



MATERIALI DI APPROFONDIMENTO

**Definizione**

## Robotica Educativa e sviluppo delle abilità del ventunesimo secolo: teoria e metodi

*di Laura Screpanti*

*Ordine di scuola: Scuola dell'infanzia, Scuola primaria, Scuola secondaria di I e II grado*





## Sommario

1. Introduzione .....	4
1.1 Obiettivo del contributo .....	4
1.2 Funzione della robotica educativa .....	4
2. Svolgimento .....	7
2.1 Le competenze del 21esimo secolo.....	7
2.2 Il metodo scientifico .....	9
2.3 Robotica Educativa e metodo scientifico .....	21
2.4 Esempi di robotica educativa curricolare .....	30
3. Conclusioni.....	33
4. Bibliografia .....	35

## 1. Introduzione

### 1.1 Obiettivo del contributo

L'obiettivo di questo contributo è di illustrare il metodo scientifico presentando una sua applicazione nel contesto della robotica educativa. La motivazione di tale proposta è di fornire al docente un punto di vista sulla ricerca nel campo della robotica educativa, in modo tale che gli insegnanti possano comprendere il processo della ricerca e farsi ricercatori essi stessi, portando in campo l'insostituibile sensibilità e bagaglio di esperienze maturate in classe con ore di attività e osservazioni, anche in ambiti diversi dalla robotica. L'insegnante, infatti, è il ricercatore per eccellenza e il naturale fruitore del metodo scientifico: egli progetta le attività, osserva il loro andamento e apporta delle modifiche sulle attività future basandosi su quanto ha osservato. Diverrà chiaro alla fine di questa esposizione quanto appena detto.

### 1.2 Funzione della robotica educativa

La funzione della robotica educativa in questo contributo è di ambito di ricerca e di applicazione pratica; la robotica educativa è il contenuto da esplorare tramite il metodo scientifico. Spesso per robotica educativa si intendono attività molto diverse tra loro e che hanno in comune solo l'uso di un robot o di temi legati alla robotica. Per questo bisogna chiarire innanzitutto cosa si considera come robotica educativa; per poter creare esperimenti in questo ambito bisogna definire in modo preciso e puntuale l'ambiente in cui si va ad operare, gli strumenti che verranno usati, le procedure adottate per condurre un'attività e per la misura della sua riuscita identificando le grandezze che possono essere indicatori dell'apprendimento. Purtroppo, una definizione di robotica educativa largamente condivisa, che faccia pensare a un insieme definito di elementi costitutivi, non c'è. Spesso infatti ci si riferisce alla robotica educativa come all'uso dei robot in classe, ma l'uso di un robot in classe, di per sé, non costituisce un'attività di robotica educativa. Per essere veramente tale, la robotica educativa ha bisogno di alcuni elementi essenziali come la costruzione del robot, che implica la manipolazione dei suoi elementi costitutivi e un assemblaggio coerente con l'azione che si desidera far compiere alla macchina. Altro elemento essenziale è la programmazione del robot con un linguaggio adeguato all'età e allo sviluppo dei discenti. Tutto ciò deve avvenire in un ambiente di apprendimento di stampo costruzionista, in cui lo

studente viene lasciato libero di esplorare le soluzioni, pianificare le proprie strategie di risoluzione in rapporto anche con altri compagni, in cui l'osservazione dell'errore diventa parte integrante del ciclo di apprendimento e la condivisione dei risultati sia parte integrante dell'attività. Gli ambienti di apprendimento "aperti" ([IGI Global, open ended](#)) hanno lo scopo di contribuire allo sviluppo di abilità di *problem solving* ponendo un problema reale o autentico all'interno di un ambiente di apprendimento che offre allo studente la possibilità di avere un grande controllo di ciò che sta avvenendo e con una serie di strumenti da poter usare.

In Scaradozzi, Screpanti e Cesaretti (2019) viene proposta una classificazione dei lavori reperibili in letteratura sul tema della robotica educativa, differenziando le attività esistenti in base a quattro categorie che definiscono l'uso della Robotica nel campo dell'Educazione (RiE):

- ambienti di apprendimento,
- impatto sul curriculum,
- integrazione del kit robotico o del robot e
- metodi di valutazione.

In base a questa distinzione possiamo classificare un'attività di robotica educativa in base a dove un'attività viene svolta: attività formale se avviene in un ente ufficialmente riconosciuto dallo stato per la formazione (esempio: scuola, università) o non formale se avviene al di fuori dell'educazione formale (esempio: musei, attività di campo-scuola). È importante distinguere l'ambiente di apprendimento per poter identificare e definire anche le regole specifiche e l'ethos delle relazioni, dei comportamenti e delle attività di apprendimento. Tipicamente le attività non formali vedono una partecipazione volontaria dei ragazzi, una relazione orizzontale tra educatore e partecipante, l'utilizzo di metodi partecipativi, basati sul gruppo e non sul singolo, e non prevedono in genere momenti di valutazione. Uno scenario quindi ben diverso dall'ambiente scolastico. Un'altra categoria è quella dell'impatto sul curriculum scolastico. I progetti di robotica educativa infatti possono essere curricolari o non curricolari, cioè possono essere riconosciuti come parte della valutazione delle studentesse e degli studenti oppure no. Ci sono attività che pur svolgendosi a scuola, non contano verso la valutazione finale dello studente in una specifica

materia o come modulo. Al contrario attività non formali possono ricadere all'interno di una valutazione curricolare.

L'integrazione dello strumento robotico all'interno dell'attività è fondamentale per capire che genere di attività stiamo svolgendo. Le attività di robotica educativa propriamente dette, usando dei kit per la costruzione di un hardware (corpo del robot, circuiti, motori e sensori posizionati a vari livelli) e di un software che gestisca la configurazione hardware prescelta, mirano a sviluppare nei ragazzi conoscenze, abilità e competenze di robotica e informatica e, attraverso di esse, forniscono conoscenze, abilità e competenze di altre materie e in altri ambiti.

La componente di costruzione ed esplorazione è una parte fondamentale del processo. È fondamentale che i ragazzi possano acquisire padronanza dei materiali, del loro assemblaggio, della logica che sottende alla programmazione, prima di poter usare la robotica per insegnare altri concetti specifici. In questo la robotica educativa differisce in modo sostanziale dagli altri tipi di robotica. La robotica sociale infatti produce dei robot che mirano ad essere insegnante o pari della studentessa o dello studente. Un robot sociale interagisce con un umano in modo naturale per eseguire una grande varietà di azioni, tra cui anche l'insegnamento. La robotica assistiva è invece un campo della robotica che studia e produce dei robot che aiutano le persone con disabilità fisiche. I robot assistivi non sono specificatamente progettati per l'educazione, ma per aumentare la capacità residua della persona con una disabilità. Così come ci sono robot per la disabilità fisica, ci sono anche robot per la disabilità sociale (per esempio bambini con disturbi dello Spettro Autistico). I robot socialmente assistivi hanno l'obiettivo di aiutare queste persone fornendo stimoli emotivi, cognitivi e sociali per incoraggiarne lo sviluppo, l'apprendimento e la terapia. Per approfondimenti sui robot sociali, assistivi e socialmente assistivi si può consultare *Handbooks of Robotics* degli autori Bruno Siciliano e Oussama Kathib (2016).

L'ultima categoria che chiarisce il contesto di un'attività di robotica educativa è quella della valutazione. In alcuni lavori riportati in letteratura non si chiarisce se questa fase del lavoro sia presente. Si pone invece di più l'accento sulla realizzazione di attività e sulla loro implementazione. Molti altri studi riportano una descrizione delle attività esprimendo osservazioni non strutturate che mirano ad evidenziare i tratti caratteristici dello sviluppo di particolari abilità e comportamenti. La fase di valutazione risulta essere fondamentale per

l'integrazione a scuola delle esperienze di robotica educativa. Il MIUR espone infatti che: “la valutazione scolastica ha per oggetto il processo di apprendimento, il comportamento scolastico e il rendimento complessivo degli alunni. Le verifiche intermedie, periodiche e finali sul rendimento scolastico devono essere coerenti con gli obiettivi di apprendimento previsti dal P.O.F. definito dalle istituzioni scolastiche. Il Collegio dei Docenti, presieduto dal Dirigente scolastico, definisce modalità e criteri per assicurare omogeneità, equità e trasparenza della valutazione, nel rispetto del principio della libertà di insegnamento”. Nel campo della ricerca la valutazione del risultato è strettamente legata al concetto di metodologia di ricerca. La valutazione può avvenire secondo metodi qualitativi, quantitativi o una combinazione dei due (metodo misto).

In Figura 1 si riporta una rappresentazione schematica della classificazione appena esposta.

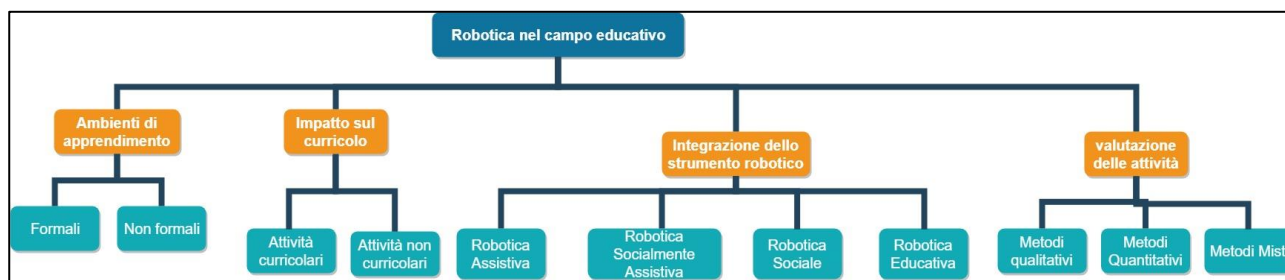


Figura 1: rappresentazione schematica della classificazione delle attività di robotica nel campo educativo.

## 2. Svolgimento

### 2.1 Le competenze del 21esimo secolo

Iniziative pubbliche e private hanno inteso inserire la robotica come attività per coinvolgere i ragazzi in esperienze a scuola e nel tempo libero al fine di aiutarli a sviluppare una serie di conoscenze, abilità e competenze. La radice di molte di queste esperienze si può trovare negli studi portati avanti dai ricercatori di tutto il mondo che propongono soluzioni per aiutare i metodi educativi ad essere al passo con la società e i suoi mutamenti. Al giorno d’oggi si parla molto delle abilità per il 21esimo secolo. Dal punto di vista accademico, Dede (2010) e Voogt e Roblin (2012) hanno comparato i vari quadri teorici di riferimento (*framework*) esistenti mettendo in luce somiglianze e differenze. Partendo dall’assunto secondo il quale le Tecnologie dell’Informazione e della Comunicazione (TIC) ci hanno portato dalla società

dell'informazione, cioè una società che crea e diffonde dati semplici o grezzi (le informazioni) nella società della conoscenza, cioè una società che genera e diffonde l'elaborazione dei dati, (la conoscenza); questi studiosi hanno analizzato come si sta rispondendo all'esigenza di preparare i giovani ai lavori che ancora non esistono ma esisteranno tra cinque o dieci anni. Non solo i lavori, ma anche i valori umani tradizionali (per esempio: proprietà, privacy, giustizia) sono messi in discussione e richiedono una presa di posizione normativa. Tutti questi cambiamenti hanno richiesto l'identificazione delle competenze che un uomo o una donna deve avere per partecipare nella società della conoscenza in modo attivo ed efficace; in generale esse sono: trasversali (cioè non sono da ricondursi a un campo specifico, ma risultano importanti in diversi campi), multidimensionali (cioè comprendono conoscenza, abilità e competenza), e sono associate con quelle abilità complesse e con quei comportamenti che rappresentano la capacità di saper gestire problemi complessi e situazioni imprevedibili.

Tra i vari *framework*, c'è il [DeSeCo](#), sviluppato dall'OCSE come riferimento per le politiche europee in merito all'educazione e come base teorica per la valutazione PISA e il documento europeo sulle "Competenze chiave per l'apprendimento Permanente" (2006/962/EC)

Ogni *framework* menziona tra le competenze del 21esimo secolo la collaborazione, comunicazione, alfabetizzazione digitale e tecnologica, abilità sociali e culturali di cittadinanza. La maggior parte dei *framework* includono anche la creatività, il pensiero critico, il *problem solving* e lo sviluppo di un prodotto. In alcuni *framework* vengono anche menzionate: il saper apprendere, saper pianificare, autonomia, flessibilità e capacità di adattamento.

La robotica educativa può fornire una risposta a questi bisogni, unendo il bisogno di sviluppare nei ragazzi delle competenze digitali e tecnologiche con la necessità di formare un cittadino critico e allenato a riflettere e conoscere a fondo la realtà che gli si presenta. A fronte di un'attività di costruzione e programmazione il futuro cittadino può imparare, già dai primi anni di scuola, che gli oggetti che quotidianamente usa sono il risultato di un processo di sviluppo. Il ragazzo può capire che non è il mero fruitore del prodotto, ma che può essere parte attiva del processo che sviluppa, modifica o migliora il prodotto stesso. Il ragazzo può relazionarsi con i suoi pari in un'attività di gruppo che crei l'opportunità di mettere in comune



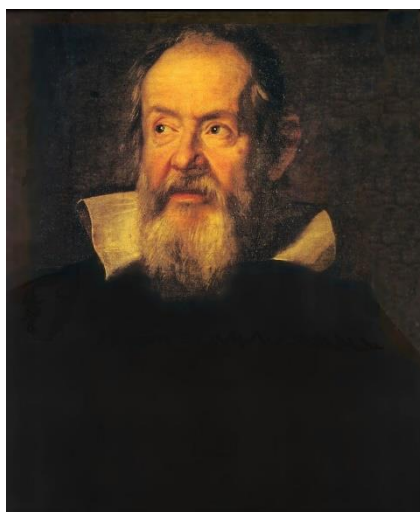
esperienze e capacità al fine di risolvere un problema. In un'attività tipica di robotica educativa, la fase di comunicazione delle proprie idee all'interno e all'esterno del gruppo, costituisce un'utile palestra per allenare l'abilità di comunicare i problemi che si incontrano e le soluzioni che si esplorano, nonché per sviluppare l'autocontrollo necessario per un dibattito proficuo.

Ma come dimostrare che la robotica educativa è veramente efficace nello sviluppare queste capacità? Come valutiamo l'impatto delle attività di costruzione e programmazione sulle competenze dei ragazzi e delle ragazze che partecipano alle attività? La risposta è con l'osservazione e con la manipolazione di alcune variabili di nostro interesse.

Tra i principali metodi della ricerca educativa troviamo infatti il metodo sperimentale. Esso serve ad analizzare le variabili della realtà, al fine di riscontrare dei cambiamenti. Nel nostro caso le variabili sono per esempio il pensiero critico, il pensiero computazionale, la collaborazione. Non sono concetti facilmente misurabili ed è uno sforzo anche solo definirli (si pensi a quanti *framework* esistono per identificare una definizione di questi concetti), quindi quale strada percorrere per poter associare le attività di robotica educativa con lo sviluppo di queste competenze? Il mondo della ricerca inventa sempre nuovi metodi e soluzioni per poterlo fare e si avvale del metodo scientifico per poter dare delle risposte.

## **2.2 Il metodo scientifico**

Il metodo scientifico o sperimentale si è sviluppato attraverso i secoli da Galileo Galilei (1564 - 1642) in poi nelle varie discipline. Ogni disciplina ha costruito nel tempo metodi e strumenti propri per rispondere al meglio alle sfide poste dalla realtà che esaminavano. Alcune scienze come l'astronomia e la fisica hanno adottato sin da subito questo metodo, mentre le scienze sociali, psicologiche e della formazione hanno solo di recente tratto vantaggio dalle potenzialità di questo metodo.



*Figura 2: il ritratto di Galileo Galilei dipinto dal pittore fiammingo di epoca barocca Justus Sustermans nel 1636 e ora esposto nella Galleria degli Uffizi di Firenze.*

Perché quindi affidarci alla ricerca e al metodo scientifico nella robotica educativa? Perché la ricerca in campo educativo produce osservazioni temporaneamente confermate, che possono informare le scelte dell'agire educativo che a loro volta hanno quindi una probabilità più elevata di rivelarsi efficaci e riproducibili in altri contesti. Le decisioni sull'azione educativa hanno un valore scientifico quando sono affrontate utilizzando i risultati della ricerca, ma ogni volta che una soluzione viene proposta devono essere rese disponibili per la comunità non solo gli esiti finali, ma anche i percorsi, i dati e le evidenze che hanno portato a tali esiti. Ovviamente per giungere alla definizione di un piano di ricerca bisogna definire la propria posizione rispetto alla realtà che ci circonda (ontologia) e alla possibilità di poterla indagare (epistemologia). Da qui deriva la nostra metodologia di indagine.

In generale ci sono molti modi con cui osservare la realtà in esame e un modo per identificare che tipo di ricerca stiamo facendo è di suddividere tra ricerca qualitativa e quantitativa. Una prima distinzione tra i due tipi di ricerca è che la ricerca qualitativa identifica concetti astratti mentre la ricerca quantitativa raccoglie dati numerici. La ricerca quantitativa indaga su un campione più elevato in genere rispetto alla ricerca qualitativa, sottoponendo questionari basati su risposte multiple e numeriche (da 0 a 10). La ricerca qualitativa indaga su un campione più piccolo in genere e serve a capire i motivi, i pareri, gli interessi e le tendenze che si nascondono dietro ai dati più numerici della ricerca quantitativa. Se da una parte la ricerca qualitativa tiene in considerazione la complessità del fenomeno in analisi, dovuta magari a realtà multiple, cercando possibili interpretazioni e ponendo l'attenzione a

dati esperienziali, dall'altro la ricerca quantitativa cerca di semplificare al fine di descrivere sinteticamente il fenomeno, fare inferenza e generalizzare un'ipotesi.

Il bisogno di indagare la realtà utilizzando il metodo scientifico nasce dalla domanda “su cosa basiamo la nostra conoscenza della realtà?”. Esaminando le varie fonti di informazione (intuizioni, credenze, fonti autorevoli, consenso popolare ecc.) notiamo che molte fonti sono soggette ad errore e soprattutto, non verificabili. Ciò che rende scientifica un'affermazione è il metodo che si applica per ottenere evidenza della veridicità di un'affermazione o teoria. Per poter far questo abbiamo bisogno di osservazioni sistematiche e di logica applicata in modo consistente. Per aiutarci nel nostro tentativo di spiegare la realtà in modo corretto, ci affidiamo ai sei principi base del metodo scientifico:

1. deve essere possibile mettere alla prova in modo empirico l'ipotesi formulata sulla base delle osservazioni sistematiche, in altre parole l'ipotesi può essere confermata o contraddetta dalle osservazioni;
2. la prova empirica a cui sottoponiamo l'ipotesi deve essere replicabile, ovvero l'ipotesi deve poter esser testata ripetutamente;
3. Il modo in cui si pone sotto verifica l'ipotesi e si giunge a un risultato deve essere obiettivo, ossia l'ipotesi può essere verificata indipendentemente da altri ricercatori;
4. la trasparenza nel riportare la prova empirica implica che il ricercatore riporti tutti i dettagli della prova stessa descritti con minuzia di particolari;
5. l'ipotesi formulata deve essere falsificabile, ovvero è possibile negare l'ipotesi, è possibile trovare dei dati che non confermino la mia ipotesi;
6. la prova sperimentale deve essere logicamente consistente, cioè che l'ipotesi è formulata in modo consistente e che la conclusione di accettare o rifiutare l'ipotesi si basa sulle osservazioni di partenza e sul ragionamento logico.

Per rispettare questi principi l'atteggiamento del ricercatore deve necessariamente essere di apertura (a critiche, a suggerimenti, alla condivisione ecc.) e trasparenza.

Il ciclo empirico della ricerca ha come prodotto finale la spiegazione di come funzionano le cose usando dati empirici raccolti in modo empirico e rigoroso. Il ciclo empirico costituisce un approccio ipotetico deduttivo. Infatti, si inizia con l'osservazione di un fenomeno da cui nasce un'ipotesi per spiegare quel fenomeno. Da questa spiegazione basata su una singola osservazione (o comunque un numero limitato di osservazioni) si assume che essa valga in

generale in ogni caso. Ovviamente, questo può essere verificato o contraddetto raccogliendo un grande numero di osservazioni. Nella fase successiva si passa ad ipotizzare che se spiegazione è vera in ogni caso, allora sarà vera per ogni nuova osservazione di raccolta dati in determinati contesti. Per esempio: “noto che nella mia classe gli studenti con i capelli biondi non vanno bene in matematica. Decido che questo valga in generale per tutti gli studenti con i capelli biondi. Decido di verificare se ciò è vero o falso con un esperimento, cioè andando nella classe a fianco e sottoponendo un test di matematica per vedere quanti studenti con i capelli biondi completano il compito raggiungendo la sufficienza entro il tempo di un’ora”. Se è vero che gli studenti con i capelli biondi vanno male in matematica, mi aspetto che tutti gli studenti con i capelli biondi nella nuova classe non completino il compito entro l’ora e non superino la sufficienza. Ho quindi dedotto un comportamento dalla mia ipotesi generalizzata. Pongo in essere la verifica e valuto il risultato del mio test. Quanto introdotto ed esemplificato è il ciclo del metodo empirico e consiste nelle seguenti fasi:

1. osservazione
2. induzione
3. deduzione
4. test
5. valutazione dei risultati

Si parla di ciclo perché da un risultato si parte per suggerire un nuovo studio con un metodo o uno strumento diverso; oppure da un risultato si può ottenere una non conferma della nostra ipotesi e quindi la ricerca prosegue per cercare la nuova interpretazione della realtà.

Ci potrebbero sempre essere delle spiegazioni alternative che conducono alla modifica della nostra ipotesi iniziale.

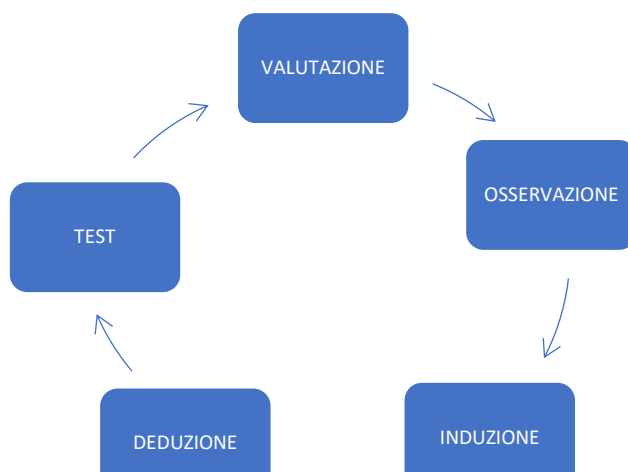


Figura 3: rappresentazione schematica del ciclo della ricerca scientifica

Un metodo non si può dire scientifico se non è affidabile e se non ha dimostrato la sua validità.

La validità di una ricerca implica una valutazione della metodologia di indagine messa in campo al fine di valutare se quanto trovato è effettivamente una rappresentazione del fenomeno in studio o i risultati che otteniamo dipendono anche o in toto da altri aspetti (variabili) di disturbo. Per valutare la validità di una ricerca bisogna quindi considerare se, rispetto alla teoria di riferimento, i risultati ottenuti dalla nostra indagine consentono un utile modello interpretativo aggiungendo nuovi elementi. La validità di un esperimento riguarda anche l'aspetto della generalizzazione, ovvero se i risultati ottenuti a partire dalla raccolta dati durante l'esperimento possono essere estesi ad altri contesti. Inoltre, la validità di uno studio deve necessariamente considerare se la relazione trovata tra le variabili dipende dalla loro reciproca influenza oppure se dipende dal caso. Rispetto a quanto detto si valutano quindi quattro aspetti di validità di una ricerca:

- la validità interna. La capacità di provare che le modifiche apportate alla variabile indipendente causino quelle rilevate nella variabile dipendente. Ad esempio, se ipotizziamo che l'uso del computer (variabile indipendente) aiuti l'apprendimento della matematica (variabile dipendente), lo studio deve essere capace di dimostrare che sia l'uso del computer, e non qualche altra variabile, ad avere effetto sull'apprendimento della matematica.

- la validità di costrutto. Si riferisce all'identificazione chiara e univoca del fenomeno che si vuole studiare e dei suoi aspetti più importanti, e implica una definizione operativa dei costrutti teorici adeguata. Per esempio, parlando di performance di matematica, possiamo definire performance di matematica il risultato dello studente al compito in classe costituito da 5 domande sugli argomenti di una specifica unità didattica.
- la validità esterna. Si riferisce alla possibilità di generalizzare, cioè di estendere le conclusioni tratte dalla ricerca empirica ad ambiti più ampi rispetto a quello in cui la ricerca è stata compiuta (dal campione alla popolazione, da un contesto di ricerca a un altro in cui le condizioni che non sono sovrapponibili a quelle in cui la ricerca è stata condotta, oppure da un'epoca storica a un'altra).
  - la validità ecologica. È un particolare tipo di validità esterna e rappresenta lo studio di un fenomeno nel contesto reale. La validità ecologica e la validità interna sono inversamente correlate: la situazione della ricerca diventa tanto più artificiale e lontana dalla realtà quanto più la sperimentazione prevede un rigoroso controllo delle variabili (basti pensare per esempio alla differenza tra uno studio condotto in classe durante l'orario scolastico con l'insegnante di riferimento del gruppo di studenti e uno studio condotto in un laboratorio privo di stimoli al di fuori di quelli desiderati).
- la validità statistica, tramite il calcolo delle probabilità e dell'inferenza statistica, conferma (o meno) se la relazione trovata tra le variabili sperimentali è di tipo casuale.

Ognuna di queste tipologie di validità possono essere messe in pericolo da situazioni che normalmente possono occorrere in un esperimento scientifico come nella vita di tutti i giorni.

Per uno sguardo a quali sono queste minacce si può consultare la Tabella 1.

Tabella 1: descrizione delle minacce ai vari tipi di validità di un esperimento scientifico.

	Minacce	Esempio
Validità interna		
	Variabili di confusione (variabili che possono alterare la relazione tra le variabili sperimentali)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gli eventi esterni impreveduti, come per esempio un terremoto durante l'esecuzione di una prova; è impossibile evitare del tutto la presenza di questi eventi.</li> <li>• La storia: durante uno studio longitudinale (studio dello stesso campione nel corso del tempo) può avvenire che un qualsiasi evento interferisca; per esempio nell'osservazione di una classe durante la scuola primaria, la chiusura del plesso scolastico.</li> <li>• La «maturazione»: durante uno studio che si prolunga nel tempo possono avvenire dei cambiamenti sistematici, biologici o psicologici che avvengono con il passare del tempo.</li> <li>• L'effetto delle prove: la partecipazione all'esperimento può influenzare le prestazioni a causa dell'apprendimento. Questa minaccia si presenta soprattutto nei disegni che hanno un pre-test.</li> <li>• La strumentazione: lo strumento che si usa per rilevare le variabili di interesse può non essere adatto, oppure non è tarato bene, oppure subisce delle fluttuazioni momentanee.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• La regressione verso la media: nelle prove ripetute sugli stessi soggetti, all'interno della stessa variabile i risultati tendono a convergere verso la media.</li> <li>• La selezione: il campionamento e l'assegnazione dei soggetti alle condizioni sperimentali possono influire sui risultati dello studio in modo non voluto.</li> <li>• La mortalità: alcuni soggetti dopo essere stati sottoposti alla prima prova possono ritirarsi o abbandonare il gruppo a cui era stato assegnato.</li> </ul>
	<p>Errori dovuti al soggetto (sono errori introdotti dal fatto che i soggetti delle ricerche sono degli esseri umani, quindi per loro stessa natura variabili e influenzabili da molti fattori)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il soggetto della ricerca si rende conto (più o meno coscientemente) di essere oggetto di osservazione e questo modifica il suo comportamento.</li> <li>• Acquiescenza: il soggetto tende a modificare la sua risposta in base a come si presenta lo stimolo (per esempio una domanda non compresa).</li> <li>• La desiderabilità sociale: la tendenza di alcuni soggetti a rispondere in modo non conforme a quanto effettivamente pensano, ma in modo che la propria risposta sia in linea con quanto socialmente approvato.</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le caratteristiche della richiesta: è la situazione in cui il soggetto coglie una serie di indizi che lo spingono a dare una risposta sulla base non solo della domanda che gli viene posta, ma integrando anche gli indizi che riesce a cogliere sul vero scopo della ricerca.</li> <li>• Le conoscenze del soggetto: il soggetto potrebbe essere a conoscenza di sulle procedure o sul contenuto della ricerca e modificare di conseguenza il suo atteggiamento verso l'esperimento.</li> <li>• Effetto Hawthorne: il soggetto è cosciente di essere oggetto di ricerca e solo il fatto di essere osservato modifica il suo comportamento.</li> </ul>
	Errori dovuti allo sperimentatore	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le caratteristiche fisiche dello sperimentatore, come l'età, il sesso o l'appartenenza etnica, possono influenzare, i risultati della ricerca.</li> <li>• Le caratteristiche di personalità del ricercatore: l'esperienza ad esempio può influenzare il risultato di uno studio, potrebbe risultare utile l'intervento di ricercatori con diversi livelli di esperienza.</li> <li>• Le aspettative dello sperimentatore: senza volerlo, il ricercatore si aspetta un certo risultato e finisce per ottenerlo realmente influenzando i partecipanti; potrebbe essere una soluzione utilizzare la procedura del doppio cieco, cioè nascondere sia al</li> </ul>

		<p>soggetto sia allo sperimentatore le ipotesi della ricerca e la condizione sperimentale a cui il soggetto sta partecipando.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gli errori sistematici: lo sperimentatore quando interagisce con i soggetti può involontariamente comunicare come rispondere; per limitare questi errori si potrebbero limitare le interazioni tra lo sperimentatore e i soggetti, automatizzando le istruzioni e la raccolta dei dati.</li> </ul>
Validità di costrutto		
	Non identificare chiaramente i costrutti	La dettagliata analisi a livello concettuale dei costrutti è necessaria per identificare chiaramente il fenomeno che si vuole studiare e i suoi aspetti più importanti; se manca questa analisi la validità di costrutto è inficiata.
	Definizione operativa dei costrutti inadeguata	I costrutti teorici devono essere operazionalizzati, cioè devono essere tradotti in operazioni concrete; nel compiere l'operazionalizzazione si può sbagliare rischiando di non essere certi di quale sia la variabile che stiamo rilevando.
	Ambiguità delle variabili indipendenti	La variabile indipendente può non essere quella ipotizzata dal ricercatore; per ridurre questo rischio si può: <ul style="list-style-type: none"> <li>• definire chiaramente il costrutto astratto che si vuole analizzare,</li> <li>• verificare le correlazioni tra i dati delle variabili che stiamo studiando e le variabili concettualmente simili,</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• verificare se la manipolazione sperimentale è effettivamente rappresentativa del costrutto ipotizzato (<i>manipulation check</i>).</li> </ul>
Validità esterna		
	Strumenti utilizzati	Per strumenti si intende sia quelli di rilevazione (che potrebbero non essere replicabili in un altro campione) sia le statistiche usate per fare inferenza e ottenere risultati significativi.
	Inadeguatezza del campione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La numerosità del campione in studio non consente di generalizzare i risultati.</li> <li>• Il modo in cui il campione è stato reperito non consente di fare affermazioni di carattere generale.</li> <li>• Le caratteristiche del campione in esame non rendono valide le conclusioni tratte nell'esperimento per una popolazione più ampia.</li> </ul>
	Variazioni stagionali e cicliche	Sono quelle variazioni che si verificano ciclicamente a livello di popolazione e a livello di soggetto.
	Variazioni personologiche	Sono quelle variazioni di alcune caratteristiche individuali per effetto della maturazione e/o per effetto della storia.
	Variazioni metodologiche	La ricerca in laboratorio permette di controllare molte variabili, ma va dimostrata in un contesto reale la riproducibilità dei risultati. Sarebbe ottimale raccogliere dati in situazioni non artefatte e senza che i soggetti si rendano conto di star partecipando allo studio. Ovviamente,

		tutto ciò va considerato in prospettiva con le linee guida di una ricerca etica.
Validità statistica		
	Fishing	Si cercano le correlazioni tra le variabili senza avere delle ipotesi alla base che guidano la nostra ricerca.
	Campione troppo piccolo	Con un campione poco numeroso il test statistico potrebbe non rilevare una relazione significativa.
	Strumenti poco affidabili	La rilevazione delle variabili potrebbe non essere precisa e centrare quindi la misura del fenomeno in osservazione.
	Manipolazioni delle variabili indipendenti	Le variabili potrebbero non essere standardizzate.
	Variabili di confusione	La presenza di variabili di confusione aumenta la variabilità dell'errore che va ad influire sul test statistico usato.

## 2.3 Robotica Educativa e metodo scientifico

Quanto detto sinora trova riscontro negli esperimenti portati a termine dagli studiosi di tutto il mondo. Da tempo infatti i ricercatori stanno cercando di indagare alcune parti oscure della robotica educativa, tra cui la mancanza di prove empiriche sull'efficacia educativa (sul piano pedagogico e psicologico) dei robot. Questa osservazione viene spesso messa in relazione con la mancanza di criteri standard di valutazione e con le difficoltà metodologiche nel condurre test scientifici (Alimisis, 2013; Bredenfled, Hofmann, e Steinbauer, 2010; Salvini, Korsah e Nourbakhsh, 2016). Questo comporta una grande quantità di studi a carattere qualitativo presenti nella letteratura scientifica e pochi di carattere quantitativo (Benitti, 2012).

Se da un lato il grande merito degli studi qualitativi è quello di fornire una visione approfondita e complessa della realtà, fornendo una grande ricchezza di dettaglio e proponendo teorie, dall'altro questi studi non generano uno sguardo univoco e sintetico. Da una visione positivista, gli studi quantitativi riescono a interpretare il fenomeno in studio mediante degli indicatori e prove standardizzate. Nell'ambito della robotica educativa, alcuni studiosi si sono cimentati nel verificare se le attività di robotica educativa riescono a sviluppare competenze e conoscenze. In particolare, si pone l'attenzione sulle procedure che gli studiosi hanno sviluppato al fine di verificare l'efficacia della robotica educativa per insegnare la robotica in contesto curricolare, lo sviluppo di abilità sociali e tecnologiche, nonché attitudini positive verso le scienze, e lo sviluppo del pensiero computazionale.

### *1. Robotica educativa: un curriculum appositamente pensato per trasmettere conoscenze di robotica, è efficace?*

Lo studio di Castro et al. (2018) mira a sviluppare un protocollo di robotica educativa utile per l'insegnamento della robotica nelle scuole. Nel perseguire questo obiettivo, i ricercatori partono dalla seguente ipotesi: un curriculum di robotica educativa può essere usato per introdurre studenti, di diverse età e senza distinzione di genere, alla robotica espandendo la loro conoscenza nelle materie STEM.

Per dimostrare tutto ciò 27 insegnanti sono stati coinvolti e formati dai ricercatori per portare il protocollo in classe; gli insegnanti hanno poi portato le attività apprese nelle loro classi.

Tabella 2: partecipanti allo studio di Castro et. al. (2018).

Range di età (M=Media, SD=deviazion e standard)	Tipologia di classi coinvolte	Numero di classi coinvolte	Numero di studenti coinvolti totale (maschi/femm ine)	Strumenti usati in classe
7 – 9 anni (M=8.48, SD=0.54)	2 e 3 primaria	8 classi	178 (89/89)	Bee-Bot
9- 11 anni (M=10.3, SD=0.53)	4 e 5 primaria	10 classi	62 (37/25)	Pro-Bot
11- 14 anni (M=12.62, SD=0.8)	Scuola secondaria di primo grado	10 classi	149 (90/59)	LEGO <i>Mindstorms</i> (apparenteme nte NXT)

In totale 389 studenti hanno preso parte al programma; per la descrizione della composizione di questo campione si veda Tabella 2. Il tempo totale delle attività svolte in classe è di 16 ore in otto settimane, suddivise in 8 attività da due ore ciascuna. Le aree di potenziamento delle attività sono state: cognitiva, metacognitiva, emotiva e motivazionale, e STEM. Ogni attività prevedeva la costruzione e/o la programmazione di robot al fine di svolgere un compito. Gli studenti con disabilità o bisogni educativi speciali hanno partecipato alle attività previste, ma non sono stati considerati ai fini dell'analisi statistica dei dati rilevati. Per valutare l'effetto delle attività sulle diverse fasce di età considerate gli studiosi hanno creato un protocollo di attività adatto ad ogni fascia di età e hanno costruito un questionario per misurare il livello di acquisizione della conoscenza della robotica secondo gli aspetti ritenuti rilevanti dagli autori: vocabolario, comprensione, identificazione delle parti, rappresentazione realistica e etica (quest'ultima solo per le scuole superiori di primo grado). Ognuna di queste sezioni conteneva più domande e ogni domanda aveva quattro possibili risposte: una corretta, una parzialmente corretta e due sbagliate. Risposta giusta 1 punto

altrimenti 0. In totale il questionario era composto da 30 domande (30 punti massimo). Per raggiungere questa forma, il questionario è stato prima sviluppato dagli autori, successivamente testato in alcune classi pilota e poi ulteriormente revisionato per incrementare la validità di facciata, che si basa sull'analisi del testo delle domande da parte di esperti del settore (ingegneri, insegnanti e psicologi) e degli studenti (osservazione diretta della classe e intervista con insegnanti e studenti). Questo metodo di validare un questionario non è il migliore possibile, infatti manca una standardizzazione del test sottoponendolo a una rigorosa validazione su un campione più ampio e con metodi statistici appropriati (il questionario è consultabile dal sito <http://www.roboticaeducativatoscana.net/retemoodle>).

Una volta creato lo strumento con cui misurare la performance degli studenti, il progetto prevedeva la sua somministrazione prima dell'inizio del ciclo di attività e alla fine, con l'aspettativa che la performance finale sarebbe stata migliore di quella iniziale. I risultati di questo studio suggeriscono che il protocollo ha efficacemente aumentato la conoscenza della robotica nei ragazzi e che non ci sono differenze significative nei risultati legate al genere.

Lo studio proposto in questo caso è un quasi-esperimento, in cui l'arruolamento degli studenti avviene su base volontaria, non casuale. Inoltre, la totalità del campione viene coinvolto nella pratica sperimentale (protocollo di robotica a scuola), mentre manca il gruppo di controllo, cioè un gruppo di partecipanti che vengono sottoposti alla stessa valutazione, ma non al protocollo. Questo può rappresentare una minaccia per la validità interna, non potendo eliminare possibili distorsioni nei risultati dovuti a effetti di maturazione dei partecipanti. Nelle scienze sociali e dell'educazione è molto difficile poter mantenere la condizione ecologica (esperimento condotto a scuola) e la condizione casuale, quindi si ricorre spesso al quasi-esperimento.

Gli insegnanti coinvolti nello studio erano volontari in questo caso, quindi molto motivati e aperti all'inserimento del protocollo nella classe; questo potrebbe introdurre un bias nei risultati che li fa deviare dalla realtà del fenomeno in studio. Un insegnante non particolarmente motivato, avrebbe potuto non essere altrettanto efficace nell'accompagnare gli studenti in questo percorso. La condizione di avere un gruppo di classi in cui tutti gli insegnanti sono molto motivati, può divergere notevolmente da quella che è la realtà e quindi

l'esperimento non coglie appieno la condizione reale di un insegnante alle prese con il protocollo in questione.

*2. Robotica educativa: può veramente sviluppare abilità sociali e tecnologiche? può promuovere attitudini verso le scienze?*

Nell'articolo di Kandlhofer e Steinbauer (2016) si descrive come è stato condotto e quali sono stati i risultati di uno studio empirico sull'impatto della robotica educativa sulle abilità tecniche e sociali, nonché sulle attitudini alle scienze di studenti dai 9 ai 18 anni di età. La ricerca consiste nel confrontare un gruppo di studenti che svolgono attività di robotica educativa in classe (gruppo sperimentale) e un gruppo di studenti che non hanno questa possibilità (gruppo di controllo), chiedendosi: esiste una differenza (un cambiamento) nel risultato (tra una verifica prima delle attività e dopo aver condotto le attività nel gruppo sperimentale) in termini di abilità tecniche e sociali e attitudini alle scienze? Il disegno sperimentale dello studio, con il gruppo di controllo contrapposto a quello sperimentale per minimizzare la minaccia di maturazione, è quello riportato in Tabella 3, mentre le ipotesi di ricerca dunque sono:

1. La robotica educativa ha veramente un effetto positivo e significativo sulla performance degli studenti e delle studentesse rispetto alle abilità tecniche e sociali, nonché sulle attitudini e interesse verso le scienze?
2. La robotica educativa ha un impatto positivo sulla performance e sulle attitudini degli studenti rispetto a una serie di argomenti legati a materie specifiche (programmazione, matematica, robotica), a attitudini?

*Tabella 3: disegno sperimentale nello studio di Kandlhofer e Steinbauer (2016). Ciascun gruppo viene "misurato" con un questionario in due momenti specifici del progetto, t1 e t2, ricavandone quattro osservazioni O1, O2, O3 e O4.*

	t1 (pre-test)		t2 (post-test)
Gruppo Sperimentale	O1	Attività di robotica in classe	O2
Gruppo di Controllo	O3		O4



Lo strumento con cui si ricavano O1, O2, O3 e O4 è un questionario composto da 129 elementi (item) suddivisi in 5 sezioni:

- sezione 1 (14 item): informazioni demografiche e sul background (conoscenza pregressa nella robotica e nell'informatica)
- sezione 2 (37 item): abilità tecniche
- sezione 3 (50 item): interessi e attitudini relativi al campo della scienza
- sezione 4 (23 item): abilità sociali e *soft skills*
- sezione 5 (5 item): feedback sul questionario stesso

Questo strumento deriva da una lunga fase di selezione di altri strumenti presenti in letteratura e di affinamento e traduzione. In questo caso la validità e l'affidabilità dello strumento deriva da:

- validità di facciata: esperti hanno revisionato lo strumento e la progettazione dell'esperimento;
- citazione di altri studi che hanno validato e formulato i questionari iniziali da cui hanno adattato le domande;
- analisi di affidabilità tramite calcolo dell'alfa di Cronbach per ogni sottoscala.

La cosa interessante dello strumento è che ogni sottoscala definisce l'operationalizzazione della variabile oggetto della misurazione:

- le abilità tecniche comprendono:
  - abilità di programmazione e di robotica
  - abilità informatica generale
  - programmazione testuale
  - capacità di pensiero scientifico e matematico
- le attitudini verso le scienze comprendono:
  - attitudine all'indagine scientifica
  - adozione di attitudini scientifiche
  - appagamento nel partecipare alle lezioni di scienze
  - interesse verso le scienze anche nelle attività del tempo libero
  - interesse verso le scienze nella futura carriera lavorativa
- le abilità sociali e *soft skills* comprendono:

- autoefficacia nella robotica
- problem solving
- attitudine al teamwork
- capacità sociali di interazione
- abilità di fissare un obiettivo e conseguentemente di raggiungerlo

L'età media dei partecipanti è di 15 anni. Nei risultati vengono considerati soltanto gli studenti dai 12 ai 19 anni poiché gli studenti dai 9 agli 11 anni non hanno completato il questionario reputandolo troppo difficile. Degli iniziali 242 studenti coinvolti, soltanto 148 sono stati considerati nello studio. Di questi, 82 rientravano nel gruppo di controllo e 66 nel gruppo sperimentale. Inoltre, l'81,8% del campione finale rientrava nella fascia d'età tra i 12 e i 16 anni. Geograficamente lo studio ha coinvolto partecipanti da 8 scuole austriache e 1 svedese.

Questo studio è molto interessante. È innanzitutto uno studio quasi-esperimento, cioè condivide tutte le caratteristiche di uno studio sperimentale, mancando però la caratteristica dell'assegnazione casuale ai gruppi di studio. Gli studenti che partecipano allo studio nel gruppo sperimentale sono infatti volontari, scelgono spontaneamente se svolgere le attività di robotica o le normali attività proposte dalla scuola. Gli studiosi infatti osservano che già nella prima misurazione i risultati sembrano essere migliori per il gruppo sperimentale. Ipotizzano perciò che i ragazzi che già erano interessati alla scienza e alla tecnologia potessero scegliere di partecipare alle attività di robotica. Nonostante ciò i ricercatori hanno trovato miglioramenti significativi in entrambe le condizioni, in linea con quanto riportato nella letteratura esistente.

### 3. *Robotica educativa: può aiutare lo sviluppo del pensiero computazionale?*

Lo studio di Atmatzidou e Demeriadis (2016) si focalizza sugli studenti di due diversi gruppi di età: 15 e 18 anni per un totale di 164 studenti di scuola secondaria di secondo livello in Grecia. L'ipotesi da testare è: gli studenti di età e genere diverso sviluppano le abilità legate al pensiero computazionale nello stesso modo in un contesto di attività di robotica educativa?

Prima di ogni cosa gli studiosi definiscono il pensiero computazionale con un modello a 5 dimensioni: astrazione, generalizzazione, algoritmo, modularità e decomposizione. Queste

5 dimensioni del pensiero computazionale emergono dall'analisi dei lavori presenti in letteratura e opportunamente citati nell'analisi della letteratura e definizione del quadro concettuale all'interno del quale questo studio si inserisce.

Tabella 4: il modello di pensiero computazionale che si applica allo studio di Atmatzidou e Demetriadis (2016)

Dimensione	Descrizione	Abilità nello studente
Astrazione	È il processo di creare qualcosa di semplice a partire da qualcosa di complicato, tralasciando i particolari irrilevanti, identificando gli schemi rilevanti e separando le idee dai dettagli concreti.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separare l'informazione importante da quella ridondante.</li> <li>• Analizzare e specificare comportamenti comuni o strutture di programmazione tra script diversi.</li> <li>• Identificare le astrazioni tra diversi ambienti di programmazione.</li> </ul>
Generalizzazione	È il trasferire un processo di <i>problem-solving</i> a una più vasta gamma di problemi	Espandere una soluzione esistente in un problema dato per coprire più possibilità/casi
Algoritmo	È la pratica di scrivere delle istruzioni specifiche ed esplicite per portare avanti un processo in modo graduale e sequenziale.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definire esplicitamente i passi di un algoritmo.</li> <li>• Identificare diversi algoritmi efficaci per un problema dato.</li> <li>• Trovare l'algoritmo più efficiente.</li> </ul>
Modularità	È lo sviluppo di processi autonomi che contengono al loro interno un insieme di comandi che ricorrono e che eseguono una funzione specifica e	Sviluppare delle sezioni di codice indipendente per l'uso nello stesso problema o in altri diversi.

	possono essere usati nello stesso problema o in altri.	
Scomposizione	È il processo di scomporre i problemi in parti più piccole che possono essere risolti in modo più immediato.	Separare il problema più grande in parti più piccole che sono più facili da gestire.

Dopo la definizione di cosa si intende per pensiero computazionale, i ricercatori definiscono come intendono manipolare la variabile “pensiero computazionale” e come misurarla.

8 seminari sulla robotica tra il 2012 e il 2013 usando come strumento il kit Lego Mindstorms NXT 2.0 con lo scopo di formare gli insegnanti a portare in classe le attività pensate dai ricercatori. Ogni seminario comprendeva 11 sessioni da 2 ore ciascuno, una volta a settimana.

Sessione	Focus	Valutazione
1	Introduzione alla robotica Introduzione al concetto di algoritmo e istruzioni semplici.	Profile questionnaire (PQ)
2	Strutture sequenziali e strutture cicliche. Motori, sensore di suono e di contatto. Programmazione dei robot per farli danzare. Concetti di astrazione e generalizzazione	
3 e 4	Strutture di controllo, sensori a ultrasuoni e wait. Costruzione di un sistema di allarme. Modularità e scomposizione.	Alla fine della quarta sessione viene somministrato un questionario per la misurazione del livello di pensiero computazionale (Q1).

5 e 6	Sensore di luce, modularità del codice, <i>lamp block</i> e programmazione parallela. Costruzione di <i>recycler robot</i> .	
7 e 8	Introduzione del concetto di variabile e operatori aritmetici elementari Costruzione del <i>security guard robot</i> .	
9 e 10	Agli studenti vengono dati compiti di difficoltà crescente e nel contesto di problemi autentici.	Alla fine di questa sessione viene somministrato per la seconda volta il questionario per la misurazione del livello di pensiero computazionale (Q2).
11	Final challenge	Protocollo <i>Think aloud</i> Questionario sulle opinioni degli studenti (SOQ). Intervista.

Il *Profile Questionnaire* (PQ) è un questionario che raccoglie i dati demografici degli studenti, il loro background informatico e la loro esperienza con la robotica.

I due questionari intermedi Q1 e Q2 sono basati su di una rubrica a 4 livelli di risposta (da 1=non soddisfacente a 4=eccellente): dopo aver completato il questionario, lo studente veniva valutato rispetto a ciascuna dimensione del pensiero computazionale. Inoltre, la media dei punteggi rilevata da Q1 e Q2 veniva registrata.

Q1 e Q2 sono gli strumenti che indicano il livello di sviluppo del pensiero computazionale dopo la 4 e dopo la sessione. I ricercatori sono partiti dal costrutto teorico “pensiero computazionale”, lo hanno scomposto nei suoi elementi costitutivi e lo hanno operazionalizzato. La variabile dipendente “pensiero computazionale” viene misurata in due momenti diversi (presto e tardi) e al suo interno ha diverse dimensioni. Per poter assegnare un livello di misurazione i ricercatori costruiscono Q1 e Q2.

Il Questionario sulle opinioni degli studenti (SOQ) registra il punto di vista dello studente sul comprendere i concetti del pensiero computazionale e sullo sviluppare le abilità ad esso

collegate. SOQ registra anche l'opinione degli studenti sull'esperienza di apprendimento che hanno avuto.

Il protocollo *think aloud* richiedeva agli studenti di comunicare il processo che avrebbero seguito nel risolvere un problema di programmazione del robot, commentando anche la scelta della particolare soluzione proposta. Per valutare questo protocollo gli studiosi si sono avvalsi di una rubrica a 4 livelli di risposta (da 1=non soddisfacente a 4=eccellente) per ogni dimensione del pensiero computazionale. Questa misura è una ulteriore misura del livello di pensiero computazionale in aggiunta a Q1 e Q2. Questo ulteriore metodo consente più libertà di espressione rispetto a Q1 e Q2, che sono invece più strutturati e perciò offrono meno libertà di sbagliare o spiegarsi.

L'intervista è un metodo ulteriore per cercare di catturare quanta più informazione possibile dagli studenti, nel modo meno strutturato possibile. Insieme all'osservazione costante e sistematica del lavoro degli studenti, che veniva annotata su delle griglie di osservazione, l'intervista rappresenta un metodo qualitativo per integrare i metodi quantitativi sopra esposti. Dall'unione dei due si evince informazione sintetica, utile per carpire il senso dei dati, e si può usare la statistica per fare inferenza, cioè andare a testare la nostra ipotesi di partenza con dei dati sperimentali alla mano.

I risultati di questo studio indicano che lo sviluppo di pensiero computazionale in questa attività risulta essere indipendente dalle variabili età e genere. Per sviluppare il pensiero computazionale nella maggior parte dei casi occorre tempo, in quanto nell'esperienza di questo studio i ragazzi tendevano a migliorare lo sviluppo di pensiero computazionale verso la fine della sessione di attività. La modalità scritta e orale di valutazione del pensiero computazionale dà luogo a delle differenze e può quindi influire sulla performance dello studente.

## **2.4 Esempi di robotica educativa curricolare**

La proposta di Ribeiro, Coutinho e Costa (2011) è un esempio di percorso curricolare in un contesto formale. Gli studiosi propongono tre fasi, riassunte in Tabella 5, durante le quali gli strumenti per la valutazione sono di natura sia quantitativa (soprattutto nella prima e seconda fase) sia qualitativa (soprattutto nell'ultima fase).

Tabella 5: progetto di robotica curricolare proposto dai portoghesi Ribeiro, Coutinho e Costa (2011)

Struttura delle attività	Valutazioni
	Questionari iniziali sulle percezioni degli studenti
Fase 1: Fondamenti di Robotica (12 - 15 ore), sessione obbligatoria, kit Lego Mindstorms	
	Test di conoscenza della Robotica
	Pre-test: aree curricolari
Fase 2: Moduli in cui la robotica viene usata per affrontare lo studio delle materie curricolari (16 – 20 ore), opzionabili	
	Post-test: aree curricolari
Fase 3: progetti interdisciplinari, non hanno una durata specifica	
	Interviste con gli studenti sulle varie fasi
	Diari (gli studenti riportano gli eventi principali di ogni sessione)
	Registrazioni video delle tre fasi
	File della programmazione del robot

Le registrazioni video e l'osservazione diretta sono strumenti fondamentali (qualitativi) per analizzare i dettagli delle azioni rilevanti, comportamenti, reazioni, attitudini e dialoghi degli studenti. Queste fonti di informazione possono essere usate per scrivere report basati sia su osservazione libera che strutturata, basata cioè su di una griglia in cui sono specificati alcuni elementi di interesse stabiliti a priori (in questo caso numero di task completati dagli studenti).

Il questionario iniziale sulla percezione che gli studenti hanno della robotica ha lo scopo di esplorare le idee e le attitudini nei confronti della Robotica, di altre materie curriculari e di particolari preferenze degli studenti prima che il percorso curricolare abbia inizio.

Il diario delle attività tenuto da ogni singolo studente è un metodo molto comune che ha una doppia utilità; da un lato esso stimola lo studente a riflettere su se stesso e sull'attività svolta (una caratteristica molto importante in ambiente costruzionista), dall'altro crea una finestra da cui il ricercatore può tentare di scorgere il processo di apprendimento e il suo stato.

Le interviste “a voce” finali con gli studenti permettono di raccogliere le opinioni degli studenti sull'esperienza vissuta. In generale, le domande sono formulate prima dell'intervista e sono le stesse per ogni studente, ma di volta in volta l'intervistatore può decidere quale aspetto approfondire. In questo modo ai ragazzi viene data l'opportunità di rispondere liberamente dando una spiegazione senza restrizioni.

I file di programmazione vengono mantenuti di volta in volta per mantenere traccia dello sviluppo del percorso delle strategie di risoluzione dei problemi. Ribeiro, Coutinho e Costa (2011) propongono una revisione manuale di questo lavoro degli studenti, ma esistono altri studi che stanno sviluppando tecniche per la valutazione automatica di questi file. In particolare, Jormainen e Sutinen (2012) hanno lavorato nel contesto di attività di programmazione per robot Lego Mindstorms RCX cercando possibili algoritmi per la classificazione dei progressi degli studenti. Più recentemente, Scaradozzi, Screpanti, Cesaretti (2019) hanno proposto una metodologia di valutazione in ambiente costruzionista che tramite un sistema di *log files* e *data mining* possa supportare il lavoro dell'insegnante nella valutazione formativa e sommativa, ovvero per supportare il lavoro del docente nel dare un feedback di correzione, di processo e di auto-valutazione (Hattie, 2009; 2012).

Il percorso proposto da Ribeiro, Coutinho e Costa (2011) fa da contraltare alla proposta italiana di Scaradozzi et al. (2015, 2019), in cui la robotica è materia curricolare per gli studenti della scuola primaria (dalla prima alla quinta) dell'I.C. Largo Cocconi.

Video 1 [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=1&v=AHny5nDuTIs](https://www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=AHny5nDuTIs),

Video 2 <https://www.youtube.com/watch?v=zJ4xF1J6EHA>.

In un percorso quinquennale l'insegnamento della robotica realizza lo sviluppo di conoscenze, abilità e competenze non solo nel campo della robotica e della teoria del



controllo, ma anche trasversali, realizzando percorsi multidisciplinari e aprendo la scuola alle famiglie e al territorio.

Materiale 1 <http://www.largococconi.it/3418.htm>,

Materiale 2 [http://www.descrittiva.it/calip/vincitori\\_gjc2012.pdf](http://www.descrittiva.it/calip/vincitori_gjc2012.pdf).

Al termine del primo ciclo quinquennale del progetto (2010 – 2015), i risultati delle prove INVALSI ottenuti dalla classe pilota sono stati molto positivi (Tabella 6), anche in considerazione del background familiare mediano degli studenti della classe coinvolta (basso).

*Tabella 6: risultati delle prove INVALSI per la classe pilota del progetto descritto in Scaradozzi et al (2015), media del Lazio, Centro Italia e italiana.*

	Italiano	Matematica
Curricolo IC Largo Cocconi	64.1	59.5
Lazio	56.3	52.9
Centro Italia	57.4	54.7
Italia	56.6	54.6

### 3. Conclusioni

Questo contributo ha voluto sottolineare come la robotica educativa non vuole essere soltanto una moda, ma da Seymour Papert ad oggi molti studiosi hanno osservato l'uso dei robot e delle tecnologie a scuola per migliorare l'apprendimento. È indiscutibile che la tecnologia sia oggi pervasiva e il rischio è quello di essere fruitori passivi di tecnologia invece di produttori creativi e responsabili. La ricerca scientifica sta mettendo in campo tutte le risorse di cui dispone per poter giungere a una serie di linee guida sull'introduzione della robotica educativa nel contesto scolastico (e non) per far sì che gli interventi in classe possano essere mirati ed efficaci. Lo strumento più potente della ricerca scientifica è il metodo scientifico, che mette al riparo dalle opinioni, dalle mode e dall'autorità di affermazioni che non si basano su fatti osservati sistematicamente e revisionati da una comunità di pari. Sotto la lente del metodo scientifico passano gli esperimenti di robotica

educativa. Allo stesso tempo, gli insegnanti sono gli sperimentatori per eccellenza e dalla loro analisi delle esigenze nasce una proposta attiva di integrazione dei nuovi strumenti tecnologici, come per esempio nel caso delle esperienze curriculari illustrate nell'ultima sezione.

In questo contributo si sono analizzati le metodologie e i metodi della ricerca. Nel contributo successivo si analizzeranno gli strumenti della ricerca, cioè si darà esempio di alcuni strumenti usati per la misurazione delle variabili rilevanti. In particolare, si forniranno esempi di strumenti per la valutazione delle abilità del 21esimo secolo, a partire dalla cornice di riferimento fino alla descrizione della prova.

## 4. Bibliografia

- Alimisis, D. (2013). *Educational robotics: Open questions and new challenges. Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). *Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661-670.
- Benitti, F. B. V. (2012). *Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Bredenfeld, A., Hofmann, A., & Steinbauer, G. (2010). *Robotics in education initiatives in europe-status, shortcomings and open questions. In Proceedings of international conference on simulation, modeling and programming for autonomous robots (SIMPAR 2010) workshops* (pp. 568-574).
- Castro, E., Cecchi, F., Valente, M., Buselli, E., Salvini, P., & Dario, P. (2018). *Can educational robotics introduce young children to robotics and how can we measure it? Journal of Computer Assisted Learning*, 34(6), 970-977.
- Dede, C. (2010). *Comparing frameworks for 21st century skills. 21st century skills: Rethinking how students learn*, 20, 51-76.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London - New York: Routledge.
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. London - New York: Routledge.
- Jormanainen, I., & Sutinen, E. (2012, March). *Using data mining to support teacher's intervention in a robotics class. In Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL), 2012 IEEE Fourth International Conference on* (pp. 39-46). IEEE.
- Kandlhofer, M., & Steinbauer, G. (2016). *Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical-and social-skills and science related attitudes. Robotics and Autonomous Systems*, 75, 679-685.

Recommendation 2006/962/EC of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning (OJ L 394, 30.12.2006, pp. 10-18).

Ribeiro, C., Coutinho, C., and Costa, M. F. (2011). *A proposal for the evaluation of Educational Robotics in Basic Schools*, **Proceedings of International Study Association on Teachers and Teaching (ISATT)**.

Salvini, P., Korsah, A. and Nourbakhsh, I. (2016), "Yet another Robot Application? [From the Guest Editors]," in *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 23(2), 12-105. doi: 10.1109/MRA.2016.2550958.

Scaradozzi, D., Cesaretti, L., Screpanti, L., Costa, D., Zingaretti, S. and Valzano, M. (2019). *Innovative tools for teaching marine robotics, IoT and control strategies since the primary school*. In: Daniela, L. (Ed.), *Smart Learning with Educational Robotics - Using Robots to Scaffold Learning Outcomes*, Springer. ISBN 978-3-030-19912-8.

Scaradozzi, D., Screpanti, L., Cesaretti, L. (2019). *Towards a definition of educational robotics: a classification of tools, experiences and assessments*. In: Daniela, L. (Ed.), *Smart Learning with Educational Robotics - Using Robots to Scaffold Learning Outcomes*, Springer.

Scaradozzi D., Sorbi L., Pedale A., Valzano M., Vergine C. (2015). *Teaching Robotics at the Primary School: An Innovative Approach*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, pp. 3838-3846, vol. 174, 12 February 2015.

Siciliano, B., & Khatib, O. (Eds.). (2016). *Springer handbook of robotics*. Springer.

Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). *A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies*. *Journal of curriculum studies*, 44(3), 299-321.

PON Coding e Robotica Educativa

CODING

**MATERIALI DI APPROFONDIMENTO. *Tipologia materiale: Altro***

**Laura Screpanti – Robotica Educativa e sviluppo delle abilità del ventunesimo secolo:  
teoria e metodi**



<http://www.indire.it/progetto/coding-e-robotica/>

<http://codingrobotica.indire.it/>



Codice progetto: 10.2.7.A2-FSEPON-INDIRE-2017