

L'autovalutazione delle competenze scientifiche per favorire l'orientamento degli studenti nella scuola secondaria di secondo grado

The self-assessment of scientific skills to promote orientation of students in secondary school

Liliana Silva

Department of Education Sciences "Giovanni Maria Bertin"

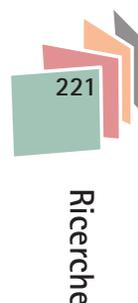
• Alma Mater Studiorum • University of Bologna (Italy), liliana.silva@unibo.it

This contribution will highlight the role of self-assessment and self-regulation in improving knowledge and skills, according to a perspective of acquisition of autonomy and responsibility by the students within the framework of scientific competences. The research aims to investigate these skills in a sample of over 130 secondary school students in the province of Bologna, through a self-assessment test of skills in natural sciences and a questionnaire related to scientific attitudes. The test and the questionnaire have been planned through the collaborative work of university scholars and secondary school teachers related to the Piano Lauree Scientifiche Project, supported by a researcher with docimological competences. In addition to planning and validation, first results obtained in the test and in the questionnaire by the students will be presented as well as a discussion on the training and self-regulatory use of the obtained results.

Keywords: self-assessment; secondary school; scientific literacy; validation; natural sciences; Piano Lauree Scientifiche Project

Nel presente contributo è evidenziato il ruolo dell'autovalutazione e dell'autoregolazione nel miglioramento delle conoscenze e delle competenze, secondo un'ottica di acquisizione di autonomia e responsabilità da parte degli studenti nell'ambito delle competenze scientifiche. La ricerca intende quindi indagare tali competenze in un campione di oltre 130 studenti della scuola secondaria di secondo grado della provincia di Bologna. Lo strumento utilizzato è stato pianificato per mezzo del lavoro collaborativo di docenti universitari e della scuola secondaria di secondo grado afferenti al progetto Piano Lauree Scientifiche, affiancati dalla ricercatrice in ambito docimologico. Nel presente articolo saranno presentati, oltre alla pianificazione e validazione, i primi risultati ottenuti dagli studenti nella prova e nel questionario e una riflessione sull'uso formativo e autoregolativo dei risultati ottenuti.

Parole chiave: autovalutazione; scuola secondaria di secondo grado; alfabetizzazione scientifica; validazione; scienze naturali; Progetto Piano Lauree Scientifiche



L'autovalutazione delle competenze scientifiche per favorire l'orientamento degli studenti nella scuola secondaria di secondo grado

1. Introduzione

Dirigere sé stessi nel proprio processo di apprendimento rappresenta una delle sfide che i soggetti, secondo una prospettiva di *lifelong learning*, assumono nell'ambito del proprio sviluppo di autonomia. Il ruolo attivo del soggetto rappresenta il punto di partenza di tale percorso: la dimensione costruttiva che egli assume nell'ambito del processo di apprendimento, insieme alla volontà di apprendere in modo consapevole rendono infatti lo studente stesso costruttore delle conoscenze concettuali, ma anche procedurali, necessarie e fondamentali nel proprio percorso di autodirezione e quindi di definizione degli obiettivi che si vogliono raggiungere attraverso percorsi di scelta e intenzionalità dell'azione.

Tale funzione, che assume i connotati orientativi (cfr. Boncori, Boncori, 2002; Boncori, 1994), è finalizzata a favorire il pieno sviluppo della persona in un processo di auto-orientamento, all'interno della quale l'autovalutazione assume un ruolo sempre più importante. Tale orientamento si pone quindi non tanto come esito di un processo decisionale, ma piuttosto come parte integrante di un progetto personale (Girotti, 2006). In questo contributo, in quanto processo orientativo posto in fase pre-universitaria (al termine della scuola secondaria di secondo grado), si pone l'obiettivo di permettere agli studenti di effettuare scelte coerenti con le competenze realmente acquisite (Domenici, 2015). L'autovalutazione rappresenta pertanto uno strumento necessario allo studente per l'autoregolazione del proprio processo orientativo.

Con riferimento alla sintesi di Zimmerman (2000) rispetto il processo autoregolativo, ripresa anche recentemente da Panadero (2017), l'autovalutazione si colloca come riflessione successiva all'azione. Il ruolo dell'autovalutazione diviene pertanto funzionale a quello dell'autoregolazione, che a sua volta converge nel miglioramento dei risultati degli studenti. Nella scuola secondaria di secondo grado tale aspetto emerge da diversi studi che hanno riportato miglioramenti nel raggiungimento dei risultati da parte degli studenti che sono stati coinvolti nella valutazione di sé (Sebba et al., 2008; Assessment Reform Group 1999; Black, William 1998a; Black, William 1998b). Nel presente contributo sarà evidenziato in particolare il ruolo dell'autovalutazione e



dell'autoregolazione nel miglioramento delle conoscenze e delle competenze (Panadero, 2017; Zimmerman, 2000), secondo un'ottica di acquisizione di autonomia e responsabilità da parte degli studenti (Margottini, 2017; Pellerey et al., 2013), attraverso la descrizione di un percorso collegiale tra docenti universitari e della scuola secondaria, che ha confluito verso la definizione di uno strumento funzionale all'autonomia nell'orientamento da parte degli studenti della scuola secondaria. Tale approccio assume quindi il ruolo di orientare gli studenti nella scelta di un corso di studi più vicino alle proprie competenze che verosimilmente dovrebbero riuscire a portare a termine.

Questo lavoro si inserisce nell'ambito del progetto nazionale Piano Lauree Scientifiche, promosso dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, dalla Conferenza Nazionale dei Presidi delle Facoltà di Scienze e Tecnologie e da Confindustria. Esso coinvolge in particolar modo i corsi di laurea afferenti a discipline scientifiche quali Biologia e Biotecnologie, Chimica, Fisica, Geologia, Matematica e Statistica e nasce nel 2004 per far fronte alla disaffezione crescente dei giovani nei confronti delle discipline scientifiche, alla diminuzione delle iscrizioni a corsi di laurea di tipo scientifico e alla richiesta da parte del nostro Paese del rilancio della scienza. Sono stati pertanto predisposti interventi mirati a individuare una serie di proposte per il rilancio degli studi scientifici attraverso provvedimenti strutturali mirati a stimolare l'interesse dei giovani allo studio di queste materie, fornire una più adeguata preparazione nelle materie scientifiche di base, potenziare l'interazione tra università e impresa al fine di favorire l'inserimento dei nostri studenti nel mercato dell'alta tecnologia.

Il progetto è articolato in quattro linee di azione, la seconda delle quali prevede l'apertura di nuove forme di sperimentazione nelle scuole e negli atenei di attività didattiche di autovalutazione finalizzate al miglioramento della preparazione degli studenti relativamente alle conoscenze richieste all'ingresso dei corsi di laurea scientifici.

Nel presente contributo è presentata in particolare la validazione di uno strumento di autovalutazione delle competenze scientifiche – denominato QuACoBiGeo (Questionario di Autovalutazione delle Competenze in Biologia e Geologia) – pianificato da parte dei gruppi afferenti ai corsi di laurea in Biologia, Biotecnologie e Geologia dell'Università di Bologna e predisposto per essere sottoposto agli studenti delle scuole secondarie di secondo grado al fine di misurare le proprie competenze e convinzioni nei confronti delle scienze in vista dell'iscrizione ai suddetti corsi di laurea. Tale strumento assume lo scopo di permettere allo studente di avere misure che gli permettano di orientarsi e dirigersi verso una scelta consapevole e autonoma del corso di studi



universitari, che non appartiene alla logica classificatoria e selettiva che di fatto è rappresentata dai test di accesso. Per questo motivo, esso è strutturato in due parti: una prima riferita all'autovalutazione degli apprendimenti scientifici e una seconda relativa ad una scala sulle proprie convinzioni circa le scienze naturali. Completano lo strumento le indicazioni relative all'interpretazione da parte degli studenti dei risultati ottenuti, che non risultano tuttavia essere oggetto del presente contributo, così come la rilevazione a posteriori finalizzata a riportare in modo sistematico le scelte compiute dagli studenti in merito al corso di laurea da intraprendere (considerando così la validità predittiva dello strumento).

Gli interrogativi di ricerca risultano pertanto essere i seguenti:

1. La prova di autovalutazione risulta essere valida e attendibile per la valutazione delle competenze scientifiche in biologia, biotecnologie e geologia al termine della scuola secondaria di secondo grado?
2. I risultati ottenuti nella prova di valutazione delle competenze correlano con quelli relativi alle convinzioni scientifiche?



Per la pianificazione dello strumento, inizialmente i docenti referenti del Piano lauree scientifiche dei corsi di laurea in Scienze biologiche, Biotecnologie e Scienze geologiche hanno convocato i docenti che avevano partecipato ai percorsi proposti nell'ambito delle altre linee d'azione del progetto durante l'anno scolastico. È stato innanzitutto fatto compilare un questionario ai docenti per raccogliere le loro opinioni circa alcuni aspetti da tenere in considerazione nel processo di pianificazione e redazione del questionario, quali le competenze orientative e autovalutative dei propri studenti.

Per quanto concerne i punti di debolezza degli studenti in uscita dalla scuola secondaria di secondo grado, sono state evidenziate le difficoltà nelle competenze matematiche, nel ricordare a memoria un lessico complesso, nell'impatto con la lettura e la scrittura in inglese (dove l'insegnamento lo richiede, come nel caso del progetto CLIL) e nello studio mnemonico e della chimica.

Secondo le opinioni degli insegnanti emergono anche diversi punti forti, sui quali poter "fare leva" per tentare di far fronte ai punti di debolezza presentati. Tra questi, le competenze comunicative, la capacità di apprendere nuovi contenuti, la curiosità, lo sviluppo di diverse competenze trasversali, l'uso delle tecnologie, l'attitudine e la voglia di sperimentare in laboratorio assieme all'approccio sperimentale.

Gli studenti presentano – dal punto di vista dei loro docenti – difficoltà con l'autovalutazione, sia perché questa risulta essere una pratica

poco diffusa, sia perché la loro motivazione è spesso di natura estrinseca (voto), hanno scarsa consapevolezza dell'impegno nello studio e della distinzione tra competenza e conoscenza.

Per quanto riguarda la scelta universitaria, questa spesso viene fatta su base emotiva ed è fortemente influenzata dalle aspettative della famiglia, dalla poca esperienza, dalla ricerca di un corso che offra buone possibilità occupazionali o di prestigio e dal superamento del test d'accesso.

Nel dialogo tra docenti universitari e insegnanti sono stati condivisi inoltre gli obiettivi dello strumento, ovvero l'auto-orientamento da parte degli studenti della scuola secondaria di secondo grado alla scelta universitaria, al fine di favorire una scelta consapevole e autonoma, che permetta inoltre di limitare il numero di abbandoni durante il percorso di studio.

2. La misura della literacy scientifica: presupposti di riferimento

Un primo problema affrontato nell'ambito della ricerca è stato quello relativo alla definizione del concetto di apprendimento/competenza da acquisire nell'ambito della biologia e della geologia durante la scuola secondaria di secondo grado.

Come riferimento teorico è stato condiviso l'approccio relativo al concetto di *literacy scientifica* (che nel contributo traduciamo anche con *alfabetizzazione scientifica*), il quale ha assunto in letteratura differenti significati e interpretazioni in relazione ai fattori che descrivono tale concetto (cfr. Roberts, 2013). Il concetto, coniato negli anni '50 negli Stati Uniti a seguito dell'incremento di interesse per le scienze in risposta al lancio sovietico dello Sputnik, ha assunto sempre più una dimensione sociale e il suo significato si è espanso per includere fattori differenti, tra i quali la modalità di misura delle competenze scientifiche (Laugksch, 2000). Ci sono infatti differenti modi di interpretare il concetto di alfabetizzazione scientifica e quindi differenti modi per misurarla. Anche altri autori ipotizzano che l'alfabetizzazione scientifica rappresenti qualcosa di più rispetto all'acquisizione di un sistema di conoscenze (cfr. per es. Holbrook, Rannikmae, 2000; Holbrook, Rannikmae, 2007) e la considerano come un sistema di conoscenze scientifiche di base, ma anche come le modalità della sua formazione e lo sviluppo di capacità per il suo uso creativo quotidiano, per la risoluzione dei problemi, in relazione al miglioramento dello standard di vita (cfr. per es. Hazen, 2002). L'educazione scientifica richiede un incontro tra la conoscenza e la comprensione del contenuto scientifico, l'approccio scientifico all'indagine e la scienza come "impresa sociale", cioè



nelle pratiche sociali della comunità (Osborne, 2007). Holbrook e Rannikmae (2009) ritengono che ci siano due punti di vista sull'alfabetizzazione scientifica: coloro che sostengono un ruolo centrale per la conoscenza della scienza e coloro che vedono l'alfabetizzazione scientifica in riferimento all'utilità della società. Birzina (2011) evidenzia due modelli che mettono in evidenza i due campi, riprendendo Holbrook e Rannikmae (2009): quello di Gräber e collaboratori (2001), che vedono un continuum di punti di vista che si estendono tra i due estremi della competenza e della meta-competenza, e quello di Bybee (1997) che ha proposto un modello gerarchico globale ancora molto orientato dal concetto di scienza come disciplina e riferito all'ambito dell'istruzione¹.

In Figura 1 è illustrato il modello di Gräber per l'alfabetizzazione scientifica (2001), presentato come basato sulla competenza e che riconsidera l'equilibrio tra le varie competenze, riflettendo sul contributo specifico che l'educazione scientifica può dare all'educazione nel corso di tutta la vita.

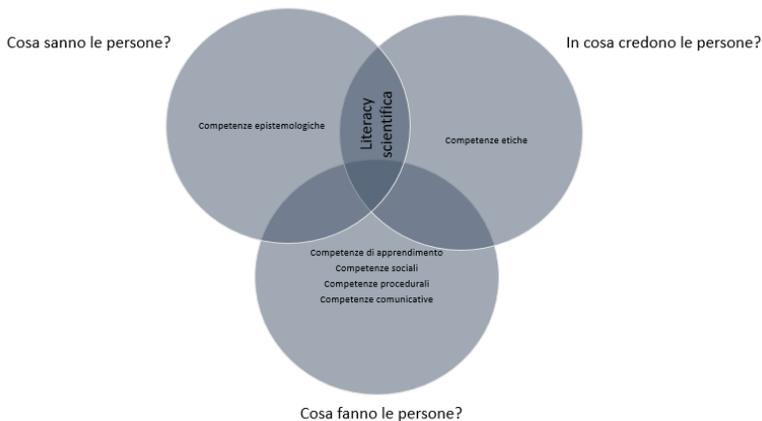


Fig. 1. Modello della *literacy scientifica* di Gräber (adattamento da Birzina, 2011)

Questa visione conferma la necessità che l'alfabetizzazione scientifica sia molto di più della mera conoscenza e integra la componente dell'educazione al valore come componente essenziale dell'educazione scientifica (Birzina, 2011). Bybee (1997) suggerisce invece di considerare l'alfabetizzazione scientifica a quattro livelli funzionali (Tabella 1), che si legano maggiormente al ruolo dell'istruzione.

1 Pur non trattandosi di riferimenti recenti, restano ad ogni modo riferimenti ancora validi e considerati in contributi più recenti (per es. Birzina, 2011).

	<i>Livello</i>	<i>Literacy scientifica</i>
1	Multidimensionale	Non solo comprende, ma ha sviluppato le prospettive di scienza e tecnologia che includono la natura della scienza, il ruolo della scienza e della tecnologia nella vita personale e nella società.
2	Strutturale: concettuale e procedurale	Dimostra comprensione e relazione tra i concetti e formula processi.
3	Funzionale	Utilizza il vocabolario scientifico e tecnologico, ma solitamente al di fuori di un contesto come nel caso di un esame scolastico.
4	Nominale	Riconosce termini scientifici, ma non ha una chiara comprensione del suo significato.

Tab. 1. Modello della *literacy scientifica* di Bybee (adattamento da Birzina, 2011)

Per quanto concerne la misura della *literacy scientifica*, Holbrook e Rannikmae (2009) pongono invece l'enfasi sull'apprezzamento delle scienze, lo sviluppo di atteggiamenti personali e l'acquisizione di competenze e valori socio-scientifici. Chiappetta e collaboratori (1991) individuano quattro categorie: la scienza come insieme di conoscenze, la scienza come modo di pensare, la scienza come modo di indagare e le interazioni tra scienza, tecnologia e società. Rusilowati e collaboratori (2015) espandono la categoria all'interazione con l'ambiente.

Per la misura dell'alfabetizzazione scientifica occorre ad ogni modo innanzitutto comprendere l'importanza ad essa attribuita nella società contemporanea, tanto da essere considerata competenza chiave e di cittadinanza (Bonney et al., 2009; Roth, Barton, 2004).

È stato quindi definito quale riferimento teorico il framework dell'indagine OCSE PISA 2015. La scelta dell'autovalutazione nell'ambito delle competenze scientifiche emerge principalmente dall'importanza che esse assumono all'interno delle competenze chiave di cittadinanza (Commissione Europea, 2007) e che hanno acquisito nel contesto internazionale anche grazie all'indagine OCSE PISA (INValSI, 2015), dove le competenze sono rilevate alla luce dei contesti entro i quali si sviluppano, ma anche degli atteggiamenti e delle conoscenze che le influenzano.

Nell'edizione del 2015 il dominio principale misurato è stato quello scientifico, permettendo così un'analisi più approfondita delle performance dell'ambito e aggiornata rispetto all'edizione del 2006. La *literacy scientifica* è stata definita come l'abilità di confrontarsi con questioni di tipo scientifico e con le idee che riguardano la scienza come



cittadino che riflette. Una persona competente dal punto di vista scientifico è disposta a impegnarsi in argomentazioni riguardanti la scienza e la tecnologia che richiedono la capacità di:

- *Spiegare i fenomeni scientificamente*: riconoscere, offrire e valutare spiegazioni per una varietà di fenomeni naturali o tecnologici;
- *Valutare e progettare una ricerca scientifica*: descrivere e valutare le ricerche scientifiche e proporre modi di affrontare problemi in maniera scientifica;
- *Interpretare dati e prove scientificamente*: analizzare e valutare dati, affermazioni e argomentazioni in una varietà di rappresentazioni e trarre conclusioni scientifiche appropriate (OCSE, 2017).

Per quanto concerne l'impianto teorico, esso è rappresentato in Figura 2, che esplicita le relazioni tra i diversi elementi fondamentali.

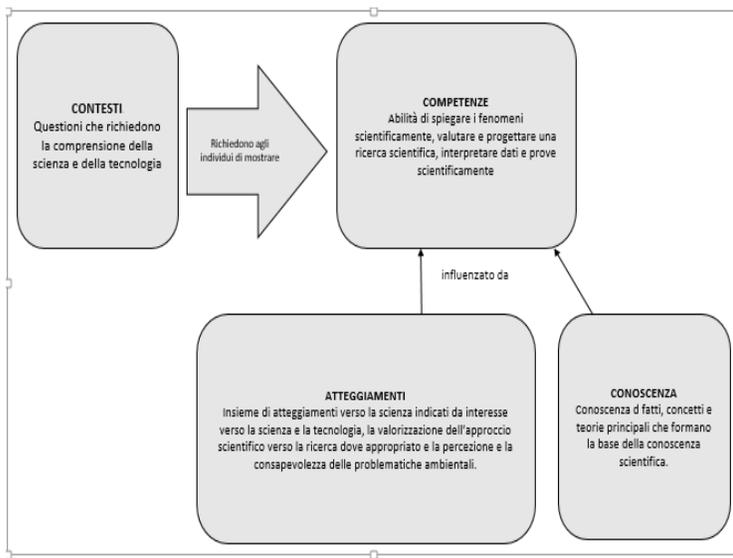


Fig. 2. Relazioni tra gli elementi fondamentali – OCSE PISA 2015

I risultati ottenuti dagli studenti italiani nell'ambito della literacy scientifica risultano essere differenti all'interno del nostro Paese. Il Nord-est presenta una media statisticamente significativa al di sopra della media nazionale (481) e OCSE (493); Nord-Ovest e Centro presentano un punteggio pari alla media, mentre Sud e Isole si posizionano al di sotto delle medie nazionali e OCSE. Il risultato medio per area è confermato anche per quanto concerne la distribuzione dei punteggi standardizzati nei percentili (InValSI, 2015).

Nello strumento in oggetto la scelta è stata di privilegiare la misura delle competenze attraverso la misura degli apprendimenti, e di rilevare una parte degli atteggiamenti attraverso la definizione di una scala di rilevazione delle convinzioni nei confronti delle scienze, con riferimento all'impianto teorico presentato in OCSE PISA 2015, condiviso e rielaborato con i docenti accademici e di scuola secondaria di secondo grado.

È stata tuttavia fatta la scelta di non utilizzare strumenti o quesiti già validati, in quanto la possibilità di valorizzare il lavoro di collaborazione e coinvolgimento dei docenti – attraverso la realizzazione di item - ha prevalso sulla possibilità di selezionare item già precostituiti.

Un altro aspetto da considerare è certamente la finalità dello strumento. Lo strumento sarà quindi completato per mezzo delle indicazioni di interpretazione dei risultati ottenuti da parte degli studenti, affinché sia salvaguardato il *fine orientativo* dello strumento e del progetto. Tale orientamento assume importanza se lo strumento non viene visto fine a sé stesso, ma come “crivello” che pone lo studente di fronte al compito dell'autovalutazione e al difficile impegno dell'autoregolazione, imprescindibile in un contesto contemporaneo caratterizzato dallo sviluppo del *lifelong learning*, dove le competenze strategiche assumono sempre maggiore importanza (cfr. Margottini, Pavoni, 2012; Di Rienzo, 2015). Tale prospettiva – che allarga l'approccio orientativo universitario alla promozione di competenze trasversali – richiede la strutturazione di un sistema integrato di orientamento e tutorato che presuppone il coinvolgimento delle istituzioni scolastiche e dei docenti universitari. In un contesto dove il ruolo di orientatore o di tutor è reso complesso dal rapporto tra docenti e discenti, la definizione di strumenti di autoriflessione assume una riconosciuta funzione formativa, soprattutto all'interno di una società democratica (Boncori e Boncori, 2002). Non si tratta di favorire solo una conoscenza del nuovo contesto di apprendimento, ma soprattutto di facilitare la consapevolezza delle competenze e delle attitudini possedute (Domenici, 2015). Assume inoltre importanza anche alla luce del dibattito sulla literacy scientifica, ancora poco dibattuta nel contesto italiano, ma che rappresenta la chiave per numerose forme attuali di apprendimento fondate sulla ricerca e sul *problem solving*.

Il progetto Piano Lauree Scientifiche contiene un po' tutte queste “chiavi” e le propone in maniera armonica attraverso le sue differenti linee di azione, che orchestrano la formazione di insegnanti e studenti con il processo di autovalutazione – in previsione degli studi universitari – ma anche di contrasto all'abbandono agli studi – per coloro che hanno già fatto una scelta.



3. Pianificazione e costruzione della prova

Per quanto concerne la struttura dello strumento, denominato QuA-CoBiGeo (Questionario di Autovalutazione delle Competenze in Biologia e Geologia)², esso è costituito da tre elementi:

- una prova sugli apprendimenti nell’ambito della biologia e della geologia;
- un questionario di rilevazione delle convinzioni relative alle scienze naturali;
- le indicazioni per la restituzione agli studenti dei risultati ottenuti.

Le due parti dello strumento relative alle competenze e alle convinzioni scientifiche sono a loro volta articolate come riportato in Tabella 2.



Struttura dello strumento	
Prova sulle competenze scientifiche	<i>Conoscenze e competenze geologiche (10 item)</i>
	<i>Conoscenze e competenze biologiche (10 item)</i>
	<i>Competenze “trasversali” alle due discipline (12 item):</i> <ul style="list-style-type: none">- Capacità analitico-sintetiche;- Contestualizzazione nello spazio e nel tempo;- Capacità di immaginazione di un processo semplice e graduale che dura tempi immensi o su spazi immensi;- Acquisizione e interpretazione critica delle informazioni ricevute;- Capacità di estrapolare e di cogliere i grandi numeri.
Questionario sulle convinzioni scientifiche	<i>Correttezza;</i> <i>Rigore scientifico;</i> <i>Interesse nell’apprendimento delle tematiche scientifiche;</i> <i>Applicazione del principio di similitudine e dei criteri di classificazione;</i> <i>Concetto di astrazione spazio-temporale.</i>

Tab. 2. Struttura dello strumento

Il lavoro di realizzazione della prova è stato caratterizzato dalla collegialità tra diverse figure:

- 2 Essendo ancora in fase di validazione, del suddetto strumento viene presentata la struttura ed alcuni esempi di quesiti proposti.

- i docenti accademici, referenti del Piano lauree scientifiche per i corsi suddetti;
- i docenti di scuola secondaria di secondo grado;
- la ricercatrice afferente all’ambito didattico-docimologico.

È stata quindi svolta da parte della ricercatrice una formazione agli insegnanti per la redazione di quesiti a risposta multipla relativi alle conoscenze e competenze di natura biologica, geologica e trasversale alle due discipline. Alla luce del prodotto finale – uno strumento per la misura delle competenze finalizzato all’auto-orientamento per il corso di Scienze Geologiche ed uno per i corsi di Scienze Biologiche e Biotecnologie – è stata ritenuta opportuna a livello collegiale la distinzione nello strumento tra conoscenze e competenze biologiche e geologiche, al fine di permettere successivamente la loro scorporazione in due strumenti diversi³. La misura delle competenze trasversali alle due discipline e delle convinzioni scientifiche rimane invece in entrambe le versioni.

Sono stati elaborati da parte dei docenti i quesiti relativi alla prova sugli apprendimenti, successivamente selezionati dai docenti accademici. È stata redatta invece dai docenti accademici e della ricercatrice nell’ambito didattico-docimologico la scala per la raccolta delle convinzioni relative alle scienze. A seguito della definizione delle diverse dimensioni – definite a partire dalla letteratura di riferimento e dall’analisi di strumenti analoghi riferiti alla medesima fascia di età - sono infatti state definite le affermazioni alle quali gli studenti sono stati chiamati a rispondere con una scala Likert a 4 livelli.



4. Somministrazione della prova

Al fine di ottenere risultati attendibili – e perseguire i presupposti di una validità procedurale – sono state definite e fornite ai docenti di scuola secondaria di secondo grado le modalità di somministrazione della prova da far svolgere ai rispettivi studenti⁴. Per omogeneità dei dati raccolti, la

3 Occorre tuttavia considerare come i risultati, soprattutto relativi alle competenze geologiche, possano essere influenzati dai programmi presenti nei differenti indirizzi delle scuole secondarie di secondo grado.

4 Nella progettazione dello strumento era prevista la validazione qualitativa dello stesso, che tuttavia non è stata realizzata a causa dei tempi ristretti in vista del termine dell’anno scolastico e che sarà svolta una volta realizzata la versione online dello strumento.

prova è stata sottoposta agli studenti nel periodo tra il 15 e il 31 maggio 2018. Riguardo il tempo a disposizione, non sono state date indicazioni prescrittive, ma solo l'indicazione di concedere almeno un tempo di 50 minuti per il completamento di entrambe le parti.

È stata fornita inoltre agli insegnanti una maschera di inserimento dei dati raccolti per mezzo della prova e del questionario. I dati restituiti dagli insegnanti sono stati poi inseriti in un'unica matrice, utilizzata per effettuare l'item analysis classica⁵. Per mezzo dell'item analysis è stata quindi indagata la qualità della prova e dei suoi quesiti considerando la sua coerenza interna – ovvero il grado con cui la prova misura un solo fattore – per mezzo del coefficiente alfa, la difficoltà dei singoli item e la loro discriminatività – ovvero la loro capacità di distinguere i soggetti più abili da quelli che lo sono meno (Giovannini e Silva, 2015).

Gli studenti appartenenti al campione sono 132, afferenti a 7 classi. Per il 68% sono iscritti alla classe quarta e sono iscritti a licei scientifici di differenti indirizzi (tradizionale, scienze applicate e con potenziamento scientifico).

Gli item della prova sono 32, suddivisi rispettivamente nel seguente modo:

- a) 10 item a risposta multipla relativi alle competenze biologiche;
- b) 10 item a risposta multipla relativi alle competenze geologiche;
- c) 12 item a risposta multipla relativi alle competenze “trasversali” alle due discipline⁶.

Di seguito è riportato un item d'esempio della misura delle competenze biologiche⁷.

- 5 Pur rilevando l'importanza di associare l'item analysis classica con l'analisi Item Response Theory (IRT), tale analisi non è stata possibile a causa della modalità di restituzione dei dati alla ricercatrice da parte di alcuni insegnanti, i quali non hanno permesso di avere la scelta effettuata dallo studente, ma hanno attribuito direttamente un punteggio alla risposta corretta/errata.
- 6 Inizialmente il numero di item era maggiore: data la lunghezza della lettura e analisi dei quesiti, il loro numero è stato in un secondo momento ridotto su sollecitazione degli insegnanti di scuola secondaria.
- 7 Non essendo lo strumento ancora validato, sono stati presentati solo alcuni esempi dello strumento e non la prova nella sua interezza.



Di seguito sono elencati i genotipi di 12 individui di una certa popolazione, insieme alla dimensione della loro prole fertile. Cosa possiamo concludere?

Individuo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Genotipo	aa	Aa	AA	Aa	AA	AA	aa	aa	Aa	aa	AA	Aa
Prole fertile	80	104	132	106	122	124	84	80	101	79	130	103

- La popolazione è in equilibrio di Hardy-Weinberg.
- Esiste un rapporto di dominanza incompleta tra A e a.
- L'allele A è svantaggioso.
- L'allele A è dominante sull'allele a, perché gli individui di genotipo AA e Aa hanno una prole fertile più numerosa.

Fig. 3. Esempio di un quesito proposto nella prova

Per quanto concerne il questionario di misura delle convinzioni scientifiche, sono state definite 37 affermazioni, per le quali gli studenti sono stati chiamati a rispondere con “Mai”, “Talvolta”, “Spesso”, “Sempre”. Sono riportati alcuni esempi in Tabella 3.



		Mai	Talvolta	Spesso	Sempre
1	Quando riporto il pensiero di un'altra persona, ne attribuisco la fonte				
2	Porto a termine le consegne che mi sono assegnate nei tempi prestabiliti				
3	Cerco di comprendere come quanto apprendo possa essere applicato alla mia vita di tutti i giorni				
4	Quando studio un fenomeno naturale cerco di considerare i punti di vista differenti				
5	Porto a termine con successo i miei impegni				
6	Ritengo che la capacità di riuscire dipenda dallo svolgimento del mio lavoro con puntualità e precisione				
7	Quando mi viene assegnato un compito cerco di svolgerlo con cura e attenzione				
8	Quando devo risolvere un problema cerco di dare importanza ai minimi particolari				

Tab. 3. Esempi di alcune affermazioni proposte nel questionario

Per quanto concerne i primi risultati descrittivi della prova di valutazione delle competenze scientifiche, è possibile evidenziare il pun-

teggio minimo rilevato nella prova, risultato uguale a 4, mentre quello massimo è posizionato a 28. Media, moda e mediana si posizionano invece attorno al valore 17, con una deviazione standard di 4,17 (Tabella 4). La coerenza interna (alfa di Cronbach) risulta essere discreta.⁸

Studenti	132
Item	32
Punteggio max teorico	32
Alfa di Cronbach	0,62
Media	17,34
Moda	17
Mediana	17
Deviazione standard	4,16
Punteggio min	4
Punteggio max	28

Tab. 4. Statistiche descrittive della prova nelle competenze scientifiche



Per quanto concerne gli indici di difficoltà (Tabella 5), la prova è risultata prevalentemente ad un livello medio-facile, con una buona percentuale di quesiti posizionati nella fascia della media-difficoltà (28,1%). La discriminatività è buona (il 65,6% degli item ha un indice migliori-peggiori IMP superiore allo 0,30 – Tabella 6).

Tipo di difficoltà		N. Item	%
Da 100 a 75	Facile	6	18,8
Da 74,9 a 50	Medio-Facile	14	43,8
Da 49,9 a 25	Medio-Difficile	9	28
Da 24,9 a 0	Difficile	3	9,4
	Totale	32	100

Tab. 5. Indici di difficoltà

8 È stata svolta l'analisi, sempre con il programma statistico R, della coerenza interna delle tre parti distinte del questionario (competenze geologiche, biologiche e trasversali); tuttavia esse si sono posizionate attorno a valori al di sotto della soglia di sufficienza (0,50), verosimilmente anche a causa del ridotto numero di quesiti considerati per ciascuna parte (competenze biologiche = 0,48; competenze geologiche = 0,45; competenze trasversali = 0,45).

IMP (Indice Migliori-Peggiori)		N. Item	%
≥ 0,30	Buona	21	65,6
< 0,30 - ≥ 0,10	Debole	10	31,3
< 0,10	Non accettabile	1	3,1
	Totale	32	100

Tab. 6. Indici di discriminatività (IMP)

5. Risultati e loro uso

Sono quindi presentati i risultati ottenuti dalle prime analisi del test di competenze scientifiche e del questionario sulle convinzioni scientifiche del QuACoBiGeo.

Per quanto concerne le differenze tra le tre parti della prova nelle competenze scientifiche, in Tabella 7 sono presentati i valori relativi ai punteggi minimi e massimi ottenibili e ottenuti, insieme a media e deviazione standard.



	Minimo ottenibile	Massimo ottenibile	Minimo ottenuto	Massimo ottenuto	Media	Dev. St.
Competenze geologiche	0	10	1	9	5,29	1,9
Competenze biologiche	0	10	0	9	4,53	2,1
Competenze «trasversali»	0	12	2	11	7,46	2,06
Intera prova	0	32	4	28	17,34	4,16

Tab. 7. Valori relativi alle tre parti della prova

Sono quindi presentate le medie per classe. Si evidenziano punteggi di poco migliori per gli studenti della classe quinta, a evidenziare una maggiore padronanza dei contenuti inseriti nella prova, che tuttavia permettono anche a coloro che non li hanno già affrontati di ottenere buoni risultati (Tabella 8).

CLASSE		Tot GEO	Tot BIO	Tot TRAS	Totale
QUARTA (N = 92)	Media	5,13	4,37	7,38	16,88
	Dev st	1,817	1,826	1,983	3,925
QUINTA (N = 40)	Media	5,70	4,80	7,90	18,40
	Dev st	2,041	2,441	2,182	4,517
Total (N = 132)	Media	5,30	4,50	7,54	17,34
	Dev st	1,898	2,032	2,051	4,155

Tab. 8. Medie per classe

Nella seguente immagine (Fig. 4) è presentato un test statistico per verificare la significatività della differenza tra le medie. A seguito del test di Shapiro Wilk (p value 5.386×10^{-7}), essendo la distribuzione non parametrica è stato svolto il test di Kruskal & Wallas e il test di Dunn per le coppie. In Figura 4 è riportata la significatività delle medie totali, delle classi quarte e delle classi quinte. Dalla figura è possibile evincere la significatività nella differenza tra le mediane e valori superiori relativi a quelle che abbiamo definito competenze trasversali.

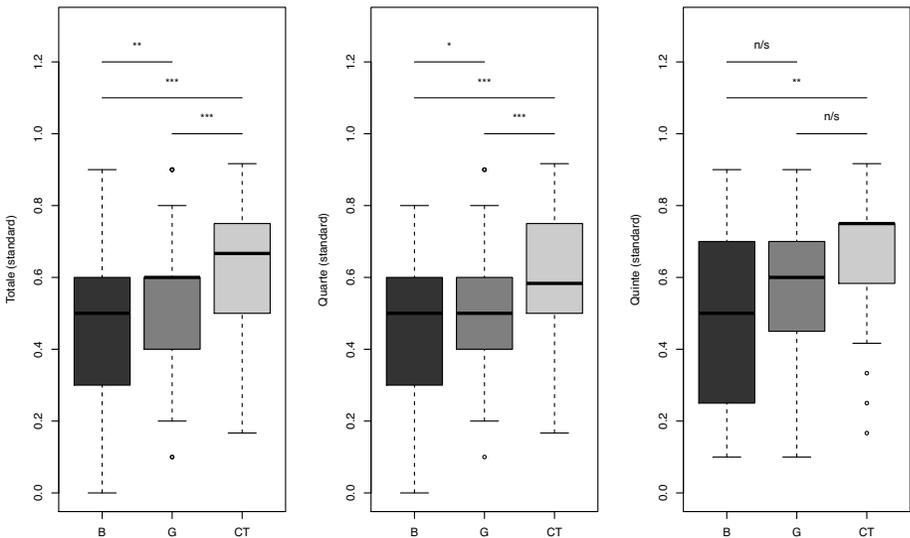


Fig. 4. Significatività delle medie totali, delle classi quarte e delle classi quinte

Nella seguente tabella è invece presentata la distribuzione Stanine dei punteggi ottenuti dai 132 studenti nel questionario delle convinzioni scientifiche⁹; oltre alla distribuzione del totale degli atteggiamenti, sono presentate le distribuzioni per le diverse dimensioni (Tabella 9). Emerge un posizionamento nel totale delle affermazioni nel livello 6; tuttavia la tabella mostra anche un posizionamento nel livello 4 della maggioranza di soggetti con riferimento all'interesse nell'apprendimento delle tematiche scientifiche, l'applicare il principio di similitudine e criteri di classificazione e astrazione spazio-temporale.

	Totale	Correttezza	Rigore scientifico	Interesse nell'apprendimento delle tematiche scientifiche	Applicare il principio di similitudine e criteri di classificazione	Astrazione spazio-temporale
Livello 1	6	6	11	5	6	11
Livello 2	11	14	11	13	10	0
Livello 3	21	23	26	17	12	14
Livello 4	24	22	15	30	41	35
Livello 5	24	26	27	22	28	30
Livello 6	27	23	18	27	13	21
Livello 7	14	12	14	10	13	21
Livello 8	3	4	7	8	7	0
Livello 9	2	2	3	0	2	0

Tab. 9. I risultati del questionario sulle convinzioni scientifiche: distribuzione degli studenti nei livelli della scala Stanine

È quindi presentata la coerenza interna del questionario delle convinzioni (alfa di Cronbach e Split-half – Tabella 10) sia per quanto concerne il totale dei punteggi ottenuti nel questionario, sia per le di-

⁹ I soggetti sono stati coinvolti attraverso la partecipazione delle classi stesse e dei loro docenti ai percorsi proposti nelle altre linee del Piano Lauree Scientifiche. Si tratta di studenti tutti appartenenti a licei scientifici della città urbana di Bologna.



verse dimensioni. Pur presentando una coerenza decisamente buona nel suo complesso, alcune dimensioni risultano invece avere una coerenza ridotta (Correttezza e Astrazione spazio-temporale).

	Alfa Cronbach	Split-half
Totale Atteggiamenti	0,876	0,716
Correttezza	0,416	0,316
Rigore scientifico	0,615	0,684
Interesse nell'apprendimento delle tematiche scientifiche	0,773	0,752
Applicare il principio di similitudine e criteri di classificazione	0,746	0,591
Astrazione spazio-temporale	0,398	0,398

Tab. 10. Coerenza interna del questionario sulle convinzioni scientifiche

Per quanto concerne le medie dei questionari di convinzioni scientifiche, possiamo mettere in evidenza punteggi leggermente inferiori della classe quinta rispetto alla classe quarta (Tabella 11), invertendo così quanto ottenuto nel test di competenze scientifiche.

	CLASSE	
	QUARTA (media)	QUINTA (media)
Totale Competenze	4,78	5,51
Totale Atteggiamenti	5,13	4,69
Correttezza e rispetto	5,15	4,66
Rigore scientifico	5,13	4,69
Interesse nell'apprendimento delle tematiche scientifiche	5,08	4,82
Applicare il principio di similitudine e criteri di classificazione	5,06	4,86
Astrazione spazio-temporale	5,19	4,56

Tab. 11. Media convinzioni scientifiche per classe (Stanine)



Per quanto concerne il secondo interrogativo di ricerca, l'analisi delle correlazioni tra i punteggi della prova e gli atteggiamenti scientifici mette in evidenza una discreta significatività dei risultati, con una bassa correlazione (Tabella 12).

	Totale Atteggiamenti	Correttezza	Rigore scientifico	Interesse nell'apprendimento delle tematiche scientifiche	Applicare il principio di similitudine e criteri di classificazione	Astrazione spazio-temporale
Punteggio della prova (punti t)	,203*	,216*	0,053	0,17	,231**	0,089
Totale atteggiamenti (stanne)	1	,616**	,726**	,848**	,850**	,654**
* La correlazione è significativa a livello 0,05 (a due code)						
** La correlazione è significativa a livello 0,05 (a due code)						

Tab. 12. Correlazione tra punteggi nella prova e atteggiamenti scientifici

Tra le correlazioni delle singole dimensioni della scala di convinzioni con il punteggio totale ottenuto rileviamo invece una maggior intensità nell'interesse dell'apprendimento delle tematiche scientifiche e nell'applicazione del principio di similitudine e criteri di classificazione.

Tali risultati ci permettono di evincere che la prova e il questionario, nel loro complesso, risultano rispondere a un discreto livello di validità. Tale validità, tuttavia, risulta migliorabile per mezzo dell'uso dello strumento nel suo complesso e quindi anche di una parte di introduzione e premessa al suo uso e di interpretazione dei dati ottenuti. L'uso dei dati, in tal modo, risulterebbe rispondere maggiormente alla richiesta di orientamento definita nella premessa dello strumento e del progetto per il quale è stato realizzato.

Sarebbe auspicabile inoltre affiancare a quanto già definito dello strumento un questionario motivazionale, finalizzato anche al miglioramento della validità predittiva dell'esame di accesso (Boncori e Boncori, 2002; Boncori, 1997).



Un ulteriore aspetto riguarda la predisposizione dello strumento in formato digitale e on-line: permettere allo studente di rispondere ai quesiti quando e dove preferisce potrebbe consentirgli di migliorare la propria prestazione.

6. Alcune considerazioni finali che aprono alle prospettive future

I risultati presentati rappresentano solamente le prime analisi relative ai risultati della prova e del questionario somministrato, tuttavia fondamentali per una prima validazione dello strumento che – come anticipato – sarà trasposto in formato on-line e sarà successivamente accessibile a livello nazionale. Prima della messa in rete della prova e del questionario, sarà realizzata una validazione qualitativa dello strumento da parte delle matricole iscritte ai tre corsi di laurea, alcuni dei quali saranno intervistati per evidenziare potenzialità e criticità dello strumento. Anche per la verifica dell'esame di orientamento-accesso universitario saranno compiute ricerche di follow-up con un'intervista strutturata che utilizza differenti tecniche, tra le quali quella dell'incidente critico¹⁰. Sarà inoltre validato anche con studenti iscritti a istituti differenti dal liceo scientifico, per verificare l'uso dello strumento anche con studenti che non hanno approfondito le scienze naturali nel loro percorso di studio.

Un ulteriore contributo potrà inoltre provenire dal confronto tra i risultati emersi durante il try-out e quanto risulta dai dati di OCSE PISA 2015, per permettere di verificare l'apporto dello strumento descritto in questo contributo a quanto già esistente e quindi verificare il grado di innovazione dello strumento stesso.

Il processo di validazione – in conclusione – richiederà ulteriori analisi e approfondimenti. Gli aspetti che tuttavia è possibile mettere in luce sono principalmente due: il ruolo dell'interazione e della collaborazione tra docenti universitari e docenti di scuola secondaria di secondo grado, da un lato, e la necessità di ampliare ad un campione più rappresentativo la ricerca prima della sua implementazione definitiva.

La ricerca è stata svolta con la collaborazione di: Prof. Stefano Del Duca; Prof. Matteo Berti; Dott.ssa Veronica Rossi (Dipartimento BiGea – Università di Bologna); Prof.ssa Francesca Sparla (Dipartimento FaBiT – Università di Bologna) e di tutti i docenti di scienze naturali delle scuole

10 Per quanto concerne le verifiche di validità, si veda Boncori e Boncori, 2002.



secondarie di secondo grado che hanno partecipato al progetto PLS – Sez. Biologia, biotecnologie e geologia.

Riferimenti bibliografici

- Assessment Reform Group (1999). *Assessment for Learning. Beyond the Black Box*. Cambridge: University of Cambridge - School of Education.
- Birzina R. (2011). Biology Students' Comprehension of Learning as a Development of their Biological Literacy. *Scientific papers University of Latvia*, 778, 41-50.
- Black P., Wiliam D. (1998a). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, 5, 7-74.
- Black P., Wiliam D. (1998b). Inside the Black Box. Raising Standards through Classroom Assessment. *Phi Delta Kappan*, 80, 139-148.
- Boncori L. (1994). Un servizio sperimentale per l'orientamento delle matricole della facoltà di Psicologia. *Rassegna di Psicologia*, 3.
- Boncori L., Boncori G. (2002). *L'orientamento: metodi, tecniche, test*. Bologna: Carocci.
- Bonney R., Cooper C.B., Dickinson J., Kelling S., Phillips T., Rosenberg K.V., Shirk J. (2009). Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience*, 59(11), 977-984.
- Bybee R.W. (1997). Towards an understanding of scientific literacy. In W. Gräber, C. Bolte (Eds.), *Scientific literacy. An international symposium*. Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN): Kiel, Germany, pp.37-68.
- Chiappetta E.L., Fillman D.A., Sethna G.H. (1991). A method to quantify major themes of scientific literacy in science textbooks. *Journal of research in science teaching*, 28(8), 713-725.
- Commissione europea (2007). *Competenze chiave per l'apprendimento permanente. Un quadro di riferimento europeo*. Lussemburgo, Ufficio delle pubblicazioni ufficiali delle Comunità europee.
- Domenici G. (2015). *Manuale dell'orientamento e della didattica modulare*. Roma-Bari: Laterza.
- Giovannini M.L., Silva L. (2015). *Prove standardizzate di comprensione dei testi per la scuola secondaria di I grado. III. In uscita dalla classe terza*. Milano: LED Edizioni Universitarie.
- Girotti L. (2006). *Progettarsi: l'orientamento come compito educativo permanente*. Milano: Vita e Pensiero.
- Gräber W., Erdmann T., Schlieker V. (2001). ParCIS: Aiming for Scientific Literacy through Self-Regulated Learning with the Internet. In *Science and Technology Education: Preparing Future Citizens. Proceedings of the IOSTE Symposium in Southern Europe (1st, Paralimni, Cyprus, April 29-May 21)*, I, II, 205-214.



- Hazen R.M. (2002). *Why should you be scientifically literate?* from <http://www.actionbioscience.org/newfrontiers/hazen.html>
- Holbrook J., Rannikmae M. (2000). *STL Guidebook, Introducing a Philosophy and Teaching Approach for Science Education*, University of York, p.19.
- Holbrook J., Rannikmae M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 275-288.
- INValSI (2015). *Indagine OCSE PISA 2015: i risultati degli studenti italiani in scienze, matematica e lettura*. Roma.
- Laugksch R.C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science education*, 84(1), 71-94.
- Margottini M. (2017). *Competenze strategiche a scuola e all'università*. Milano: LED.
- Margottini M., Pavoni P. (2012). La promozione delle competenze strategiche per l'auto-orientamento nella scuola secondaria superiore: proposta di strumenti on line per l'autovalutazione. *MeTis*, II, 1.
- OECD (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*. Paris: PISA, OECD Publishing.
- Osborne J. (2007). Science education for the twenty first century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science e Technology Education*, 3(3), 173-184.
- Panadero E. (2017). A Review of Self-regulated Learning: Six Models and Four Directions for Research. *Frontiers in Psychology*, 8, 422.
- Pellerey M., Grzadziel D., Margottini M., Epifani F., Ottone E. (2013). *Imparare a dirigere se stessi*. Roma: CNOS Fap.
- Roberts D.A. (2013). Scientific literacy/science literacy. In *Handbook of research on science education* (pp.743-794). Routledge.
- Roth W.M., Barton, A.C. (2004). *Rethinking scientific literacy*. Psychology Press.
- Rusilowati A., Kurniawati L., Nugroho S.E., Widiyatmoko A. (2015). Developing an Instrument of Scientific Literacy Assessment on the Cycle Theme. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(12), 5718-5727.
- Sebba J., Deakin Crick R.E., Yu G., Harlen W., Lawson H. (2008). *A systematic review of research evidence of the impact on students of self- and peer-assessment, Technical Report*. EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education, University of London.
- Zimmerman B.J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P.R. Pintrich, M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp.13-39). San Diego, CA: US, Academic Press.