità di numeracy: possibili contenuti**

Come per la valutazione delle Componenti di lettura di PIAAC, l'obiettivo è quello di comprendere meglio le capacità matematiche e di numeracy degli adulti che ottengono un punteggio inferiore al Livello 1. Si tratterà degli

individui che, nelle precedenti indagini, non sono essenzialmente riusciti a rispondere a nessuno o a molti item di numeracy in maniera corretta.

Il livello di prestazioni di numeracy ora preso in considerazione è il più basso in PIAAC, ovvero al di sotto del livello 1, e ne viene riportata la descrizione:

I compiti previsti da questo livello richiedono agli intervistati di eseguire processi semplici come il conteggio, lo smistamento e l'esecuzione di operazioni aritmetiche di base con numeri interi o denaro, o di riconoscere rappresentazioni spaziali comuni in contesti concreti e familiari, con un contenuto matematico esplicito, e con poco o nessun testo/distrattori (OECD 2013b, 76).

I tre item di numeracy esistenti al di sotto del Livello 1 in PIAAC sono:

- il conteggio o la stima del numero di oggetti mostrati in una foto, che si trovano su più strati e non sono pertanto tutti visibili (per un totale inferiore a 100);
- la somma di tre numeri interi elencati in un breve testo (per un totale poco superiore a 200);
- l'identificazione dell'articolo che è stato imballato per primo a partire da quattro cartellini del prezzo, ciascuno dei quali riporta la data di imballaggio.

Di conseguenza, le capacità che devono essere valutate nella valutazione delle componenti della numeracy dovranno preferibilmente essere di un livello inferiore rispetto a queste tre domande.

In una recente rassegna delle opzioni per lo sviluppo di una valutazione di livello basso della numeracy di adulti in Paesi con basso o medio reddito (UNESCO 2016), l'autore affermava:

È quindi necessario distinguere tra persone senza capacità formali (coloro che, a parte il saper contare quantità semplici, hanno capacità di calcolo mentale relativamente limitate e non sono in grado di comprendere il significato delle cifre scritte) e quelle con scarse capacità formali (che possono eseguire alcuni calcoli mentali impiegando sistemi numerici e tecniche di misurazione in uso nel luogo in cui vivono, ma che conoscono pochi simboli e sistemi di numerazione formali o in forma scritta, benché siano in grado di completare problemi matematici scritti in modo molto semplice (UNESCO 2016, 284).

Tali questioni si trovano al centro dello sviluppo di una valutazione delle componenti della numeracy.

## Framework nazionali e internazionali

Vi sono attualmente standard e framework della numeracy degli adulti in diversi Paesi che hanno descritto livelli relativamente bassi di numeracy, che potrebbero essere utilizzati come punti di partenza per la descrizione di possibili componenti, domande e compiti di numeracy. Una sfida è data dal fatto che molti di questi framework, come il Ciclo 1 dell'indagine di PIAAC sulla numeracy, non illustrano né descrivono in dettaglio un livello inferiore al livello 1 esistente di PIAAC.

Ad accomunare i framework della numeracy degli adulti con il livello più basso è il fatto che descrivono contenuti matematici in aree differenti, come le quattro aree di contenuto di PIAAC di Quantità e numeri; Dimensione e forma; Variazioni e relazioni; Dati e probabilità.

Per esempio, l'Irlanda presenta cinque aree: Quantità e numeri; Gestione di dati; Modello e relazione; Problem solving; Forma e spazio (QQI 2016). La Nuova Zelanda ha invece descritto tre aree: Dare un senso ai numeri per risolvere problemi; Ragionare in maniera statistica; Misurare e interpretare la forma e lo spazio (Tertiary Education Commission 2008). I Paesi Bassi hanno descritto per gli adulti un livello di ingresso articolato in quattro aree: numeri, proporzioni, misurazioni/geometrie e relazioni, sottolineando la natura concreta del contenuto attraverso pochi dati, un minimo di testo, numeri arrotondati e problemi tratti direttamente dalla vita di tutti i giorni e dall'ambiente di lavoro (CINOP 2013).

Come esempi di quanto descritto per i livelli approssimativamente inferiori al livello 1 di PIAAC o al di sotto, la tabella 3 in basso riporta alcune affermazioni esemplificative tratte da una serie di framework/standard nazionali di programmi di studio degli adulti, suddivise in base alle aree di contenuto di PIAAC (da: QQI 2016; McLean *et al.* 2012; Tertiary Education Commission 2008).

**Tabella 3. Affermazioni esemplificative da framework/standard nazionali di programmi di studio di adulti, suddivise in base alle aree di contenuto di PIAAC**

<b>Quantità e numeri</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Riconoscere la relazione tra valori numerici e gruppi di oggetti, fino al numero 10 compreso.</li> <li>● Riconoscere il linguaggio matematico in situazioni di tutti i giorni, impiegando un linguaggio quotidiano, per es., maggiore di, minore di, superiore a, oltre.</li> <li>● Risolvere problemi con addizioni e sottrazioni contando tutti gli oggetti.</li> <li>● Risolvere problemi con addizioni e sottrazioni contando in avanti e indietro, utilizzando unità e decine.</li> <li>● Risolvere problemi con moltiplicazioni contando coi multipli, spesso in combinazione con il conteggio tramite corrispondenza biunivoca e tenendo traccia dei conteggi ripetuti con l'uso di supporti fisici (ad esempio, le dita) o immagini mentali.</li> <li>● Leggere e scrivere numeri significativi a livello personale, per es., il proprio numero civico.</li> <li>● Riconoscere e scrivere quantità di denaro come simboli (per es., \$12.50) fino a \$100.</li> <li>● Riconoscere e utilizzare numerali ordinali da primo a decimo.</li> </ul>
<b>Dimensione e forma</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Identificare le caratteristiche salienti di alcune forme, per es., numero dei lati, degli angoli e delle curve.</li> <li>● Utilizzare il linguaggio delle misure in relazione alle forme, per es., più lungo, più corto, più largo, più stretto.</li> <li>● Classificare e descrivere gli oggetti in base agli attributi della loro forma.</li> <li>● Descrivere, designare e interpretare posizioni relative nello spazio.</li> <li>● Confrontare e ordinare gli oggetti in maniera diretta, utilizzando gli attributi di lunghezza, area, volume e capacità, peso, angolo, temperatura e intervalli di tempo, così da comprenderne gli attributi.</li> <li>● Leggere l'ora in formato digitale (escludendo il concetto di am/pm).</li> <li>● Identificare le date in un calendario.</li> <li>● Riconoscere sequenze temporali comuni; per es., l'ordine dei giorni della settimana.</li> <li>● Identificare differenze e somiglianze tra 2 forme bidimensionali (2D) comuni.</li> </ul>
<b>Schema, relazioni e variazioni</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Creare uno schema; per es., una sequenza di immagini, simboli o suoni con due variabili (colori differenti, forma uguale, ecc.).</li> </ul>
<b>Dati e probabilità</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Identificare l'uso di dati nella vita di tutti i giorni; per es., il numero di persone che desiderano un tè/caffè.</li> <li>● Suddividere gli oggetti in base ai loro attributi, organizzare i dati relativi a tali oggetti e rappresentare dati mediante oggetti concreti o figure.</li> <li>● Identificare tutti i possibili risultati in situazioni che prevedono una probabilità semplice (con un solo passaggio).</li> <li>● Confrontare informazioni e dati contenuti in testi, elenchi, grafici, diagrammi e tabelle di natura semplice ed estremamente familiare.</li> </ul>

Nella revisione del framework della numeracy del Ciclo 1 di PIAAC (Tout *et al.* 2017), il team di revisione ha individuato un potenziale problema nell'utilizzo diretto di framework/standard nazionali per adulti, perché alcuni framework e standard nazionali di numeracy per adulti sono stati formalmente sviluppati per conformarsi ai livelli gerarchici stabiliti nei programmi di studio dedicati ai bambini o comunque si basano su nozioni relative alla formazione di questi ultimi. Ciò può essere illustrato in vari modi, per es., inserendo nei programmi di studio per adulti affermazioni semplificate e delimitate come "può contare fino a 20"; mediante una terminologia specifica, di tipo scolastico, come "inserire il valore delle cifre in numeri interi fino a 100"; o dove non vengono nominate e inserite percentuali fino a livelli di prestazione più elevati. Tali affermazioni non tengono conto dei dati empirici di PIAAC o di altri dati empirici, in quanto questi non corrispondono alle conoscenze degli adulti né rappresentano le attività quotidiane che molti adulti possono effettivamente intraprendere con successo, ma che possono comunque svolgere al di sotto del livello 1 di numeracy nell'ambito di PIAAC (Tout *et al.* 2017).

Un'altra prospettiva sui possibili contenuti delle componenti della numeracy è data dal crescente numero di studi sul senso dei numeri.

### Senso dei numeri

Il senso dei numeri appare sempre più spesso in letteratura come una delle componenti principali della numeracy. Possedere capacità di numeracy significa avere un certo senso delle quantità e dei numeri e di come adoperiamo questi ultimi – a voce e in forma scritta – per rappresentare, comunicare, prevedere e valutare i fenomeni dalla vita reale.

L'espressione "senso dei numeri" è stata coniata negli anni '30 da Dantzig: "L'uomo, anche nelle fasi inferiori dello sviluppo, possiede una facoltà che, per mancanza di un nome migliore, chiamerò Senso dei numeri. Questa facoltà gli permette di riconoscere i cambiamenti all'interno di un piccolo insieme quando, a sua insaputa, viene rimosso o aggiunto un oggetto a tale raccolta" (Dantzig 1934, 1). Negli anni '90 il concetto si è fatto ancora più visibile (per es. Greeno 1991; McIntosh *et al.* 1992).

McIntosh, Reys e Reys hanno sviluppato un framework dedicato al senso dei numeri, che comprende tre componenti interconnesse: numeri, operazioni e



impostazioni di calcolo. Secondo loro, il senso dei numeri implica la capacità di utilizzare i numeri, le operazioni e le loro applicazioni in diverse impostazioni di calcolo. Essi parlano della comprensione effettiva del sistema numerico indù-arabo, dello sviluppo di un senso di ordine dei numeri, delle rappresentazioni multiple dei numeri (compresa l'idea di composizione/scomposizione), della comprensione delle proprietà matematiche e della relazione tra le operazioni. Per loro, avere il 'senso dei numeri' significa essere in grado di risolvere problemi nel mondo reale, fornire risposte adeguate, adottare (o creare) strategie efficaci per calcolare, contare, ecc. Non si tratta soltanto di riprodurre strumentalmente un certo algoritmo, ma di essere in grado di utilizzare le conoscenze e le componenti matematiche in modo flessibile. Nello stesso periodo, Dehaene (1997) pubblicava il suo best-seller *Number sense - How the mind creates mathematics*, che metteva in relazione il senso dei numeri con la struttura del nostro cervello.

Yang, Reys e Reys (2009) hanno definito il senso dei numeri come "la comprensione generale dei numeri e delle operazioni, e la capacità di gestire situazioni di vita quotidiana che comprendono numeri. Questa abilità è impiegata per sviluppare strategie flessibili ed efficienti (compreso il calcolo e la stima mentali) al fine di affrontare problemi numerici" (Yang *et al.* 2009, 384). Quanto alle componenti del senso dei numeri, questi autori sostengono che "il senso dei numeri è un processo complesso, che coinvolge molte componenti dei numeri, delle operazioni e delle loro relazioni" (Yang Reys e Reys 2009, 384). Tra questi processi, essi evidenziano due aspetti, (1) l'uso di parametri di riferimento nel riconoscere la grandezza dei numeri, e (2) la conoscenza dei relativi effetti di un'operazione sui vari numeri.

Faulkner e Cain (2009) sostengono che tra "le caratteristiche di un buon senso dei numeri figurano: (a) scioltezza nella stima e valutazione della grandezza; (b) abilità di riconoscere risultati irragionevoli; (c) flessibilità nel calcolo mentale; (d) capacità di muoversi tra diverse rappresentazioni e di utilizzare quelle più appropriate" (Faulkner e Cain 2009, 25). Cain *et al.* (2007) hanno descritto un insieme di componenti del senso dei numeri, come illustrato nella figura 6, in cui queste ultime si ricollegano tutte al linguaggio e si basano su di esso.

Figura 6. Componenti del senso dei numeri



Come affermato da Thompson (1995), utilizzare i numeri va ben oltre il semplice fatto di ragionare su questi ultimi e di effettuare calcoli avanzati. Si tratta di dare un senso alla situazione alla quale applichiamo numeri e calcoli (Thompson 1995, 220). Ciò implica inoltre il prendere decisioni e il risolvere problemi in maniera critica in contesti personali, lavorativi e sociali/comunitari (Peters 2012).

#### *Riepilogo e in che direzione ci stiamo muovendo?*

Sulla base degli studi di cui sopra sul possibile contenuto di una nuova valutazione delle componenti della numeracy, il Gruppo di esperti ha anche preso in considerazione la possibilità di sviluppare una valutazione delle componenti del senso spaziale, in quanto viene anch'esso visto come un'abilità fondamentale per il gruppo target di adulti. Tuttavia, soprattutto a causa di una

serie di vincoli relativi alla somministrazione del test sulle componenti della numeracy, che saranno trattati di seguito, in particolare in relazione al tempo disponibile per la somministrazione, insieme alla maggiore difficoltà di ridurre le richieste di literacy/lettura degli item basati su una valutazione del senso spaziale, il Gruppo di esperti ha deciso di utilizzare il senso dei numeri come base per il contenuto della nuova valutazione delle componenti di numeracy. Nella sua definizione più ampia, il senso dei numeri si sovrappone in larga misura alle grandi idee e al campo dei framework (inter)nazionali menzionati in precedenza. Secondo un'interpretazione più ristretta e sostanziale, il senso dei numeri si riferisce al senso delle quantità e di come i numeri le rappresentano. Quest'ultima interpretazione si è rivelata come il punto di partenza più adeguato a un ulteriore sviluppo degli item finalizzati a rendere operative le componenti della numeracy.

#### **Componenti delle capacità di numeracy: campo di applicazione**

Un'altra importante questione da affrontare nello sviluppo di una valutazione delle componenti della numeracy è rappresentata dalla natura 'contestualizzata' della matematica negli ambienti e nelle situazioni del mondo reale e dal ruolo da essa svolto. Si adotta spesso la definizione di compito "basato sul contesto" rispetto a quelli non basati sul contesto, o di compito "contestualizzato" rispetto a quelli "decontestualizzati". Gli individui acquisiscono conoscenze matematiche attraverso l'apprendimento sia formale che informale, e quest'ultimo è tanto prezioso quanto l'apprendimento formale, di tipo scolastico. Il campo dell'etnomatematica illustra in maniera dettagliata la questione della "matematica di strada contro la matematica scolastica" e, poiché questa valutazione delle componenti si rivolge spesso ad adulti con una scarsa istruzione di tipo formale, ma che operano come adulti in seno alla società, occorre tenere conto di questo problema e affrontarlo. Per esempio, D'Ambrosio (1985) si è occupato di teorizzare il concetto di etnomatematica. Lo studio condotto da Carraher *et al.* (1985) sui bambini di strada in Brasile ha dimostrato come questi ultimi, per sopravvivere a livello commerciale, possano utilizzare la matematica in modo piuttosto avanzato, anche se a scuola erano stati giudicati incapaci a lavorare con la matematica. Di questo si è parlato più diffusamente nella Parte II, nella sezione dedicata alla *Matematica scolastica vs la matematica di tutti i giorni o sul posto di lavoro*.

Matthijsse (2000) ha affrontato nello specifico la questione di come gli adulti gestiscano le proprie conoscenze matematiche nelle situazioni pratiche di tutti i giorni, e il divario tra la matematica scolastica e i suoi algoritmi formali e la matematica che gli adulti utilizzano nella propria vita quotidiana. Dopo aver esaminato i metodi informali impiegati dagli adulti nella vita di tutti i giorni, ha scoperto che questi sono spesso ancorati e radicati in conoscenze di natura familiare e in situazioni e contesti di vita reale. Sebbene si sia concentrato sui metodi didattici destinati agli studenti, il suo lavoro di ricerca, come gli altri studi etnomatematici, indica come questa proposta di valutazione delle componenti della numeracy nell'ambito di PIAAC non possa limitarsi a offrire solamente compiti non basati sul contesto, con una matematica rappresentata da domande formali, di tipo scolastico. Tuttavia, la specificità culturale e la possibile specificità nazionale di una determinata regola generale o di metodi informali, e come tali differenze potrebbero essere superate in una valutazione internazionale, rappresentano un rischio e una sfida di rilievo. Alla luce di ciò, una valutazione delle componenti di livello basso potrebbe essere tesa a individuare i modi informali/legati al buon senso utilizzati dagli adulti nel fare matematica – quali modelli e processi mentali impiegano quando risolvono un problema di numeracy? Inoltre, è possibile raccogliere dati e informazioni sulle connessioni (o mancate connessioni) tra i modi di fare matematica a scuola (e l'uso di algoritmi) e il modo in cui gli adulti risolvono tali problemi nella vita quotidiana?

Persone diverse avranno contesti e applicazioni assai diverse in cui si sentiranno a proprio agio e più sicure nell'utilizzare le proprie conoscenze matematiche. La sfida sarà quella di individuare il giusto contesto o la giusta situazione problematica per ogni individuo, così che possa dimostrare la sua comprensione dei concetti matematici. A questo livello più elementare di conoscenze matematiche, la familiarità con l'ambiente e la situazione potrebbe infatti rivelarsi cruciale. Una potenziale soluzione potrebbe essere quella di utilizzare una forma di somministrazione adattiva, così da consentire agli intervistati di poter scegliere tra una serie di ambienti e situazioni in cui sono inglobati lo stesso contenuto e lo stesso livello di matematica.

In relazione ai tre contesti di numeracy di PIAAC qui definiti (*Personale, Lavorativo, Sociale/Comunitario*), sarebbe bene che la valutazione delle componenti della numeracy si concentrasse sui contesti e sulle situazioni più comuni, generici e familiari, ossia il contesto *Personale, Lavorativo,*

*Sociale/Comunitario*. I tre item di numeracy esistenti, al di sotto del livello 1, si situano all'interno di tali contesti. Anche in questo caso, la sfida consiste in come utilizzare le situazioni lavorative, dato che le ricerche dimostrano come gli adulti con scarse competenze formali siano spesso in grado di svolgere 'perfettamente' determinati lavori, dopo aver appreso le regole del mestiere o altri metodi che consentono loro di cavarsela.

Relativamente agli item basati sul contesto, la sfida è data dal fatto che, laddove la matematica è inglobata all'interno di testi e stimoli, alcuni dei destinatari non saranno facilmente in grado di leggere, interpretare e quindi affrontare e comprendere la matematica da utilizzare, a causa del loro potenziale basso livello di capacità di literacy.

Tali considerazioni rafforzano l'idea di mantenere gli item per valutare le componenti della numeracy in linea con la fondamentale definizione del senso dei numeri, concentrandosi sulla connessione tra le quantità nella vita reale e il modo in cui i numeri vengono impiegati per rappresentarle. Ciò sembra possibile, senza la necessità di utilizzare lunghe o complesse descrizioni verbali per presentare contesti di item o per porre domande.

### **Le componenti della numeracy proposte per il Ciclo 2 di PIAAC**

Considerati i vincoli dettati dal livello, dalle richieste di lettura, dal tempo e dalla rappresentazione disponibile dei compiti, il Gruppo di esperti ha deciso di implementare quei pochi item del senso dei numeri che corrisponderebbero agli elementi costitutivi delle relative componenti della numeracy. In tali item verrà chiesto ai partecipanti di fare stime sulle quantità a partire da immagini della vita reale, oltre che sulla grandezza di diverse rappresentazioni numeriche di alcune quantità.

Si prevedeva che l'intervistato fosse in grado di visualizzare rapidamente lo stimolo senza dover leggere molto testo, toccare una risposta sullo schermo ed essere immediatamente rinviato alla domanda successiva basata sullo stesso stimolo, senza dover leggere altro.

Il contenuto si limita alla prospettiva fondamentale del senso dei numeri e più specificamente a:

- un gruppo di 12 item, in cui l'intervistato deve selezionare la quantità (<20) di un numero di oggetti visualizzati. Le rappresentazioni si limitano a immagini di oggetti di vita reale;
- un secondo gruppo di 15 item sulla grandezza relativa di quantità o fenomeni, in parte tratti dalla vita reale, in parte più decontestualizzati.

Sulla base delle decisioni di cui sopra, il Gruppo di esperti:

- ha consultato il partner di PIAAC che si occupa delle traduzioni, cApStAn, per aiutare a individuare la migliore formulazione della domanda da utilizzare, che si servirebbe di un unico e semplice stimolo, riducendo la necessità di leggere ogni domanda separatamente;
- ha realizzato una bozza della valutazione delle componenti ed eseguito due brevi progetti pilota;
- ha rivisto la bozza prima che fosse pubblicata nei diversi Paesi per i feedback e i commenti;
- ha nuovamente rivisto e revisionato la bozza in occasione dell'incontro del Gruppo di esperti a ottobre 2018.

### Questioni linguistiche

Nelle discussioni con cApStAn si è presto capito che ciò che in inglese appariva come una soluzione e una formulazione semplici, diventava spesso complicato quando tradotto in altre lingue. Ciò dipendeva spesso dal tipo di oggetti o immagini presentati agli intervistati.

Dopo un periodo di discussioni con cApStAn su quali formulazioni, contenuti e immagini avrebbero funzionato meglio, senza rendere necessaria la modifica di tutto lo stimolo, si è deciso che la soluzione migliore fosse quadripartita:

- avere in anticipo un'introduzione che metta in primo piano gli item per la valutazione da seguire;
- includere alcune semplici domande di pratica che potrebbero rappresentare un modello di ciò che è stato richiesto;
- avere due gruppi di item, il primo con lo stimolo "Quanti...?" per identificare una quantità;
- il secondo che si serve dello stimolo "Il più grande?" per identificare la grandezza di diversi valori/quantità.

Ciò significava che alcune idee del Gruppo di esperti riguardanti gli item e le loro immagini o stimoli da includere non potevano essere utilizzate, come temperature, grafici, persone, ecc. Alcuni item e immagini tenevano conto della dimensione di genere e questo limitava alcune opzioni.

### Feedback dai progetti pilota

Sono stati effettuati due progetti pilota delle prime bozze della valutazione delle componenti di numeracy, grazie alla partecipazione di adulti che hanno seguito corsi di literacy e di numeracy, e che risultavano essere adulti con

scarse prestazioni. Un progetto pilota è stato condotto in Belgio con 10 adulti, e l'altro in Spagna con 29 adulti. I principali risultati ottenuti dai progetti pilota sono i seguenti:

- gli adulti partecipanti hanno espresso un giudizio positivo sull'esperienza, essendo normalmente abituati a non rispondere correttamente alle domande di matematica/numeracy;
- hanno apprezzato la presenza di immagini tratte dalla vita reale per quantificare/contare;
- sono tutti riusciti a rispondere correttamente alle domande "Quanti?" ma alcuni ci hanno impiegato molto tempo;
- alcuni adulti hanno impiegato fino a 30 minuti per rispondere all'insieme di domande;
- c'erano chiari limiti di ordine conoscitivo relativamente all'insieme di domande "Il più grande?" Le difficoltà iniziavano dalla comprensione e dal confronto di numeri decimali e frazioni.

I risultati emersi dai progetti pilota indicavano come la valutazione avesse per lo più funzionato con successo. Ne sono derivate alcune questioni che hanno consentito al Gruppo di esperti di prendere altre decisioni e di perfezionare la bozza di valutazione. Tra queste figuravano le seguenti:

- per la maggior parte, il contenuto era appropriato per il gruppo target, e la formulazione e la presentazione sembravano accessibili – alcune domande sono state perfezionate sulla base di osservazioni fatte mentre gli adulti si sottoponevano alla valutazione;
- gli item che valutavano la capacità di identificare e rispondere ad alcune somme di base decontestualizzate, dove gli adulti dovevano riconoscere il significato di alcune operazioni aritmetiche standard, risultavano confusi e non appropriati per questi studenti; ciò rafforzava le convinzioni del Gruppo di esperti riguardo alla rilevanza e al significato di tali tipi di item di test per gli adulti. Essi sono stati rimossi dagli item dello Studio pilota;
- considerate la lunghezza e le diverse durate, saranno ai fini della misurazione cruciali sia la tempistica che il livello di fluency previsto;
- è stato ridotto il numero di item da includere nello Studio pilota, sia per il tempo impiegato, sia perché si è ritenuto che quegli item in più non raccogliessero dati o informazioni supplementari.

Il Gruppo di esperti ha perfezionato i gruppi di domande sviluppando due diversi moduli per lo Studio pilota, con item di collegamento. Il Gruppo di

esperti selezionerà per lo Studio principale gli item dello Studio pilota che hanno ottenuto le migliori prestazioni.

### Le domande e gli item: Quanti ...?

Per lo Studio pilota sono previste 12 domande di questo tipo, con un tempo massimo di 2 minuti. Ecco un esempio degli item posti in questo gruppo di domande. L'intervistato deve toccare il numero corrispondente.

PIAAC

**Quanti sono?**



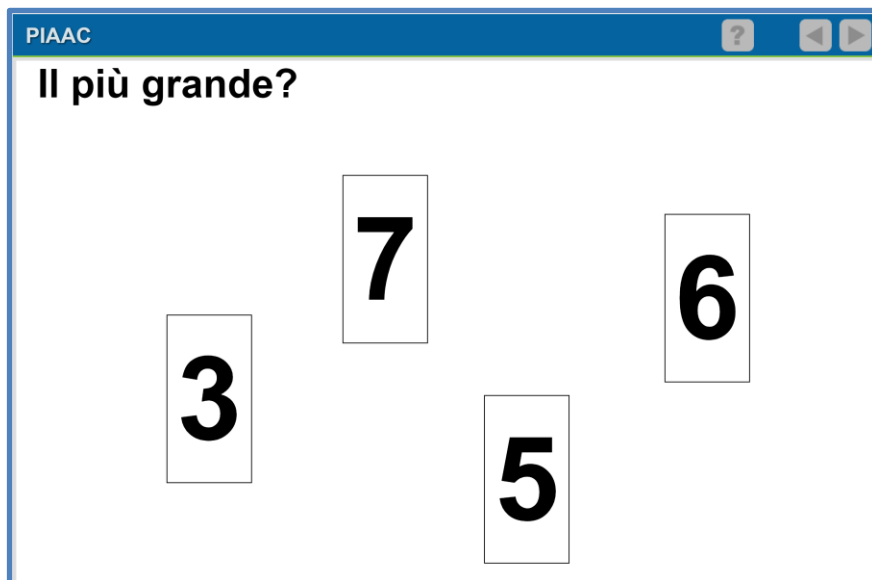
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

### Le domande e gli item: Il più grande?

Per lo Studio pilota sono previste 15 domande di questo tipo, con un tempo massimo di 3 minuti.

Ecco un esempio degli item posti in questo gruppo di domande. L'intervistato deve toccare sullo schermo l'item/il numero più grande dell'insieme mostrato.





### Tempistiche

Nello Studio pilota vi sarà un limite di tempo fino a un massimo di 5 minuti; 2 minuti per il gruppo di item *Quanti?* e di 3 minuti per il gruppo di item *Il maggiore?* Tuttavia, questo limite di tempo non sarà comunicato ai partecipanti, così da evitare stress e timore di fallire ingiustificati. Agli intervistati verrà solo detto di fare del loro meglio, così da lavorare in modo sia rapido che accurato. Il tempo per la somministrazione sarà limitato al numero di minuti previsti e al termine di tale intervallo cesserà anche il gruppo di item e non ne compariranno di nuovi. L'intervistato non sarà al corrente di eventuali item lasciati senza risposta, se del caso. Il parametro temporale sarà registrato per ogni partecipante, oltre a essere analizzato così da misurarne il livello di fluenza. Tuttavia, si deciderà come integrare la questione del tempo e la valutazione della fluenza all'interno del rapporto solo dopo l'analisi dei dati dello Studio pilota.

### *Automaticità/Fluenza*

Dato che nella somministrazione del test per la valutazione delle componenti di lettura ogni parte è stata cronometrata così da ottenere una valutazione della velocità e dell'automaticità, ciò dovrebbe essere reso disponibile anche per la valutazione delle componenti della numeracy. La raccolta delle informazioni

sulla tempistica e la capacità di creare indicatori della fluenza circa il senso dei numeri consentiranno di cercare eventuali correlazioni utili, come per esempio con le prestazioni dell'intervistato nell'ambito della complessiva valutazione della numeracy e/o con particolari dimensioni della valutazione della numeracy.

## 8. Appendice. Fattori che incidono sulla complessità degli item di Numeracy

La presente appendice descrive un modello di fattori che spiegano il livello di difficoltà dei diversi compiti per la valutazione della numeracy. Tale modello è stato elaborato per l'indagine ALL dal relativo team sulla numeracy. Il testo a seguire si basa sulla versione originariamente pubblicata nel Rapporto tecnico dell'indagine ALL, cfr. Gal *et al.* 2005. Questo modello è stato ritenuto utile per orientare lo sviluppo degli item, ovvero per aiutare nella creazione di item che si distribuiscono su vari livelli di difficoltà. I risultati dallo studio pilota di ALL hanno mostrato come la difficoltà prevista degli item utilizzati secondo il modello di seguito illustrato fosse strettamente correlata alla difficoltà osservata ( $r = 0,79$ ). A causa della natura ricorsiva della sperimentazione di tale modello (per es., le stesse persone hanno sia scritto il modello che valutato la complessità degli item), è necessario prestare attenzione in caso di un ulteriore uso interpretativo della presente versione. Ferma restando la necessità di un'ulteriore verifica, il modello nel suo stato attuale sembra essere uno strumento utile per sviluppare gli item del test e per comprenderne e interpretarne i risultati.

Il modello a seguire è stato aggiornato rispetto all'ultima versione pubblicata nel precedente documento quadro della numeracy di PIAAC (PIAAC Numeracy Expert Group 2009). Tali aggiornamenti sono stati basati sull'uso del Modello di complessità nel lavoro di sviluppo degli item per il test ACER e anche su quando è stato impiegato come base per alcuni lavori di mappatura di diversi item, provenienti da diverse valutazioni della matematica e della numeracy, da parte di uno degli autori e dei membri dell'attuale Gruppo di esperti sulla numeracy.

### Studi precedenti sulla complessità dei compiti

Nell'indagine ALS, tre fattori sono risultati essere le principali componenti del livello di difficoltà dei compiti (relativamente ai compiti di literacy o di tipo testuale): la plausibilità dei distrattori, il tipo di corrispondenza e il tipo di informazioni richiesti. Il livello di difficoltà dei compiti di Literacy quantitativa (QL) sembrava derivare da altri fattori:

1. la particolare operazione aritmetica richiesta per completare il compito;
2. il numero di operazioni necessarie per svolgere il compito;
3. la misura in cui i numeri erano inglobati all'interno dei materiali stampati;
4. la misura in cui occorreva fare deduzioni per individuare il tipo di operazione da eseguire (per es., la chiarezza; cfr. in basso).

I fattori alla base del livello di difficoltà della Literacy quantitativa in IALS corrispondono nel complesso a quelli utilizzati in valutazioni su larga scala delle capacità matematiche (con i bambini), che spesso si avvalgono di tre o quattro fattori.

1. I concetti matematici interessati: sistemi numerici e senso dei numeri, aspetti spaziali e geometrici, funzioni e algebra, questioni di probabilità/statistica, ecc. I concetti connessi agli argomenti insegnati a livelli più bassi sono considerati più facili.
2. La complessità delle operazioni: addizione, sottrazione, moltiplicazione e divisione, e il confrontarsi con i numeri interi, con i decimali e con le percentuali. Le operazioni connesse agli argomenti insegnati a livelli più bassi sono considerate più facili.
3. Il numero di operazioni: i problemi con un unico passaggio sono considerati più facili.
4. La chiarezza del problema: questo fattore è a volte rilevante; si riferisce alla misura in cui la situazione problematica include numeri o entità identificati in modo chiaro e alla misura in cui è chiaro quali operazioni o azioni eseguire. Nella misura in cui questi non risultano chiari o evidenti, gli intervistati devono ricavare le informazioni necessarie applicando strategie di comprensione e deduzione, il che rende il compito più complesso.

Per sviluppare i vari livelli di difficoltà è possibile attingere ad altri progetti di valutazione degli adulti. Sia il Progetto di ricerca sulle *Essential Skills* che il sotto-test della batteria di test di *Work Keys* (American College Testing 1997) utilizzano, nella loro descrizione dei livelli di numeracy, un modello a due fattori di complessità. Il primo fattore, le "operazioni richieste", è apparentemente

semplice e si riferisce alla difficoltà delle operazioni richieste. Tuttavia, esso viene complicato dal livello di difficoltà dei numeri trattati: i calcoli che includono frazioni e decimali sono di solito più difficili di quelli con numeri interi.

Il modello di *Essential Skills* descrive due sequenze di complessità, relative a tale fattore: le *Operazioni* e la *Traduzione* delle informazioni (talvolta definita “Chiarezza del problema”).

### *Operazioni*

1. Sono unicamente richieste le operazioni più semplici, e quelle da utilizzare vengono specificate in modo chiaro. Nel compito è utilizzato un solo tipo di operazione matematica.
2. Sono richieste solo operazioni relativamente semplici. Le specifiche operazioni da eseguire possono non essere specificate in maniera chiara. I compiti implicano uno o due tipi di operazioni matematiche. Sono richiesti calcoli con pochi passaggi.
3. I compiti possono richiedere una combinazione di diverse operazioni o più applicazioni di un'unica operazione. Sono richiesti calcoli con alcuni passaggi (operazioni più complesse possono richiedere di svolgere moltiplicazioni o divisioni).
4. I compiti implicano calcoli con più passaggi.
5. I compiti implicano calcoli con più passaggi. Possono essere richieste tecniche matematiche avanzate (per es., percentuali, rapporti, proporzioni).

### *Traduzione (Chiarezza del problema)*

1. Viene richiesta una traduzione minima per trasformare il compito in un'operazione matematica. Vengono fornite tutte le informazioni richieste.
2. Può essere richiesta una traduzione, o può essere necessario raccogliere da varie fonti i numeri richiesti per giungere alla soluzione. Possono essere utilizzate formule semplici.
3. Può essere richiesta una traduzione, ma il problema è definito in modo chiaro.
4. Viene richiesto un grado considerevole di traduzione.
5. È possibile che i numeri necessari per eseguire i calcoli debbano essere derivati o stimati; in caso di incertezza e ambiguità può essere necessario ricorrere ad approssimazioni. Possono essere utilizzate formule, equazioni o funzioni complesse.

Due considerazioni ci hanno spinto a mettere in discussione la convenienza di utilizzare framework connessi alla matematica (dalle Essential Skills o altrove) come unica fonte per sviluppare un modello di complessità per gli item che valutano la capacità degli adulti di affrontare i compiti di matematica nel mondo reale. Per prima cosa, affrontare molti problemi quantitativi del mondo reale in modo efficace dipende dalla capacità delle persone di dare un senso e di interagire con diverse tipologie testuali. Questo aspetto viene poco riconosciuto nel modello delle Essential Skills. È stato quindi fondamentale aggiungere fattori di difficoltà che riconoscessero i legami intrinseci tra literacy e numeracy, molto simili a quelli utilizzati nell'indagine IALS.

Un'altra considerazione, benché più limitata, è che l'ordine di complessità dei compiti in base al tipo di operazione eseguita potrebbe non essere per gli adulti chiaro quanto lo è per i bambini. Nelle valutazioni scolastiche, tale ordine si basa sui programmi tradizionali, in cui gli argomenti più complessi vengono appresi nelle classi superiori. Tuttavia, è noto come gli adulti utilizzino molte strategie inventate, forse in misura maggiore e più efficace rispetto ai bambini. I problemi con le moltiplicazioni o le divisioni, che possono rivelarsi relativamente difficili per alcuni giovani, possono essere risolti con strategie apparentemente più semplici, ripetendo per es. addizioni o sottrazioni; i numeri complessi possono essere scomposti in modo da alleggerire il carico mentale, e così via. Inoltre, la familiarità degli adulti con i contesti quotidiani, come per es. con le entità monetarie, facilita le loro prestazioni relative a concetti apparentemente avanzati. Per esempio, gli specifici valori di riferimento di frazioni e percentuali, come  $1/2$ ,  $1/4$ , 50% o 25%, risultano familiari a molte persone; di conseguenza, possono essere più facili del previsto da gestire, a dispetto dell'ordine di difficoltà basato sui programmi scolastici. Si deve pertanto impiegare un livello di complessità generale, al fine di ponderare tali 'incongruenze' nell'ordine dei livelli di difficoltà proposti in altri modelli.

### Fattori di complessità nell'indagine ALL

La rassegna della letteratura di cui sopra suggerisce come un framework dei fattori che influiscono sulla complessità dei compiti di numeracy non dovrebbe riguardare solo i fattori legati agli aspetti numerici e testuali dei compiti, ma dovrebbe affrontare anche altri aspetti. Esso dovrebbe trattare separatamente il numero e il tipo di operazioni rispetto al tipo di informazioni matematiche (o

statistiche) da elaborare, che potrebbero riguardare espressamente i numeri ma anche altri tipi di informazioni matematiche. Nel fare ciò, il framework dei fattori di complessità desiderato dovrebbe tenere conto dell'ampio campo di applicazione della definizione di numeracy, ovvero riflettere il grado di variazione all'interno dei contesti, la gamma di idee/contenuti matematici, i tipi di risposte possibili, e i tipi di rappresentazioni che interessano i vari contesti della vita adulta.

Alla luce di queste considerazioni, sono stati identificati cinque fattori chiave che si prevede influiranno, in modo congiunto o separato, sul livello di difficoltà dei compiti di numeracy da utilizzare nell'indagine ALL. Questi cinque "fattori di complessità" sono delineati nella tabella 4 e si articolano in due serie: due fattori che riguardano principalmente gli aspetti testuali dei compiti, e tre fattori che riguardano gli aspetti matematici. Questi cinque fattori vengono elencati separatamente per chiarezza di presentazione, ma in realtà non sono indipendenti l'uno dall'altro e interagiscono in modi complessi. Ogni fattore viene esaminato in dettaglio qui di seguito, accompagnato da una sottosezione che descrive il calcolo di un livello di complessità generale per ogni item, tenendo conto di tutti e cinque i fattori.

**Tabella 4. Fattori di complessità - Panoramica generale**

<b>Aspetti</b>	<b>Categoria</b>	<b>Gamma</b>
<b>Aspetti testuali</b>	1. Tipo di corrispondenza/chiarzza del problema	Da ovvio/esplicito a implicito/nascosto
	2. Plausibilità dei distrattori	Da nessun distrattore a vari distrattori
<b>Aspetti matematici</b>	3. Complessità delle informazioni/dati matematici	Da concreti/semplici ad astratti/complessi
	4. Tipo di operazione/capacità	Da semplice a complessa
	5. Numero di operazioni previste	Da una a molte

### *1. Tipo di corrispondenza/chiarzza del problema*

Si tratta di una combinazione del sopra descritto fattore della Chiarezza del problema e di un fattore dell'indagine IALS denominato Tipo di corrispondenza. La Chiarezza del problema è una funzione di quanto sono ben specificate informazioni e compiti matematici, e comprende aspetti come quanto la procedura è definita in modo evidente, quanto esplicitamente sono stati espressi i valori, ecc. Il Tipo di corrispondenza si riferisce invece al processo che un intervistato deve seguire per mettere in relazione l'azione richiesta nella

domanda con le informazioni contenute nel compito o nel testo, che può variare da una semplice azione di individuazione o corrispondenza ad azioni più complesse, che richiedono l'esecuzione di varie ricerche per mezzo delle informazioni fornite. La misurazione della complessità di un compito di numeracy tiene conto anche del grado in cui le informazioni matematiche sono inglobate all'interno del testo.

In compiti semplici, il tipo di informazione (per es. valori numerici) e le operazioni necessarie appaiono chiari ed evidenti già dal modo in cui è strutturata la situazione. In compiti più difficili, i valori devono essere individuati o derivati da altri valori; è possibile che l'esecutore debba identificare le operazioni necessarie, a seconda di come interpreta il contesto e in base al tipo di risposta prevista. Allo stesso modo, le situazioni di numeracy possono comprendere vari livelli di testo, e quest'ultimo può avere più gradi di importanza. Possono esserci situazioni con poco testo o con testo assente. Alcune situazioni possono includere informazioni quantitative pure, che devono essere interpretate o utilizzate senza testi né input linguistici. In altre parole, l'esecutore ricava tutte le informazioni necessarie per rispondere dagli oggetti presenti nella situazione o dalla visualizzazione diretta di numeri.

A un livello superiore, accanto alle informazioni matematiche possono essere presenti alcune informazioni testuali o verbali. Il testo può fornire informazioni di base sulla situazione problematica, o alcune istruzioni. Per esempio, gli orari dell'autobus, le istruzioni per cucinare e i tipici problemi di tipo scolastico comportano tutti un po' di testo e alcuni numeri. Tuttavia, altre situazioni potrebbero basarsi in larga misura sul testo o non comprendere affatto numeri o simboli matematici, ma unicamente testo. Il compito conterrà informazioni matematiche o statistiche che devono essere comprese e, in alcuni casi, utilizzate, ma risulterà molto meno chiaro. Tali elementi matematici e statistici potranno essere profondamente inglobati all'interno di un testo ricco di informazioni o richiedere l'utilizzo di informazioni provenienti da diverse fonti all'interno o anche al di fuori del testo/compito, oltre a poter comportare la necessità di ricorrere a informazioni esterne (per esempio, la conoscenza e la comprensione di una formula/processo formali) per rispondere alla domanda.

In base a questo fattore, un compito verrà esaminato alla luce delle seguenti domande: *Quanto è difficile individuare e decidere quale azione intraprendere? Quante capacità di literacy sono richieste? E Si trovano qui tutte le informazioni necessarie?*



## 2. *Plausibilità dei distrattori*

Questa variabile è connessa alla literacy, sebbene possa coinvolgere anche componenti matematiche. Essa attiene alla misura in cui le informazioni contenute nello stimolo per la domanda condividono una o più caratteristiche con le informazioni richieste nella domanda, ma non soddisfano pienamente quanto è stato richiesto. Le domande sono considerate più facili quando nel contenuto non è presente alcuna informazione in grado di distrarre – c'è tutto quel che è necessario per rispondere alla domanda, è esplicito e non vi sono altre informazioni che possano distrarre. Le domande tendono a diventare più difficili con l'aumento del numero di distrattori, in quanto questi ultimi presentano più caratteristiche in comune con la risposta prevista. A livelli di difficoltà più elevati, i compiti possono contenere informazioni irrilevanti sia all'interno della domanda sia all'interno del testo. In termini di informazioni matematiche, un basso livello di distrazioni plausibili significa che non sono presenti altre informazioni matematiche oltre a quelle richieste, rendendo i numeri o i dati con cui lavorare facilmente identificabili. Ad un livello maggiore di difficoltà, nel compito (o nel suo testo) possono esserci altre informazioni matematiche che potrebbero rivelarsi un distrattore, oppure le informazioni matematiche fornite o richieste potrebbero trovarsi in più punti. Per esempio, quando occorre ricavare i numeri necessari per eseguire un'operazione aritmetica da un materiale che contiene diverse informazioni simili, ma irrilevanti, il compito diventa sempre più difficile.

In base a questo fattore, un compito verrà esaminato alla luce delle seguenti domande: *Quante altre informazioni matematiche sono presenti?*

## 3. *Complessità delle informazioni/dati matematici*

Alcune situazioni presentano all'intervistato semplici informazioni matematiche, come oggetti concreti (da contare), numeri interi semplici, o forme o grafici semplici. A livelli inferiori, le informazioni saranno più familiari, mentre potranno esserlo meno a livelli superiori. Le situazioni saranno più difficili da gestire se conterranno informazioni più astratte o complesse, come numeri molto grandi o molto piccoli, decimali o percentuali non familiari, informazioni relative a tariffe, o un numero elevato di informazioni visive, per es. in un diagramma o in una tabella complessa. In base a questo fattore, un compito verrà esaminato alla luce delle seguenti domande: *Quanto sono*

*complesse le informazioni matematiche che devono essere manipolate o gestite?*

#### *4. Tipo di operazione/capacità*

Alcune situazioni richiedono operazioni semplici, come la somma o la sottrazione, una semplice misurazione (per esempio, trovare la lunghezza di una mensola), o il riconoscimento di una forma. Di solito sono più facili da analizzare da un punto di vista matematico rispetto a situazioni che richiedono la moltiplicazione o la divisione, o l'uso di esponenti. Se da un lato la difficoltà di individuare ed eseguire l'operazione prevista da una situazione (che si tratti di addizione, moltiplicazione, ecc.) incide direttamente sulla complessità del compito, possono comunque esservi eccezioni, laddove è evidente che occorre seguire approcci alternativi. Ci sono alcuni compiti che combinano competenze sia interpretative che generative e possono comportare una comprensione concettuale più profonda rispetto alla semplice esecuzione di una procedura. Altri compiti più complessi possono invece richiedere di argomentare il proprio ragionamento. L'interpretazione delle informazioni che appaiono nei grafici, ad esempio, diventa più complessa se sono necessari confronti, congetture o 'letture al di là delle informazioni fornite'.

In base a questo fattore, un compito verrà esaminato alla luce delle seguenti domande: *Quanto è complessa l'azione matematica richiesta?*

#### *5. Numero di operazioni/processi previsti*

I compiti che richiedono di intervenire sulle informazioni matematiche fornite possono richiedere un'applicazione (un passaggio) di un'operazione, oppure un'azione o un processo (per esempio, la lettura 'letterale' delle informazioni in una tabella, o una misurazione). Compiti più complessi richiedono più di un'operazione o di un processo, che possono essere uguali o simili tra loro, come nel caso dei procedimenti in più passaggi sui dati o sul testo. Tra i compiti ancora più complessi figurano quelli che combinano varie operazioni differenti. In base a questo fattore, un compito verrà esaminato alla luce delle seguenti domande: *Quanti passaggi e tipologie di passaggi/procedimenti sono richiesti per risolvere il problema?*

### Livello di complessità generale

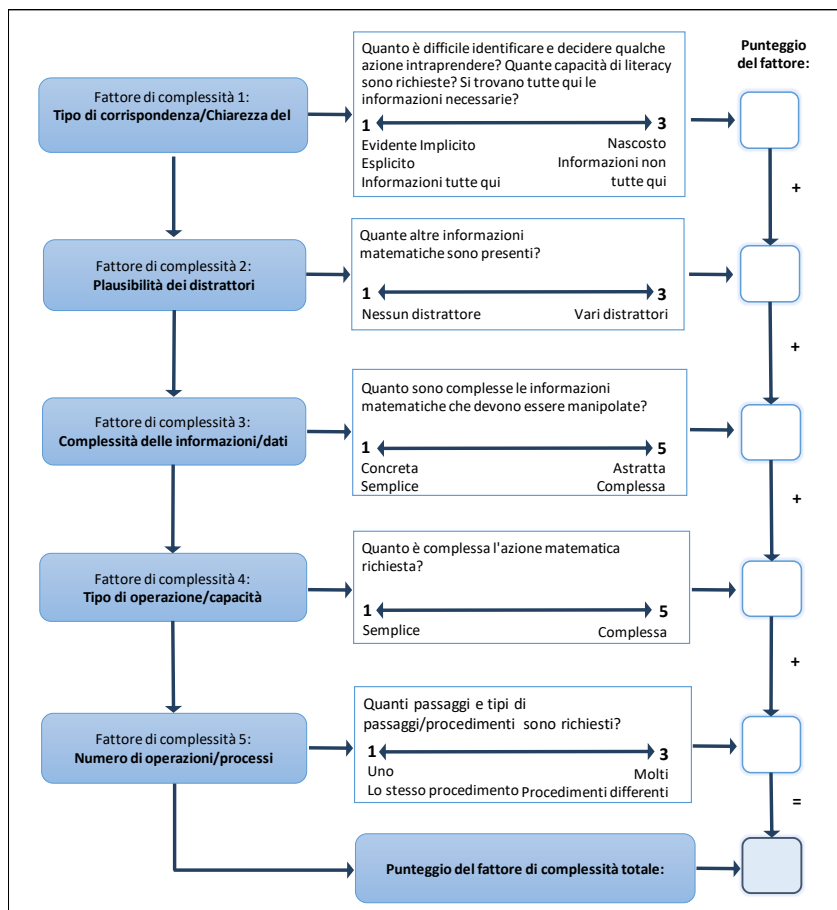
È possibile prevedere il livello di difficoltà complessiva di uno specifico item in primo luogo assegnando un punteggio all'item su ciascuno dei cinque fattori di complessità, in base ai livelli illustrati nella sezione seguente, per poi sommare i punteggi di ciascun fattore. La figura 6 nella pagina seguente spiega il processo; la sezione successiva, *Punteggio per ciascun fattore di complessità*, fornisce e specifica i punteggi per ciascun livello dei cinque fattori. Il punteggio totale può andare da 5 (il più facile) a 19 (il più difficile).

Il processo di valutazione delineato nella figura 6 suggerisce come ciascun fattore contribuisca separatamente al livello generale di difficoltà o di complessità di un item. Tuttavia, si può ipotizzare che, man mano che i compiti diventano più complessi, le effettive prestazioni relative agli item dipendano sempre più non solo da ciascun fattore, ma anche dall'interazione tra essi. Pertanto, il procedimento di calcolo suggerito nella figura 6 può fornire solo informazioni approssimative sul livello previsto di difficoltà di un item.

Inoltre, in alcuni casi non è possibile prevedere la difficoltà di un compito senza tener conto delle caratteristiche della persona che interagisce con esso. Lo stesso compito può risultare più difficile per alcuni individui e meno difficile per altri, a seconda di fattori quali la loro familiarità con il contesto in cui si iscrive, la conoscenza delle notazioni matematiche formali, le conoscenze generali di base, le capacità generali di literacy, di problem solving e di ragionamento. Per esempio, è probabile che un compito che richiede la composizione di un fertilizzante risulti più difficile per una persona che risiede in un appartamento di città, piuttosto che per un agricoltore che vive in campagna, che invece troverebbe maggiore difficoltà nell'affrontare un compito con gli orari dell'autobus. Per le ragioni di cui sopra, è possibile effettuare solo una stima della difficoltà di un compito che prescinda dalla conoscenza di informazioni dettagliate sull'intervistato stesso.

Nonostante le limitazioni sopra esposte, lo schema dei fattori di complessità sviluppato in origine per la valutazione della numeracy nell'indagine ALL, ma ora aggiornato e utilizzato nel Ciclo 2 di PIAAC, offre un contributo teorico alla comprensione dei livelli di difficoltà dei diversi compiti e domande di numeracy. Esso fornisce inoltre una base concettuale per prevedere i differenti livelli di complessità di una gamma più ampia di item, ben al di là di quelli che includono solamente operazioni aritmetiche.

Figura 7. Diagramma di flusso della complessità



## 9. Punteggio per ciascun fattore di complessità

<b>Fattore di complessità 1. Tipo di corrispondenza/Chiarezza del problema</b>		
Quanto è difficile individuare e decidere quale azione intraprendere? Quante capacità di literacy sono richieste? Si trovano tutte qui le informazioni necessarie?		
<b>Punteggio 1</b>	<b>Punteggio 2</b>	<b>Punteggio 3</b>
<p>Nella domanda e nello stimolo, l'informazione, l'attività o l'operazione richiesta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- è esplicita e chiaramente visibile, vengono fornite tutte le informazioni necessarie ed è richiesta una minima traduzione o interpretazione;</li> <li>- viene specificata in poco o alcun testo, con l'uso di un linguaggio/simboli semplici, familiari e non formali, oggetti e/o fotografie familiari o altri elementi visivi chiari e semplici;</li> <li>- riguarda unicamente l'individuazione di informazioni o relazioni evidenti;</li> <li>- domanda a risposta chiusa - non a risposta aperta.</li> </ul>	<p>Nella domanda e nello stimolo, l'informazione, l'attività o l'operazione richiesta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- viene fornita mediante frasi e rappresentazioni chiare e semplici, che comprendono un linguaggio/simboli formali e/o elementi visivi, in cui è richiesto un certo grado di traduzione o interpretazione;</li> <li>- è situata in una serie di fonti all'interno del testo/attività;</li> <li>- può richiedere di integrare nel problema informazioni o conoscenze semplici esterne al problema;</li> <li>- domanda a risposta abbastanza chiusa.</li> </ul>	<p>Nella domanda e nello stimolo, l'informazione, l'attività o l'operazione richiesta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- è inglobata all'interno del testo, comprendendo un linguaggio/rappresentazioni più tecniche o formali, in cui è richiesto un considerevole grado di traduzione o interpretazione;</li> </ul> <p>e/o</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- può richiedere di essere ricavata o stimata a partire da varie fonti situate all'interno o all'esterno del testo/attività;</li> </ul> <p>e/o</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'informazione o l'azione richiesta non è esplicita o specificata, oppure mancano informazioni o conoscenze necessarie, così da rendere necessaria l'integrazione di informazioni o conoscenze esterne;</li> <li>- compito a risposta aperta e più complessa.</li> </ul>
<b>Fattore di complessità 2. Plausibilità dei distrattori</b>		
Quante altre informazioni matematiche sono presenti?		
<b>Punteggio 1</b>	<b>Punteggio 2</b>	<b>Punteggio 3</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- non sono presenti altre informazioni matematiche, oltre a quelle richieste -nessun distrattore.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nel compito sono presenti altre informazioni matematiche che potrebbero rappresentare una fonte di distrazione;</li> <li>- le informazioni matematiche fornite o richieste possono trovarsi in più punti.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sono presenti diverse informazioni matematiche irrilevanti;</li> <li>- le informazioni matematiche fornite o richieste si trovano in più punti.</li> </ul>

<b>Fattore di complessità 5. Numero di operazioni/processi previsti</b>				
Quanti passaggi e tipologie di passaggi/procedimenti sono richiesti per risolvere il problema?				
<b>Punteggio 1</b>	<b>Punteggio 2</b>	<b>Punteggio 3</b>		
- un'operazione, azione o processo.	- l'applicazione di due o tre passaggi, operazioni, azioni o processi uguali o simili.  Nota: ripetizioni della stessa sequenza di operazioni/processi vengono conteggiate una sola volta.	- integrazione di più passaggi, che includono più di una operazione, azione o processo differenti.		
<b>Fattore di complessità 3. Complessità dell'informazione/risposta matematica richiesta</b>				
Quanto sono complesse le informazioni matematiche che devono essere manipolate?				
<b>Punteggio 1</b>	<b>Punteggio 2</b>	<b>Punteggio 3</b>	<b>Punteggio 4</b>	<b>Punteggio 5</b>
<b>Contesto</b> Basato su attività molto concrete, legate alla vita reale, familiari alla maggior parte delle persone nella loro vita quotidiana.	Basato su attività comuni, legate alla vita reale.	Basato su attività legate alla vita reale, ma che si incontrano meno di frequente.	Basato su attività legate alla vita reale, ma non familiari alla maggior parte delle persone.	Basato su idee astratte o su attività non familiari, inserite in un contesto nuovo per la maggior parte delle persone.
<b>Simboli e convenzioni</b> - simboli, diagrammi e convenzioni semplici e informali, attinenti alle conoscenze matematiche del livello, per es. 57, \$5.98, $\frac{1}{2}$ , +, -, x, ÷, =.	- una combinazione di simboli, diagrammi, grafici e convenzioni principalmente informali e in alcuni casi formali, attinenti alle conoscenze matematiche del livello, per es. %, 0.25, ml, °C/F, <sup>'''</sup> /cm, ( ).	- una combinazione di simboli, diagrammi, grafici e convenzioni sia formali che informali, attinenti alle conoscenze matematiche del livello, per es. 12.5%, km/h, \$/kg, <, >, ≤, ≥, ≠, 2, 3.	- una combinazione di simboli, diagrammi, grafici e convenzioni informali ma soprattutto formali, attinenti alle conoscenze matematiche del livello, per es. A= 2πr; √2, - 5°C.	- una combinazione di simboli, diagrammi, grafici e convenzioni specialistici, formali e generali, attinenti alle conoscenze matematiche del livello, per es. Sin60°= √3/2, Σ.
<b>Quantità</b> Numeri interi fino a 1000 frazioni, decimali, percentuali: - frazioni di riferimento (1/2, 1/4, 3/4); - frazioni decimali solo per le metà (0,5) ed equivalenti in percentuale (50%).	- numeri interi grandi, compresi i milioni; - altre frazioni di riferimento, come 1/3 e 1/10; - decimali comuni, come 0,1, 0,25, fino a 2 cifre decimali; - percentuali con numeri interi comuni, per es. 25% e 10%.	- numeri interi grandi, compresi i miliardi; - altre frazioni; - decimali fino a 3 cifre decimali (diversi dagli importi di denaro) - altre percentuali; - numeri misti.	- numeri interi negativi; - decimali periodici.	- tutti gli altri tipi di numeri razionali (e alcuni numeri irrazionali), compresi i numeri preceduti da segno + o -

<b>Sequenze numeriche e relazioni/algebra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tassi e rapporti semplici con numeri interi;</li> <li>- relazioni e sequenze con numeri interi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tassi e rapporti;</li> <li>- relazioni e sequenze numeriche che includono generalizzazioni/formule scritte di uso quotidiano (per es. area/volume).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tassi, relazioni, sequenze numeriche complessi;</li> <li>- formule ed espressioni algebriche semplici, incluse le disuguaglianze.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- informazioni ed espressioni matematiche formali, comprese espressioni algebriche, formule, conoscenza e relazioni tra dimensioni o variabili di natura più complessa, ecc.</li> </ul>
<b>Misure/Dimensioni/Spazio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- calcoli standard di uso quotidiano di lunghezza, peso, volume, con frazioni e unità decimali comuni;</li> <li>- forme tridimensionali comuni e relativa rappresentazione mediante diagrammi, sviluppi o fotografie;</li> <li>- tipologie comuni di mappe o piante con indicatori visivi della scala.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- altri calcoli quotidiani (inclusa l'area), con frazioni e valori decimali;</li> <li>- forme bidimensionali e tridimensionali più complesse, o una combinazione di 2 forme, e relativa rappresentazione tramite diagrammi, sviluppi, con tanto di proprietà geometriche;</li> <li>- formule per calcolare l'area e il volume;</li> <li>- tipologie comuni di mappe o piante con rapporti di scala.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tutte le tipologie di scale di misura;</li> <li>- forme complesse o combinazioni di più forme.</li> </ul>	
<b>Probabilità/Dati</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- grafici, tabelle, diagrammi con dati comuni, tra cui percentuali con numeri interi - scale con numeri interi, a 1, a 2, a 5 o a 10;</li> <li>- dati o informazioni statistiche con percentuali di numeri interi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- grafici, tabelle, diagrammi con dati più complessi (dati non aggregati)</li> <li>- dati o informazioni statistiche più complessi, con valori relativi a medie, statistiche e probabilità;</li> <li>- scale: numeri interi più complessi, con frazioni o decimali.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- grafici, tabelle, diagrammi complessi, con dati aggregati;</li> <li>- dati o informazioni statistiche complessi, con probabilità, misure di tendenza generale e distribuzione.</li> </ul>	

Fattore di complessità 4. Complessità del tipo di operazione/capacità				
Quanto è complessa l'azione matematica richiesta?				
Punteggio 1	Punteggio 2	Punteggio 3	Punteggio 4	Punteggio 5
<b>Comunicare/Ragionare</b> - nessuna spiegazione - un'unica risposta semplice (in forma orale o scritta).	- una risposta semplice (in forma orale o scritta).	- spiegazione semplice di un processo matematico di livello 1 o 2 (in forma orale o scritta) .	- spiegazione di un processo matematico di livello 3 (in forma orale o scritta).	- ragionamenti o spiegazioni complessi, astratti, di tipo generativo.
<b>Calcoli</b> - un'operazione aritmetica semplice (+, -, x, ÷) con numeri o importi di denaro interi.	- operazioni aritmetiche semplici (+, -, x, ÷) con numeri decimali - calcolo di frazioni, frazioni decimali e valori percentuali comuni - uso di rapporti comuni (per es. \$/lb.); calcolo di tempistiche; ecc. - passaggio tra frazioni equivalenti, decimali e valori percentuali comuni, anche per calcolare misure, per es. 1/4 kg = 0.250 kg.	- applicazioni più complesse di normali operazioni aritmetiche, come il calcolo con frazioni e tassi, rapporti, decimali, percentuali o variabili più complessi; - quadrati, cubi; - calcoli di probabilità semplici.	- applicazioni di altre operazioni matematiche come radici quadrate/potenze, ecc.	- tecniche e capacità matematiche più avanzate, per es. la trigonometria
<b>Senso dei numeri e stime con i numeri</b> - contare, definire, confrontare e comprendere il valore posizionale di valori numerici interi fino a 1000; - comprendere operazioni di (+, -, x, ÷) e le loro interconnessioni.	- contare, definire, confrontare e comprendere il valore posizionale di valori numerici interi fino ai milioni; - definire, confrontare, comprendere ed eseguire equivalenze di frazioni e percentuali comuni; - stimare e arrotondare, quando richiesto, a valori numerici o unità monetarie interi.	- contare, confrontare e comprendere il valore posizionale di tutti i numeri interi e decimali; - definire, confrontare e comprendere tutte le frazioni, compresa l'equivalenza di frazioni e percentuali; - stimare e arrotondare al numero di cifre decimali richieste.	- formulare un giudizio contestuale sulla verosimiglianza della risposta trovata e sostituirla con la risposta appropriata, arrotondata e corretta (ma non necessariamente corretta dal punto di vista matematico).	



<b>Utilizzo di formule/modelli</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valutare una formula semplice che implica operazioni comuni (+, -, x, ÷).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utilizzare e risolvere formule ed equazioni semplici e comuni;</li> <li>- generare, rappresentare e interpretare grafici algebrici semplici e comuni.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sviluppare/creare e utilizzare formule semplici;</li> <li>- utilizzare strategie come l'esecuzione di procedimenti diretti o inversi (per es. il 15% di ? = \$255);</li> <li>- utilizzare e risolvere disuguaglianze semplici;</li> <li>- generare, rappresentare e interpretare grafici più formali.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- generare, trasporre e rappresentare graficamente equazioni e formule più complesse;</li> <li>- utilizzare e interpretare convenzioni e tecniche algebriche e grafiche di tipo formale.</li> </ul>
<b>Proprietà delle misure/forme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- visualizzare/rappresentare, confrontare e descrivere forme bidimensionali e tridimensionali, oggetti o relazioni/schemi geometrici, inclusi sviluppi dei solidi semplici;</li> <li>- stimare, eseguire e interpretare misure standard usando strumenti e scale di misura comuni.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utilizzare le proprietà degli angoli e la simmetria per descrivere forme e oggetti;</li> <li>- trasporre forme (rotazioni/riflessioni);</li> <li>- comprendere la relazione tra lunghezza/area;</li> <li>- stimare, eseguire e interpretare misure non standard;</li> <li>- convertire unità di misura standard all'interno dello stesso sistema;</li> <li>- interpolare valori sulle scale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- comprendere rappresentazioni e relazioni geometriche di tipo più formale, per es. rette parallele e relazioni/proprietà degli angoli;</li> <li>- comprendere le relazioni tra area/volume;</li> <li>- convertire unità di misura non standard all'interno dello stesso sistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- convertire unità di misura tra sistemi differenti.</li> </ul>
<b>Interpretare</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- leggere e interpretare dati contenuti in testi, grafici e tabelle;</li> <li>- seguire o fornire direzioni semplici.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- generare, organizzare e rappresentare in grafici dati non aggregati interpolare i dati su grafici;</li> <li>- calcolare distanze a partire dalle scale sulle mappe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- calcolare misure di tendenza centrale e distribuzioni di tipo comune di dati non aggregati;</li> <li>- calcolare permutazioni/combinazioni;</li> <li>- estrapolare dati;</li> <li>- leggere e interpretare tendenze e schemi ricorrenti su grafici, tra cui inclinazioni/gradienti.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rappresentare dati aggregati in grafici;</li> <li>- calcolare misure di tendenza centrale e distribuzioni di dati aggregati.</li> </ul>

## Bibliografia

AAMT AUSTRALIAN ASSOCIATION OF MATHEMATICS TEACHERS, AIGROUP - AUSTRALIAN INDUSTRY GROUP, *Tackling the school-industry mathematics divide*, Commonwealth of Australia 2014

AMERICAN COLLEGE TESTING (1997), *Work keys: preliminary technical handbook*, Iowa City, IA, Author

ASKEW M., (2008), Mathematical discipline knowledge requirements for prospective primary teachers, and the structure and teaching approaches of programs designed to develop that knowledge, in Sullivan P., Woods T. (Eds.), *Knowledge and beliefs in mathematics teaching and teaching development*, pp.13-35

ASKEW M., BROWN M., RHODES V., WILIAM D., JOHNSON D. (1997), September, Effective teachers of numeracy in primary schools: teachers' beliefs, practices and pupils' learning, Paper presentato alla *British Educational Research Association Annual Conference, Settembre 1997, University of York*

ATKINSON R.K. (2005), Multimedia learning of mathematics, in Mayer R.E. (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*, Cambridge, U.K., Cambridge University Press, pp. 31-48

BENN R. (1997), *Adults count too: mathematics for empowerment*, Leicester, UK, National Institute of Adult Continuing Education (NIACE)

BENNETT R.E. (2010), Technology for large-scale assessment, in Peterson P., Baker E., McGaw B. (Eds.), *International encyclopedia of education*, 3<sup>a</sup> ed., vol. 8, Oxford, England, Elsevier, pp. 48-55

- BENNETT, R.E. (1998), *Reinventing assessment: speculations on the future of large-scale educational testing*, Princeton, NJ, Policy Information Center, Educational Testing Service, <<https://bit.ly/3l3221w>> visitato in data 31 ottobre 2016
- BENNETT, R.E. (2015), The Changing Nature of Educational Assessment, *Review of Research in Education*, vol.39, Marzo 2015, pp. 370-407
- BESSOT A., RIDGWAY L. (EDS.) (2000), *Education for mathematics in the workplace*, New York, Springer
- BINKLEY M., ERSTAD O., HERMAN J., RAIZEN S., RIPLEY M., MILLER-RICCI M., RUMBLE M. (2012), Defining twenty-first century skills, in Griffin P., McGaw B., Care E. (Eds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*, New York, Springer
- BISHOP A. (1988), *Mathematical enculturation: a cultural perspective in mathematics education*, Dordrecht, Holland, D. Reidel Publishing Co.
- BOALER J., HUMPHREYS C. (2005), *Connecting mathematical ideas: middle school video cases to support teaching and learning*, Portsmouth, NH, Heinemann
- BOWER M., HOWE C., MCCREDIE N., ROBINSON A., GROVER D. (2014), Augmented reality in education - cases, places and potentials, *Educational Media International*, 51, n.1, pp.1-15 <DOI:10.1080/09523987.2014.889400>
- BROOKS G., HEATH K., POLLARD A. (2005), *Assessing adult literacy and numeracy: a review of assessment instruments*, London, UK, National Research and Development Centre for Adult Literacy and Numeracy
- BRUNER J. (1960), *The Process of Education*, Cambridge, MA, Harvard University Press
- BUCKINGHAM E. (1997), *Specific and generic numeracies of the workplace*, Melbourne, Deakin University
- BUCKLEY S. (2013), *Deconstructing maths anxiety: helping students to develop a positive attitude towards learning maths*, (ACER Occasional Essays), Melbourne Vic: ACER < <https://bit.ly/3vbsLgX> > visitato 3 gennaio 2017
- BYNNER J., PARSONS S. (2005), *Does numeracy matter more?*, National Research and Development Centre for Adult Literacy and Numeracy (NRDC), London

- CAIN C., DOGGETT M., FAULKNER V., HALE C. (2007), *The Components of Number Sense*, Raleigh, NC, NC Math Foundations Training, Exceptional Children's Division of the North Carolina Department of Public Instruction (NCDPI)
- CARNEVALE A.P., GAINER L.J., MELTZER A.S. (1990), *Workplace basics: the essential skills employers want*, San Francisco, Jossey-Bass
- CARPENTIERI J.D., LITSTER J., FRUMKIN L. (2010), *Adult numeracy: a review of research*, London, England, National Research and Development Centre for Adult Literacy and Numeracy
- CARRAHER T.N., CARRAHER D.W., SCHLIEMANN A.D. (1985), Mathematics in the streets and in schools, *British Journal of Developmental Psychology*, 3, pp 21-29
- CHARLES R.I. (2005), Big ideas and understandings as the foundation for elementary and middle school mathematics, *Journal of Mathematics Education*, 7, n.3, pp.9-24
- CHISMAN F. (2011), *Facing the challenge of numeracy in adult education*, New York, Council for Advancement of Adult Literacy
- CINOP (2013), *Standaarden en Eindtermen VE*, Den Bosch, Paesi Bassi <<https://bit.ly/3lnYZRH>>
- CLARK E. (2011), Concepts as organizing frameworks, *Encounter*, 24 n.3, pp.32-44 <<https://bit.ly/3qvVhWX>>
- CLARKE B.A., CLARKE D.M. (2004), Using questioning to elicit and develop children's mathematical thinking, in Bright G.W., Rubenstein R.N. (Eds.), *Professional development guidebook for perspectives on the teaching of mathematics*, Reston, VA, National Council of Teachers of Mathematics, pp.5-10
- COBEN D., COLWELL D., MACRAE S., BOALER J., BROWN M., RHODES V. (2003), *Adult numeracy: review of research and related literature*, London, National Research and Development Centre for Adult Literacy and Numeracy (NRDC)
- COBEN D., HALL C., HUTTON M., ROWE D., WEEKS K., WOLLEY N. (2010), *Benchmark assessment of numeracy for nursing: Medication dosage calculation at point of registration*, Edinburgh, UK, NHS Education for Scotland

- COBEN D., O'DONOGHUE J., FITZSIMONS G. (Eds.) (2000), *Perspectives on adults learning mathematics*, London, Kluwer Academic Publishers
- COCKCROFT W.H.,(1982), *Mathematics Counts*, London, HMSO
- CONDELLI L., SAFFORD-RAMUS K., SHERMAN R., COBEN D., GAL I., HECTOR-MASON A. (2006), *A review of the literature in adult numeracy: research and conceptual issues*, Washington D.C., American Institutes for Research,
- CONDELLI L., SAFFORD-RAMUS K., SHERMAN R., COBEN D., GAL I., HECTOR-MASON A. (2006), *A review of the literature in adult numeracy: Research and conceptual issues*, Washington D.C., American Institutes for Research
- CROWTHER REPORT (1959), Report of the Central Advisory Council of Education, vol.1, London, HMSO, pp.15-18
- D'AMBROSIO U. (1985), *Ethnomathematics, For the Learning of Mathematics*, 5, n.1, pp.44-48
- DANTZIG T. (1934), *Number - The Language of Science*, New York, Macmillan Company
- DEHAENE S. (1997), *Number Sense - How the Mind Creates Mathematics*, London, Penguin Books
- DEPARTMENT OF EDUCATION AND TRAINING (2013), *Framework of Mathematical Learning*, East Melbourne, Department of Education and Training, <<https://bit.ly/314DVGJ>>
- DFE - DEPARTMENT FOR EDUCATION (2014), *Statutory framework for the early years foundation stage: setting the standards for learning, development and care for children from birth to five*, London, Department for Education
- DIEZMANN C., LOWRIE T. (2008), The role of information graphics in mathematical proficiency, in Goos M., Brown R., Makar K. (Eds.), *Navigating currents and charting directions - Proceedings of the 31st annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, vol.2, Brisbane, Australia, Mathematics Education Research Group of Australasia Inc., pp.647-650
- DOE - U.S. DEPARTMENT OF EDUCATION, OFFICE OF VOCATIONAL AND ADULT EDUCATION (2013), *College and career readiness standards for adult education, DoE*, Washington D.C

- DOSSEY J.A. (1997), Defining and measuring quantitative literacy, in Steen L.A. (Ed.), *Why numbers count: quantitative literacy for tomorrow's America*, New York, College Entrance Examination Board
- EGFSN - EXPERT GROUP ON FUTURE SKILLS NEEDS (2007), *Tomorrow's skills: towards a national skills strategy: 5th report*, Dublin, Ireland, EGFSN
- ERNEST P. (2004), Relevance versus utility: some ideas on what it means to know mathematics, in Clarke B., Clarke D.M., Emanuelsson G., Johansson B., Lambdin D.V., Lester F.K., Wallby A., Wallby K., *International perspectives on learning and teaching mathematics*, Göteborg, Paesi Bassi, Centro nazionale dell'insegnamento della matematica, Göteborg University
- FAULKNER V.N., CAIN C. (2009), The components of number sense: an instructional model for teachers, *Teaching Exceptional Children*, 41, n.5, pp 24-30
- FITZSIMONS G. (2005), Numeracy and Australian workplaces: findings and implications, *Australian Senior Mathematics Journal*, 19,n.2, pp.27-42
- FITZSIMONS G., COBEN D. (2009), Adult numeracy for work and life: curriculum and teaching implications of recent research, in Maclean R., Wilson D. (Eds.) *International Handbook of Education for the Changing World of Work*, Dordrecht, Springer, pp.2731-2745
- FORMAN S.L., STEEN L.A. (1999), *Beyond eight grade: functional mathematics for life and work*, University of California, Berkeley, National Center for Research in Vocational Education
- FOUNDATION FOR YOUNG AUSTRALIANS (2017), *The New Basics: big data reveals the skills young people need for the New Work Order* <<https://bit.ly/3tsJJWv>>
- FRANKENSTEIN M. (1989), *Relearning mathematics: a different third 'R' - Radical maths*, London, Free Association Books
- GAL I. (2006), *Assessment of adult numeracy in PIAAC: a conceptual and development framework*, (Manoscritto non pubblicato preparato per l'OCSE), Haifa, Israele, Università di Haifa
- GAL I. (2002), Adults' statistical literacy: meanings, components, responsibilities, *International Statistical Review*, 70, n.1, pp.1-25

- GAL I. (2000), *Adult numeracy development: theory, research, practice*, Cresskill, N.J, Hampton Press
- GAL I., TOUT D. (2014), *Comparison of PIAAC and PISA frameworks for numeracy and mathematical literacy*, OECD Education Working Papers, n.102, Parigi, OECD Publishing
- GAL I., VAN GROENESTIJN M., MANLY M., SCHMITT M.J., TOUT D. (2005), Adult numeracy and its assessment in the ALL survey: a conceptual framework and pilot results, in Murray S.T., Clermont Y., Binkley M. (Eds), *Measuring adult literacy and life skills: new frameworks for assessment*, Ottawa, Statistics Canada, pp.137-191
- GEIGER V., GOOS M., DOLE S. (2014), Students' perspectives on their numeracy development across the learning areas, in Li Y., Lappan G. (Eds.), *Mathematics curriculum in school education*, New York, Springer, pp.473-492
- GEIGER V., GOOS M., FORGASZ H. (2015), A rich interpretation of numeracy for the 21st century: a survey of the state of the field, *ZDM Mathematics Education*, 47, pp.531-548
- GEIGER V., GOOS M., FORGASZ H. (2015), A rich interpretation of numeracy for the 21st Century: a survey of the state of the field, *ZDM-Mathematics Education*, 47, n.4, pp.531-548, <DOI 10.1007/s11858-015-0708-1
- GEISINGER KURT F. (2016), 21st Century Skills: what are they and how do we assess them? *Applied Measurement in Education*, 29, n.4, pp.245-249 <DOI 10.1080/08957347.2016.120920>
- GILLESPIE J. (2004), "Skills for Life" national survey of adult numeracy in England. *What does it tell us? What further questions does it prompt?* Paper presentato all'ICME-10, 10th International Congress on Mathematics Education, Copenhagen, Danimarca
- GINSBURG L., MANLY M., SCHMITT M. J. (2006), *The components of numeracy* (Occasional paper del NCSALL), Harvard Graduate School of Education, Cambridge, MA, National Center for the Study of Adult Learning and Literacy, <[www.ncsall.net](http://www.ncsall.net)>
- GOOS M., GEIGER V., DOLE S. (2014), Transforming professional practice in numeracy teaching, in Li Y., Silver E., Li S. (Eds.), *Transforming mathematics*

*instruction: multiple approaches and practices*, New York, Springer, pp.81-102

GREENO J.G. (1991), Number sense as situated knowing in a conceptual domain, *Journal for research in mathematics education*, pp.170-218

GREENO J.G. (2003), Situative research relevant to standards for school mathematics, in Kilpatrick J., Martin W.G., Schifter D. (Eds.), *A research companion to principles and standards for school mathematics*, Reston, VA, National Council of Teachers of Mathematics, pp.304-332

GRIFFIN P., MCGAW B., CARE E. (Eds.) (2012), *Assessment and teaching of 21st century skills*, New York, Springer

GRIFFITHS G., STONE R. (2013), *Teaching adult numeracy: principles and practice*, Maidenhead, Open University Press

GROTLÜSCHEN A., MALLOWS D., REDER S., SABATINI J. (2016), Adults with low proficiency in literacy or numeracy, *OECD Education Working Papers*, n.131, Parigi, OECD Publishing

HAGEDORN L., NEWLANDS J., BLAYNEY I., BOWLES A. (2003), *Frameworks for adult numeracy education: a survey and discussion*, Ontario, Canada, National Literacy Secretariat

HARRIS M. (1991), *Schools, mathematics and work*, London, Falmer Press

HOOGLAND K., DE KONING J., BAKKER A., PEPIN B.E.U., GRAVEMEIJER K. (2018), *Changing representation in contextual mathematical problems from descriptive to depictive: The effect on students' performance* <DOI 10.1016/j.stueduc.2018.06.004>

HOOGLAND K., PEPIN B., BAKKER A., DE KONING J., GRAVEMEIJER K. (2016), Representing contextual mathematical problems in descriptive or depictive form: Design of an instrument and validation of its uses, *Studies in Educational Evaluation*, 50, pp.22-32 <DOI 10.1016/j.stueduc.2016.06.005>

HOOGLAND K., TOUT D. (2018), *Computer-based assessment of mathematics into the twenty-first century: pressures and tensions*, ZDM <DOI 10.1007/s11858-018-0944-2>

HOYLES C., NOSS R., KENT P., BAKKER A. (2010), *Improving mathematics at work the need for techno-mathematical literacies*, London and New York, Routledge



- HOYLES C., NOSS R., POZZI S. (2001), Proportional reasoning in nursing practice, *Journal for Research in Mathematics Education*, 32, pp.4-27
- Hoyles C., Wolf A., Molyneux-Hodson S., Kent P. (2002), *Mathematical skills in the workplace. Final report to the science, technology and mathematics council*, Institute of Education, University of London <<https://bit.ly/3vBXu6W>>
- HURST C. (2014), Big Challenges and Big Opportunities: the power of 'Big Ideas' to change practice - Curriculum and the culture of teacher planning, in *Curriculum in focus: research guided 37th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia (MERGA) 29 giugno - 3 luglio 2014, University of Technology, Sydney* <<https://bit.ly/3bUkMNA> >
- HURST C., HURRELL D. (2014), Developing the big ideas of number, *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 1, n.2, pp.1-18
- JOHNSTON B. (1994), Critical numeracy?, *Fine print*, vol.16, n.4, pp.7-12
- JOHNSTON B., MAGUIRE T. (2005), *Adult numeracy: policy and practice in global contexts of lifelong learning*, Working paper, Melbourne, Victoria, ALNARC
- JONAS N. (2018), *Numeracy practices and numeracy skills among adults*, OECD Education Working Papers, n.177, Parigi, OECD Publishing, <<https://bit.ly/2OJczmA>>
- JONES G.A., LANGRALL C.W., THORNTON C.A. (2002), Elementary students' access to powerful mathematical ideas, in Lyn English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education*, Mahwah, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, pp.113-141
- JONES S. (2006), *Designing Numeracy in PIAAC* (Background paper preparato per OECD-Canada Expert Technical Workshop on Numeracy, Ottawa, 10 novembre 2006), Ottawa, Canada
- JORGENSEN R. (2011), Young workers and their dispositions towards mathematics: tensions of a mathematical habitus in the retail industry, *Educational Studies in Mathematics*, 76, pp.87-100
- KARAALI G., VILLAFANE HERNANDEZ E.H., TAYLOR J.A. (2016), What's in a name? A critical review of definitions of quantitative literacy, numeracy, and quantitative Reasoning, *Numeracy*, 9, n.1, pp.1-34

- KAYE D. (2003), Defining Numeracy, in Evans J., Healy P., Kaye D., Seabright V., Tomlin A., (eds), *Opportunities and risks: proceedings of the 9th International Conference on Adults Learning Mathematics (ALM-9)*, London, Kings College, pp.102-106
- KENT P., BAKKER A., HOYLES C., NOSS R. (2011), Measurement in the workplace: the case of process improvement in manufacturing industry, *ZDM Mathematics Education*, 43, pp.747-758
- KENT P., NOSS R., GUILLE D., HOYLES C., BAKKER A. (2007), Characterizing the use of mathematical knowledge in boundary-crossing situations at work, *Mind, Culture, and Activity*, n.14, pp.64-82
- KILPATRICK J., SWAFFORD J., FINDELL B. (Eds.)(2001), Mathematics Learning Study Committee, National Research Council: conclusions and recommendations, in *Adding it up: helping children learn mathematics*, Washington, DC, National Academies Press, pp.407-432
- KINDLER J., KENRICK R., MARR B., TOUT D., WIGNALL L. (1996), *Certificates in general education for adults*, Victoria, Melbourne, Adult, Community and Further Education Board
- KIRSCH I.S., JUNGBLUT A., MOSENTHAL P.B (1998), The measurement of adult Literacy, in Murray S.T., Kirsch I.S., Jenkins L.B. (Eds.), *Adult literacy in OECD countries: technical report on the first international adult literacy survey*, Washington, DC, National Center for Education Statistics, U.S. Department of Education, pp.105-134
- KUNTZE S., LERMAN S., MURPHY B., KURZ-MILCKE E., SILLER H. S., WINBOURNE P. (2011a), Professional knowledge related to Big Ideas in mathematics - an empirical study with pre-service teachers, in *A study of teaching practices to issues in teacher education*, pp.290- 306
- KUNTZE S., LERMAN S., MURPHY, B., SILLER H.S., KURZ-MILCKE E., WINBOURNE P., DREHER A., WAGNER A., WÖRN C., VOGL C., FUCHS K.J., SCHNEIDER M. (2011b), *Awareness of Big Ideas in Mathematics Classrooms: final report*, Public part
- LAVE J. (1988), *Cognition in practice: mind, mathematics and culture in everyday life*, New York, Cambridge University Press

- Lowrie T., Diezmann C.M. (2009), National numeracy tests: a graphic tells a thousand words, *Australian Journal of Education*, 53, n.2, pp.141-158 <<https://bit.ly/38rzXvM>>
- MA L. (1999a), *Knowing and teaching elementary mathematics: teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States*, Mahwah, N.J., Lawrence Erlbaum
- MA X. (1999b), A meta-analysis of the relationship between anxiety toward mathematics and achievement in mathematics, *Journal for Research in Mathematics Education*, 30, n.5, pp.520-540 <DOI 10.2307/749772>
- MAGUIRE T., O'DONOGHUE J. (2002), A grounded approach to practitioner training in Ireland: some findings from a national survey of practitioners in adult basic education, in Johansen L.O., Wedege T., *Numeracy for empowerment and democracy? Proceedings of the 8th International Conference of Adult Learning Mathematics*, Roskilde, Danimarca, Università di Roskild, Centro di ricerca sull'insegnamento della matematica, Stevenage, UK, Avanti Books, pp 120-132
- MAGUIRE T., O'DONOGHUE J. (2003), Numeracy concept sophistication - an organizing framework, a useful thinking tool ,in Maass J., Schlöglmann W. (Eds.), *Learning mathematics to live and work in our world. ALM-10, Proceedings of the 10th international conference on Adults Learning Mathematics*, Strobl, Austria, Linz, Austria, ALM e Universität e Johannes Kepler, Linz, pp.154-161
- MAGUIRE T., SMITH A. (2016), *Maths Eyes - A Concept with Potential*, Invited paper presentato al TSG 6, ICME 13, 13° International Congress on Mathematical Education, Amburgo, 24-31 luglio 2016
- MARR B., HAGSTON J. (2007), Thinking beyond numbers: learning numeracy for the future workplace, Adelaide, NCVET <<https://bit.ly/3loPx0k>>
- MATTHIJSSE W. (2000), Adult numeracy at the elementary level: addition and subtraction up to 100, in Gal I. (ed.) *Adult numeracy development: theory, research, practice. series on literacy: research, policy, and practice*, Cresskill, NJ, Hampton Press
- MAYER R.E. (2005), *The Cambridge handbook of multimedia learning*, New York, Cambridge University Press

- MAYER R.E. (2009) *Multimedia learning (2nd edition)*, New York, NY, Cambridge University Press
- MCINTOSH A., REYS B.J., REYS R.E. (1992), A proposed framework for examining basic number sense, *For the Learning of Mathematics*, 12, n.3, pp.2-8
- MCLEAN P., PERKINS K., TOUT D., WYSE L., BREWER K. (2012), *Australian core skills framework: 5 core skills, 5 levels of performance, 3 domains of communication*, Canberra, Australia, Australian Government
- MCLEOD D.B. (1992), Research on affect in mathematics education: a reconceptualization, in Grouws D.A. (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, New York, Macmillan, pp.575-596
- MOORE D.S., COBB G.W. (2000), Statistics and mathematics: tension and cooperation, *American Mathematical Monthly*, 107, n.7, pp.615-630
- MURAT F. (Ottobre 2005), Les compétences des adultes à l'écrit, en calcul et en compréhension orale, *Report 1044*, Parigi, INSEE
- MURRAY S.Y. CLERMONT, M. BINKLEY (eds) (2005), *Measuring Adult Literacy and Life Skills: New frameworks for Assessment*, Catalogue n.89-552-MIE, n.13, Statistics Canada, Ottawa
- MURRAY T.S. (2006), *Reflections on the rationale for, and measurement of, numeracy in PIAAC*, Background paper preparato per l'OECD-Canada Expert Technical Workshop on Numeracy, Ottawa, Statistics Canada
- NCTM - NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (2000), *Principles and standards for school mathematics*, Reston, VA, Author
- NCTM - NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (2017), *Catalyzing Change in High School Mathematics*, Reston, VA, <<https://bit.ly/2PLJuHr>>
- NIACE - NATIONAL INSTITUTE OF ADULT CONTINUING EDUCATION (2011), *Numeracy Counts, NIACE Committee of Inquiry on Adult Numeracy Learning*, NIACE, Leicester
- NOSS R., HOYLES C., POZZI S. (2002), Abstraction in expertise: a study of nurses' conceptions of concentration, *Journal for Research in Mathematics Education*, 33, n.3, pp.204-229

- NRDC (2006), *Programme for the international assessment of adult competencies: an adult numeracy assessment instrument for the UK*, Background paper preparato per l'OECD - Canada Expert Technical Workshop on Numeracy, 10 novembre 2006, Ottawa, London, National Research and Development Centre for Adult Literacy and Numeracy
- NUNES T. (1992), *Ethnomathematics and everyday cognition*, in D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, New York, Macmillan
- NUNES T., SCHLIEMANN A.D., CARRAHER D.W. (1993), *Street mathematics and school mathematics*, Cambridge, Cambridge University Press
- OECD (2005), *The definition and selection of key competencies. Executive Summary*, <<https://bit.ly/38IGzWT>> Visitato in data 31 ottobre 2016
- OECD (2012), *Literacy, Numeracy and Problem Solving in Technology-Rich Environments: framework for the OECD Survey of Adult Skills*, Parigi, OECD Publishing, <<https://bit.ly/30AA7MN>>
- OECD (2013a), *PISA 2012 assessment and analytical framework: mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*, Parigi, OECD Publishing
- OECD (2013b), *OECD Skills Outlook 2013: first results from the survey of adult skills*, Parigi, OECD Publishing <<https://bit.ly/2PQY6FF>>
- OECD (2013c), *The survey of adult skills: reader's companion*, Parigi, OECD Publishing <<https://bit.ly/3qxxlTj>>
- OECD (2016a), *PISA 2015 assessment and analytical framework: science, reading, mathematic, financial literacy and collaborative problem solving*, Parigi, OECD Publishing
- OECD (2016b), *Skills matter. Further results from the survey of adult skills*, OECD Skills Studies, Parigi, OECD Publishing
- OECD (2016c), *The survey of adult skills: reader's companion*, Seconda edizione, Parigi, OECD Publishing
- OECD (2017), *Building skills for all in Australia: policy insights from the survey of adult skills*, OECD Skills Studies, Parigi, OECD Publishing <<https://bit.ly/3qCTZJL>>

- OECD (2018), PISA 2021 *Mathematics Framework (Second Draft) EDU/PISA/GB (2018)19*, Directorate for Education and Skills, Programme For International Student Assessment
- ONTARIO MINISTRY OF EDUCATION (2006), *Number sense and numeration, Grades 4 to 6*, voll.1-6., Toronto, Ontario Department of Education <<https://bit.ly/3v4pOia>>
- PALM T. (2006), Word problems as simulations of real-world situations: a proposed framework, *For the Learning of Mathematics*, 26, n.1, pp.42-47
- PALM T. (2008a), Impact of authenticity on sense making in word problem solving, *Educational studies in mathematics*, 67, n.1, pp.37-58
- PALM T. (2008b), Performance assessment and authentic assessment: a conceptual analysis of the literature, *Practical Assessment Research & Evaluation*, 13, n.4
- PALM T. (2009), Theory of authentic task situations, in Verschaffel L., Greer B., Dooren W.V., Mukhopadhyay S. (eds), *Words and worlds: modelling verbal descriptions of situations*, Rotterdam NL, Sense, pp.3-20
- PARSHALL C.G., SPRAY J.A., KALOHN J.C., DAVEY T. (2002), *Practical considerations in computer- based testing*, New York, Springer-Verlag
- PARTNERSHIP FOR 21ST CENTURY SKILLS (2016), *Framework for 21st Century Learning*, Washington, DC <<https://bit.ly/3kZPlid>>
- PAULOS J. (1988), *Innumeracy: mathematical illiteracy and its consequences*, New York, Hill and Wang
- PAULOS J. (1995), *A mathematician reads the newspaper*, New York, BasicBooks
- PELLEGRINO J. W., HILTON M.L. (2012), *Education for life and work: developing transferable knowledge and skills in the 21st century*, Washington, National Academy of Sciences
- PETERS E. (2012), Beyond comprehension: the role of numeracy in judgments and decisions, *Current Directions in Psychological Science*, 21, n.1, pp.31-35
- PIAAC NUMERACY EXPERT GROUP (2009), *PIAAC Numeracy: a Conceptual Framework*, OECD Education Working Papers, n.35, OECD Publishing <<https://bit.ly/3ciH8aH>>

- PISA MATHEMATICS EXPERT GROUP (2009), *PISA CBAM Item Types*, Australian Council for Educational research, Melbourne (Manoscritto non pubblicato)
- PRESMEG N.G. (2007), The role of culture in teaching and learning mathematics, in Lester F.K. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, NY, Information Age Publishers
- PWC (2015), *A smart move: future-proofing Australia's workforce by growing skills in science, technology, engineering and maths*, Sydney, Australia <<https://pwc.to/3erlaor>>
- QQI - QUALITY QUALIFICATIONS IRELAND (2016), *General Learning P1GL0* <<https://bit.ly/2OXOUi0>> visitato ad agosto 2016
- RESNICK L.B. (1987), Learning in school and out, *Educational Researcher*, 16, pp.13-20
- ROGOFF B., LAVE J. (Eds.) (1984), *Everyday cognition: its development in social context*, Cambridge, MA, Harvard University Press
- ROTH W.M. (2012), The work of seeing mathematically. Alternative Forms of Knowing, in Mukhopadhyay S., Roth W.M., *Mathematics: celebrations of diversity of mathematical practices*, Rotterdam, Sense Publishers, pp.227-245
- RUTHERFORD F. J., AHLGREN A. (1990), *Science for all Americans*, New York, Oxford University Press
- RYCHEN D.S. (2004), An overarching conceptual framework for assessing key competences in an international context. Lessons from an interdisciplinary and policy-oriented approach, in Descy P., Tessaring M. (Eds.), *The foundations of evaluation and impact research. Third report on vocational training research in Europe: Background report*. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities <<https://bit.ly/2PHw0wk>> visitato in data 31 ottobre 2016
- SABATINI J.P., BRUCE K.M. (2009), PIAAC Reading Component: a conceptual framework, *OECD Education Working Papers*, n.33, Parigi, OECD Publishing, <DOI 10.1787/220367414132>
- SAXE G.B. (1992), *Culture and cognitive development: studies in mathematical understanding*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates

- SAXE G.B., DAWSON V., FALL R., HOWARD S. (1996), Culture and children's mathematical thinking, in Sternberg R., Ben-Zeev T. (Eds.), *The nature of mathematical thinking*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, pp.119-144
- SCANS - SECRETARY'S COMMISSION ON ACHIEVING NECESSARY SKILLS (1991), *What work requires of schools: a SCANS Report for America 2000*, Washington, DC, U.S. Dept. of Labor
- SCHLIEMANN A.D., ACIOLY N.M. (1989), Mathematical knowledge developed at work: the contribution of practice versus the contribution of schooling, *Cognition and Instruction*, 6, pp.185-221
- SCHNOTZ W. (2002), Commentary: towards an integrated view of learning from text and visual displays, *Educational Psychology Review*, 14, n.1, pp.101-120 <DOI 10.1023/A:1013136727916>
- SCHNOTZ W. (2005), An integrated model of text and picture comprehension, in Mayer R.E. (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*, Cambridge, UK, Cambridge University Press, pp.31-48
- SCHNOTZ W., BAADTE C., MÜLLER A., RASCH R. (2010), Creative thinking and problem solving with depictive and descriptive representations, in Verschaffel L., De Corte E., De Jong T., Elen J. (Eds.), *Use of representations in reasoning and problem solving - analysis and improvement*, London, UK, Routledge, pp.11-35
- SCHNOTZ W., BANNERT M. (2003), Construction and interference in learning from multiple representation, *Learning and instruction*, 13, n.2, pp.141-156, <DOI 10.1016/s0959-4752(02)00017-8
- SCHNOTZ W., KÜRSCHNER C. (2008), External and internal representations in the acquisition and use of knowledge: visualization effects on mental model construction, *Instructional Science*, 36, n.3, pp.175-190 <DOI 10.1007/s11251-007-9029-2
- SCHWAB K. (2016), The fourth industrial revolution: what it means, how to respond <<https://bit.ly/3qu2ff7>>
- SHUTE V.J., LEIGHTON J.P., JANG E.E., CHU M.W. (2016), advances in the science of assessment, *Educational Assessment*, 21, n.1, pp.34-59



- SIEMON D. (2017), Targeting “big ideas” in mathematics, *Teacher Magazine*, <<https://bit.ly/2OCyGeb>>
- SOMMERAUER P., MÜLLER O. (2014), Augmented reality in informal learning environments: a field experiment in a mathematics exhibition, *Computers & Education*, 79, pp.59-68 <DOI <https://bit.ly/3vaid5L>>
- STACEY K. (2015), The Real World and the Mathematical World, in Stacey K., Turner R. (Eds.), *Assessing mathematical literacy: the PISA experience*, New York, Springer, pp.57-84
- STEEN L.A. (2004), Data, Shapes, Symbols: achieving balance in School Mathematics, in Madison B., Steen L.A. (Eds.), *Quantitative literacy: why numeracy matters for schools and colleges*, Washington, DC, Mathematical Association of America, pp.53-74
- STEEN L.A. (Ed) (1990), *On the shoulders of giants: new approaches to numeracy*, National Research Council <<https://bit.ly/3eqApy0>>
- STRAESSER R. (2015), Numeracy at work: a discussion of terms and results from empirical studies, *ZDM Mathematics Education*, 47, n.4
- SULLIVAN P. (2011), Teaching mathematics: using research-informed strategies, *Australian Education Review*, 59, <<https://bit.ly/3cgzygF>>
- SWELLER J. (2005), Implications of cognitive load theory for multimedia learning, in Mayer R. E. (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*, Cambridge, U.K., Cambridge University Press, pp.31-48
- SWELLER J. (2010), Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load, *Educational Psychology Review*, 22, n.2, pp.123-138 <DOI 10.1007/s10648-010-9128-5>
- TERTIARY EDUCATION COMMISSION (2008), *Learning Progressions for Adult Numeracy*, Wellington, New Zealand
- THOMPSON P.W. (1995), Notation, convention, and quantity in elementary mathematics, in Sowder J.T., Schappelle B.P. (Eds.), *Providing a foundation of teaching mathematics in the middle grades*, Albany, NY, SUNY Press, pp.199-221
- TOBIAS S. (1993), *Overcoming math anxiety*, New York, Norton W.W. & Company

- TOUT D. (2006), *Review of Numeracy component of PIAAC*, Background paper preparato per l'OECD Canada Expert Technical Workshop on Numeracy, Ottawa, Melbourne, Australia, Centre for Adult Education
- TOUT D., COBEN D., GEIGER V., GINSBURG L., HOOGLAND K., MAGUIRE T., THOMSON S., TURNER R. (2017), *Review of the PIAAC Numeracy Assessment Framework: Final Report*, Camberwell, Australia, Australian Council for Educational Research <<https://bit.ly/2OC9zbA>>
- TOUT D., GAL I. (2015), Perspectives on numeracy: reflections from international assessments, *ZDM Mathematics Education*, 47, pp.691-706
- TOUT D., SCHMITT M.J. (2002), The inclusion of numeracy in adult basic education, in Comings J., Garner B., Smith C. (Eds.), *The annual review of adult learning and literacy: volume 3*, Jossey-Bass, San Francisco
- TOUT D., SPITHILL J. (2015), The challenges and complexities of writing items to test mathematical literacy, in Stacey K., Turner R. (Eds.), *Assessing mathematical literacy: the PISA experience*, New York, Springer, pp.145-171
- TURNER E.E., VARLEY-GUTIÉRREZ M., SIMIC-MULLER K., DÍEZ-PALOMAR J. (2009), Everything is math in the whole world: integrating critical and community knowledge in authentic mathematical investigations with elementary Latina/o students, *Mathematical Thinking and Learning*, 11, n.3, pp.136-157
- TURNER R., BLUM W., NISS M. (2015), Using competencies to explain mathematical item demand: a work in progress, in Stacey K., Turner R. (Eds.), *Assessing Mathematical Literacy: the PISA Experience*, New York, Springer, pp.85-115
- UNESCO (1997), *International standard classification of education*, Parigi, ISCED, Author
- UNESCO (2016), Chapter 15: Literacy and Numeracy in *Global Education Monitoring Report 2016. Education for people and planet: Creating sustainable futures for all*, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Parigi, Francia <<https://bit.ly/3rzQe9v>> Visitato in data 31 ottobre 2016
- UTTS J. (2003), What educated citizens should know about statistics and probability, *The American Statistician*, 57, n.2, pp.74-79

- VAN GOG T., PAAS F., SWELLER J. (2010), Cognitive load theory: advances in research on worked examples, animations, and cognitive load measurement, *Educational Psychology Review*, 22, n.4, <DOI 10.1007/s10648-010-9145-4
- VAN HEUVEL-PANHUIZEN M., GRAVEMEIJER K.P.E. (1991), Tests are not all that bad: an attempt to change the appearance of written tests in mathematics instruction at the primary school level, in Streefland L. (Ed.), *Realistic mathematics education in primary school*, Paesi Bassi, Utrecht, Freudenthal Institute
- VCAA - VICTORIAN CURRICULUM AND ASSESSMENT AUTHORITY (2008), *Curriculum Planning Guide: literacy and numeracy skills strand numeracy skills units*, 1st ed. Victoria, Victorian Curriculum and Assessment Authority
- VERSCHAFFEL L. (Ed.) (2009), Words and worlds: modelling verbal descriptions of situations, Sense Publ.
- VOOGT J., PAREJA ROBLIN N.N. (2012), A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: implications for national curriculum policies, *Journal of Curriculum Studies*, 44, n.3, pp.299-321 <<https://bit.ly/3ertUeC>>
- WAGNER D., DAVIS B. (2010), Feeling number: grounding number sense in a sense of quantity, *Educational studies in Mathematics*, 74, n.1, pp.39-51
- WAKE G. (2015), Preparing for workplace numeracy: a modelling perspective, *ZDM Mathematics Education*, 47, n.4, pp.675–689
- WATSON J. M., CALLINGHAM R. (2003), Statistical literacy: a complex hierarchical construct, *Statistics Education Research Journal*, 2, n.2, pp.3-46
- WEDEGE T. (2003), Sociomathematics: researching adults' mathematics at work, in Maasz J., Schloeglmann W. (eds), *Learning mathematics to live and work in our world: proceedings of the 10th international conference on adults learning mathematics*, Linz, AUS, Universität Johannes Kepler, pp.38-48
- WEDEGE T. (2010), People's Mathematics in working life: why is it invisible?, *Adults Learning Mathematics*, 5, n.1, pp.89-97
- WEEKS K.W., HIGGINSON R., CLOCHESY J.M., COBEN D. (2013), Safety in numbers 7: Veni, vidi, duci: a grounded theory evaluation of nursing students' medication dosage calculation problem-solving schemata construction, *Nurse Education in Practice*, 13, n.2, pp.78-87 <<https://bit.ly/30vxBal>>

- WILLIAMS J., WAKE G. (2007), Black boxes in workplace mathematics, *Educational Studies in Mathematics*, 64, pp 317-343
- WILLIS S. (1990), *Being numerate: what counts?*, Victoria AUS, Australian Council for Educational Research (ACER)
- WINDISCH H.C. (2015), *Adults with low literacy and numeracy skills: a literature review on policy intervention*, OECD Education Working Papers, n.123, Parigi, OECD Publishing
- YANG D.C., REYS R.E., REYS B.J. (2009), Number sense strategies used by pre-service teachers in Taiwan, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, n.2, pp.383-403
- YASUKAWA K., BROWN T., BLACK S. (2013), Production workers' literacy and numeracy practices: using cultural-historical activity theory (CHAT) as an analytical tool, *Journal of Vocational Education & Training*, 65, n.3, pp.369-384
- YASUKAWA K., ROGERS A., JACKSON K., STREET B. (Eds.) (2018), *Numeracy as social practice: global and local perspectives*, New York - London, Routledge
- ZEVENBERGEN R. (2004), Technologizing numeracy: intergenerational differences in working mathematically in new times, *Educational Studies in Mathematics*, 56, n.1, pp.97-117



**Il framework  
di Adaptive Problem Solving**

# 1. Introduzione

La rapidità con cui il mondo sociale, fisico e tecnologico cambia richiede da parte degli individui una maggiore attenzione a questi cambiamenti, una maggiore adattabilità e disposizione a modificare i propri piani per perseguire i propri obiettivi. È perciò innegabile che la competenza nel risolvere problemi e adattarsi a condizioni mutevoli rivesta un'importanza cruciale nel XXI secolo, in cui i cittadini si trovano ad affrontare tecnologie, sistemi sociali e materie sempre più complessi (Levy e Murnane 2006; National Research Council 2012). La necessità di saper risolvere problemi è diffusa a tutti i livelli sul posto di lavoro, così come nella vita di tutti i giorni, per la maggior parte degli adulti. Per esempio, Felstead *et al.* (2013) concludono affermando che le capacità di problem solving sono più importanti di quelle numeriche o comunicative per affermarsi come un buon lavoratore, una constatazione che probabilmente vale nel complesso per le economie orientate ai servizi. È pertanto essenziale valutare le competenze di problem solving come costrutto generale.

Il Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC) ha incluso una misurazione delle competenze di problem solving nel suo primo ciclo del 2011. Oltre alle dimensioni fondamentali delle competenze degli adulti, ovvero le capacità collegate ai reading component, alla literacy e alla numeracy, l'indagine ha valutato l'abilità di problem solving in ambienti tecnologicamente avanzati (PS-TRE) per gli individui di età compresa tra 16 e 65 anni. PS-TRE si è concentrato sulla determinazione degli obiettivi, il monitoraggio e la pianificazione in ambienti tecnologicamente avanzati (OECD 2012) valutando il grado di competenza nell'uso di specifiche applicazioni digitali per accedere, cercare, gestire, interpretare e valutare le informazioni. Il secondo ciclo di PIAAC nel 2021 si concentrerà sull'*Adaptive Problem Solving* (APS). Il termine *adaptive*, ovvero adattivo, evidenzia che quello del problem

solving è un processo che ha luogo in ambienti complessi e che non si tratta di una sequenza statica di una serie di passaggi prestabiliti, quanto piuttosto di un tentativo costante di risolvere un problema. Pertanto, mentre i problemi in sé possono essere statici (ovvero privi di cambiamenti negli stati iniziali o finali) o dinamici (ovvero con cambiamenti che si verificano nella situazione problematica), il processo di *problem solving* rispetto a problemi dinamici è adattivo (vale a dire che i problem solver devono adattarsi alla natura dinamica di tali problemi).

Esistono tre importanti aspetti fondamentali che differenziano le competenze di APS dalle precedenti valutazioni di problem solving condotte su larga scala, come PS-TRE o quello implementato nel *Programme for International Student Assessment* (PISA - Programma per la valutazione internazionale degli studenti):

- innanzitutto, la capacità di gestire situazioni problematiche dinamiche e mutevoli è diventata sempre più importante nella società odierna, e di conseguenza è cresciuta in modo determinante la necessità di capacità che consentano agli adulti di adattare il proprio modo di pensare e ragionare in relazione a informazioni nuove e in costante cambiamento. La valutazione delle competenze di APS si concentrerà pertanto su problemi dinamici per i quali i problem solver dovranno monitorare il proprio processo di problem solving e adattare la soluzione iniziale a nuove informazioni o circostanze ;
- in secondo luogo, le caratteristiche dei problemi tipici che gli individui incontrano al lavoro e nella vita quotidiana sono cambiate negli ultimi cinquant'anni, in parte a causa di cambiamenti radicali nelle tecnologie digitali e nei mezzi di comunicazione (Autor *et al.* 2003). Le soluzioni a problemi specifici sono anche maggiormente distribuite nel tempo poiché le persone impiegano risorse sociali e digitali che hanno particolari vincoli legati all'accesso e agli orari. Questa nuova abbondanza di informazioni e il nuovo tipo di ambiente informativo in cui le persone si trovano ad agire si rifletteranno nelle caratteristiche dei compiti presenti nell'assessment di APS, ovvero gli ambienti informativi (fisico, sociale e digitale) e il contesto del problema (personale, lavorativo e della comunità sociale) in cui si svolgeranno i suddetti compiti;
- per concludere, i processi cognitivi sono intrinsecamente legati al processo di risoluzione dei problemi e sono sempre stati un aspetto importante della valutazione della capacità di problem solving. Tuttavia, in particolare con problemi che richiedono grandi capacità di adattamento e di maggiore difficoltà, anche i problem solver devono impegnarsi fortemente nei processi metacognitivi (cioè la capacità di calibrare la propria comprensione

del problema, valutare potenziali soluzioni e monitorare i progressi rispetto agli obiettivi da raggiungere). Di conseguenza, l'assessment delle competenze di APS nel secondo ciclo di PIAAC sarà incentrato anche sui processi metacognitivi.

Lo scopo di questo documento è fornire un framework di valutazione sulla base del quadro di riferimento concettuale per le competenze di APS (Greiff *et al.* 2017) allo scopo di guidare la costruzione degli item di APS da utilizzare nel secondo ciclo di PIAAC, nonché la definizione di una scala di valutazione per le competenze di APS.

### **1.1. Adattarsi a situazioni che cambiano dinamicamente: l'importanza delle competenze di Adaptive Problem Solving**

L'abilità di adattarsi rapidamente e in modo flessibile alle nuove circostanze, di apprendere lungo il corso di tutta la vita e trasformare la conoscenza in azioni è sempre stata importante per una piena partecipazione nei mercati del lavoro e nella società (Pellegrino e Hilton 2012). Tuttavia, in un mondo sempre più mutevole, in continua e dinamica evoluzione, che fornisce una moltitudine di informazioni da diverse risorse, la necessità di adattarsi in modo flessibile a cambiamenti imprevisti è divenuta sempre più importante. Nel corso di una sola giornata, un individuo può acquistare beni di consumo, organizzare spostamenti con i trasporti locali, pianificare una vacanza (ricercare voli e sistemazioni in hotel o scambi di case), essere un promotore finanziario e un decoratore di interni. Queste diverse attività affrontano molteplici obiettivi in modi non routinari, che richiedono capacità di APS. Le persone devono adeguarsi per esempio ai prezzi delle materie prime che cambiano da un giorno all'altro, a uno sciopero dei trasporti, a siti internet che non funzionano e a persone che annullano appuntamenti. Adattarsi a questi cambiamenti inattesi in tale varietà di ambienti significa che i problem solver devono tenere conto delle diverse risorse dell'ambiente fisico, sociale e digitale, oltre che delle proprie attività mentali. Pertanto, è particolarmente importante valutare le competenze di APS poiché i problemi spesso cambiano in maniera dinamica nel corso della fase di risoluzione, il che richiede quindi un monitoraggio costante e, se necessario, l'adattamento della soluzione iniziale del problema. Questi



cambiamenti si verificano a causa di eventi fisici e/o sociali imprevisti nell'ambiente e a causa di conseguenze impreviste delle azioni del problem solver.

È importante sottolineare che l'assessment delle competenze di APS nel secondo ciclo di PIAAC va oltre quanto valutato nelle precedenti valutazioni internazionali dell'OCSE relative alle competenze di problem solving. Innanzitutto, i problemi per valutare la competenza individuale di problem solving in PISA 2009 erano interamente statici (cioè gli stati iniziali e gli stati finali desiderati non cambiavano) ed erano precedenti alla raccolta di dati sui computer. In PISA 2012, la valutazione della competenza di problem solving era basata su computer e consentiva di implementare situazioni problematiche interattive oltre a quelle statiche (OECD 2014). Gli item erano diventati dinamici nel senso che il problem solver aveva bisogno di interagire con l'ambiente problematico per poter trovare tutte le informazioni necessarie a risolvere il problema. PISA 2015 si è quindi concentrata sul problem solving collaborativo con agenti informatici che interagivano con un problem solver attraverso servizi di chat e azioni eseguite in aree di lavoro condivise (OECD 2013a). È importante sottolineare che il significato del termine “dinamico” è stato ampliato nell'assessment delle competenze di APS riferendosi non solo all'esplorazione dell'ambiente, ovvero all'interazione tra il problem solver e il contesto informativo, ma anche ai cambiamenti nella situazione problematica a cui occorre adattare la soluzione iniziale. Quando faremo riferimento al concetto di dinamico d'ora in seguito, useremo sempre il termine nel suo senso ampliato.

Come accennato in precedenza, la competenza di problem solving era già stata oggetto di valutazione nel primo ciclo di PIAAC. L'assessment PS-TRE era concepito per monitorare le capacità di elaborazione delle informazioni del problem solver quando si trovava ad operare in ambienti tecnologicamente avanzati impiegando competenze legate alle Tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC). Fondamentale per l'assessment PS-TRE era quindi la comprensione e la valutazione di informazioni significative disponibili in ambienti tecnologicamente avanzati, che comprendevano la simulazione di ambienti con siti web, e-mail e fogli di calcolo (OECD 2012). Anche l'assessment delle competenze di APS utilizzerà ambienti tecnologicamente avanzati. Tuttavia, questi ambienti costituiranno il contesto in cui il problema si svolge in

modo dinamico e al quale i problem solver devono adattare la loro soluzione iniziale.

## 1.2. Le componenti cognitive e metacognitive delle competenze di Adaptive Problem Solving

Come illustrato precedentemente, per risolvere efficacemente i problemi, il problem solver deve intraprendere processi cognitivi e metacognitivi. I precedenti assessment delle competenze di problem solving integravano le teorie cognitive fondamentali relative al problem solving (Funke 2010; Mayer e Wittrock 2006). Esse partono dalla definizione di problema come la presenza di uno stato iniziale, uno stato finale, un insieme di operatori legali per passare dallo stato iniziale a quello finale, e piani di soluzione per i compiti secondari. Gli assessment PISA 2012 e 2015 identificavano i componenti del problem solving come segue: (1) esplorare, comprendere e rappresentare il problema, (2) ricercare, pianificare ed eseguire le potenziali soluzioni e (3) monitorare e riflettere sui progressi nella risoluzione del problema. La valutazione delle competenze di APS nel secondo ciclo di PIAAC si baserà sui seguenti componenti cognitivi del problem solving, che sono simili ma non esattamente uguali: *definire il problema* (come in (1)), *ricercare informazioni*, e *applicare una soluzione* (queste ultime due si collegano al componente (2)), mentre la valutazione esplicita di metacognizione includerà il componente (3).

I processi cognitivi diventano più complicati nelle competenze di APS dove potrebbe essere necessario adattare la soluzione del problema in risposta a situazioni che cambiano in modo dinamico. Vale a dire che il mondo fisico, sociale e digitale sono spesso sottoposti a cambiamenti a cui un adaptive problem solver deve adeguarsi. Il problem solver affronta l'ulteriore sfida di dover monitorare continuamente, spesso tramite uno sforzo consapevole, se lo stato attuale del problema rimane lo stesso o cambia nel corso della risoluzione del problema, se gli operatori già conosciuti in tentativi simili di problem solving sono ancora disponibili o se è necessario identificarne di nuovi e quali piani è possibile mettere in atto utilizzando le risorse disponibili in un determinato momento. Il secondo ciclo di PIAAC conterrà item che misurano i processi metacognitivi in aggiunta ai processi cognitivi. Il ruolo dei processi metacognitivi diventa più importante in quanto i problemi sono più complessi e

difficili da comprendere (è necessaria una calibrazione della comprensione), i problemi cambiano in modo dinamico (occorre valutare e rivalutare l'idoneità degli operatori e dei piani) e aumenta la difficoltà di discernere i progressi verso la soluzione (è necessario monitorare e riflettere sui progressi intrapresi verso gli obiettivi).

Sia i processi cognitivi che quelli metacognitivi saranno valutati nelle tre fasi del problem solving: definizione del problema, ricerca di una soluzione e applicazione di una soluzione. Ogni fase richiede processi cognitivi e processi metacognitivi, con alcuni item che coinvolgono entrambi i processi mentre altri sono incentrati solo sulla cognizione o sulla metacognizione.

In breve, nel secondo ciclo di PIAAC, la valutazione delle competenze di APS si concentrerà maggiormente sulla capacità degli individui di (a) adattare in modo flessibile e dinamico le proprie strategie di problem solving in un ambiente che cambia dinamicamente, (b) identificare e selezionare tra una gamma di risorse fisiche, sociali e digitali disponibili e (c) monitorare e riflettere sui progressi nella risoluzione dei problemi attraverso processi metacognitivi. I compiti dell'assessment rispecchieranno pertanto questo aspetto per cui le soluzioni ai problemi nel mondo moderno richiedono una mente riflessiva, flessibile e adattiva.

Di seguito, definiremo in primo luogo cosa si intende per Adapting Problem Solving o APS (sezione 2.1) e forniremo due compiti per esemplificare il modo in cui è possibile valutare queste competenze (sezione 2.2). Descriveremo infine in dettaglio le dimensioni del compito che definiscono ciascun compito APS (sezione 3.1) e delineremo i processi cognitivi e metacognitivi richiesti (sezione 3.2). La sezione 3.3 illustrerà i fattori che possono essere utilizzati per descrivere i livelli di competenza di APS. La sezione 4 ricapiterà l'assessment delle competenze di APS. Concluderemo con un confronto tra le competenze di APS e altre competenze chiave, quali literacy, numeracy e le competenze digitali (sezione 5).

## 2. Definizione di Adapting Problem Solving

### 2.1 Spiegazione della definizione di Adaptive Problem Solving

Come precedentemente illustrato, il framework concettuale (Greiff *et al.* 2017) e il framework di valutazione di APS presentano tre aspetti fondamentali. Innanzitutto, in un mondo dinamico in continuo divenire, è essenziale reagire ai cambiamenti imprevisti e alle nuove informazioni in modo flessibile e adattivo. Questa capacità è racchiusa in APS nel termine *adaptive*, ovvero adattivo. In secondo luogo, dato che la quantità di informazioni disponibili nel mondo del XXI secolo è in costante aumento, ci troviamo di fronte a una molteplicità di informazioni provenienti da diverse fonti. Occorre tenere conto di questa espansione degli ambienti informativi, che si rifletteranno nei compiti sviluppati per APS, i quali si svolgeranno in una serie di ambienti e contesti informativi. Infine, se da un lato gli aspetti cognitivi hanno sempre avuto un ruolo importante nella risoluzione dei problemi, la necessità di cambiare i piani e gli approcci a un problema e l'adattabilità e la flessibilità che ne conseguono richiedono una maggiore attenzione alla dimensione metacognitiva, che va ad aggiungersi all'attuale focus cognitivo. Le competenze di APS, pertanto, pongono una forte attenzione sugli aspetti metacognitivi per tutto il processo di problem solving.

La definizione di Adaptive Problem Solving nel secondo ciclo di PIAAC è la seguente:

L'Adaptive Problem Solving è la capacità di un individuo di raggiungere i propri obiettivi in una situazione dinamica, in cui non è immediatamente disponibile un metodo di soluzione. Richiede di impegnarsi in processi cognitivi e metacognitivi per definire il problema, ricercare informazioni

e applicare una soluzione in una varietà di ambienti e contesti informativi (cfr. Greiff *et al.* 2017).

Di seguito viene spiegata in dettaglio ciascuna parte di questa definizione.

“L’adaptive problem solving...”

Il termine ‘adaptive’ sottolinea la natura adattiva del problem solving indipendentemente dall’ambiente o dal contesto in cui ha luogo la suddetta risoluzione del problema. Ciò evidenzia che il problem solving è un processo che ha luogo in ambienti complessi e che non si tratta di una sequenza statica di una serie di passaggi prestabiliti. Al contrario, ciascuna fase del processo di problem solving potrebbe avere una natura adattiva. In altre parole, i problem solver devono prestare attenzione e rimanere aperti ai cambiamenti che avvengono nella situazione e adattare conseguentemente il loro approccio di problem solving. Il termine ‘adaptive’ si collega facilmente a nozioni come flessibilità cognitiva o plasticità, sebbene sia più ampio nel suo significato e comprenda l’intero insieme di componenti cognitive e non cognitive coinvolte nelle competenze di APS.

“Problem solving” era stato scelto come termine chiave per concentrare l’attenzione su situazioni che richiedono soluzioni non routinarie (al contrario dei compiti, vd. sotto) indipendentemente dallo specifico dominio del contenuto. Quella del problem solving è generalmente considerata una delle attività più diffuse necessarie per affrontare efficacemente le difficoltà in situazioni imprevedute, siano esse in contesti educativi, sul luogo di lavoro o nella vita privata. Poiché i problemi possono verificarsi in diversi contesti, il processo di problem solving, inclusi i suoi diversi componenti, può essere applicato in domini diversi. Di recente, più valutazioni condotte su larga scala hanno infatti incluso una concezione trasversale della capacità di problem solving, per esempio gli assessment PIAAC e PISA; tuttavia tali valutazioni differivano in quanto non si concentravano sulla natura ‘adattiva’ del problem solving nel XXI secolo.

“...è la capacità di un individuo di raggiungere i propri obiettivi in una situazione dinamica...”

Il termine "capacità", in senso ampio, è usato allo scopo di comunicare che l'APS è una competenza complessa, composta da molteplici serie di capacità più specifiche, in particolare aspetti cognitivi e metacognitivi che sono esplicitamente oggetto della valutazione. Il concetto di APS include anche la motivazione con cui si gestisce la situazione problematica, si affrontano le sue difficoltà e i suoi cambiamenti imprevisti. In questo modo, l'aspetto motivazionale è implicitamente parte della valutazione, sebbene esplicitamente non sia oggetto dell'assessment principale delle competenze di APS.

Il problem solving è un'attività orientata all'ottenimento di obiettivi, in cui il problem solver è immerso in una situazione che necessita di essere padroneggiata efficacemente, e questa situazione può essere dinamica. Ciò significa che è necessario immaginare i limiti o gli obiettivi prima, diversamente da una situazione di problem solving statico che si svolge esclusivamente in contesti privi di componenti dinamiche, in cui pertanto tutte le informazioni necessarie sono disponibili sin all'inizio, senza che vi sia alcun cambiamento nella configurazione del problema. I problem solver che si impegnano in attività di APS devono anticipare, integrare e gestire molteplici tipologie di cambiamenti dinamici che potrebbero verificarsi mentre si passa da uno stato iniziale allo stato finale desiderato. APS si riferisce quindi al processo di problem solving in situazioni che cambiano dinamicamente. Più precisamente, l'aspetto dinamico della situazione problematica implica da un lato che potrebbe essere necessario acquisire le informazioni rilevanti da fonti diverse durante l'intero processo, un aspetto di cui si è tenuto conto nelle precedenti valutazioni del problem solving (cfr. l'assessment del problem solving in PISA 2012). Tuttavia, oltre alla capacità di esplorare una situazione problematica, il problem solver deve anche affrontare vari tipi di cambiamenti nella situazione e deve reagire a questi cambiamenti. In altre parole, i problem solver devono monitorare i loro progressi, lo stato del problema, l'ambiente e il contesto nel tentativo di rispettare la natura dinamica della situazione problematica generale, in cui potrebbero verificarsi cambiamenti costanti oppure cambiamenti di scarsa rilevanza o addirittura nessun cambiamento. Dal punto di vista della valutazione, tenere conto della componente dinamica presuppone l'impiego di valutazioni basate sulla tecnologia, che consentono di utilizzare una tipologia di item in cui poter implementare tali cambiamenti dinamici. Sotto questo aspetto, il secondo ciclo di PIAAC è a tutti gli effetti un assessment

basato sulla tecnologia che consente di ampliare il campo interessato dalle competenze attraverso l'impiego di mezzi tecnici rendendo così disponibili nuovi formati di item per gli sviluppatori delle prove.

“... in cui non è immediatamente disponibile un metodo di soluzione.”

Questa parte della definizione allude a una componente chiave presente in praticamente qualsiasi definizione di problem solving: allo stato iniziale il percorso verso la soluzione e la soluzione stessa non sono immediatamente chiari, per cui occorre che il problem solver avvii un processo che, alla fine, conduce allo stato finale. Questo è ciò che distingue un processo di problem solving da un semplice compito, il fatto che in genere non è subito disponibile una soluzione. Questo mostra altresì che, anche in domini specifici come la matematica o la scienza, non tutti gli item sono relativi al problem solving in quanto alcuni di essi potrebbero essere risolti semplicemente conoscendo la risposta corretta, e ciò sottolinea anche l'aspetto non routinario dei problemi in questo dominio. Sotto questo aspetto, esiste un legame diretto tra i framework esistenti relativi al problem solving (per esempio, il problem solving in PISA 2012 o il problem solving collaborativo in PISA 2015), ma il concetto di soluzione non immediatamente accessibile è ancora più centrale in APS perché i cambiamenti nella configurazione del problema o nella situazione problematica rendono necessario riesaminare le soluzioni iniziali e, in alcuni casi, adottare nuovi approcci per risolvere il problema presentato.

“... richiede di impegnarsi in processi cognitivi e metacognitivi...”

Le componenti cognitive e metacognitive sono entrambe aspetti chiave delle competenze di APS. Il processo di problem solving richiede sempre una certa dose di cognizione, come saper organizzare e integrare le informazioni in un modello mentale o valutare gli operatori per capire se siano o meno rilevanti per raggiungere lo stato finale desiderato. Tuttavia, anche la metacognizione, come stabilire un obiettivo o riflettere sui progressi, è altrettanto importante. In effetti, entrambe le componenti sono spesso così interconnesse che risulta difficile separarle, e questo rappresenterà una sfida per l'assessment. Sebbene nei precedenti framework sia stato riconosciuto il ruolo della metacognizione, spesso non era esplicitamente oggetto di indagine, venendo piuttosto

considerato come una parte implicitamente inclusa nella valutazione. In questo l'APS si differenzia, poiché affrontare una situazione dinamica in modo adattivo richiede sempre un certo livello di metacognizione. Per esempio, se la situazione cambia, senza un livello di consapevolezza metacognitiva sufficiente, questo cambiamento passerà inosservato e non porterà a una soluzione del problema. Pertanto, il framework concettuale (Greiff *et al.* 2017) sottolinea che il mondo del XXI secolo non può essere padroneggiato efficacemente senza un certo livello di metacognizione. L'assessment delle competenze di APS sarà progettato in modo tale da riflettere chiaramente questa necessità della componente metacognitiva, sviluppando inoltre item il cui oggetto principale saranno le competenze metacognitive del problem solver.

“... per definire il problema, ricercare informazioni e applicare una soluzione...”

Il framework APS definisce tre ampie fasi di problem solving, ordinate in modo logico a partire da una prima definizione del problema, per poi ricercare le informazioni e, infine, applicare una soluzione. Tuttavia, si tratta di una descrizione schematica, mentre ogni attività di problem solving può passare da una fase all'altra o addirittura possono essere impiegate contemporaneamente. La presente descrizione vuole intendere che di solito una delle suddette attività è prevalente. Lo scopo della valutazione sarà stimolare le competenze cognitive e metacognitive dei problem solver durante queste tre fasi in modo completo.

In ciascuna delle tre fasi, sia i processi cognitivi che quelli metacognitivi sono rilevanti e sebbene vi sia una certa sovrapposizione, molti di essi sono diversi per una fase specifica. In effetti, la definizione del processo di problem solving in fasi diverse trova ampio riscontro nella letteratura inerente al problem solving, seppure vi sia un certo disaccordo sul numero e sulla natura delle fasi. In APS, il problem solver si trova ad affrontare la difficoltà di non sapere se e quando potrebbe verificarsi un cambiamento nell'impostazione del problema, per cui deve ricorrere a un monitoraggio costante e reagire prontamente durante tutte queste fasi. Rispetto ad altri approcci di problem solving, la definizione e l'insieme di informazioni appena dedotti o il percorso scelto per la soluzione potrebbero diventare obsoleti, e potrebbe essere necessario dedurre una nuova definizione, nuove informazioni o un nuovo percorso di soluzione.



“... in una varietà di ambienti e contesti informativi.”

Questa parte finale della definizione sottolinea che in ambienti ricchi di informazioni, e in pratica tutti i problemi di oggi sono inseriti in un contesto di questo tipo, le diverse fonti da cui provengono le informazioni e i diversi contesti assumono un'importanza significativa. Le informazioni possono essere raccolte da ambienti fisici, sociali o digitali, che servono a rappresentare la natura onnipresente da cui il problem solver deriva la conoscenza di un problema nel mondo odierno. In questo senso, l'APS si distingue dalle precedenti valutazioni di problem solving che si concentravano su specifiche fonti di informazioni come l'ambiente sociale per il problem solving collaborativo in PISA 2015 o sulle conoscenze raccolte su siti web nella valutazione del problem solving in ambienti tecnologicamente avanzati nel primo ciclo di PIAAC. Inoltre, dato che le situazioni in cui sono necessarie competenze di APS possono verificarsi in contesti diversi, i problemi possono essere inseriti in un contesto personale, lavorativo o sociale, in quanto un buon adaptive problem solver deve essere in grado di applicare la propria competenza in più contesti, ricavando informazioni da un insieme completo di fonti.

La sezione successiva delinea due compiti di esempio: “Preparazione della cena” e “Mercato azionario”, per fornire un esempio di cosa si intende per APS in termini di situazioni del mondo reale. Proseguiremo quindi con una descrizione più dettagliata delle caratteristiche del problema alla base dei compiti APS, degli indicatori di difficoltà associati, dei processi cognitivi e metacognitivi coinvolti e definiremo i livelli di competenza presunti che determinano la qualità della soluzione derivata. Nel framework utilizzeremo la presente descrizione formale in correlazione con entrambi i compiti di esempio per illustrare il processo di APS.

## **2.2 Compiti di esempio: “Preparazione della cena” e “Mercato azionario”**

L'assessment di APS nel secondo ciclo di PIAAC conterrà compiti basati su uno scenario, che descrivono problemi quotidiani e della vita lavorativa. Di seguito, descriviamo due esempi di compiti APS, al fine di illustrare come i principi di

APS vengano trasposti nella pratica. È importante notare che i partecipanti impareranno come interagire con gli ambienti forniti prima di iniziare la valutazione. Inoltre, le due unità elencate di seguito sono esempi di come possono apparire i compiti APS. Nessuno dei due esempi farà parte dell'assessment finale di APS.

- Il primo esempio, “Preparazione della cena”, interessa uno scenario di vita quotidiana in cui il problem solver deve pianificare e raggiungere diversi obiettivi nel corso della giornata. Data la necessità frequente di dover adattare i propri piani iniziali reagendo in modo flessibile a circostanze mutevoli e incombenze imminenti e integrando e affrontando le nuove informazioni, il sapersi muovere nella vita di tutti i giorni potrebbe essere considerato come il prototipo di un compito APS.
- Il secondo esempio, “Mercato azionario”, descrive una simulazione finanziaria in cui il problem solver deve prendere decisioni di acquisto e di vendita per un certo numero di aziende, a seconda dell'evoluzione del mercato, al fine di massimizzare i profitti. Il problema è estremamente dinamico poiché la configurazione cambia costantemente e i problem solver devono adattare continuamente le loro soluzioni sulla base dell'ultima evoluzione dell'ambiente problematico.

### 2.2.1 Compito di esempio: “Preparazione della cena”

Nell'unità di esempio “Preparazione della cena” (cfr. riquadro 2.2.1), al problem solver viene chiesto di utilizzare una mappa interattiva per raggiungere una serie di obiettivi predefiniti. La situazione inizialmente statica diventa dinamica attraverso ostacoli che mostrano un cambiamento nel problema presentato e nelle soluzioni disponibili.

Il riquadro 2.2.1 mostra due item di esempio per la preparazione della cena. L'unità inizia con un compito di pianificazione statico. Nel primo item, il problem solver deve utilizzare una mappa interattiva per trovare il percorso più veloce per raggiungere tre obiettivi, tenendo presente una serie di vincoli temporali. Il problem solver deve: portare un bambino a scuola entro un determinato orario, acquistare gli ingredienti per la cena e tornare a casa entro un determinato orario. Questo potrebbe essere considerato un compito di problem solving standard, in cui è necessario trovare una soluzione partendo da alcuni vincoli che devono essere osservati. Nel secondo item, la situazione diventa dinamica poiché il problem solver deve affrontare nuove circostanze che interferiscono con la soluzione iniziale del problema. Occorre superare gli

ostacoli prendendo in considerazione ulteriori vincoli nell'adattare la soluzione iniziale del problema.

#### **Riquadro 2.2.1 Unità di esempio "Preparazione della cena"**

##### *Descrizione generale del background del problema*

Pianificare e coordinare obiettivi diversi, talvolta contraddittori, rappresenta ambiti elementari della nostra vita quotidiana. Si va da attività che interessano obiettivi singoli o multipli da dover pianificare quotidianamente, a obiettivi a lungo termine, e queste attività possono sorgere in una varietà di contesti, siano essi personali, lavorativi o sociali. Tuttavia, eventi imprevedibili o cambiamenti nella situazione iniziale fanno ripetutamente saltare i piani. Affrontare con successo situazioni così dinamiche, in cui la soluzione spesso non è disponibile in maniera diretta, implica per chiunque la necessità di impegnarsi in attività di APS. Più specificamente, è necessario definire la situazione problematica che si va delineando, considerare le informazioni su come affrontare la situazione e applicare la (nuova) soluzione.

##### *Come si svolge l'unità*

Si immagini di dover raggiungere uno o più obiettivi nel corso della giornata, per esempio prendere il proprio figlio a scuola e fare la spesa per la cena. Per raggiungere entrambi gli obiettivi, è necessario pianificare il percorso migliore per il tragitto in auto, controllare i tempi di percorrenza e fare una lista della spesa. Inizialmente, la situazione sembra gestibile e abbastanza prevedibile.

##### *Esempio item 1*

Ai problem solver viene fornita una mappa che mostra luoghi diversi e un post-it che riassume gli obiettivi da raggiungere e i vincoli temporali da rispettare. In alto compare l'orario, mentre cliccando sui luoghi è possibile visualizzare le informazioni sui tempi di percorrenza. In questo primo item, i problem solver devono muoversi attraverso la mappa tracciando delle linee per trovare il modo più veloce per: a) portare il bambino a scuola entro le 8:30 b) arrivare in un negozio per acquistare il necessario per la cena.

Tuttavia, proprio come nella vita reale, durante il viaggio, all'improvviso si scopre che uno dei negozi di zona è chiuso e dunque è necessario elaborare un piano diverso: per esempio si può decidere di andare in un altro negozio, chiamare qualcuno per farsi dare l'ingrediente mancante o modificare i piani della cena.

**PIAAC** ?

Preparazione della cena – Domanda 1 / 2

Guarda la cartina e il post.it. Segui le indicazioni che vi compaiono e clicca sui luoghi di arrivo per completare la prova.

Sono le 8 del mattino. Devi accompagnare tuo figlio a scuola alle 8:30 e andare in un negozio per acquistare gli ingredienti per preparare la cena. Devi rientrare a casa entro le 10:00.

Progetta il percorso più veloce per portare a termine queste attività. Memorizza gli orari ai quali sei vincolato/a.

Dopo aver tracciato il percorso per il primo luogo di arrivo, clicca su **Applica** per continuare con la progettazione. Il tempo del tragitto si aggiornerà in automobile.

Tempo totale di guida: 25 minuti

ANNULLA APPLICA

- Accompagnare mio figlio a scuola alle 8:30
- Comprare gli ingredienti per preparare la cena
- Rientrare a casa alle 10:00

### Esempio item 2

Quando i problem solver hanno pianificato il loro percorso, vengono informati che il negozio prescelto è stato chiuso a causa di una perdita d'acqua. Essi devono adattare il loro percorso tenendo conto dei vincoli temporali.

**PIAAC** ?

Preparazione della cena – Domanda 2 / 2

Guarda la cartina e il post.it. Segui le indicazioni che vi compaiono e clicca sui luoghi di arrivo per completare la prova.

Hai progettato il percorso per portare a termine tutte le attività della giornata come compare sulla mappa. Adesso sono le 8:30 e hai già accompagnato tuo figlio a scuola. Stai quasi per dirti verso il prossimo luogo di arrivo previsto quando ricevi un messaggio di allerta: il negozio che hai scelto è stato chiuso a causa di una perdita d'acqua.

Adatta il percorso che avevi scelto per portare a termine il resto delle attività della giornata. Memorizza gli orari ai quali sei vincolato/a.

Tempo totale di guida: 50 minuti

ANNULLA APPLICA

- Accompagnare mio figlio a scuola alle 8:30
- Comprare gli ingredienti per preparare la cena
- Rientrare a casa alle 10:00

### 2.2.2 Compito di esempio: “Mercato azionario”

Nell'unità di esempio “Mercato azionario” (vedi riquadro 2.2.2), ai problem solver viene presentata una simulazione del mercato azionario, in cui all'inizio possiedono le partecipazioni azionarie di cinque società e una piccola quantità di liquidi disponibile per gli investimenti. Possono vendere azioni in cambio di contanti o acquistare nuove azioni usando i contanti. I prezzi delle azioni variano di giorno in giorno. La situazione descrive un problema di ‘gocciolamento continuo’, ovvero il problema non è suddiviso in turni e non passa a una fase successiva solamente perché il problem solver ha effettuato un'azione. Al contrario, il problema evolve in tempo reale, anche se il problem solver non effettua alcuna azione; in questo caso, sullo schermo appare un nuovo “giorno” ogni 60 secondi. Valutando la storia di ciascuna azienda, i problem solver devono prendere una decisione in merito alla soluzione di investimento che con maggiori probabilità produrrà profitti in futuro. Devono quindi vendere gli investimenti azionari indesiderati che detengono nel loro portafoglio e acquistare azioni dalle società più promettenti, al fine di massimizzare il valore del loro portafoglio.

Sebbene l'architettura dell'unità possa sembrare piuttosto specialistica (ovvero un contesto di borsa e operazioni finanziarie), il problema è, a tutti gli effetti, un compito che presuppone conoscenze limitate. Non contiene alcun riferimento a società o settori reali e la soluzione non dipende da conoscenze specialistiche.

Il riquadro 2.2.2 mostra due item di esempio del “Mercato azionario”. Nel primo item, il problem solver deve ottimizzare un portafoglio di investimenti, tenendo conto dello stato attuale e delle prestazioni delle cinque aziende in un arco di tempo definito. Nel secondo item, la situazione diventa complicata, poiché cambia il modello di prestazione precedente delle cinque aziende. Ci si trova di fronte a un'impasse dovuta al fatto che per due aziende, la precedente evoluzione positiva è diventata ora negativa: ciò interferisce con la soluzione iniziale del problema e richiede ai problem solver di ripensare la loro strategia di problem solving.

## Riquadro 2.2.2 Unità di esempio "Mercato azionario"

### *Descrizione generale del background del problema*

La maggior parte delle situazioni complesse dal punto di vista finanziario presentano alcune caratteristiche comuni: un numero limitato di opzioni viene valutato in corso d'opera, nell'ambito di una situazione che cambia dinamicamente, in cui lo stato ottimale del sistema, ovvero quello in cui si può prendere una decisione, è incerto. È interessante notare che le transazioni finanziarie sono comuni in un gran numero di contesti e non si limitano a contesti lavorativi, sociali o locali. Le transazioni finanziarie complesse sono divenute ora parte della vita quotidiana praticamente in ogni cultura e riflettono le esigenze del mondo moderno. Lungo tutto l'arco della vita, la maggior parte delle persone dovrà risolvere problemi con una componente finanziaria complessa.

### *Come si svolge l'unità*

Si immagini di dover prendere una serie di decisioni finanziarie nel corso di una settimana o di un mese, decisioni che comportano la vendita di asset non concorrenziali e l'acquisto di asset più concorrenziali. Per raggiungere l'obiettivo di massimizzare i propri investimenti, sarà necessario considerare quotidianamente l'evoluzione di ciascuno dei propri asset e decidere quali sono diventati meno desiderabili e quindi dovrebbero essere venduti, e quali sono diventati più appetibili e dovrebbero essere acquistati a proprio vantaggio. La situazione è complessa fin dall'inizio e il problema si sviluppa giorno dopo giorno: non reagire in modo appropriato può già causare la riduzione dei propri investimenti, poiché il valore di ogni azione cambia giorno dopo giorno.

### *Esempio item 1*

Ai problem solver viene presentata una simulazione del mercato azionario, in cui all'inizio possiedono le partecipazioni azionarie di cinque società e una piccola quantità di liquidi disponibile per gli investimenti. Possono vendere azioni in cambio di contanti o acquistare nuove azioni usando i contanti. I prezzi delle azioni variano di giorno in giorno. Sullo schermo inizia un nuovo "giorno" ogni 60 secondi, con nuove informazioni sull'evoluzione delle cinque aziende. Sullo schermo viene visualizzata una breve cronologia, ovvero l'evoluzione di ciascuna azienda negli ultimi giorni. Il modello di cambiamento per alcune delle aziende è trasparente, ovvero i cambiamenti futuri sono prevedibili.

In questo primo item, i problem solver devono decidere, in base alla cronologia dell'evoluzione passata di ciascuna azienda, dove investire il proprio denaro. Devono quindi vendere gli investimenti azionari di cui non hanno bisogno e acquistare azioni dalle aziende più promettenti, al fine di massimizzare il valore del loro portafoglio.

**PIAAC** ? < >

**Mercato azionario – Domanda 1 / 2**

Guarda le informazioni sui tuoi investimenti e i risultati delle società di cui possiedi delle azioni. Clicca su "+" o "-" nella tabella per rispondere alla seguente domanda.

**In base alle informazioni fornite, quali azioni dovresti acquistare o vendere per ottimizzare la possibilità di migliori profitti il giorno seguente?**

Clicca su "+" per acquistare o su "-" per vendere azioni di una o più delle società indicate nella tabella qui sotto.

	Azioni in possesso adesso	Comprate	Vendute	Azioni in possesso dopo
Società 1	20	+	-	23
Società 2	4	+	-	6
Società 3	6	+	-	3
Società 4	15	+	-	10
Società 5	10	+	-	8

Il tuo portafoglio azionario			I tuoi investimenti			
	Azioni possedute	Attuale prezzo azione	Totale azioni	Denaro totale da investire	Denaro totale in azioni	Liquidità da investire
Società 1	20	2,50 Zeds	50,00	200	146,75	= 53,25
Società 2	4	3,00 Zeds	12,00			
Società 3	6	6,00 Zeds	36,00			
Società 4	15	1,25 Zeds	18,75			
Società 5	10	3,00 Zeds	30,00			
<b>Totale azioni</b>			<b>146,75</b>			

**Andamento delle azioni negli ultimi cinque giorni**

*Esempio item 2*

Dopo che i problem solver hanno investito il proprio portafoglio con una o entrambe le aziende più promettenti e prevedibili (Aziende 2 e 3), il comportamento di tali aziende cambia, iniziando a produrre rendimenti negativi. I problem solver devono dunque adattare il loro investimento tenendo presente l'obiettivo finale di generare quanti più soldi possibile.

**PIAAC** ? < >

**Mercato azionario – Domanda 2 / 2**

Guarda le informazioni sui tuoi investimenti e i risultati delle società di cui possiedi delle azioni. Clicca su "+" o "-" nella tabella per rispondere alla seguente domanda.

**In base alle informazioni fornite, quali azioni dovresti acquistare o vendere per ottimizzare la possibilità di migliori profitti il giorno seguente?**

Clicca su "+" per acquistare o su "-" per vendere azioni di una o più delle società indicate nella tabella qui sotto.

	Azioni in possesso adesso	Comprate	Vendute	Azioni in possesso dopo
Società 1	0	+	-	23
Società 2	33	+	-	6
Società 3	48	+	-	3
Società 4	0	+	-	10
Società 5	0	+	-	8

Il tuo portafoglio azionario			I tuoi investimenti			
	Azioni possedute	Attuale prezzo azione	Totale azioni	Denaro totale da investire	Denaro totale in azioni	Liquidità da investire
Società 1	0	2,50 Zeds	0,00	400	387,00	= 13,00
Società 2	33	3,00 Zeds	99,00			
Società 3	48	6,00 Zeds	288,00			
Società 4	0	1,25 Zeds	0,00			
Società 5	0	3,00 Zeds	0,00			
<b>Totale azioni</b>			<b>387,00</b>			

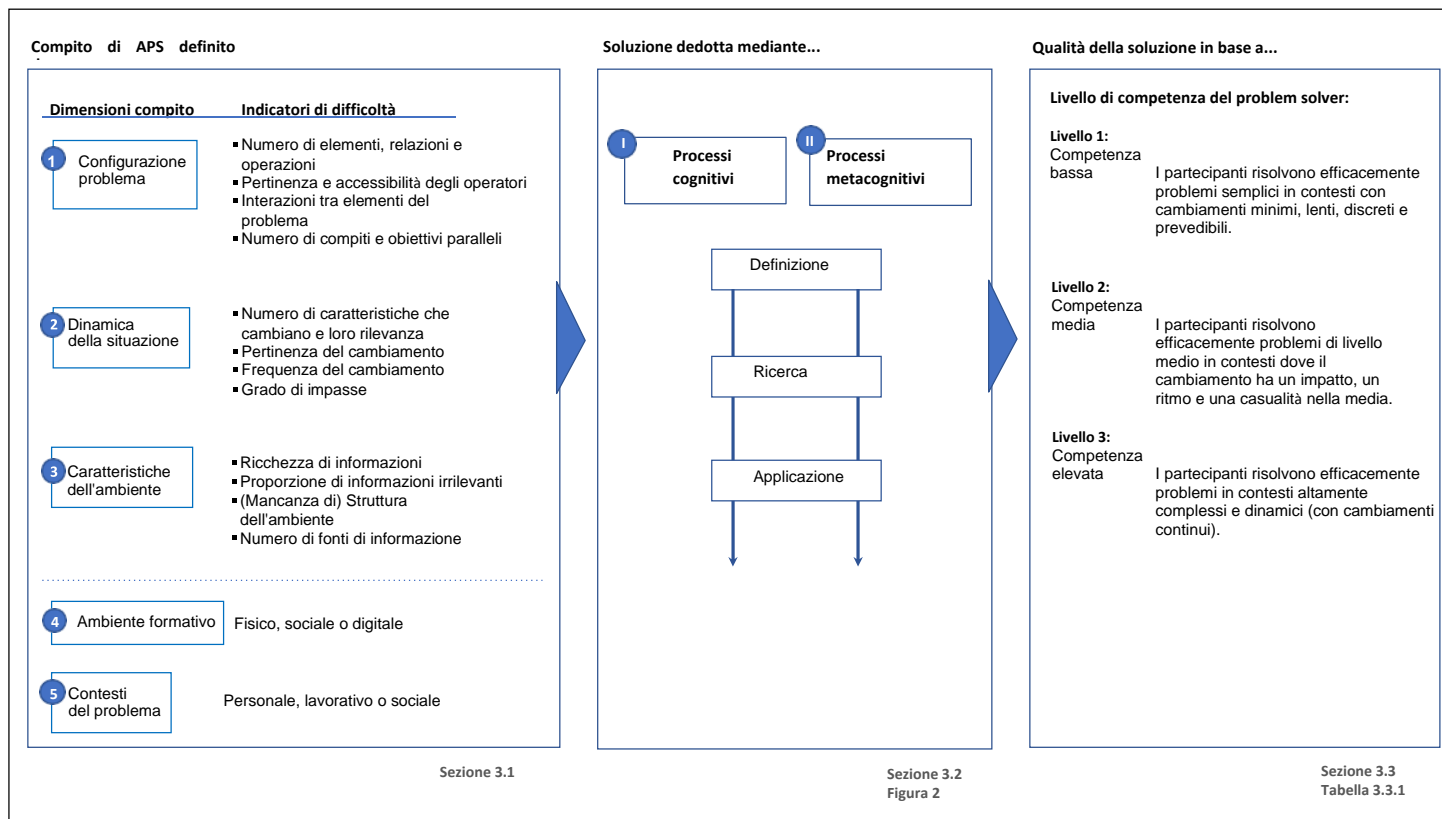
**Andamento delle azioni negli ultimi cinque giorni**

### 3. Dimensioni fondamentali del dominio dell'APS

Finora abbiamo delineato le basi teoriche di APS. Questa sezione si concentrerà sulle dimensioni fondamentali che rappresentano le basi per l'assessment di APS. La figura 1 illustra i componenti di ciascuna delle dimensioni fondamentali. Il primo pannello mostra le cinque dimensioni relative ai compiti che definiscono un compito di APS e i relativi indicatori di difficoltà. Questi vengono descritti più dettagliatamente nella sezione 3.1. Come mostrato nel pannello centrale, e come discusso più dettagliatamente nella sezione 3.2, un secondo insieme di componenti fondamentali sono i processi cognitivi e metacognitivi (ovvero la definizione del problema, la ricerca di informazioni e l'applicazione di una soluzione) che sono cruciali per il processo di problem solving. Il terzo pannello presenta una panoramica delle caratteristiche che definiscono la qualità di una soluzione, associate a tre livelli di competenza di adaptive problem solving. La sezione 3.3 delinea i livelli di competenza presunti di APS che costituiranno la base per l'analisi.



Figura 1. Nesso tra dimensioni del compito, processi metacognitivi e cognitivi e livelli di competenza



### 3.1 Dimensioni del compito

Per comprendere veramente in cosa consiste un problema di natura adattivo, è fondamentale identificare le caratteristiche specifiche che lo rendono tale e chiedersi se vi siano differenze qualitative e/o quantitative tra i vari problemi di natura adattiva. Quando si scompone un problema, diventa evidente che ogni problema adattivo può essere delineato in base a cinque caratteristiche specifiche altrimenti dette "Dimensioni del compito": (1) la configurazione del problema, (2) la dinamica della situazione, (3) le caratteristiche dell'ambiente, (4) l'ambiente informativo e (5) il contesto del problema (vd. il pannello sinistro nella figura 1). Queste cinque dimensioni del compito descrivono qualsiasi problema di APS (cfr. riquadro 3.1.1) e guideranno lo sviluppo dell'assessment di APS nel secondo ciclo di PIAAC.

Le prime tre di queste cinque dimensioni del compito riguardano cambiamenti nella 'quantità' e quindi possono determinare la difficoltà del problema. Ciascuna di queste tre dimensioni del compito ha a sua volta quattro indicatori di difficoltà ancora più specifici e, a seconda del modo in cui vengono aggiustati, un problema può diventare più facile o più difficile, richiedendo abilità diverse da parte dei problem solver. Più specificamente, queste tre dimensioni, insieme ai rispettivi indicatori di difficoltà, possono essere caratterizzate come segue.

#### (1) *Configurazione del problema*

Questa dimensione del compito si riferisce alla configurazione iniziale del problema e agli stati finali inclusi gli elementi del problema, le relazioni e le risorse/operatori. Un problema può avere più o meno elementi e questi possono interagire tra loro o essere relativamente indipendenti. I diversi elementi possono essere accessibili con facilità o con difficoltà e possono essere più o meno pertinenti. I vari elementi possono interagire tra loro o essere relativamente indipendenti. E il problema può richiedere il raggiungimento di uno o più obiettivi. Tutte queste caratteristiche della configurazione iniziale del problema determinano difficoltà diverse nei problemi di natura adattiva. I quattro indicatori di difficoltà tipici di questa dimensione del compito pertanto sono: (1a) il numero di elementi, relazioni e operazioni (1b) la pertinenza e l'accessibilità degli operatori (1c) le interazioni tra elementi del problema (1d) il numero di compiti e obiettivi paralleli.

### *(2) Dinamica della situazione*

Questa dimensione del compito riguarda il cambiamento (o l'assenza di cambiamento) nella situazione problematica e i vincoli del problema nel corso del tempo, nonché il modo in cui tutto ciò influisce sulla configurazione del problema. Per esempio, il cambiamento può verificarsi in una o più caratteristiche del problema; queste caratteristiche possono essere più o meno rilevanti per il raggiungimento dell'obiettivo; il cambiamento può essere più o meno frequente; il cambiamento può generare (o meno) difficoltà e impasse. Tutte queste caratteristiche della 'dinamicità' del problema determinano difficoltà diverse nei problemi adattivi. I quattro indicatori di difficoltà tipici di questa dimensione del compito pertanto sono: (2a) il numero di caratteristiche che cambiano e la loro rilevanza (2b) la pertinenza del cambiamento (2c) la frequenza del cambiamento (2d) il grado di impasse.

### *(3) Caratteristiche dell'ambiente*

Questa dimensione del compito riguarda varie caratteristiche tipiche dell'ambiente, e le informazioni e risorse che mette a disposizione. Per esempio, l'ambiente in cui il problema si presenta e si svolge può essere ricco di informazioni e tali informazioni possono essere più o meno rilevanti per la risoluzione del problema e più o meno strutturate. Queste caratteristiche dell'ambiente hanno un impatto diretto sulla difficoltà del problema adattivo. I quattro indicatori di difficoltà tipici di questa dimensione del compito pertanto sono: (3a) la ricchezza di informazioni (3b) la percentuale di informazioni irrilevanti (3c) la (mancanza di) struttura dell'ambiente (3d) il numero di fonti di informazione.

Le dimensioni del compito (da 1 a 3) e i loro rispettivi indicatori di difficoltà sono i mattoncini utilizzati per la costruzione intenzionale delle unità e degli item delle prove, allo scopo di stimolare nei problem solver i processi cognitivi e metacognitivi rilevanti. È indispensabile comprenderne la struttura e il ruolo nell'architettura dei problemi adattivi. È anche importante ricordare che non consideriamo tali indicatori di difficoltà in alcun modo esaustivi. Quelli usati qui riflettono aspetti importanti di APS e possono essere manipolati con relativa facilità durante la costruzione degli item del test. Abbiamo scelto pertanto di limitarci ad essi, riconoscendo tuttavia esplicitamente la possibilità di descrivere la configurazione del problema, la dinamica della situazione e le caratteristiche dell'ambiente anche in base ad altri parametri diversi. L'Appendice con la tabella A.1 definisce in modo più specifico i rispettivi indicatori di difficoltà, evidenziando il loro ruolo in problemi di tipo semplice e difficile.

Le ultime due dimensioni del compito riguardano solo modifiche nella qualità del contesto in cui si presenta il problema, pertanto esse non determinano la difficoltà del problema stesso. Le dimensioni del compito (4), ovvero l'ambiente informativo, e (5), ovvero i contesti del problema, forniscono un contesto ai problemi presentati negli item. La contestualizzazione è importante per qualsiasi attività di problem solving: nessun problema della vita reale è privo di contesto. Qualsiasi problema si verifica (e viene risolto) in un ambiente con le sue informazioni specifiche che possono non essere direttamente parte del problema, ma che possono influenzare sia il suo 'sapore' sia le risorse disponibili per una soluzione efficace. Più specificamente, qualsiasi problema si verifica in un contesto connesso con la vita reale delle persone: alcuni problemi sono personali, altri si verificano in contesti lavorativi o in contesti locali o sociali. L'obiettivo nel definire queste due dimensioni è garantire che l'insieme degli item rifletta una varietà di ambienti informativi e di contesti.

#### (4) Ambiente informativo

Questa dimensione del compito fa riferimento alle fonti relative alle risorse disponibili per la risoluzione del problema. La natura dell'ambiente informativo può essere fisica, sociale o digitale. Naturalmente, tutte queste risorse appaiono più o meno simultaneamente in un'attività di problem solving digitale, ma il problema impone la necessità di gestire (almeno mentalmente) un tipo specifico di risorsa. Queste risorse saranno simulate nei compiti dell'assessment.

- (4a) Le risorse fisiche sono quelle che richiedono un'azione concreta: guidare un'auto, azionare una macchina premendo dei pulsanti e tirando leve, collegare dei tubi ecc.
- (4b) Le risorse sociali sono quelle che richiedono al problem solver di impegnarsi in interazioni interpersonali e sociali con altre persone, per esempio guidare un gruppo, pianificare un'attività con amici o familiari o presentare un discorso davanti a un pubblico.
- (4c) Le risorse digitali sono quelle che richiedono al problem solver di interagire con funzionalità o dispositivi digitali e fare uso di conoscenze e capacità digitali, per esempio ordinare una tabella, inviare un'e-mail, fare ricerche sul web, formattare un testo ecc.

#### (5) Contesti del problema

Questa dimensione del compito si riferisce all'inserimento del problema in una situazione, nello stesso modo in cui le persone incontrano problemi nella loro vita personale, sul lavoro o in contesti sociali e locali.

- (5a) I contesti di tipo personale possono riguardare la propria casa, la famiglia, la carriera, l'istruzione, gli hobby o gli investimenti finanziari; in questo caso i problem solver affronteranno un tipo di problema che si presenta nel contesto della loro vita personale.
- (5b) I contesti di tipo lavorativo possono richiedere ai problem solver di risolvere un compito legato al lavoro oppure inserirli in un contesto lavorativo, in cui lavorano con un supervisore o con altri collaboratori.
- (5c) I contesti di tipo sociale e locale possono riguardare l'interazione con altre persone in attività di svago (per es. andare a una festa o fare escursioni in montagna) o con risorse della comunità locale (per es. la polizia, i vigili del fuoco o le istituzioni amministrative).

#### **Riquadro 3.1.1 Dimensioni del compito nelle unità di esempio**

L'unità "Preparazione della cena" ha una specifica configurazione del problema: chiede ai partecipanti alle prove di raggiungere due obiettivi contemporaneamente; gli elementi problematici sono accessibili e pertinenti e sono presentati in modo visivamente ordinato. L'ambiente informativo di questo esempio non è ricco e non sono fornite molte informazioni, sia rilevanti che irrilevanti, a parte il problema stesso. La dinamica della situazione è nella media: quando viene indotto il cambiamento, ai partecipanti alle prove viene indicato il cambiamento e vengono spiegati i dettagli; tuttavia, i cambiamenti possono produrre un'impasse. Il problema è posto in un contesto del problema personale e in un ambiente informativo misto tra digitale e fisico.

L'esempio del mercato azionario presenta anch'esso una combinazione specifica di queste caratteristiche. La configurazione del problema richiede la risoluzione di un solo obiettivo e si basa su un elevato numero di elementi, pertinenti e facilmente accessibili ai problem solver. L'ambiente del problema non è molto ricco e non offre molte informazioni, rilevanti o irrilevanti, a parte il problema stesso. La dinamica della situazione è elevata, con cambiamenti frequenti e pertinenti, che non creano un'impasse esplicita. L'ambiente informativo è digitale e il contesto del problema è personale.

Le varie dimensioni del compito sono fondamentali nella descrizione di qualsiasi problema adattivo e gli indicatori di difficoltà sono i mattoncini operativi attraverso i quali vengono implementate le dimensioni del compito nelle unità e negli item delle prove (riquadro destro della figura 1). Tuttavia, le dimensioni del compito riflettono solo il problema di natura adattiva e non descrivono direttamente in modo pertinente i processi cognitivi e metacognitivi alla base dell'adaptive problem solving.

Per i processi cognitivi e metacognitivi, si presume che vengano coinvolte tre fasi cognitive e metacognitive distintive in diversa misura nel processo di risoluzione dei singoli compiti: la definizione del problema, la ricerca di una soluzione e l'applicazione della soluzione (secondo pannello della figura 1). Questi processi cognitivi sono intrinsecamente legati al processo di problem solving. La costruzione intenzionale delle unità e degli item delle prove utilizza le dimensioni del compito e i rispettivi indicatori di difficoltà come mattoncini costitutivi con cui stimolare i relativi processi cognitivi e metacognitivi nei problem solver. La sezione seguente si concentrerà direttamente su questi importanti processi, spesso interconnessi, che sono fondamentali per qualsiasi attività di APS.

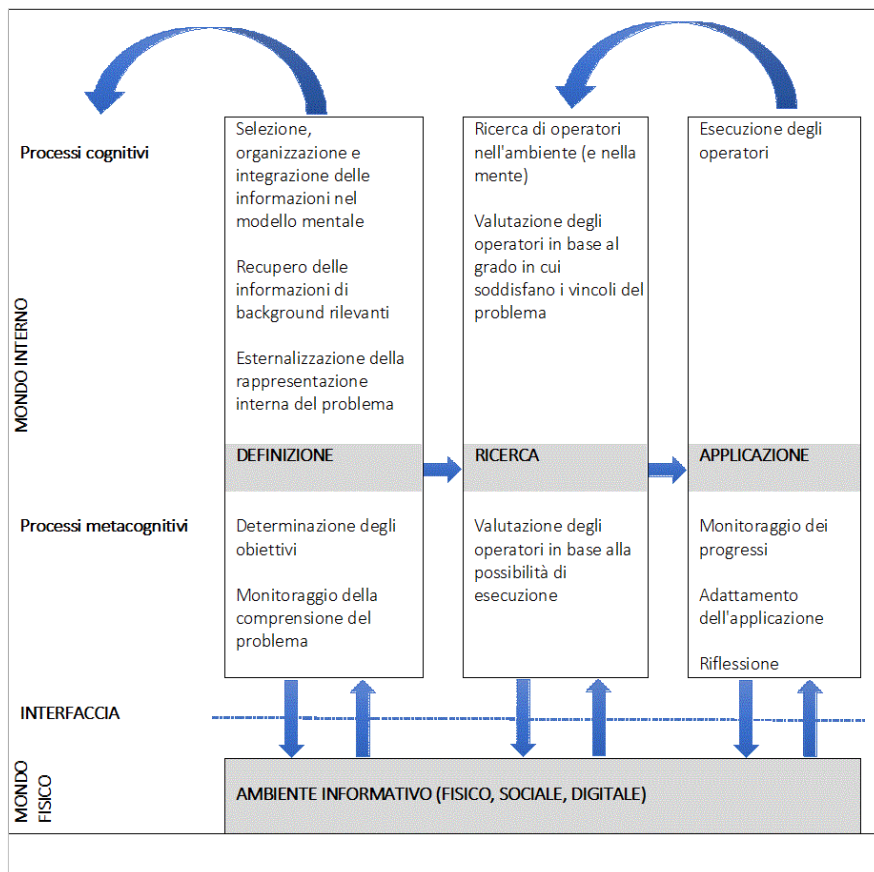
### 3.2 I processi cognitivi e metacognitivi nell'Adaptive Problem Solving

Come riportato nella definizione di APS, esistono numerosi processi cognitivi e metacognitivi che un problem solver deve compiere per giungere a una soluzione del problema. È possibile classificare questi processi in base a tre fasi del problem solving, vale a dire la *definizione del problema*, la *ricerca di informazioni* pertinenti alla sua soluzione e l'*applicazione di una soluzione*. La figura 2 mostra come viene concettualizzato l'APS in base a queste fasi (inserite in riquadri organizzati da sinistra a destra per riflettere il processo complessivo di adaptive problem solving) e i processi integrati in ciascuna fase.

Di seguito, definiremo i processi cognitivi e metacognitivi all'interno di ciascuna fase di APS da una prospettiva di valutazione, facendo ricorso per illustrarli ai compiti di esempio indicati nella sezione 2.2. Per ciascun processo, forniremo collegamenti alla sezione precedente sulle dimensioni del compito per esemplificare come essi stimolano i processi cognitivi e metacognitivi, risultando più o meno impegnativi per i problem solver. Verranno forniti solo pochi riferimenti alle dimensioni del compito (4) e (5) dal momento che si riferiscono solo all'inserimento contestuale del problema e alle informazioni pertinenti alla sua soluzione; si presume che queste dimensioni del compito non abbiano un'influenza sistematica sulla qualità dei processi cognitivi e metacognitivi che occorre mettere in atto per risolvere un problema (per esempio, la costruzione di un modello mentale del problema non è intrinsecamente diversa per i problemi inseriti in un ambiente informativo

fisico o digitale, né i problemi personali richiedono processi diversi rispetto a quelli sociali).

Figura 2. **Adaptive Problem Solving (adattato da Greiff *et al.* 2017, 19)**



La presente sezione termina con alcune osservazioni generali riguardanti la relazione tra il framework concettuale di APS (Greiff *et al.* 2017) e il modo in cui i processi cognitivi e metacognitivi sono considerati nella loro concettualizzazione da una prospettiva di valutazione. Sebbene questa descrizione trovi fondamento nel summenzionato framework concettuale (*ibidem*), sono necessari alcuni emendamenti che tengano conto dei requisiti e dei vincoli specifici del contesto dell'assessment.

Il resto della sezione inizierà fornendo la definizione di processi cognitivi (mostrati nella parte superiore della figura 2) per poi passare ai processi metacognitivi (mostrati nella parte inferiore della figura 2). Questo perché i processi cognitivi, che attengono al ragionamento relativo al problema e alla sua soluzione, sono coinvolti in qualsiasi tipo di problem solving, indipendentemente da come vengano implementate nel problema le dimensioni del compito. Con problemi facili, è possibile condurre processi cognitivi senza uno sforzo significativo. Tuttavia, in particolare con problemi più complessi, questi processi cognitivi possono richiedere un monitoraggio e un controllo accurati per garantire che vengano eseguiti correttamente. Per esempio, qualsiasi cambiamento nelle informazioni relative al problema (come quello introdotto nell'item di esempio 2 "Preparazione della cena") comporterà da parte del problem solver la necessità di verificare che la comprensione del problema sia corretta e che il piano di soluzione inizialmente ricavato corrisponda ancora l'attuale configurazione del problema. Di conseguenza, i problem solver devono applicare anche processi metacognitivi ragionando sulla qualità del loro stesso pensiero. Il riquadro 3.2.1 illustra i processi cognitivi e metacognitivi necessari per le due unità di esempio.

#### **Riquadro 3.2.1 Processi cognitivi e metacognitivi nelle unità di esempio**

Innanzitutto, occorre definire il problema a livello cognitivo e metacognitivo. Da un punto di vista cognitivo, l'esempio della preparazione della cena richiede ai problem solver di cercare le informazioni pertinenti sugli obiettivi consultando la mappa, i requisiti del problema e selezionando, organizzando e integrando le informazioni per pianificare il percorso più veloce. L'esempio del mercato azionario richiede ai problem solver di organizzare e integrare mentalmente le informazioni sulle aziende e le loro storie al fine di pianificare la strategia di investimento più promettente. Da un punto di vista metacognitivo, l'esempio della preparazione della cena richiede che ai problem solver di fissare sotto-obiettivi, per esempio andare prima a scuola, e dopo al negozio. Entrambi i problemi richiedono ai problem solver di monitorare la propria comprensione del problema.

A livello cognitivo, nell'esempio della preparazione della cena, la seconda fase del processo di Adaptive Problem Solving, ossia la ricerca di una soluzione, implicherebbe la ricerca di informazioni pertinenti sulla mappa e sul post-it. Per l'esempio del mercato azionario, implicherebbe invece una ricerca continua dei cambiamenti nella definizione e nell'ambiente del problema, oltre a un'analisi di questi cambiamenti continui. A livello metacognitivo, i problem solver devono valutare diverse alternative per raggiungere in tempo entrambi gli obiettivi nell'esempio della preparazione della



cena. Nell'esempio del mercato azionario, i problem solver devono cercare costantemente le alternative di investimento più promettenti che emergono continuamente in funzione dei cambiamenti 'quotidiani' dei prezzi delle aziende. Nella fase di applicazione della soluzione, in entrambi gli esempi i piani verrebbero poi applicati per risolvere il problema a livello cognitivo, mentre a livello metacognitivo sarebbero monitorati i progressi.

In generale, è più probabile che i problemi più complessi richiedano processi metacognitivi per essere risolti in modo efficace. Ciò significa che più sono coinvolti elementi (che interagiscono tra loro) e relazioni nella configurazione del problema (Dimensione del compito 1), più un problema è dinamico (Dimensione del compito 2) e più ricco, meno strutturato e meno pertinente è l'ambiente informativo (Dimensione del compito 3), maggiore è la probabilità che siano coinvolti processi metacognitivi. Tra tutte queste dimensioni del compito e i rispettivi indicatori di difficoltà, la Dimensione del compito 2 (dinamica della situazione) è quella che probabilmente contribuisce maggiormente a esigenze di tipo metacognitivo nell'APS, poiché qualsiasi cambiamento alla configurazione o all'ambiente informativo del problema richiede di monitorare costantemente che il proprio ragionamento sia ancora in linea con la nuova situazione in evoluzione ed eventualmente di modificare le proprie strutture cognitive (per es. il modello mentale del problema e/o il piano di soluzione).

### 3.2.1 Processi cognitivi

Di seguito descriveremo i diversi processi cognitivi come specificato nella figura 2.

#### 3.2.1.1 Definizione del problema: costruzione del modello mentale

Per definire un problema, una persona deve costruire un modello mentale dello stato delle cose descritto nel problema (Mayer e Wittrock 2006; Nathan *et al.* 1992). Questo modello mentale comprende informazioni sullo stato iniziale (ovvero la configurazione del problema, cfr. Dimensioni del compito), lo stato finale da raggiungere, gli operatori legali e l'insieme degli stati intermedi necessari per passare dallo stato iniziale allo stato finale; insieme questi vari stati costituiscono lo spazio del problema (Klahr 2002; Klahr e Dunbar 1988;

Newell e Simon 1972; Vollmeyer *et al.* 1996). Di conseguenza, è necessario che gli item che valutano la costruzione del modello mentale forniscano un quadro dell'accuratezza e della completezza relativo alla comprensione del problema da parte del problem solver. Nel framework concettuale vengono identificati tre sotto processi cognitivi (Greiff *et al.* 2017) che contribuiscono alla costruzione del modello mentale (cfr. angolo in basso a sinistra della figura 2). Di seguito, questi sotto processi verranno presentati nuovamente e discussi dal punto di vista della valutazione.

*(1) Selezione, organizzazione e integrazione delle informazioni del problema nel modello mentale*

Per definire il problema, è prima necessario *selezionare le informazioni rilevanti* sullo stato iniziale del problema. Ciò significa che il problem solver dovrà decidere se ciascuna informazione disponibile è necessaria per comprendere l'attuale configurazione del problema. L'esplorazione delle informazioni sarà piuttosto ampia e comporterà l'uso e la valutazione di più fonti di informazione come risorse rispetto alla loro affidabilità, pertinenza, adeguatezza e comprensibilità. Le informazioni selezionate dovranno quindi essere *organizzate e integrate in una rappresentazione mentale coerente* che comprenda tutte le informazioni conosciute relative alla configurazione del problema.

Più un problema contiene elementi (che interagiscono tra loro) e relazioni, meno pertinente è l'informazione del problema (per es. perché nella definizione del problema sono incluse anche informazioni irrilevanti, Dimensione del compito 1) e più le informazioni del problema sono soggette a cambiamenti nel tempo (Dimensione del compito 2), più difficile sarà per il problem solver selezionare, organizzare e integrare le informazioni del problema in un modello mentale accurato. Di conseguenza, gli item possono essere diversificati secondo queste dimensioni per rendere questo processo cognitivo più o meno impegnativo per i problem solver. Gli item che valutano la costruzione del modello mentale devono riflettere il fatto che il problem solver abbia o meno preso in considerazione tutte le informazioni rilevanti per la definizione del problema, ignorando al contempo le informazioni irrilevanti inserite nel racconto del problema.

### Riquadro 3.2.2 Selezione, organizzazione e integrazione delle informazioni del problema nel modello mentale nelle unità di esempio

Nell'esempio della preparazione della cena, un item di esempio potrebbe consistere in un elenco di opzioni che descrivono quali informazioni sono disponibili per risolvere il problema (per es. i tempi di percorrenza per raggiungere un negozio di alimentari, i suoi orari di apertura, la disponibilità di alimenti biologici). Il problem solver deve dunque spuntare tutte le categorie di informazioni su cui desidera maggiori dettagli. Nell'item di esempio 1, solo il tempo di percorrenza è importante per la definizione del problema quindi, nessuna delle altre opzioni dovrebbe essere selezionata. Un item di questo tipo fornisce informazioni sull'accuratezza del problem solver nel risolvere il problema, offrendo allo stesso tempo informazioni sul motivo alla base di una mancata risoluzione del problema, ovvero l'incapacità del problem solver di costruire un adeguato modello mentale del problema.

#### (2) *Recupero delle informazioni di background rilevanti*

Nei processi di problem solving del mondo reale, le conoscenze di base rilevanti aiutano un individuo a distinguere tra informazioni rilevanti e irrilevanti, nonché a costruire un modello mentale coerente. I ricordi di precedenti attività di problem solving costituiscono un'importante fonte di conoscenza di base.

Pertanto, un problem solver deve attivare questi ricordi delle precedenti attività di problem solving, cosa che si è dimostrata difficile per molti problem solver incapaci di ricordare queste attività passate e di riconoscere di possedere esperienze passate potenzialmente utili (Ross 1989b). Inoltre, molti problem solver non riescono a distinguere tra le caratteristiche strutturali di un problema, che condizionano la modalità di risoluzione del problema, e le caratteristiche superficiali o contestuali che sono irrilevanti per la sua soluzione (Braithwaite e Goldstone 2015; Ross 1989a). Pertanto, essi attivano ricordi di problemi passati che sono simili al problema attuale solo superficialmente oppure costruiscono un modello situazionale fortemente basato su informazioni irrilevanti, che fuorvia le successive fasi di risoluzione del problema.

Di conseguenza, la capacità del problem solver di usare efficacemente le proprie esperienze e conoscenze passate può avere un profondo impatto sulle sue prestazioni di problem solving del mondo reale. Tuttavia, valutare questo sotto processo nel secondo ciclo di PIAAC è problematico per vari motivi. Non è possibile sapere che tipo di conoscenze pregresse o specifiche possieda già il problem solver, né è possibile valutarle in modo esaustivo; inoltre, è probabile che le conoscenze specifiche differiscano tra individui e paesi. L'obiettivo dell'assessment è includere problemi che

siano accessibili alla maggior parte delle persone, evitando di confondere così il possesso di conoscenze specifiche con l'abilità di una persona di risolvere i problemi. Di conseguenza, se da una parte i problemi non possono essere totalmente privi di conoscenze di base, è necessario evitare i problemi in cui sono richieste conoscenze specifiche o in cui gli individui con conoscenze specifiche troveranno che lo scenario è in conflitto con ciò che essi sanno.

(3) *Esternalizzazione della rappresentazione interna del problema*

Anche se il problem solving in sé è principalmente un processo interno (Mayer e Wittrock 2006), può trarre grandi benefici dall'esternalizzazione dei propri pensieri. Per quanto riguarda la costruzione di un modello situazionale, il problem solving trae vantaggio dalla *formazione di una rappresentazione esterna delle caratteristiche principali di un problema* (per esempio, in un disegno o in una tabella) (Ainsworth *et al.* 2011; Fischer *et al.* 2012; Zhang 1997).

Dal punto di vista della valutazione, queste esternalizzazioni possono fornire importanti informazioni sul modo in cui una persona concettualizza un problema e sulle sue errate concezioni o lacune nel modello mentale (Lee *et al.* 2011). Pertanto, si suggerisce di includere nell'assessment compiti di esternalizzazione che chiedano ai problem solver di fare un disegno o creare una tabella in cui dovrebbero includere tutte le caratteristiche rilevanti e mostrare le relazioni tra di esse. Poiché ai problem solver viene esplicitamente indicato di creare esternalizzazioni, tali compiti non valutano l'uso spontaneo né, di conseguenza, il processo cognitivo sottostante. Piuttosto, si raccomanda l'impiego di questi compiti poiché sono strumentali alla valutazione di un altro processo che, sebbene fondamentale, contribuisce alla costruzione del modello mentale, ovvero la selezione, l'organizzazione e l'integrazione delle informazioni rilevanti del problema in un formato specifico. Di conseguenza, sono le stesse dimensioni del compito per la selezione, organizzazione e integrazione delle informazioni sul problema a incidere sulla difficoltà di esternalizzare la rappresentazione mentale di un problema.

**3.2.1.2 Ricerca di una soluzione: identificazione di operatori efficaci**

Questa seconda fase si basa fortemente sul modello mentale costruito durante la definizione del problema (cfr. riquadro centrale della figura 2). La soluzione del problema può essere definita come la sequenza di fasi necessarie per passare dallo stato iniziale del problema allo stato finale. Il processo di ricerca di una soluzione è ciò che contraddistingue un compito da un problema. Si ha

un compito quando è possibile recuperare una soluzione direttamente dalla memoria e applicarla alla situazione attuale senza sforzo e senza modifiche. Al contrario, un problema deve essere scomposto in più parti, occorre cercare una soluzione tra diverse alternative, pianificare una sequenza di azioni e possibilmente provare diversi modi per raggiungere lo stato finale (Gick 1986). La ricerca di una soluzione richiede quindi la conoscenza di strategie cognitive sui diversi metodi di soluzione e capacità metacognitive per gestire questa conoscenza (Fischer *et al.* 2012; Mayer e Wittrock 2006).

Nel framework concettuale vengono identificati due sotto processi cognitivi (Greiff *et al.* 2017) che contribuiscono alla ricerca di una soluzione. Di seguito, questi sotto processi verranno presentati nuovamente e discussi dal punto di vista della valutazione.

(1) *Ricerca di operatori nell'ambiente (e nella mente)*

Se da un lato la ricerca di informazioni volta a definire il problema è orientata alla comprensione del problema con l'obiettivo di acquisire quante più informazioni possibili sul problema stesso, la ricerca in questa fase mira a identificare possibili operatori che contribuiscano al passaggio dallo stato iniziale allo stato finale (cfr. Teoria dello spazio duale, Klahr e Dunbar 1988, vd. anche Greiff *et al.* 2015). Gli operatori possono trovarsi nella mente del problem solver (per esempio azioni cognitive come sommare due numeri) oppure nell'ambiente informativo. In generale, più sono complesse la configurazione del problema e le caratteristiche dell'ambiente informativo (Dimensione del compito 3), più la ricerca di operatori sarà difficile.

**Riquadro 3.2.3 Ricerca di operatori nelle unità di esempio (1)**

Si prenda l'esempio della preparazione della cena dove è presente un operatore generale che si riferisce al prendere l'auto per andare a fare la spesa e che ha diverse istanziazioni, in quanto l'idoneità a soddisfare i vincoli del problema dei negozi varia a seconda dei tempi di percorrenza necessari a raggiungerli. Nell'esempio del mercato azionario, invece, sono presenti due operatori (ovvero l'acquisto e la vendita di azioni) con varie stock option, che rendono il problema più difficile dell'esempio sulla preparazione della cena (cfr. Dimensione del compito 1). Per quanto riguarda la complessità della configurazione del problema, la mappa utilizzata nell'esempio della preparazione della cena potrebbe non essere 'limpida' come quella presentata sopra, ma anzi essere 'sporcata' con informazioni non necessarie che celano le informazioni rilevanti sui tempi di percorrenza, nel qual caso la ricerca degli operatori sarebbe molto più difficile.

Le sequenze di operatori, determinate prima di eseguire le fasi di soluzione, costituiscono i piani di problem solving. Nel resto della sezione, ci limiteremo ad analizzare gli operatori, anche se in un problema specifico potrebbero essere accorpati in un piano di problem solving.

La ricerca di operatori implica l'utilizzo di dispositivi, strumenti o informazioni appropriati, nonché il saper comunicare e coordinare le proprie attività con altre parti (cfr. Problem solving collaborativo, OECD 2013a). Le risorse per localizzare gli operatori possono quindi essere collocate nell'ambiente sociale, fisico o digitale. Data la natura digitale dell'assessment da implementare nel secondo ciclo di PIAAC, l'accesso alle risorse è sempre inserito in un'interfaccia digitale per rappresentare il problema, ma ciò non significa che anche nel mondo reale le risorse sarebbero necessariamente digitali.

#### **Riquadro 3.2.4 Ricerca di operatori nelle unità di esempio (2)**

Si prenda l'esempio della preparazione della cena, in cui la mappa per vedere i tempi di percorrenza verso i diversi negozi di alimentari potrebbe anche essere una mappa fisica, d'altra parte, i diagrammi che illustrano le dinamiche del mercato azionario sono probabilmente digitali anche nel mondo reale poiché devono essere aggiornati in tempo reale.

Poiché le situazioni in cui i cittadini del XXI secolo si trovano a dover risolvere problemi spesso subiscono cambiamenti nel tempo (cfr. la Dimensione del compito 2), APS richiede di aggiornare costantemente le proprie conoscenze sugli operatori.

#### **Riquadro 3.2.5 Ricerca di operatori nelle unità di esempio (3)**

Si veda il secondo item di esempio del problema dinamico relativo alla preparazione della cena, in cui il problem solver riceve un messaggio mentre si trova per strada, e scopre che si è verificata una perdita d'acqua nel negozio di alimentari scelto e deve quindi cambiare il proprio piano. Allo stesso modo, nel secondo item di esempio del problema del mercato azionario vi è un costante cambiamento nelle prestazioni delle diverse aziende che deve essere preso in considerazione al momento dell'acquisto o della vendita di titoli.

**(2) Valutazione degli operatori in base al grado in cui soddisfano i vincoli del problema**

Possono esserci molti operatori che emergono durante la ricerca sopra citata, ma non tutti possono essere legali. Ciò significa che potrebbero non riuscire a soddisfare i vincoli espressi nella configurazione del problema.

**Riquadro 3.2.6 Valutazione degli operatori nelle unità di esempio (1)**

Per esempio, mentre i negozi di alimentari A e B possono offrire entrambi gli ingredienti necessari, il negozio A può avere orari di apertura in conflitto con il requisito di essere a casa prima delle 10, pertanto, per ogni potenziale operatore deve essere determinato se è efficace in principio (ovvero, se consente il passaggio dallo stato iniziale a quello finale) e se soddisfa tutti i vincoli.

La valutazione degli operatori diventa più difficile per i problem solver se ci sono molti operatori potenziali e molti vincoli da considerare (cfr. Dimensione del compito 1) e se le informazioni su questi operatori sono inserite in un ambiente ricco e non strutturato (cfr. Dimensione del compito 3). Inoltre, mentre nei problemi statici il problem solver può fare affidamento sulla idoneità o non idoneità degli operatori al processo di problem solving, una volta che esso è stato valutato, nei problemi dinamici il problem solver deve rivalutare continuamente se gli operatori o i vincoli sono cambiati, influenzando in tal modo l'efficacia della soluzione.

**Riquadro 3.2.7 Valutazione degli operatori nelle unità di esempio (2)**

Per esempio, un negozio di alimentari non è più disponibile a causa di una perdita d'acqua oppure un'azienda con prestazioni precedentemente buone non realizza più alcun profitto, motivo per cui le sue azioni dovrebbero essere potenzialmente vendute anziché acquistate (cfr. gli item di esempio dinamici dei due problemi campione).

Nel processo di problem solving del mondo reale il sotto processo di valutazione degli operatori in genere comprende due aspetti: valutare se l'operatore è in linea con le opzioni fornite (per es. se il negozio A è più adatto del negozio B) e valutare se il problem solver è in grado di utilizzare l'operatore. La prima valutazione attiene a un processo cognitivo poiché richiede un ragionamento sul problema. L'ultima richiede ai problem

solver di considerare le proprie risorse o risorse fittizie che potrebbero impiegare nell'applicazione della soluzione, affrontando in tal modo aspetti metacognitivi. Dal punto di vista della valutazione, è difficile scindere questi due aspetti in un contesto artificiale di problem solving. Per questo motivo, si consiglia di codificare gli item di questa categoria in entrambe le dimensioni ai fini dell'analisi (vd. la sezione 4).

### **3.2.1.3 Applicazione di una soluzione: applicazione di piani ed esecuzione degli operatori**

Durante questa terza fase, il problem solver applica piani per risolvere un problema ed esegue gli operatori specificati (cfr. riquadro a destra nella figura 2). Questa fase si basa sulla disponibilità di conoscenze procedurali (Mayer e Wittrock 2006). La natura di questa conoscenza procedurale dipende dai requisiti del problema e può, per esempio, comprendere capacità algebriche per risolvere equazioni, capacità di ragionamento logico o altri operatori specifici del dominio. In un contesto di simulazione di problem solving orientato a valutare le capacità di problem solving, questo processo deve essere limitato alla selezione di un operatore, in quanto i problem solver in realtà non eseguono alcuna azione (cioè non si recano fisicamente a fare la spesa).

Si noti che il framework concettuale (Greiff *et al.* 2017) menzionava una "previsione dell'ambiente" come ulteriore sotto processo cognitivo rilevante per l'applicazione di una soluzione. Tuttavia, il Gruppo di esperti ha convenuto che questo aspetto non fosse ben definito e non potesse essere misurato, quindi tale processo non sarà incluso nell'assessment.

Nel riquadro 3.2.8 viene fornito un riepilogo dei processi cognitivi di APS insieme a una breve definizione.

#### **Riquadro 3.2.8 Processi cognitivi nell'Adaptive Problem Solving in breve**

##### **Definizione**

- (1) Selezione, organizzazione e integrazione delle informazioni nel modello mentale: costruzione di una rappresentazione mentale dello spazio del problema (stato iniziale, stato finale, operatori legali)
- (2) Recupero delle informazioni di background rilevanti: accesso ai ricordi per recuperare conoscenze di base (nota: i compiti dell'assessment devono essere progettati in modo che non sia necessario questo processo)
- (3) Esternalizzazione della rappresentazione interna del problema: creazione di



una rappresentazione esterna (per es. un disegno, una tabella) che illustra il modello mentale del problema sviluppato dal problem solver

**Ricerca**

- (1) Ricerca di operatori nell'ambiente e nella mente: individuazione delle informazioni sulle possibili azioni disponibili e adatte a risolvere il problema
- (2) Valutazione degli operatori in base al grado in cui soddisfano i vincoli del problema: determinazione delle migliori azioni possibili per raggiungere l'obiettivo tenendo conto di tutti i possibili vincoli

**Applicazione**

- (1) Applicazione di piani ed esecuzione degli operatori: implementazione degli operatori selezionati per risolvere il problema

### 3.2.2 Processi metacognitivi

Come già accennato, anche i processi metacognitivi sono intrinsecamente legati al processo di problem solving. Tuttavia, i processi metacognitivi si fanno più significativi nella misura in cui i problemi sono più complessi e difficili da comprendere, sono soggetti a cambiamenti e i progressi verso la soluzione diventano più difficili.

#### ***3.2.2.1 Definizione del problema: determinare gli obiettivi e monitorare la comprensione del problema***

Nella vita reale le situazioni di problem solving possono differire per quanto riguarda la chiarezza dell'obiettivo (cioè ciò che deve essere raggiunto) e per quanto riguarda il fatto che non si sappia ancora quale sia l'unico modo per raggiungerlo. In particolare, potrebbero esserci problemi ambigui in cui occorre concepire prima l'obiettivo e la conseguente direzione da intraprendere per risolvere il problema. Inoltre, in particolare nei problemi complessi, ovvero problemi le cui soluzioni sono composte da più fasi (cfr. Dimensione del compito 1) o che richiedono l'adattamento a circostanze mutevoli a causa della loro natura dinamica (cfr. Dimensione del compito 2), il problem solver deve valutare costantemente se l'attuale comprensione di quale sia il problema corrisponde ancora allo stato attuale delle cose. Pertanto, deve monitorare la qualità dei processi cognitivi relativi alla definizione del problema. Poiché determinare un obiettivo e monitorare la comprensione del problema comportano una riflessione sul proprio stato ("che cosa voglio ottenere?") e

sulle rappresentazioni mentali piuttosto che una contemplazione del problema, questi processi sono di natura metacognitiva.

Conseguentemente, il framework concettuale menzionava la "determinazione degli obiettivi" e il "monitoraggio della comprensione del problema" come due importanti sotto processi metacognitivi (Greiff *et al.* 2017), che troviamo illustrati nella parte inferiore sinistra della figura 2. Per i motivi indicati di seguito, il framework di valutazione prenderà in considerazione solo quest'ultimo processo.

### (1) *Determinazione degli obiettivi*

La determinazione degli obiettivi riguarda la definizione delle dimensioni del problema che richiedono una modifica e l'identificazione degli aspetti che caratterizzano lo stato che si desidera raggiungere. Diversamente dallo stato iniziale del problema, la definizione dello stato finale dipende in larga misura dal problem solver, dalle sue motivazioni e dalle risorse che ha a disposizione, nonché dalla sua volontà a utilizzarle per ottenere un risultato efficace. Pertanto, determinare gli obiettivi richiede una riflessione sulla propria cognizione e motivazione, il che lo rende un processo metacognitivo.

#### **Riquadro 3.2.9 Determinazione degli obiettivi nelle unità di esempio**

Per esempio, in una situazione del mondo reale, un problem solver che debba risolvere il problema della preparazione della cena potrebbe effettivamente decidere di rinunciare all'obiettivo iniziale di preparare una cena sana e prendere invece cibo da asporto; nel problema del mercato azionario potrebbe pensare di fare un affare veloce, ma potenzialmente rischioso o al contrario ottimizzare il profitto a lungo termine mantenendolo a un livello medio, ma con meno rischi.

Nella vita reale, la definizione degli obiettivi è un processo metacognitivo importante quando si risolve un problema in base al proprio scopo, poiché questo indica la direzione da intraprendere e rappresenta la forza motrice motivazionale alla base di molte azioni intraprese per risolvere il problema. Tuttavia, dal punto di vista dell'assessment, lasciare che i problem solver scelgano tra obiettivi diversi imporrebbe immense sfide in termini di definizione del punteggio delle loro prestazioni, dal momento che i loro obiettivi sarebbero diversi, il che determinerebbe a sua volta quali fasi di soluzione sarebbero adeguate. Pertanto, ogni obiettivo richiederebbe le proprie regole di punteggio; inoltre, i problem solver

potrebbero persino fissare obiettivi il cui raggiungimento non è supportato dall'ambiente informativo reso disponibile nell'assessment. Per questi motivi, la determinazione degli obiettivi non verrà valutata nei compiti APS; gli obiettivi saranno indicati ai problem solver nella descrizione delle unità.

(2) *Monitoraggio della comprensione del problema*

Una comprensione accurata dello stato iniziale e dello stato finale del problema (per es. "Dove sono e dove devo essere?") è fondamentale per tutte le successive fasi di problem solving. Pertanto, i problem solver devono monitorare se la loro comprensione del problema è sufficiente per trovare una soluzione. È particolarmente importante monitorare accuratamente la comprensione del problema, poiché questo determinerà se il processo di definizione del problema è adeguatamente impostato (Nelson e Narens 1990). Per esempio, l'eccessiva fiducia nella propria comprensione del problema può portare a una conclusione prematura nella ricerca delle informazioni rilevanti per il problema, mentre la scarsa fiducia può portare a un processo di costruzione non efficace, in cui la ricerca di informazioni continua anche dopo aver identificato tutte le informazioni rilevanti. La ricerca sui giudizi metacognitivi ha dimostrato che molte persone, in particolare quelle con scarse conoscenze precedenti, esprimono giudizi piuttosto inesatti sul loro livello di comprensione e si basano su segnali non validi nella formulazione di tali giudizi (Bjork *et al.* 2013). In particolare, il monitoraggio diventa più difficile con l'aumentare delle informazioni da prendere in considerazione nella costruzione di un modello mentale del problema (Dimensione del compito 1). Inoltre, i problemi dinamici richiedono un monitoraggio costante della comprensione del problema, poiché la configurazione del problema può essere influenzata dagli aspetti dinamici (Dimensione del compito 2).

Contrariamente ad alcuni degli altri processi metacognitivi, il monitoraggio della comprensione del problema può essere valutato in modo relativamente semplice somministrando item in cui i problem solver devono indicare se avrebbero bisogno di ulteriori informazioni sul problema prima di poter iniziare a risolverlo.

**Riquadro 3.2.10 Monitorare la comprensione del problema nelle unità di esempio**

Si prenda l'esempio della preparazione della cena, in cui solo dopo aver intrapreso un'azione (per es. attivando un'opzione di visualizzazione aggiuntiva facendo clic su di essa) la mappa mostra non solo dove si trovano i negozi di alimentari ma anche dove si

trova il problem solver, informazione necessaria per dedurre le distanze di guida. Il problem solver che intraprende questa azione è consapevole del fatto che la sua comprensione dello stato iniziale del problema è incompleto e sono necessarie ulteriori informazioni. Allo stesso modo, gli item potrebbero richiedere ai problem solver se hanno compreso il problema, mettendo in relazione le risposte con le loro effettive prestazioni di comprensione. Idealmente, dovrebbe essere un agente o un altro individuo coinvolto nel problem solving a porre le domande corrispondenti, in modo da inserire la valutazione nel racconto del problema e rendere meno evidente l'assessment della metacognizione. Nel caso della preparazione della cena, per esempio, il problem solver può rispondere alla domanda di un amico, dicendo che ha cercato gli orari di apertura del negozio di alimentari A, per cui è pronto ad andare, senza tener quindi conto del fatto che guidare fino a lì richiederebbe troppo tempo per tornare a casa alle 10:00.

### ***3.2.2.2. Ricerca di una soluzione: valutazione degli operatori in base alla possibilità di eseguirli***

È necessario infine selezionare gli operatori sulla base di una valutazione integrata della loro efficacia e della loro capacità di soddisfare i vincoli del problema, nonché i vincoli interni come l'abilità del problem solver di applicare un operatore (cfr. riquadro centrale nella figura 2). Dal momento che è difficile distinguere questi due criteri di valutazione in un contesto artificiale di problem solving, si suggerisce, ai fini dell'analisi, di codificare gli item in questa categoria in modo da riflettere sia i processi cognitivi che metacognitivi. Pertanto, la valutazione metacognitiva è influenzata dalle stesse dimensioni del compito, in quanto diventa più difficile se ci sono molti operatori potenziali e molti vincoli (cfr. Dimensione del compito 1) e se le informazioni rilevanti sono inserite in un ambiente ricco e non strutturato (cfr. Dimensione del compito 3). Inoltre, la necessità di aggiornare costantemente il processo di valutazione rende più impegnativi i problemi dinamici (Dimensione del compito 2).

#### **Riquadro 3.2.11 Ricerca di una soluzione nelle unità di esempio**

Per esempio, per analizzare i processi di valutazione metacognitiva, nel caso del mercato azionario il problem solver potrebbe essere coinvolto in una discussione con un altro broker che suggerisce due (o più) piani diversi che soddisfano i vincoli del problema a diversi livelli. Si potrebbe invitare il problem solver a continuare la discussione prendendo una decisione in merito alle opzioni suggerite e fornendo anche un motivo di questa sua decisione (per es. possibili opzioni di risposta: "entrambe le opzioni mi sembrano buone. Deciderò spontaneamente quali azioni acquistare");

“Sceglierò l'opzione A, perché... [motivo giusto/sbagliato]”; “Non credo che funzionerà nessuna delle opzioni, perché... [motivo giusto/sbagliato]”). Un compito di questo tipo implica che il problem solver rifletta sull'adeguatezza della cognizione (piano della soluzione) piuttosto che sul problema, motivo per cui si presume che tale compito inneschi principalmente processi di ragionamento metacognitivo. Ancora una volta, viene introdotto un agente per non rendere meno evidente la necessità di una valutazione metacognitiva e per non innescare processi che, nel mondo reale, dovrebbero essere eseguiti spontaneamente.

### ***3.2.2.3. Applicazione di una soluzione: monitorare i progressi e regolare il processo di problem solving***

Quando si applica una soluzione, i problem solver devono valutare se stanno compiendo progressi verso l'obiettivo e/o intraprendere azioni in caso contrario (cfr. riquadro a destra nella figura 2). Soprattutto nei problemi dinamici (Dimensione del compito 2) potrebbero verificarsi cambiamenti nella configurazione del problema o sorgere ostacoli che potrebbero influire sulla disponibilità degli operatori, rendendo quindi necessario adattare il processo di problem solving e modificare i piani esistenti per orientarsi verso il raggiungimento degli obiettivi.

#### ***(1) Monitoraggio dei progressi***

Quando si esegue una strategia di problem solving, un problem solver deve monitorare costantemente quanto progresso si è compiuto verso il raggiungimento dell'obiettivo. A tale scopo, è importante che l'obiettivo sia stato definito in modo da avere criteri chiari per il raggiungimento dello stesso rispetto ai quali poter valutare lo stato attuale del problema. Nel caso in cui lo stato finale sia stato raggiunto, è possibile porre fine al processo di problem solving. Tuttavia, il monitoraggio porterà spesso a rilevare e interpretare eventi, impasse o problemi imprevisti. Se i progressi verso lo stato finale sono scarsi o assenti, i problem solver dovranno identificare le possibili ragioni per adattare di conseguenza i loro sforzi futuri (vd. sotto). È importante sottolineare ancora una volta che gli item delle prove devono essere progettati in modo tale da non innescare il monitoraggio.

### Riquadro 3.2.12 Monitoraggio del progresso nelle unità di esempio

Per esempio, una variante del caso della preparazione della cena potrebbe richiedere un compito più complesso in cui il processo di problem solving si interrompe nel momento in cui sono già stati raggiunti due-sotto obiettivi (per esempio, fare la parte A della spesa e prendere il bambino). È possibile che venga chiesto al problem solver quali saranno le scelte successive. Se decide di tornare a casa per preparare la cena, dimenticando così che di non aver ancora completato la parte B della spesa in un altro negozio, questo suggerisce uno scarso monitoraggio dei progressi. Allo stesso modo, nel problema del mercato azionario l'obiettivo potrebbe essere quello di acquistare e vendere azioni in modo tale che in un determinato momento il conto/deposito abbia un certo valore. Se un problem solver smette di interagire con la simulazione prima di aver raggiunto questo valore, ciò indicherebbe uno scarso monitoraggio dei progressi.

### (2) *Adattare l'applicazione degli operatori*

Il processo di adattamento dell'applicazione degli operatori dipende fortemente dal monitoraggio dei progressi (Bjork *et al.* 2013). Quando monitorare i progressi implica che l'obiettivo è stato raggiunto, è possibile concludere il processo di applicazione. Quando non si riesce a risolvere un problema a causa di un piano inadeguato, il problem solver deve modificare o riformulare completamente il piano, tornando alle fasi iniziali del processo di problem solving. In alternativa, può darsi che il piano fosse adeguato, ma che il problem solver non abbia eseguito gli operatori previsti, poiché non possedeva le conoscenze procedurali. In questo caso, il piano precedentemente elaborato può ancora essere utilizzato per risolvere il problema, ma sarà necessario ottimizzarne l'esecuzione. Infine, potrebbero essere necessarie delle modifiche dovute a cambiamenti nella configurazione del problema e nei suoi vincoli (cfr. Dimensione del compito 2), che verrebbero notati da un problem solver con buone capacità di monitoraggio della comprensione del problema.

### Riquadro 3.2.13 Adattare l'applicazione degli operatori nelle unità di esempio

Per esempio, in una variante del problema della preparazione della cena possono verificarsi impasse durante l'esecuzione del piano, come nel caso in cui il problem solver si accorge che il negozio A in realtà ha finito il pesce, che invece è un ingrediente necessario per la cena. Di contro, potrebbero esserci anche altri ingredienti nella lista della spesa che non sono disponibili in quel momento, ma che non sono necessari per la cena di quel giorno. Gli item possono valutare se i problem solver nel primo scenario pianificheranno di andare in un negozio diverso invece di prendere lì l'ingrediente mancante (opzione corretta) oppure di tornare a casa; per i problem solver nel

secondo scenario, tornare a casa senza fare una deviazione in un secondo negozio è l'opzione corretta. Nel problema del mercato azionario, il cambiamento dall'item di esempio 1 a quello 2, in cui improvvisamente le società con prestazioni buone mostrano un calo delle loro prestazioni, richiede che il problem solver si accorga che tali società non devono più essere prese in considerazione per l'acquisto di azioni.

Come si può vedere, l'adattamento richiede anche il confronto di diverse soluzioni, motivo per cui viene qui incluso il secondo processo che era stato menzionato separatamente nel framework concettuale.

### (3) *Riflessione*

Le persone con buona capacità di risoluzione dei problemi hanno dimostrato di riflettere sulle loro esperienze di problem solving e di saperne astrarre la conoscenza delle strategie da poter utilizzare in future situazioni di problem solving. Pertanto, si presume che il problem solving lasci delle tracce nei ricordi, che possono essere utilizzate in futuro. Questo sotto-processo prevede lo sviluppo di un principio o di una serie di principi relativi al problem solving generale. Pur essendo un aspetto importante per lo sviluppo di tecniche di problem solving, è improbabile che ciò possa essere valutato nel contesto di un assessment su larga scala. Nel riquadro 3.2.14 viene fornito un riepilogo dei processi metacognitivi di APS insieme a una breve definizione.

#### **Riquadro 3.2.14 Processi metacognitivi nell'Adaptive Problem Solving in breve**

##### **Definizione**

- (1) Determinare gli obiettivi: decidere qual è lo stato desiderato da raggiungere (non può essere preso in considerazione negli assessment su larga scala perché consentire ai problem solver di fissare i propri obiettivi significherebbe dare troppa libertà)
- (2) Monitorare la comprensione del problema: supervisionare se il proprio modello mentale del problema corrisponde all'attuale situazione

##### **Ricerca**

- (1) Valutazione degli operatori in base alla possibilità di metterli in atto: determinare quale delle opzioni di azione sarà la migliore per raggiungere l'obiettivo tenendo conto di tutti i possibili vincoli

##### **Applicazione**

- (1) Monitorare i progressi determinare se l'esecuzione degli operatori permette di raggiungere il risultato desiderato
- (2) Adattare l'applicazione degli operatori: modificare la selezione degli operatori nel caso in cui la configurazione del problema sia cambiata (cfr. Monitoraggio della comprensione del

problema) o in caso di impasse (cfr. Monitoraggio dei progressi)

(3) Riflessione: ponderare le proprie capacità di risoluzione dei problemi con l'obiettivo di astrarne la conoscenza da poter applicare in futuro (questo aspetto non può essere preso in considerazione in un contesto di assessment su larga scala perché richiede un confronto ripetuto tra istanze simili di problem solving).

### 3.2.3 Conclusioni

Nella sezione precedente abbiamo cercato di illustrare i processi cognitivi e metacognitivi che costituiscono l'APS facendo riferimento agli item di esempio forniti nella sezione 2.2, per descrivere come vengano influenzati dalle diverse caratteristiche del problema, ovvero le dimensioni del compito, descritte nella sezione 3.1, commentandone la pertinenza e quanto bene possano essere valutati in un contesto su larga scala. I principi generali relativi alla progettazione e al punteggio degli item per l'assessment delle competenze di APS saranno trattati nella sezione successiva; tuttavia, qui vorremmo sottolineare alcune importanti questioni che sorgono quando si tenta di considerare i processi cognitivi e metacognitivi alla base dei processi di APS in un assessment su larga scala come quello di PIAAC.

- (1) *Non tutti i processi sono ugualmente importanti per APS.* Per esempio, una volta costruito un modello mentale complessivo di un problema e identificati gli operatori corretti, l'applicazione degli operatori da una prospettiva cognitiva può essere solo un aspetto tecnico. D'altro canto, i processi metacognitivi durante quest'ultima fase possono svolgere un ruolo importante per un problem solving efficace, soprattutto se il problem solver affronta impasse o se la configurazione del problema cambia. Pertanto, è improbabile che i processi siano equamente distribuiti negli scenari di valutazione del problem solving senza che la loro naturale distribuzione nel problem solving del mondo reale sia distorta.
- (2) *Non tutti i processi possono essere considerati in un contesto di assessment su larga scala.* Alcuni processi quali la definizione di un obiettivo di problem solving e la gestione di questo obiettivo durante la risoluzione del problema (vale a dire, assicurarsi che l'obiettivo venga mantenuto e protetto dalle distrazioni) sono estremamente rilevanti dal punto di vista metacognitivo in quanto possono fornire ostacoli sostanziali per i problem solver; tuttavia, la situazione in cui si svolgono le prove richiede che l'obiettivo sia già predefinito in modo che il suo raggiungimento possa ricevere in modo inequivocabile un punteggio in



quanto corretto o errato. Di conseguenza, alcuni processi, sebbene importanti da un punto di vista concettuale, non sono considerati nel framework di valutazione qui discusso.

- (3) *Non tutti i processi possono essere distinti in un contesto di assessment su larga scala.* Alcuni processi sono difficili da separare in una situazione di valutazione in cui non è necessaria alcuna 'azione reale'. Per esempio, la selezione di una serie di operatori di problem solving e la relativa applicazione possono apparire gli stessi in una prova, in cui, per esempio, un problem solver non ha effettivamente bisogno di guidare lungo un percorso per raggiungere un negozio. Di conseguenza, in alcuni casi si suggerisce di unire i processi in uno solo, dove non sembra possibile alcuna separazione in un contesto di valutazione. Inoltre, nella vita reale, i processi cognitivi e metacognitivi di solito non possono essere osservati direttamente e sono strettamente interconnessi tra loro. Per questo motivo, in alcuni casi si suggerisce di ideare degli item che possano essere valutati in entrambi i modi, come prova dei processi sia cognitivi che metacognitivi.
- (4) *È probabile che una valutazione esplicita dei processi ne modifichi il carattere.* I processi metacognitivi in particolare spesso possono essere solo impliciti. Spesso, quindi, essi si riflettono meglio nella facilità di problem solving (per esempio, nei tempi di risposta, nelle scelte non fatte o nella sensazione di sicurezza rispetto alle proprie decisioni), piuttosto che in una risposta misurabile a una domanda esplicita. Inoltre, le domande esplicite ideate appositamente per i processi metacognitivi possono servire da innesco per questi processi, che altrimenti non sarebbero stati condotti spontaneamente dal problem solver. Per esempio, chiedere esplicitamente a un problem solver se ha compreso appieno il problema molto probabilmente lo porterà a monitorare la comprensione di quella situazione; tuttavia, la risposta non sarà un buon indicatore di un monitoraggio spontaneo. Si tratta di un problema che riguarda tutta la ricerca sulla metacognizione e gli sforzi compiuti per individuare misure più implicite per la metacognizione sono molti. Per quanto attiene il contesto dell'assessment, si suggerisce di integrare il più possibile nel racconto del problema i compiti che coinvolgono la metacognizione del problem solver, in modo che il loro vero scopo rimanga nascosto.

### 3.3 Registrazione delle competenze di Adaptive Problem Solving

Finora abbiamo descritto le diverse dimensioni del compito che definiscono un compito APS e specificato i vari processi cognitivi e metacognitivi che costituiscono la base del processo di risoluzione dei problemi. Abbiamo anche illustrato come questi processi si traducono nell'assessment effettivo di APS. Di seguito descriviamo il modo in cui la qualità della soluzione a un problema di natura adattiva dipende dalla capacità del problem solver di rispondere alle varie esigenze. Tali esigenze sono inerenti alle dimensioni quantitative del compito (da 1 a 3) e ai rispettivi indicatori di difficoltà (vd. il pannello di destra della figura 1 e la sezione 3.1). Le Dimensioni del compito (4) e (5), tuttavia, sono solo di natura qualitativa e non contribuiscono all'effettivo processo di problem solving.

Più nello specifico, il punteggio alto o basso in APS ottenuto dal problem solver dipenderà da come affronta le diverse configurazioni del problema (Dimensione del compito 1), dagli aspetti dinamici della situazione (Dimensione del compito 2) e dalle caratteristiche dell'ambiente (Dimensione del compito 3), la cui rispettiva difficoltà è determinata dagli indicatori di difficoltà ipotizzati (vd. la tabella A.1 in Appendice per una descrizione dettagliata degli indicatori di difficoltà e del modo in cui determinano la difficoltà di un problema). Di seguito si distinguono i rispondenti che ottengono punteggi alti da quelli li ottengono bassi nelle tre dimensioni del compito rilevanti al fine di preparare il terreno per la descrizione dei livelli di competenza APS ipotizzati (vd. il pannello di destra della figura 1).

I problem solver possono ottenere un punteggio basso o alto se affrontano diverse configurazioni del problema (cfr. Dimensione del compito 1). I punteggi bassi e alti mostreranno diversi livelli di processi cognitivi e metacognitivi. In qualsiasi possibile problema di natura adattiva:

*un rispondente che ottiene un punteggio basso:*

- integra nel proprio modello mentale solo un piccolo numero di elementi, relazioni e operazioni;
- accede solo a quelle informazioni supplementari che sono immediatamente disponibili e che non richiedono al problem solver di compiere azioni extra (come schiacciare un pulsante nell'interfaccia);

- comprende solo aspetti semplici, chiari, diretti e immediati e comprende in modo incompleto o errato quei problemi che presentano aspetti indiretti o generati da interazioni tra i vari elementi;
- identifica gli operatori che non sono pertinenti, vale a dire le risorse che non sono prontamente disponibili e identificabili come tali;
- gestisce un solo compito alla volta, ha difficoltà a gestire più compiti in parallelo;
- considera solo uno alla volta dei diversi obiettivi (stati finali) di un problema; si concentra solo su un singolo obiettivo alla volta; se per il problema vengono dati diversi obiettivi, deve raggiungerli uno dopo l'altro (consecutivamente);

*un rispondente che ottiene un punteggio alto:*

- elabora mentalmente e integra nel suo modello mentale un gran numero di elementi e di relazioni tra di essi;
- accede alle informazioni che non sono immediatamente e prontamente disponibili compiendo le azioni supplementari necessarie;
- comprende gli effetti complessi basati su relazioni non lineari e su interazioni tra operatori;
- identifica le risorse e le relazioni che non sono pertinenti, ossia che non sono definite direttamente come tali, ma sono 'nascoste' nel contesto;
- gestisce più compiti contemporaneamente, come per esempio il controllo di molteplici aspetti in funzione di un obiettivo finale; considera più obiettivi allo stesso tempo, come condizioni finali del processo di problem solving, e lavora alla loro realizzazione in forma parallela (non consecutiva).

**Riquadro 3.3.1 Rispondenti con punteggi bassi e alti della Dimensione del compito 1 nelle unità di esempio**

Per esempio, i rispondenti che otterranno punteggi bassi nell'esempio relativo alla preparazione della cena avranno difficoltà a tenere a mente i vari elementi del problema, e dovranno controllare continuamente i percorsi e i post it. Cercheranno di gestire un solo compito alla volta e avranno difficoltà a gestire obiettivi potenzialmente in conflitto tra loro. Utilizzeranno le risorse disponibili sullo schermo, ma nel caso in cui il problema permetta di ricorrere a una calcolatrice per aiutare a pianificare il percorso, potrebbero non premere il pulsante necessario per utilizzare questa risorsa. Nello stesso esempio, i rispondenti che otterranno punteggi alti gestiranno vari obiettivi allo stesso tempo, utilizzeranno le risorse disponibili sullo schermo, identificando anche quelle che non sono prontamente disponibili (come la calcolatrice), e terranno conto di tutti i vari elementi del problema.

I problem solver possono ottenere un punteggio basso o alto se affrontano diversi aspetti dinamici di una situazione (cfr. Dimensione del compito 2). I rispondenti che ottengono punteggi bassi e alti avranno capacità diverse di affrontare i cambiamenti dinamici durante il processo di problem solving. In qualsiasi possibile problema di natura adattiva:

*un rispondente che ottiene un punteggio basso:*

- identifica solo alcune delle caratteristiche variabili;
- identifica solo le caratteristiche più pertinenti, e a volte traslascia quelle meno pertinenti;
- reagisce solo ai cambiamenti più trasparenti, per esempio quando riceve un suggerimento che indica che qualcosa è cambiato;
- basa il suo ragionamento sulla situazione attuale, ha difficoltà a prevedere i cambiamenti futuri sulla base dei cambiamenti passati (o delle informazioni precedenti);
- costruisce modelli mentali incompleti o non corretti del processo di cambiamento (per capire come e perché le 'cose' cambiano);
- adatta il modello mentale al cambiamento in modo incompleto o non corretto (per esempio, ha difficoltà ad apportare modifiche adeguate alla strategia di risoluzione);

*un rispondente che ottiene un punteggio alto:*

- identifica tutte le caratteristiche rilevanti che cambiano, indipendentemente dal numero, dalla pertinenza, dalla trasparenza;
- prevede probabili cambiamenti futuri sulla base dei cambiamenti passati (informazioni preliminari);
- costruisce un modello mentale del cambiamento reale (non solo del problema) (vale a dire, capisce come e perché le cose cambiano);
- adatta il modello mentale ai cambiamenti (per es. modifica la strategia di risoluzione, se necessario).

**Riquadro 3.3.2 Rispondenti con punteggi bassi e alti della Dimensione del compito 2 nelle unità di esempio**

Per esempio, i rispondenti con punteggi bassi nell'esempio del mercato azionario potrebbero non notare che i prezzi di tutte le azioni sono cambiati. Avranno difficoltà a prevedere i cambiamenti futuri di alcune azioni, e potrebbero essere in grado di prevedere come cambieranno le azioni solo nel caso di quelle con una storia passata

molto trasparente e univoca. Potrebbero costruire modelli mentali incompleti o non corretti del problema e delle sue dinamiche. Nello stesso esempio, i rispondenti con punteggi elevati riconosceranno rapidamente il cambiamento che avviene in tutti i titoli, su base 'quotidiana', prevederanno correttamente i cambiamenti futuri sulla base delle evoluzioni precedenti di questi titoli, costruiranno un modello mentale corretto del problema e delle sue dinamiche. Sulla base di queste capacità di monitorare costantemente la risoluzione del problema e di reagire ai cambiamenti, essi adegueranno facilmente questo modello mentale a qualsiasi cambiamento ulteriore, se indotto, adattandosi cioè alle nuove circostanze.

Infine, i problem solver possono ottenere un punteggio basso o alto quando si trovano ad affrontare diverse caratteristiche dell'ambiente (cfr. Dimensione del compito 3). I rispondenti con punteggi bassi e alti avranno capacità diverse. In qualsiasi possibile problema di natura adattiva:

*un rispondente che ottiene un punteggio basso:*

- utilizza solo una variabile o un numero esiguo di variabili sullo stato dell'ambiente;
- integra solo una variabile o un numero esiguo di variabili dell'ambiente nella concettualizzazione del problema;
- filtra i distrattori con difficoltà e in modo incompleto; viene distratto da informazioni irrilevanti; manipola continuamente variabili che non influiscono su nulla;
- è distratto dal materiale di background; non riconosce i distrattori; continua a tenere in considerazione tutto il materiale, anche se non è rilevante (per esempio, legge tutte le note di aggiornamento);
- interagisce con ambienti strutturati, ma con ambienti non strutturati interagisce in modo inefficiente (e a volte non significativo);

*un rispondente che ottiene un punteggio alto:*

- elabora mentalmente e integra nei modelli mentali un gran numero di variabili relative all'ambiente;
- integra l'ambiente (e le sue variabili) nella concettualizzazione del problema;
- filtra i distrattori (informazioni irrilevanti);
- si concentra sulle variabili rilevanti dell'ambiente, non è distratto da stimoli esterni al compito o irrilevanti per lo stesso;
- riconosce il materiale di background che crea distrazione;

- interagisce in modo efficiente con gli ambienti non strutturati (vale a dire, struttura l'ambiente, costruisce il modello mentale dell'ambiente).

**Riquadro 3.3.2 Rispondenti con punteggi bassi e alti della Dimensione del compito 3 nelle unità di esempio**

Per esempio, i rispondenti con un punteggio basso nell'esempio della preparazione della cena integreranno solo una piccola quantità delle informazioni disponibili nella loro elaborazione concettuale del problema. Saranno distratti da informazioni di background irrilevanti e utilizzeranno la mappa in modo inefficiente. Nello stesso esempio, i rispondenti con punteggio alto integreranno un gran numero di informazioni rilevanti nel loro modello mentale del problema. Riconosceranno i cambiamenti nell'ambiente e interagiranno con la mappa in modo efficiente, anche se la mappa sarà piena di informazioni irrilevanti.

Le caratteristiche principali del compito descritto e i suoi indicatori di difficoltà costituiscono la base per poter descrivere i rispondenti con punteggi alti e bassi di APS. Tuttavia, il punteggio finale dei problem solver non è direttamente interpretabile, a meno che non sia correlato al loro livello di competenza. Sulla base delle caratteristiche del compito e degli indicatori di difficoltà individuati nel framework, il Gruppo di esperti definirà i livelli di competenza e spiegherà il significato di ciascun livello. In altre parole, quali sono le componenti specifiche dei APS che possono essere messe in atto con competenza da un rispondente con punteggio alto, ma non da un rispondente con punteggio medio, e quali sono le componenti che vengono messe in atto da un rispondente con punteggio medio e non possono essere messe in atto da un rispondente con punteggio basso? Inoltre, quali sono le componenti specifiche che ci si aspetta che vengano messe in atto perfino dai rispondenti con un punteggio basso?

I livelli di competenza definiranno la scala e forniranno un mezzo utile per comprendere la progressione delle competenze APS. Questi livelli di competenza sono correlati alla competenza dei problem solver, ma sono anche correlati alla complessità degli item, vale a dire alle componenti specifiche delle competenze APS richieste da ciascun item progressivamente più difficile. La tabella 3.3.1 presenta una proposta preliminare per le capacità APS, suddivisa in tre livelli di competenza. Tale proposta si basa su considerazioni teoriche sulla distribuzione delle competenze nella popolazione, tenendo conto delle

dimensioni del compito e dei processi cognitivi e metacognitivi delineati in questo framework. La proposta non si basa su dati reali, e per quanto riguarda l'analisi dei dati dell'indagine principale sarà necessario modificare il numero di livelli e le descrizioni specifiche di tali livelli della scala di valutazione. La tabella contiene quattro descrizioni per ogni livello di competenza:

- (a) una definizione generale di quel livello di competenza, che può aiutare i lettori a comprendere rapidamente ogni livello;
- (b) una descrizione di come, a quello specifico livello di competenza, i problem solver risolvono problemi che cambiano in modo dinamico (cioè vi si adattano), il che, in fine dei conti, è esattamente la base dell'adaptive problem solving;
- (c) una descrizione dei vari processi cognitivi tipici di quel livello di competenza;
- (d) una descrizione dei vari processi metacognitivi tipici di quel livello di competenza.

Tabella 3.3.1 Descrizione dei tre livelli di competenza APS proposti

	Definizione generale	Gestire gli aspetti dinamici	Processi cognitivi	Processi metacognitivi
1	<p>Al livello 1, i problem solver risolvono efficacemente problemi semplici in contesti con cambiamenti minimi, lenti, discreti e prevedibili.</p> <p>Possono anche essere in grado di risolvere problemi statici (e non dinamici), o solo compiti che fanno parte di un problema statico o dinamico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- I problem solver di livello 1 gestiscono bene i cambiamenti poco frequenti, discreti o lenti. Gestiscono bene anche i cambiamenti che gli sono stati suggeriti, se sono lenti, espliciti, discreti e prevedibili.</li> <li>- Essi possono percepire il fatto che si siano verificati cambiamenti nell'ambiente del problema, ma possono aver bisogno di ricevere suggerimenti per capire come si sono verificati nello specifico questi cambiamenti.</li> <li>- Integrano i cambiamenti rilevanti nel loro approccio alla risoluzione dei problemi, se ricevono suggerimenti in merito.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definiscono i problemi di complessità moderata e poco dinamici, soprattutto se ricevono suggerimenti, e successivamente identificano i cambiamenti rilevanti nella definizione o nell'ambiente del problema. Li integrano in un modello mentale.</li> <li>- Elaborano soluzioni parziali o complete ai problemi statici e reagiscono ai cambiamenti che vengono presentati in incrementi piccoli e visibili. Adattano il loro approccio al fine di recuperare le informazioni rilevanti per l'obiettivo quando ricevono suggerimenti.</li> <li>- Adattano le loro strategie di risoluzione in base ai cambiamenti nella definizione e nell'ambiente del problema, se questi cambiamenti sono di scarsa complessità e soprattutto se sono visibili o se essi ricevono suggerimenti relativi ai cambiamenti rilevanti.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possono valutare con efficacia la propria comprensione del problema in caso di problemi semplici, soprattutto quando ricevono suggerimenti in tal senso.</li> <li>- Possono essere in grado di monitorare i propri progressi nel raggiungimento di obiettivi semplici.</li> <li>- Se gli viene chiesto, possono essere in grado di fissare degli obiettivi intermedi per i propri progressi e di valutare semplici alternative tra cui scegliere.</li> <li>- Possono essere in grado di cercare soluzioni al problema, ma senza valutare soluzioni alternative.</li> </ul>
2	<p>Al livello 2, i problem solver risolvono efficacemente problemi di media complessità in contesti in cui il cambiamento ha un impatto, un ritmo e una casualità di livello medio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- I problem solver al livello 2 gestiscono bene i cambiamenti con frequenza e ritmo nella media.</li> <li>- Hanno di solito una buona consapevolezza del cambiamento, vale a dire che identificano sia il fatto che qualcosa è cambiato, sia come è cambiato nello specifico,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrivono efficacemente i problemi con una complessità e una dinamica di livello medio (vale a dire, con ritmo o frequenza medi) e sono in grado poi di identificare i cambiamenti rilevanti nella definizione del problema o nel suo ambiente. Li integrano in un modello mentale efficace.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitorano i propri progressi nel raggiungimento di un obiettivo.</li> <li>- Cercano soluzioni al problema valutando quelle alternative.</li> <li>- Riflettono sulla loro strategia di soluzione solo quando si verifica un'impasse e quando sono costretti ad adattarsi.</li> </ul>



	<p>ma potrebbero aver bisogno di essere stimolati ad affrontare aspetti specifici del cambiamento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Distinguono tra i cambiamenti che sono rilevanti e quelli trascurabili per la situazione problematica.</li> <li>- Prevedono correttamente il comportamento futuro generale di un sistema sulla base delle informazioni di cui dispongono sul suo comportamento passato.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborano soluzioni a un determinato problema e reagiscono ai cambiamenti che vengono presentati in incrementi visibili. Adattano il loro approccio al fine di recuperare le informazioni rilevanti per l'obiettivo, ossia quelle che ritengono rilevanti.</li> <li>- Adattano le loro strategie di risoluzione ai cambiamenti nella definizione e nell'ambiente del problema, se questi cambiamenti sono di piccola o media complessità.</li> </ul>	
<p>3 Al livello 3, i problem solver risolvono efficacemente i problemi in contesti altamente complessi e dinamici (in continuo cambiamento).</p> <p>Risolvono problemi complessi con molteplici vincoli nella configurazione del problema e con caratteristiche complesse dell'ambiente, e adattano bene il proprio processo di problem solving ai cambiamenti altamente dinamici di questi problemi.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- I problem solver al livello 3 gestiscono bene i cambiamenti frequenti e anche continui.</li> <li>- Hanno una buona consapevolezza del cambiamento, cioè sono in grado di identificare sia il fatto che i cambiamenti nell'ambiente del problema si sono verificati, sia come questi cambiamenti si sono verificati.</li> <li>- Distinguono bene tra i cambiamenti che sono rilevanti e quelli meno rilevanti o addirittura trascurabili per la situazione problematica.</li> <li>- Prevedono correttamente il comportamento futuro di un sistema sulla base delle informazioni in loro possesso che riguardano il suo comportamento passato. Adattano il loro comportamento in base al cambiamento previsto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possono definire efficacemente problemi altamente dinamici, selezionando informazioni rilevanti sia sul problema che sul cambiamento. Generano un modello mentale corrispondente che descrive adeguatamente la situazione problematica.</li> <li>- Cercano attivamente soluzioni attraverso una valutazione continua delle informazioni fornite dall'ambiente. Adattano il proprio approccio al fine di recuperare continuamente le informazioni rilevanti per l'obiettivo.</li> <li>- Adattano continuamente le loro strategie di soluzione ai cambiamenti nella definizione del problema e nell'ambiente; questo adattamento è anche proattivo, in quanto prevedono probabili cambiamenti nel proprio ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controllano efficacemente la propria comprensione del problema e dei cambiamenti, così come i progressi compiuti verso il raggiungimento dell'obiettivo.</li> <li>- Cercano delle soluzioni stabilendo dei sotto-obiettivi e valutando soluzioni alternative al problema.</li> <li>- Riflettono continuamente sul proprio approccio alla soluzione del problema e riescono a superare con successo un'impasse rivedendo la propria strategia.</li> <li>- Affrontano bene i cambiamenti frequenti e imprevedibili e adattano la strategia di soluzione per raggiungere i propri obiettivi.</li> </ul>

## 4. Valutare l'Adaptive Problem Solving

La sezione precedente ha presentato il dominio di APS e ha delineato le dimensioni del compito, gli indicatori di difficoltà, i processi cognitivi e metacognitivi coinvolti nell'APS, e i livelli di competenza proposti. Questi elementi definiscono il framework concettuale complessivo di APS e costituiscono la base per lo sviluppo delle unità di prova e dei relativi item corrispondenti. Garantire un'adeguata corrispondenza tra il framework concettuale e ciò che le unità e gli item APS valutano è fondamentale per assicurare la validità dell'indagine. Pertanto, il raggiungimento della massima copertura possibile delle dimensioni dei compiti e dei processi APS è l'obiettivo chiave per lo sviluppo delle prove. L'assessment di APS nel secondo ciclo di PIAAC metterà in evidenza la natura dinamica delle situazioni di problem-solving illustrate nella sezione 2.1 e proporrà ai problem solver unità di prova di nuova concezione adeguate ad ambienti ricchi di informazioni.

Questa sezione fornisce una panoramica del modo in cui le unità APS rispettano le dimensioni dei compiti delineate nella sezione 3.1 (vd. anche la figura 1), descrive i principi generali di progettazione delle prove e spiega il punteggio e l'acquisizione dei dati rispetto alle risposte agli item che costituiranno la base dei diversi livelli di competenza.

### 4.1 Collegamento tra l'assessment di APS e le dimensioni dei compiti

Le unità APS rappresenteranno compiti che sono composti da più elementi (ovvero, le domande). In tal senso, un'unità APS contiene i seguenti elementi

chiave: uno stimolo per il compito (per esempio, introduzione al compito e descrizione delle funzionalità degli elementi interattivi) e più elementi che richiedono al problem solver di adattarsi a situazioni mutevoli. La progettazione degli item all'interno di un'unità sarà guidata da (1) le dimensioni del compito, descritte nella sezione 3.1, (2) i processi cognitivi e metacognitivi, descritti nella sezione 3.2.

Per quanto riguarda (1), le seguenti cinque dimensioni dei compiti hanno guidato lo sviluppo degli item APS: la configurazione del problema (ovvero, la situazione iniziale del problema e gli stati finali), gli aspetti dinamici della situazione problematica (cioè, il grado in cui le situazioni problematiche e i loro vincoli cambiano nel tempo), le caratteristiche dell'ambiente (vale a dire, le caratteristiche rilevanti per il costrutto di informazioni e risorse), le tipologie di fonti di informazione (fisiche, sociali e digitali) e i contesti (personali, sociali e lavorativi, descritti nel primo ciclo PIAAC; OECD 2012). Ogni singola unità sarà mappata su queste cinque dimensioni. Tuttavia, poiché si suppone che gli ambienti informativi e i contesti del problema della vita reale non siano equamente distribuiti (cfr. sezione 2.1), proponiamo di trattare in percentuali leggermente diverse tutti i problemi da collocare nei vari ambienti e contesti, come illustrato nella tabella 4.1.1.

**Tabella 4.1.1. Proposta di distribuzione degli ambienti informativi e dei contesti del problema**

<b>Dimensione del compito 4: Ambiente informativo</b>	<b>Dimensione del compito 5: Contesto del problema</b>
- Fisico: 30%	- Personale: 30%
- Sociale: 35%	- Lavorativo: 30%
- Digitale: 35%	- Sociali: 40%

Per quanto riguarda (2), tutti gli item all'interno delle unità APS si trovano nel framework dei processi cognitivi e metacognitivi. Tali processi comprendono la definizione del problema, la ricerca di una soluzione e l'applicazione della soluzione (vd. sezione 3.2 e figura 2). Per un item specifico, possono essere richiesti questi tre processi, sia dal punto di vista cognitivo che metacognitivo. Dato che i processi cognitivi e metacognitivi sono interconnessi, è molto difficile stabilire una chiara separazione tra questi processi, per esempio, sotto forma di indicatori o punteggi empiricamente distinti. Di conseguenza, gli item APS possono richiedere ai problem solver di impegnarsi in più processi

piuttosto che in un unico processo all'interno del framework APS. Inoltre, per risolvere efficacemente un problema che è soggetto a cambiamenti nel tempo, i problem solver devono comprendere la situazione problematica e sviluppare un modello mentale al riguardo (Ericsson e Pool 2016). In definitiva, i processi di comprensione del problema costituiscono la base di tutti i successivi processi di ricerca e di applicazione di una soluzione. Questa dipendenza tra i tre processi di APS si riflette nel collegamento tra gli item APS e molteplici processi cognitivi o metacognitivi. Tuttavia, per un dato item, alcuni processi possono essere più evidenziati di altri e questi item saranno assegnati ai rispettivi processi dominanti.

La tabella 4.1.2 illustra la distribuzione proposta dei tre processi principali nell'insieme di item APS.

**Tabella 4.1.2 Proposta di distribuzione dei tre principali processi cognitivi e metacognitivi**

<b>Processi</b>	<b>Cognizione</b>	<b>Metacognizione</b>
(1) Definire il problema	Costruire un modello mentale (30-40%)	Monitorare la comprensione del problema (30-40%)
(2) Cercare una soluzione	Cercare operatori nell'ambiente del problema (40-50%)	Valutare operatori/piani (40-50%)
(3) Applicare la soluzione	Applicare il piano ed eseguire gli operatori (20-30%)	Monitorare/adattare i progressi (20-30%)

Come già detto in precedenza, per ragioni di correttezza e validità delle prove, occorre evitare di fare riferimento a conoscenze specialistiche dal punto di vista della valutazione. Di conseguenza, gli item devono essere progettati in modo che le informazioni sugli operatori siano fornite attraverso di essi. A tal proposito, l'esempio del mercato azionario è potenzialmente un caso limite, poiché l'esperienza di acquisto e vendita di azioni può essere molto limitata in alcune popolazioni. Per rendere questo scenario accessibile ai problem solver, deve essere semplificato rispetto alla sua versione reale.

## 4.2 Progettazione della prova

### 4.2.1 Somministrazione delle prove

Le unità APS saranno somministrate su tablet e permetteranno ai problem solver di interagire direttamente con il problema e con gli ambienti informativi. La somministrazione delle prove basate sulla tecnologia consente inoltre di utilizzare situazioni problematiche che cambiano nel tempo o di mettere a disposizione del problem solver nuove fonti di informazione durante il processo di problem solving. Inoltre, in determinati item e unità, i dati dei file di registro delle azioni specificate possono essere utilizzati per contribuire allo sviluppo dei livelli di competenza APS descritti.

Per l'indagine principale, l'assessment di APS sarà somministrato insieme a quelli di numeracy e literacy. I partecipanti saranno assegnati in modo casuale a due dei tre domini. Per queste valutazioni, è prevista una progettazione delle prove adattive che faccia sì che ciascun partecipante non lavori su tutti gli item all'interno dei rispettivi domini. La procedura relativa alle prove di natura adattiva si baserà su unità, a seconda delle dipendenze tra gli item all'interno di un compito. All'inizio dell'assessment, i partecipanti saranno assegnati a uno dei tre percorsi in base alla loro prestazione iniziale su una prova di piazzamento (Locator) delle capacità di literacy e di numeracy. Questa progettazione combina prove di natura adattiva con prove multifase e mira a massimizzare le informazioni sui partecipanti ottenute dagli assessment (OECD 2013b).

### 4.2.2 Elementi della progettazione

La progettazione delle unità e degli item APS prevede diversi elementi che facilitano la valutazione dell'adaptive problem solving e garantiscono l'equità delle prove:

- (1) *Esplicitazione del cambiamento*: in alcuni compiti APS, il cambiamento della situazione problematica non viene reso esplicito, cosicché i problem solver debbano riconoscere tali cambiamenti. Questo elemento di progettazione è rilevante in termini di costrutto in quanto stimola processi metacognitivi di riflessione sulla situazione problematica e sui modelli mentali iniziali, dati i cambiamenti nell'ambiente. Questo elemento, tuttavia, aumenta la difficoltà degli item e viene quindi utilizzato raramente. Infatti, la maggior parte degli item APS esplicita i cambiamenti nell'ambiente problematico.

- (2) *Elementi di salvataggio*: la progettazione di unità APS come sequenza di item che introducono gradualmente modifiche all'ambiente problematico può creare dipendenze tra gli item. In altre parole, se un problem solver non riesce a risolvere un item, può essere penalizzato nella risoluzione degli item successivi. Per aggirare questo problema e per garantire la comparabilità degli item tra i problem solver, le unità APS conterranno elementi di salvataggio. Questi elementi presentano una certa decisione o una soluzione del problema al problem solver, basandosi su un item precedente. Tuttavia, questi elementi non valutano le risposte effettive dei problem solver negli item precedenti, bensì sono del tutto indipendenti dalla correttezza di tali risposte. In tal senso, per garantire l'equità della prova, tutti i problem solver ricevono gli item contenenti questi elementi di salvataggio.
- (3) *Graduale introduzione dei cambiamenti*: all'inizio di un compito APS, ai problem solver verrà presentato un problema statico. Gli item successivi si svilupperanno gradualmente e introdurranno gli aspetti dinamici della situazione problematica. Questi cambiamenti sono per lo più espliciti (si veda sopra) e possono essere di natura discreta o continua. I compiti iniziali, statici, garantiranno che si possa stabilire una misura che costituisca la base di riferimento per le prestazioni dei problem solver negli item successivi.

#### **4.2.3**      **Requisiti in materia di capacità di literacy e ICT**

Le unità e gli item APS saranno progettati in modo che il livello di literacy necessario per risolvere efficacemente il problema sia mantenuto al minimo (vd. Greiff *et al.* 2017). Per raggiungere questo obiettivo, il materiale dello stimolo e le definizioni degli item saranno formulati nel modo più conciso e chiaro possibile, tranne nei casi in cui la complessità dei materiali è rilevante per il costrutto (per esempio, quantità di informazioni che distraggono in caso di problemi ricchi di informazioni). Inoltre, le unità APS non presenteranno ai problem solver solo testi scritti, ma forniranno anche informazioni sotto forma di tabelle, schemi, diagrammi e simulazioni interattive per ridurre il carico di lettura e sfruttare i vantaggi delle rappresentazioni multiple del materiale di prova. Allo stesso tempo, sarà necessario un certo grado di competenza di literacy per risolvere efficacemente i problemi, soprattutto per comprendere la situazione problematica e il materiale informativo. Il modo in cui APS si distingue dalle altre abilità fondamentali, ovvero la literacy, la numeracy e l'ICT, sarà descritto in dettaglio nella sezione seguente.

Analogamente, la somministrazione basata sulla tecnologia dell'assessment APS nel secondo ciclo di PIAAC richiederà competenze di base per affrontare gli aspetti informatici. Il livello di competenza informatica del problem solver sarà determinata durante la formazione sul tablet. Va notato che il livello richiesto di competenze informatiche sarà mantenuto basso, e le unità APS richiederanno principalmente la navigazione attraverso gli item, il passaggio tra due o tre pagine di informazioni, la selezione tra opzioni di risposta, l'inserimento di risposte brevi in caselle di testo, e la manipolazione di variabili ben definite mediante l'azionamento di un piccolo numero di pulsanti o cursori. Infatti, i partecipanti dovranno solo selezionare tramite uno stilo o il dito, usare il drag and drop ed evidenziare (sottolineare) il testo. Per agevolare ulteriormente i problem solver a muoversi tra le varie unità APS, all'inizio della somministrazione delle prove PIAAC verrà fornito un tutorial sul tablet. Questo tutorial aiuta i partecipanti a familiarizzare con gli strumenti per navigare attraverso le prove. Inoltre, il secondo ciclo PIAAC ha scelto di somministrare le prove di prestazione su tablet per facilitare una gestione intuitiva dell'ambiente di prova (OECD 2018).

#### **4.2.4 Indicatori di difficoltà degli item**

Lo scopo principale dell'assessment di APS è quello di valutare la capacità dei problem solver di risolvere efficacemente problemi dinamici. Per misurare l'ampia varietà di competenze nella popolazione PIAAC di partecipanti tra i 16 e i 65 anni, le unità e gli item APS dovranno essere di difficoltà variabile. Per raggiungere questo obiettivo, gli item saranno distribuiti in base agli indicatori di difficoltà descritti in dettaglio nella sezione 3.1 (vd. anche la tabella A.1 nell'Appendice).

Poiché il secondo ciclo di PIAAC si concentra sulla componente adattiva del problem solving, la manipolazione degli aspetti dinamici della situazione problematica è fondamentale per lo sviluppo degli item. Allo stesso tempo, gli elementi di cui è composta una situazione problematica (ovvero la sua configurazione e le caratteristiche delle fonti di informazione) giocano anch'essi un ruolo importante nella definizione della difficoltà degli item. Inoltre, in alcuni casi, le istruzioni per risolvere un problema non vengono fornite in modo completo, per esempio quando i problem solver interagiscono con una simulazione e di conseguenza acquisiscono conoscenze sulle sue funzionalità.

Questa caratteristica di progettazione è importante per la misurazione delle capacità di APS, in quanto presenta ai problem solver una situazione problematica reale e innesca processi metacognitivi per sviluppare e perfezionare un modello mentale relativo alla situazione problematica (ovvero, in questo caso, le funzionalità della simulazione).

#### 4.2.5 Valutazione dei processi metacognitivi

Come già detto in precedenza, la metacognizione gioca un ruolo importante nei processi di APS, soprattutto perché i problem solver monitorano la propria comprensione del problema, valutano gli operatori e i piani di soluzione e monitorano i propri progressi nel raggiungimento dell'obiettivo. Poiché questi processi metacognitivi interagiscono direttamente con i processi cognitivi durante la risoluzione dei problemi, è complesso riuscire a separarli dalle misurazioni degli aspetti cognitivi. Per esempio, la valutazione delle risorse e delle capacità personali di una persona è un aspetto della metacognizione che non può essere affrontato in un'indagine come PIAAC, poiché non riporta i risultati individuali. Inoltre, le domande delle prove che mirano a rendere esplicita la comprensione di un problema da parte del problem solver chiedendogli "In che misura pensa di aver capito il problema?" possono sembrare artificiali (e possono mancare di validità facciale) e potrebbero suggerire loro le risposte per gli item successivi o addirittura per le unità successive.

Per ottenere alcune misurazioni della metacognizione, l'assessment di APS fornisce indicatori impliciti ed espliciti che possono essere ricavati dai punteggi degli item o dai dati dei file di registro. Per esempio, in alcuni item APS, i dati dei file di registro possono fornire informazioni sull'accesso di un problem solver a determinate fonti di informazione (per es. il comportamento di navigazione). Queste informazioni possono servire come indicatori dei processi metacognitivi necessari per valutare certe fonti di informazione durante la "ricerca di una soluzione": in alcuni casi, possono anche indicare se il problem solver riconsidera determinate porzioni di informazioni durante la fase di "applicazione della soluzione". In generale, il comportamento di navigazione può indicare alcune strategie metacognitive messe in atto per risolvere il problema.

Accanto a queste misurazioni implicite, alcuni item APS valutano esplicitamente la metacognizione. Per esempio, alla fine di un processo di risoluzione di un



problema, ai problem solver può essere chiesto di valutare una data soluzione al problema secondo criteri predefiniti. Inoltre, ai problem solver può essere chiesto di valutare determinate strategie di risoluzione dei problemi in base alla loro efficienza e applicabilità. La padronanza di quest'ultimo aspetto è indicativa della conoscenza della strategia metacognitiva del problem solver (per esempio, Antonietti *et al.* 2000; Efkides e Vlachopoulos 2012). Nel complesso, l'assessment di APS conterrà misurazioni sia esplicite che implicite della metacognizione. Tuttavia, data la natura dei processi metacognitivi e le criticità inerenti alla loro valutazione, i processi metacognitivi, sebbene essenziali per l'APS, non costituiranno il focus principale della valutazione stessa.

Per le due unità di esempio, i processi metacognitivi potrebbero essere identificati usando diversi approcci di misurazione. Questi approcci sono descritti di seguito (riquadro 4.2.1).

#### Riquadro 4.2.1. Valutazione della metacognizione nelle unità di esempio

La metacognizione nell'esempio della preparazione della cena viene valutata implicitamente solo nell'item 2. È possibile valutare se i problem solver adattano la loro soluzione iniziale in base alle nuove informazioni. La metacognizione nell'esempio del mercato azionario non è valutata esplicitamente, ma solo implicitamente. L'item 2 richiede che i problem solver comprendano che la soluzione efficace precedentemente adottata non funziona più, a causa dei cambiamenti nell'ambiente. Dovranno individuare l'impasse, capirne il motivo e adattare le decisioni di conseguenza.

## 4.3 Punteggio degli item e acquisizione dei dati

### 4.3.1 Principi generali di assegnazione dei punteggi

Ciascun item APS sarà valutato in base a criteri che definiscono la correttezza delle risposte. Per la maggior parte degli item, le risposte fornite dai problem solver (per esempio, selezionando una risposta tra le opzioni di risposta disponibili, oppure selezionando certi insiemi di valori per un insieme di variabili) ricevono un punteggio dicotomico, ossia corretto (codice: 1) o errato (codice: 0). Anche le risposte mancanti vengono codificate (codice: 9). Per alcuni item, la soluzione deve soddisfare più criteri, in modo da permettere l'attribuzione di crediti parziali. Tuttavia, il sistema di punteggio degli item è

volto a fornire punteggi che consentano l'applicazione di modelli di risposta parsimoniosi agli item: si preferisce quindi un punteggio dicotomico.

Per esemplificare il punteggio dell'item, il riquadro 4.3.1 descrive il modo in cui vengono assegnati i punteggi alle risposte dei problem solver nelle due unità campione.

Sebbene si preferisca utilizzare un sistema di valutazione che consenta di assegnare punteggi dicotomici alle prestazioni dei problem solver negli item (corretto vs errato), in alcuni casi il punteggio può consentire l'assegnazione di crediti parziali. I crediti parziali saranno utilizzati solo se i diversi punteggi rappresentano risposte o processi qualitativamente differenti. I dati dell'indagine pilota saranno utilizzati per valutare l'adeguatezza dei crediti parziali per l'indagine principale. Il criterio chiave per considerare i punteggi relativi ai crediti parziali è quindi la loro rilevanza a livello di costrutto.

Come già detto in precedenza, i processi cognitivi e metacognitivi stimolati dagli item APS sono interconnessi e, nella maggior parte delle unità APS, i loro indicatori non possono essere separati chiaramente. Di conseguenza, la scala di valutazione delle prestazioni APS dei problem solver non produrrà due dimensioni APS distinte che rappresentino i due tipi di processi. Sulla stessa linea, l'assessment di APS nel secondo ciclo di PIAAC non mira a distinguere empiricamente i tre processi (definire il problema, cercare una soluzione e applicare la soluzione) in tre dimensioni APS correlate. Molto probabilmente, quindi, la registrazione della scala di valutazione APS non seguirà questi processi e si tradurrà molto probabilmente in un'unica scala APS.

#### Riquadro 4.3.1. Assegnazione del punteggio nelle unità di esempio

##### **Preparazione della cena**

*Item 1: "Pianificare il percorso più veloce per raggiungere questi obiettivi. Tenere a mente i vincoli temporali"*

Codice 1: Percorso da casa a scuola al negozio A selezionato

Codice 0: Altre risposte

Codice 9: Risposta mancante

*Item 2: "Adattare il percorso scelto per raggiungere gli altri obiettivi della giornata. Tenere a mente i vincoli temporali"*

Codice 1: Percorso correttamente adattato da scuola al negozio A a casa o da scuola al negozio C a casa

Codice 0: Altre risposte

Codice 9: Risposta mancante

### **Mercato azionario**

*Item 1: "Sulla base delle informazioni fornite, quali azioni si dovrebbero acquistare o vendere al fine di massimizzare le possibilità di ottenere maggiori profitti il giorno successivo?"*

Codice 1: Il problem solver utilizza il modello di investimento corretto per massimizzare il profitto

Codice 0: Altre risposte

Codice 9: Risposta mancante

*Item 2: "Sulla base delle informazioni fornite, quali azioni si dovrebbero acquistare o vendere al fine di massimizzare le possibilità di ottenere maggiori profitti il giorno successivo?"*

Codice 1: Il problem solver utilizza il modello di investimento corretto per massimizzare il profitto

Codice 0: Altre risposte

Codice 9: Risposta mancante

Data la diversità di item e di unità APS per le varie dimensioni del compito, una possibile distinzione tra le dimensioni può essere basata sulla dinamicità della situazione (per esempio, item statici vs. dinamici) o sull'inclusione di processi metacognitivi (per esempio, item che richiedono metacognizione vs. item che non richiedono metacognizione in misura sostanziale). Queste possibili dimensioni, tuttavia, non saranno esplicitate da un punto di vista psicometrico, per esempio sotto forma di punteggi APS separati, bensì potranno essere utilizzate per assicurare la validità dell'assessment APS.

#### **4.3.2 Dati del file di registro**

Oltre all'assegnazione di un punteggio alle risposte dei problem solver presentate direttamente dopo aver completato un item, i dati del file di registro vengono utilizzati per recuperare e valutare determinati comportamenti durante la risoluzione di un problema. Tali dati possono

includere la sequenza delle azioni, la selezione o meno di determinati elementi nell'ambiente del problema e il tempo impiegato per svolgere i compiti. Mentre quest'ultimo aspetto può essere utile per determinare l'impegno nelle prove o le risposte anomale (Goldhammer *et al.* 2017; Marianti *et al.* 2014), il primo può fornire spunti di riflessione sulla metacognizione. Alcuni di questi comportamenti possono addirittura ricevere un punteggio.

Per esempio, il fatto che un problem solver utilizzi o meno una determinata fonte di informazioni (quali un collegamento ipertestuale a un testo che contiene informazioni rilevanti) può essere un indicatore sia dei processi cognitivi che metacognitivi di ricerca di informazioni e di comprensione del problema. Se, infatti, un problem solver non accede a queste informazioni, possono esserci limitazioni nella risoluzione del problem solo a causa di informazioni mancanti o di una conseguente soluzione che non soddisfa pienamente tutti i criteri. Per esempio, considerare le informazioni sulle restrizioni di tempo nell'esempio della preparazione della cena è essenziale per le prestazioni APS. In questo senso, i dati del file di registro contribuiscono all'analisi o alla descrizione delle prestazioni di problem solving all'interno del compito. Nel complesso, i dati del file di registro possono fornire informazioni che vanno oltre la mera correttezza della risposta a un item, e indicare il comportamento di esecuzione delle prove e, in alcuni casi, i processi metacognitivi.

## 5. Adaptive Problem Solving e suo nesso con i relativi costrutti e implicazioni per il II Ciclo di PIAAC

Finora abbiamo descritto l'importanza di APS nel mondo attuale e in continuo mutamento (sezione 1), definito e spiegato cosa si intende per APS (sezione 2) e abbiamo introdotto le dimensioni fondamentali che costituiscono un problema di natura adattiva (sezione 3) prima di concretizzare come è possibile valutare le competenze di APS. Tuttavia, è anche fondamentale descrivere teoricamente ciò che differenzia l'APS da altre competenze fondamentali, poiché l'APS comprende un insieme di competenze cognitive di ordine superiore che sono correlate ad altri domini, come la literacy, la numeracy o le competenze digitali. Per esempio, l'APS si basa spesso su rappresentazioni verbali e grafiche che la persona deve essere in grado di analizzare per acquisire le informazioni necessarie a risolvere il problema. L'esempio della preparazione della cena presentato nella sezione 2.2 comprende istruzioni scritte, una mappa e un post-it; e l'esempio del mercato azionario ha una serie di tabelle e grafici. Indipendentemente dalla loro capacità di risolvere il problema in modo adattivo, i problem solver devono essere in grado di analizzare e dare un senso alle informazioni contenute in queste rappresentazioni, il che è probabilmente legato alle loro capacità di literacy.

Nella presente sezione si discute lo stato di APS in relazione ad alcuni di questi domini che si sovrappongono. Prendiamo in esame le somiglianze e le differenze tra i domini ed elenchiamo una serie di caratteristiche distintive che differenziano l'APS come costrutto. Spieghiamo anche come la progettazione dei compiti APS intenda ridurre la potenziale influenza di questi domini correlati.

## 5.1 Adaptive Problem Solving e Literacy

La parola literacy è a volte impiegata nel senso più ristretto di ‘saper leggere e scrivere’. Tuttavia, negli ultimi 20 anni, la definizione è stata ampliata in modo da comprendere le capacità legate all'uso funzionale dei documenti, che riflette la crescente pervasività della lettura e della scrittura nelle società post-industriali (Rouet e Britt 2017). A sua volta, l'uso funzionale di un documento comporta spesso forme di ragionamento che equivalgono al problem solving (per esempio, decidere quale prodotto acquistare sulla base di due descrizioni di prodotti concorrenti). Pertanto, è importante chiarire i confini tra APS e literacy.

La literacy è destinata a sovrapporsi alla maggior parte delle aree di valutazione perché la maggior parte delle procedure di valutazione si basa sulla comunicazione attraverso il linguaggio naturale. In concreto, qualunque sia il dominio delle prove, i partecipanti devono sempre leggere e comprendere le istruzioni scritte, le domande e gli stimoli per dimostrare la loro abilità nei rispettivi domini. Il completamento dei compiti APS non fa eccezione a questa regola, poiché è necessario un livello minimo di literacy per risolvere un problema di natura adattiva. Tuttavia, sono diverse le dimensioni che contribuiscono a rendere l'APS un dominio a sé stante. Alcune delle dimensioni principali sono i tipi di rappresentazione utilizzati nei materiali delle prove, il livello di specificazione del problema e gli aspetti dinamici dell'ambiente (tabella 5.1.1).

**Tabella 5.1.1 Assessment di APS e literacy del secondo ciclo di PIAAC (nota: le altre dimensioni specifiche per la literacy non sono qui rappresentate)**

	<b>Assessment di APS del secondo ciclo di PIAAC</b>	<b>Assessment della reading literacy</b>
Tipi di rappresentazione	Tra i materiali ci sono rappresentazioni verbali e non verbali, compresi grafici interattivi e dispositivi simulati.	Tra i materiali ci sono testi, possibilmente insieme a grafici statici.
Definizione del compito	I compiti possono essere ben definiti o mal definiti	I compiti sono generalmente ben definiti.
Caratteristiche dell'ambiente del compito	L'ambiente può cambiare nel corso del tempo in funzione delle azioni dei problem solver o di altri fattori (ossia, un ambiente dinamico)	L'ambiente è statico.

In un assessment di reading literacy, i materiali comprendono per definizione testi scritti, a volte accompagnati da altre rappresentazioni aggiuntive, come ad esempio un grafico o un'immagine. I materiali inclusi nell'assessment di APS comprendono una serie di stimoli, alcuni dei quali quasi interamente non verbali. Inoltre, i compiti di reading literacy sono concepiti per essere ben definiti, mentre alcuni compiti di problem solving sono intenzionalmente lasciati parzialmente impliciti. Infine, un ambiente di reading literacy prevede uno o più passaggi di testo che vengono forniti all'inizio e rimangono gli stessi per tutta la durata del compito. Gli ambienti APS possono cambiare nel tempo in funzione di una serie di fattori, tra cui le azioni dei problem solver.

Al fine di massimizzare la specificità dell'assessment di APS, si farà attenzione a sviluppare compiti che non pongano sfide significative dal punto di vista della reading literacy. Per esempio, nel caso di compiti APS che includono testi scritti, questi saranno limitati a brevi e semplici brani in combinazione con rappresentazioni non verbali. A titolo di esempio, il caso della preparazione della cena prevede una semplice descrizione e una breve lista di cose da fare. Il caso del mercato azionario non contiene alcun brano esteso di testo. La difficoltà in questa unità deriva chiaramente dalla necessità di gestire molteplici fonti dinamiche di informazioni per lo più non verbali, il che la rende probabilmente distinta da un compito di reading literacy.

## 5.2 Adaptive Problem Solving e uso competente delle Tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT)

Nel corso della seconda metà del XX secolo, i dispositivi digitali (per esempio mainframe, computer, laptop, iPad e smartphone) si sono diffusi rapidamente e capillarmente nelle società sviluppate. La capacità delle persone di gestire questi dispositivi ha avuto un impatto sempre più importante sul loro accesso all'occupazione, sulla partecipazione civica e sulla loro vita personale in generale. Sono stati fatti numerosi appelli ai governi e ad altre organizzazioni affinché si valutassero le capacità delle persone di usare i computer e i dispositivi annessi, in vari ambiti che vanno dalla "alfabetizzazione informatica" (Eshet-Alkalai 2004), alla "competenza digitale" (Ferrari 2017, per citarne solo alcuni).

L'uso competente dei dispositivi digitali consiste nel saper eseguire operazioni di base come l'apertura di una cartella, la denominazione di un file o l'aggiornamento di un software, ma anche nell'eseguire compiti più complessi come la gestione di un archivio di foto o di e-mail, la risoluzione di problemi di compatibilità di sistema o di applicazione, o il contatto con il servizio clienti per ottenere informazioni. Le indagini e le valutazioni relative all'uso del computer da parte delle persone hanno generalmente incluso compiti a vari livelli di difficoltà.

I dispositivi digitali vengono utilizzati per eseguire una gamma sempre più ampia di compiti, anche non di routine. Inoltre, questi dispositivi sono generalmente dinamici e interattivi, e offrono numerose opportunità di adattamento. Pertanto, è importante chiedersi in che modo l'APS si differenzia da una valutazione delle competenze digitali. La tabella 5.2.1 evidenzia due di queste dimensioni.

**Tabella 5.2.1 APS del secondo ciclo di PIAAC e competenze digitali (adattati da Greiff *et al.* 2017)**

	APS del secondo ciclo di PIAAC	"Competenze digitali" *
Ruolo dei dispositivi digitali nell'ambiente del compito	Variabile da nessuno a centrale	Generalmente ampio
Status dei compiti	I compiti prevedono obiettivi non banali	Una gamma di compiti che va da quelli di routine a quelli complessi.

\*Qui l'espressione "competenza digitale" riassume i vari costrutti e framework che hanno affrontato la conoscenza e la competenza delle persone sull'uso dei dispositivi digitali. Per un'analisi si veda Ferrari (2012).

Innanzitutto, alcuni compiti APS richiederanno l'uso di dispositivi e applicazioni digitali, mentre altri no. Per esempio, il compito relativo alla preparazione della cena utilizza una mappa statica, anche se questa potrebbe essere impostata tramite sistemi informativi integrati, come per esempio un editor GPS. Anche l'esempio del mercato azionario utilizza semplici rappresentazioni, anche se un'applicazione a fogli di calcolo potrebbe essere di una certa utilità per le persone con un alto livello di competenza digitale. Idealmente, i prerequisiti in termini di competenza digitale devono rimanere minimi in un'assessment di APS.



In secondo luogo, i compiti APS comportano obiettivi non banali, mentre le valutazioni della competenza digitale possono riguardare aspetti sia di routine che non routinari. Per esempio, nell'esempio del mercato azionario, le informazioni relative a due aziende cambiano durante lo svolgimento del compito, richiedendo al problem solver di adeguare di conseguenza le proprie decisioni d'investimento. Il ricorso all'uso dell'ICT è minimo, anche se si ritiene che la complessità in termini di gestione degli obiettivi sia da moderata a elevata.

### 5.3 Adaptive Problem Solving e Problem Solving in ambienti tecnologicamente avanzati

La prevalenza del problem solving nell'uso delle ICT ha stimolato gli sforzi per capire cosa i partecipanti possono o non possono fare quando si trovano ad affrontare compiti che implicano usi non routinari della tecnologia. Pertanto, la valutazione delle competenze tradizionali, ovvero di literacy e numeracy, è stata ampliata da una valutazione dell'abilità degli individui di utilizzare efficacemente le tecnologie dell'informazione e della comunicazione per risolvere i problemi (per es. PS-TRE; OECD 2012). Il dominio è stato definito come segue:

L'utilizzo della tecnologia digitale, di strumenti e reti di comunicazione per acquisire e valutare informazioni, comunicare con gli altri e svolgere compiti pratici (OECD 2012, 47).

Poiché l'assessment di APS utilizzerà anche ambienti tecnologicamente avanzati all'interno dei quali è inserito il problema, è importante confrontare l'APS anche con la valutazione del problem solving nel primo ciclo di PIAAC.

PS-TRE si è concentrato sugli usi 'non routinari' della tecnologia, cioè quelli in cui gli individui devono stabilire obiettivi e piani ad hoc, accedere alle informazioni presentate sul computer e utilizzarle. Di conseguenza, l'assessment di PS-TRE nel primo ciclo di PIAAC ha previsto una valutazione delle capacità di risoluzione dei problemi che si applicano ad ambienti tecnologicamente avanzati. Gli stimoli sono stati presentati nel contesto di ambienti simulati di browser web, e-mail e fogli di calcolo. I compiti hanno richiesto ai partecipanti di accedere a informazioni inerenti alle loro esigenze,

utilizzando gli strumenti disponibili nelle applicazioni informatiche. A seconda del compito, sono state messe a disposizione una o più applicazioni. Per esempio, un compito potrebbe richiedere ai rispondenti di utilizzare un sistema di prenotazioni online per gestire le richieste di prenotazione di una sala riunioni e inviare e-mail per rifiutare le richieste nel caso in cui non sia possibile soddisfarle. L'ambiente in genere includeva più informazioni di quante ne fossero necessarie per risolvere il compito.

Al contrario, l'assessment di APS nel secondo ciclo di PIAAC non valuterà sistematicamente la capacità dei problem solver di interagire con ambienti tecnologicamente avanzati. L'APS si concentra invece sulla capacità dei problem solver di adattarsi a condizioni mutevoli, come un cambiamento nella definizione del problema, difficoltà inaspettate quando si intraprende un percorso verso una soluzione, o semplicemente un ambiente dinamico che cambia in modo più o meno prevedibile in funzione del tempo (vd. sezione 2). Dai problem solver competenti ci si aspetta che siano in grado di rilevare e gestire queste condizioni mutevoli. Tra queste possono esserci la rinuncia a un percorso iniziale verso una soluzione, il ritorno alle fasi precedenti del processo di problem solving e/o l'integrazione di nuove condizioni nella propria strategia di risoluzione del problema.

In sintesi (tabella 5.3.1), i compiti APS comprendono una quantità variabile di informazioni, e nella maggior parte di essi sarà introdotto un vincolo che richiede un adattamento alle condizioni mutevoli.

**Tabella 5.3.1 APS del secondo ciclo di PIAAC e PS-TRE del primo ciclo di PIAAC**

	APS del secondo ciclo di PIAAC	PS-TRE del primo ciclo di PIAAC
Quantità di informazioni presentate e/o richieste per risolvere il problema	Variabile	Generalmente ampia
Utilizzo di applicazioni informatiche*	Richiesto in alcuni compiti, l'uso competente non fa parte della valutazione	Richiesto in tutti i compiti
Necessità di adattarsi a condizioni mutevoli	Richiesta nella maggior parte dei compiti	Richiesta in alcuni compiti

\*Sia il primo che il secondo ciclo di PIAAC utilizzano simulazioni di applicazioni informatiche tradizionali come un foglio di calcolo o un browser web. Le simulazioni sono tipicamente caratterizzate da un insieme limitato di funzioni (per esempio, una funzione di ordinamento sul foglio di calcolo), presentate in modo standard per massimizzare il collegamento con le applicazioni reali.

## 5.4 Sintesi e conclusioni

In questa sezione abbiamo esaminato il rapporto di APS con tre costrutti e domini correlati: literacy, competenze digitali e PS-TRE. A causa della loro portata e dell'uso universale del linguaggio scritto per trasmettere istruzioni e stimoli, i domini sono destinati a sovrapporsi. Tuttavia, abbiamo elencato alcuni aspetti che rendono quello di APS un dominio distinto dagli altri. Uno degli aspetti è la diversità delle rappresentazioni utilizzate nell'ambiente del problem solving; un altro è la natura non banale e a volte parzialmente implicita dei compiti; infine, APS implementa in maniera singolare ambienti dinamici e interattivi.

Il dominio di competenze che viene implementato in APS riflette le attuali esigenze degli individui, sia sul posto di lavoro che nella società in generale. In particolare, risponde all'esigenza dei singoli di adeguarsi a condizioni che possono cambiare rapidamente e talvolta in modo imprevedibile.

## Bibliografia

- AINSWORTH S., PRAIN V., TYTLER R. (2011), Drawing to learn in science, *Science*, vol.333, pp.1096–1097
- ANTONIETTI A., IGNAZI S., PEREGO P. (2000), Metacognitive knowledge about problem-solving methods, *British Journal of Educational Psychology*, vol.70, pp.1-16
- AUTOR D., LEVY F., MURNANE R.J. (2003), The skill content of recent technological change: an empirical exploration, *Quarterly Journal of Economics*, vol.118, pp.1279-1334
- BJORK R.A., DUNLOSKY J., KORNELL N. (2013), Self-regulated learning: beliefs, techniques, and illusions, *Annual Review of Psychology*, vol.64, pp.417–44
- BRAITHWAITE D.W., GOLDSTONE R.L. (2015), Effects of variation and prior knowledge on abstract concept learning, *Cognition and Instruction*, vol.33, pp.226–256
- EFKLIDES A., VLACHOPOULOS S. (2012), Measurement of metacognitive knowledge of self, task, and strategies in mathematics, *European Journal of Psychological Assessment*, vol.28, pp.227-239
- ERICSSON K.A., POOL R. (2016), *Peak: secrets from the New Science of Expertise*, New York, Eamon Dolan/Houghton Mifflin Harcourt
- ESHET-ALKALAI Y. (2004), Digital Literacy. A conceptual framework for survival skills in the digital era, *Journal of Educational Multimedia & Hypermedia*, vol.13, pp. 93-106
- FELSTEAD A., GALLIE D., GREEN F., INANC H. (2013), *Skills at work in Britain: first findings from the skills and employment survey 2012*, Centre for Learning

and Life Chances in Knowledge Economies and Societies, Institute of Education, London

FERRARI A. (2017), *DIGCOMP: a framework for developing and understanding digital competence in Europe*, Seville, JRC-IPTS

FISCHER A., GREIFF S., FUNKE J. (2012), The process of solving complex problem, *Journal of Problem Solving*, vol.4, pp.19-42

FUNKE J. (2010), Complex problem solving: a case for complex cognition? *Cognitive Processing*, vol.11/2, pp.133-142

GICK M.L. (1986), Problem-solving strategies, *Educational Psychologist*, vol.21, pp.99-120

GOLDHAMMER F., MARTENS T., LÜDTKE O. (2017), Conditioning factors of test-taking engagement in PIAAC: an exploratory IRT modelling approach considering person and item characteristics, *Large-scale Assessments in Education*, 5, p.18

GREIFF S., SCHEITER K., SCHERER R., BORGONOV F., BRITT A., GRAESSER A., KITAJIMA M., ROUET J.F. (2017), *Adaptive problem-solving: moving towards a new assessment domain in the second cycle of PIAAC*, OECD Working Papers, n.156, OECD, Parigi

GREIFF S., WÜSTENBERG S., AVVISATI F. (2015), Computer-generated log-file analyses as a window into students' minds? A showcase study based on the PISA 2012 assessment of problem solving, *Computers & Education*, vol.91, pp.92-105

KLAHR D. (2002), *Exploring Science: the cognition and development of discovery processes*, MIT press, Cambridge UK

KLAHR D., DUNBAR K. (1988), Dual space search during scientific reasoning, *Cognitive Science*, vol. 12/1, pp.1-48

LEE C.B., JONASSEN D., TEO T. (2011), The role of model building in problem solving and conceptual change, *Interactive Learning Environments*, vol.19, pp.247-265

LEVY F., MURNANE R.J. (2006), Why the changing American economy calls for 21st century learning: Answers to educators' questions, *New Directions for Youth Development*, vol.110, pp.53-62

- MARIANTI S., FOX J.P., AVETISYAN M., VELDKAMP B.P., TIJMSTRA J. (2014), Testing for aberrant response behavior in response time modeling, *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, vol.39, pp.426-451
- MAYER R.E., WITTRUCK R.C. (2006), Problem solving, in Alexander P.A., Winne P.H. (Eds.), *Handbook of educational psychology* (2nd ed.), Erlbaum, Mahwah, NJ, pp.287–304
- NATHAN M.J., KINTSCH W., YOUNG E. (1992), A theory of algebra-word-problems comprehension and its implications for the design of learning environments, *Cognition and Instruction*, vol.9, pp.329-389
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2012), *Education for life and work: developing transferable knowledge and skills in the 21st century*, The National Academies Press, Washington DC
- NELSON T.O., NARENS L. (1990), Metamemory: a theoretical framework and new findings, in Bower G.H. (Ed.), *The psychology of learning and motivation: advances in research and theory*, vol.26, pp.125-141, Academic Press, San Diego CA
- NEWELL A., SIMON H.A. (1972), *Human Problem Solving*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ
- OECD (2018), *The use of tablets for collecting data in the 2nd cycle of PIAAC*, 20th Meeting of the PIAAC Board of Participating Countries, OECD Headquarters, Parigi, OECD Publishing
- OECD (2014), *PISA 2012 Results: creative problem solving students' skills in tackling real-life problems*, vol.V, Parigi, OECD Publishing
- OECD (2013a), *PISA 2015 Collaborative Problem Solving Framework* <[DOI 10.1787/9789264281820](https://doi.org/10.1787/9789264281820)>
- OECD (2013b), *Technical Report of the Survey of Adult Skills (PIAAC)*, Parigi, OECD Publishing <<https://bit.ly/3b6oO3R>>
- OECD (2012), *Literacy, numeracy and problem solving in technology-rich environments: framework for the OECD survey of adult skills*, Parigi FR, OECD Publishing

- PELLEGRINO J.W., HILTON M. (2012), *Education for life and work: developing transferable knowledge and skills in the 21st century*, Washington DC, The National Academies Press
- ROSS B.H. (1989a), Reminders in learning and instruction, in Vosniadou S., Ortony (eds.), *Similarity and analogical reasoning*, pp.438–469, Cambridge CA, Cambridge University Press
- ROSS B.H. (1989b), Distinguishing types of superficial similarity: different effects on the access and use of earlier problems, *Journal of experimental psychology: learning, memory, and cognition*, vol.15, pp.456–468
- ROUET J.F., BRITT M.A. (2017), *Literacy in 2030*, Report commissioned by the OECD's Education 2030 project, Parigi FR, OECD
- VOLLMAYER R., BURNS B.D., HOLYOAK K.J. (1996), The impact of goal specificity on strategy use and the acquisition of problem structure, *Cognitive Science*, vol.20/1, pp.75-100
- ZHANG J. (1997), The nature of external representations in problem solving, *Cognitive Science*, vol.21, pp.179–217

## Appendice

Tabella A.1 Descrizione degli indicatori di difficoltà

(1) Configurazione del problema		
Indicatori di difficoltà		Descrizione del problema
1a: numero di elementi, relazioni e operazioni	Quanti elementi deve considerare il problem solver nel contesto del problema. Questo si riferisce non solo agli elementi importanti per la soluzione al problema, ma anche a 'elementi superflui'.	<p>Un problema semplice avrà solo pochi elementi, e tutti saranno rilevanti per il compito. Per esempio: un solo quadrante e un solo pannello di lettura.</p> <p>Un problema difficile avrà un numero maggiore di elementi, caratterizzati da relazioni tra loro, e alcuni non rilevanti per il compito. Per esempio, su quattro quadranti e sei pannelli di lettura, quattro dei pannelli rispondono normalmente ai comandi dei quadranti, e due dei pannelli rispondono invece agli effetti dell'interazione tra i quadranti. Per risolvere il problema sono necessari un solo quadrante e un solo effetto di interazione, il resto sono elementi superflui e irrilevanti.</p>
1b: pertinenza e accessibilità degli operatori	<p>Quanto sono visibili le risorse necessarie a risolvere il problema?</p> <p>Quanto sono accessibili sullo schermo e più in generale nell'ambiente del problema?</p>	<p>Un problema semplice avrà operatori prontamente disponibili fin dall'inizio, disposti in modo visibile e logico sull'interfaccia. In un problema di questo tipo, il problem solver non avrà bisogno di intraprendere azioni aggiuntive per accedere a questi elementi. Per esempio, se fosse necessario per risolvere il problema, potrebbe apparire automaticamente o essere sempre disponibile in un angolo dello schermo una finestra aggiuntiva che mostra i progressi nelle soluzioni (in percentuale).</p> <p>Un problema difficile costringerà il problem solver ad adottare misure supplementari per accedere alle informazioni o ad altre risorse. Con un problema di questo tipo le risorse non saranno disposte in modo visibile (potrebbe essere necessario recuperarle da un numero maggiore di risorse, disponibili in un "cestino", né sarà necessario 'richiamarle' sullo schermo premendo un pulsante), oppure le risorse non saranno prontamente disponibili all'inizio, ma dovranno essere create durante il processo di problem solving (per esempio, in una simulazione chimica, mescolando sostanze di base per ottenere un elemento di livello più alto, e alcuni di questi elementi di livello più alto possono essere poi utilizzati per risolvere il problema).</p>



1c: interazioni tra elementi del problema	Gli elementi manipolabili dell'interfaccia interferiscono nella produzione di un effetto?	Un problema semplice farà sì che ogni pulsante o quadrante provochi un effetto evidente e unico su un pannello di lettura. Un problema difficile presenterà elementi manipolabili (per esempio, pulsanti, quadranti, levette) che provocano effetti tramite l'interazione. Per esempio, mentre ciascuno dei due pulsanti produce un output su un pannello di lettura dedicato, un terzo pannello di lettura mostra il risultato prodotto dall'interazione di due quadranti (per esempio, quadranti per la temperatura e l'umidità, con un terzo pannello di lettura che mostra il tempo stimato per il completamento di una coltura biologica). Oppure, il pannello di lettura di ciascun quadrante dipende dall'altro quadrante (per esempio, quando aumenta la temperatura, aumenta anche la pressione sul pannello di lettura della pressione, anche se non c'è interazione sul relativo tastierino).
1d: numero di compiti e obiettivi paralleli	Quanti obiettivi prevede il problema? Quanti compiti devono essere eseguiti in parallelo per raggiungere questi obiettivi?	Un problema semplice può richiedere al problem solver di raggiungere un solo obiettivo (per esempio, impostare la temperatura di un'incubatrice). Se vengono dati più obiettivi, il problem solver non è tenuto a risolverli in parallelo, ma uno dopo l'altro (uno alla volta, consecutivamente). Per esempio, sarà necessario che il problem solver faccia funzionare un solo quadrante per osservare il cambiamento nel pannello di lettura. Un problema difficile può richiedere al problem solver di raggiungere due o più obiettivi separati (per esempio, impostare la temperatura e l'umidità di un'incubatrice richiederebbe al problem solver di premere due pulsanti, o di operare su due quadranti contemporaneamente, al fine di osservare un cambiamento nel pannello di lettura), oppure di raggiungere uno o più obiettivi in un numero massimo di passaggi (la parsimonia nel problem solving, vale a dire, mantenere i passaggi sotto una certa soglia, è un obiettivo di per sé). Il problem solver dovrebbe anche tentare di raggiungere questi obiettivi contemporaneamente (non uno dopo l'altro).

L'esempio della "Preparazione della cena" è di difficoltà medio-alta da questo punto di vista. Richiede al partecipante di raggiungere due obiettivi contemporaneamente (fare la spesa e portare il bambino a scuola, e poi andarlo a riprendere): in questo modo gli si richiede di soddisfare i requisiti cognitivi e metacognitivi. Ma il problema ha solo un numero limitato di luoghi da visitare, i percorsi che possono essere utilizzati sono molto evidenti e accessibili al problem solver sull'interfaccia, così come tutte le altre informazioni necessarie.

L'esempio del "Mercato azionario" è di grande difficoltà in termini di configurazione del problema. Sebbene chieda al partecipante di raggiungere un solo obiettivo (raggiungere un certo livello di liquidità), il problema presenta un elevato numero di elementi nella sua definizione iniziale: i diversi portafogli hanno ciascuno una cronologia di variazione di cui tenere conto. Dall'altra parte, tutti questi elementi sono evidenti e prontamente disponibili per il partecipante.

**(2) Aspetti dinamici della situazione**

Indicatori di difficoltà		Descrizione del problema
2a: numero di caratteristiche che cambiano e relativa rilevanza	Quante caratteristiche cambiano da un'iterazione all'altra? Quanto è rilevante il cambiamento di queste caratteristiche per il processo di problem solving? Il cambiamento può essere indotto per elementi essenziali o per questioni meno importanti o addirittura banali.	<p>Un problema semplice può avere solo una caratteristica che cambia da una fase all'altra. Per esempio, un elemento dell'interfaccia cambia posizione, o un quadrante cambia funzione, o un parametro (per esempio, la temperatura) cambia da un'iterazione all'altra. Inoltre, un semplice problema presenta cambiamenti indotti in aspetti banali del problema, aspetti che non sono fondamentali per il processo di problem solving. Il cambiamento è piuttosto un elemento distrattore in questo caso, per esempio, è cambiata la temperatura esterna, ma la temperatura esterna non è rilevante per la soluzione di un problema che richiede al problem solver di impostare la luminosità di una lampadina.</p> <p>Un problema difficile presenta un numero maggiore di elementi che cambiano. Per esempio, l'intera interfaccia viene riorganizzata e i pulsanti cambiano posizione. Oppure un numero maggiore di pulsanti (tutti?) cambia funzionalità: iniziano ad interagire ora, oppure il loro effetto sui pannelli di lettura non è più lineare ma esponenziale, ecc.</p> <p>Inoltre, un problema difficile cambia elementi che sono fondamentali per la soluzione del problema e che devono essere compresi dal problem solver e considerati nel processo di problem solving per avere successo. Per esempio, se i problem solver non capiscono il nuovo effetto non lineare di un quadrante non saranno in grado di risolvere il problema.</p>
2b: pertinenza del cambiamento (se qualcosa cambia)	Al problem solver viene suggerito il cambiamento? Il cambiamento è annunciato o comunque ovvio, oppure è nascosto e deve essere scoperto dal problem solver? Si riferisce al 'se' del cambiamento (se qualcosa è cambiato). Quando al problem solver viene dato un suggerimento su un cambiamento in un elemento, si può anche spiegare (o meno) il modo particolare in cui questo è cambiato. Questo si riferisce al 'come' del cambiamento (in che modo qualcosa è cambiato).	<p>In un problema semplice si annuncia il cambiamento al problem solver, per esempio dichiarando che c'è stato un cambiamento. Un problema semplice spiegherà anche al problem solver esattamente cosa è cambiato e in che modo. Un problema difficile non annuncia il cambiamento: semplicemente introduce nel problema un elemento nuovo, che può essere visibile fin dall'inizio, ma la comparsa di un cambiamento non viene suggerita al problem solver. Oppure può cambiare la funzionalità di un elemento dell'interfaccia (per esempio, un pulsante), ma questo cambiamento non viene suggerito. Un problema difficile, inoltre, non spiegherà al problem solver come sono cambiate le cose. Per esempio, la funzione di un elemento dell'interfaccia può essere cambiata, e il suo risultato sul pannello di lettura può non essere più lineare, ma curvilineo.</p>

2c: frequenza del cambiamento	Quanto è frequente il cambiamento? Potrebbe essere iterativo, cioè non molto frequente, o “a gocciolamento continuo”, cioè costante.	<p>Un problema semplice può presentare un cambiamento con bassa frequenza: da un item all'altro, o anche ogni 2-3 item, c'è qualche cambiamento nella definizione del problema. Nel corso di un intero problema con 10 item, forse ci sono 2-3 cambiamenti. Non vi è alcun cambiamento all'interno dell'item, ma solo da un item all'altro.</p> <p>Un problema difficile ha elementi che cambiano continuamente, anche all'interno di un determinato item. Per esempio, la temperatura oscilla costantemente e il problem solver deve regolare i tastierini tenendo conto di queste fluttuazioni di temperatura.</p>
2d: grado di impasse	È probabile che il cambiamento induca a una situazione di impasse? Vale a dire, il cambiamento crea effettivamente un altro problema, che deve essere risolto per primo, o complica la soluzione del problema iniziale? Quanto è probabile che il cambiamento indotto chiuda una via per risolvere il problema che era ovvia prima del cambiamento, cioè che richieda al problem solver di riconsiderare il problema da zero?	<p>Un problema semplice introdurrà un cambiamento che, pur portando con sé le informazioni supplementari, non provocherà una situazione di impasse: le strade ovvie per risolvere il problema prima del cambiamento rimangono le stesse dopo il cambiamento. Per esempio, se il problem solver deve regolare la temperatura di una stanza attraverso un quadrante, anche se questo non produce più un effetto lineare, ma esponenziale, l'effetto rimane positivo se il comando sul quadrante viene girato a destra.</p> <p>Un problema difficile porterà a una situazione di impasse, cioè allontanerà il problem solver dal percorso che era ovvio per la soluzione dei problemi fino all'introduzione del cambiamento. Andrà contro il modo in cui il problema è stato risolto in precedenza (per esempio, il pulsante che secondo l'esperienza precedente del problem solver stava facendo qualcosa, ora sta facendo qualcos'altro), oppure interagirà con il modo in cui il problem solver pensava di risolvere il problema (per esempio, il problem solver lavora verso l'obiettivo in modo prevedibile con le risorse attuali, e alcune di queste risorse scompaiono dopo il cambiamento, quindi deve ripensare il problema).</p>

L'esempio della "Preparazione della cena" è di bassa difficoltà da questo punto di vista. La configurazione del problema non cambia affatto e viene manipolato un solo elemento, cioè un solo percorso. Si potrebbe creare un'ulteriore situazione di stallo nel problema, per esempio facendo finire la disponibilità di un ingrediente in un negozio. Ma il cambiamento è certamente esplicito, trasparente e poco frequente in questo esempio.

L'esempio del "Mercato azionario" è di difficoltà medio-alta in termini di dinamica della situazione. Il cambiamento è continuo e frequente, e avviene in un gran numero di elementi (in tutte le azioni in cui il problem solver ha investito). Il cambiamento è comunque evidente ed esplicito. È possibile inserire un'impasse all'interno degli item modificando lo schema nel quale le diverse azioni variano da una iterazione all'altra.

(3) Caratteristiche dell'ambiente		
Indicatori di difficoltà		Descrizione del problema
3a: ricchezza di informazioni	Quante informazioni ci sono nella definizione del problema? Sono compresi sia gli elementi che sono rilevanti sia quelli che non lo sono per la soluzione del problema.	<p>Un problema semplice presenta un insieme molto limitato di elementi: il minimo indispensabile per definire il problema, poco contesto intorno ad esso, nessuna informazione aggiuntiva irrilevante. Per esempio, vengono presentati un quadrante, un pannello di lettura e una descrizione di base del fenomeno (per esempio, la temperatura di un forno).</p> <p>Un problema difficile contiene un gran numero di elementi, alcuni dei quali sono necessari per definire il problema (per esempio, un numero maggiore di quadranti e pannelli di lettura, una descrizione dell'intera interfaccia, una descrizione del contesto e dei motivi per cui il problema deve essere risolto, una descrizione della storia più generale in cui il problema è collocato, ecc.), le funzionalità dell'interfaccia e del compito, alcune delle quali sono irrilevanti per il problema, ma arricchiscono l'ambiente del problema (per esempio, si potrebbero fornire dettagli su come altri compiti vengono svolti con le stesse risorse di base, oppure sullo stato delle altre risorse che non sono necessarie per il problema in questione).</p>
3b: proporzione di informazioni irrilevanti	Quanti "elementi superflui", ovvero informazioni irrilevanti, ci sono nell'ambiente del problema?	<p>Un problema semplice non contiene informazioni irrilevanti: tutte le informazioni fornite sono rilevanti per la soluzione del problema, ogni singolo pezzo è fondamentale: togliendo quel pezzo si rende il problema irrisolvibile.</p> <p>Un problema difficile presenta una quantità maggiore di informazioni che non sono rilevanti per la soluzione del problema stesso. Se una tale informazione venisse eliminata, il problema sarebbe altrettanto facilmente risolvibile. Questo tipo di informazioni non contribuisce a risolvere il problema, ma è un distrattore e mette alla prova il problem solver nel saper distinguere ciò che è rilevante e fondamentale da ciò che non lo è.</p>
3c: (mancanza di) struttura dell'ambiente	Quanto è strutturato l'ambiente?	<p>Un problema semplice è costruito in un ambiente ben strutturato. Gli ambienti ben strutturati avranno una struttura sia intuitiva che semplice, con un numero ridotto di categorie chiaramente etichettate e definite. I dati possono essere presentati in tabelle o grafici semplici, ben raggruppati e strutturati.</p> <p>Un problema difficile è costruito in un ambiente non strutturato. L'ambiente può essere "strutturabile" dal problem solver, vale a dire che il problem solver potrebbe strutturare le informazioni disponibili in categorie logiche, ma le informazioni non sono presentate in modo così strutturato. Gli ambienti non strutturati presentano in linea di principio diverse categorie (per esempio, dati provenienti da diverse fonti, riguardanti diversi fenomeni) e i dati di queste categorie sono forniti in forma narrativa e interconnessi l'uno con l'altro, in modo che nessuna struttura sia visibile a prima vista.</p> <p>La strutturazione delle informazioni è uno dei compiti che il problem solver verrebbe chiamato a svolgere per risolvere il problema.</p>

3d: Numero di fonti di informazione	Da quante fonti provengono le informazioni? Queste potrebbero essere l'effettiva definizione del problema (introduzione), il processo di soluzione in sé, il sistema attraverso i suoi vari pulsanti, i pannelli di aiuto, ecc.	Un problema semplice presenta una sola fonte di informazioni: la descrizione del problema. Nessun'altra informazione è a disposizione del problem solver. Un problema difficile ha un numero maggiore di fonti di informazioni. Le informazioni principali provengono dalla definizione del problema, ma saranno disponibili diverse altre fonti di informazioni. Potrebbero essere pulsanti aggiuntivi (per es. un pulsante di aiuto, un pulsante "leggi la cronologia", una simulazione di "ricerca su Google" oppure un "pulsante Wikipedia", ecc.). Il processo stesso di problem solving potrebbe fornire informazioni e feedback continui sul compito, soprattutto per i compiti più complessi. È possibile che un narratore intervenga per dare informazioni supplementari, o che lo facciano anche più narratori, fornendo informazioni provenienti da altre aree.
-------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

L'esempio della "Preparazione della cena" è di difficoltà medio-bassa da questo punto di vista. L'ambiente non è estremamente ricco, non offre molte informazioni al di là di quanto è assolutamente necessario per risolvere il problema (i percorsi, i negozi, la lista della spesa). Non vengono presentate informazioni irrilevanti, non sono presenti fonti di informazioni separate e l'ambiente, così com'è, è strutturato. Anche l'esempio del "Mercato azionario" è di bassa difficoltà in termini di caratteristiche dell'ambiente: nell'ambiente non vengono presentate informazioni aggiuntive oltre al problema reale.

PIAAC (Programme for the International Assessment of Adult Competencies) è un programma di ricerca internazionale promosso dall'OCSE, finalizzato a misurare le effettive competenze possedute dalla popolazione adulta in oltre trenta Paesi del mondo. L'indagine pone le sue basi teoriche e metodologiche nell'elaborazione, ad opera di gruppi internazionali di esperti, di framework teorici di riferimento per ciascuno dei tre domini cognitivi e per il questionario di background. L'obiettivo di questi due volumi, il primo dedicato ai framework dei domini cognitivi, il secondo al framework del questionario di background – divisi solo per praticità di consultazione e lettura – è di fornire la possibilità di accedere più agevolmente al nucleo teorico dell'indagine sulle competenze degli adulti PIAAC.

