

# Il Pensiero Algoritmico Va a Scuola con Oggetti Interattivi

Andrea Bonani, Vincenzo Del Fatto, Gabriella Dodero, Rosella Gennari, and  
Guerriero Raimato

Free University of Bozen-Bolzano  
Piazza Domenicani 3  
39100 Bolzano, Italy

abonani@unibz.it; gabriella.dodero@unibz.it vincenzo.delfatto@unibz.it;  
gennari@inf.unibz.it; guerriero.raimato@unibz.it

**Sommario** Negli ultimi anni si è assistito al sempre più frequente inserimento di attività volte a veicolare il pensiero computazionale in vari ordini di scuola. Nonostante il pensiero algoritmico sia la parte fondamentale del pensiero computazionale, le attività che mirano a promuovere specificatamente questo tipo di pensiero sono ad oggi relativamente poche. L'articolo illustra una attività in fase di sperimentazione, che utilizza degli oggetti interattivi intelligenti, realizzati sfruttando le potenzialità dell'Internet delle cose. L'argomento scelto per promuovere il pensiero algoritmico negli alunni dai 9 ai 15 anni di età è quello degli algoritmi su grafi.

**Keywords:** pensiero algoritmico; pensiero computazionale; oggetti interattivi; teoria dei grafi;

## 1 Introduzione

Il pensiero computazionale rappresenta un insieme di abilità importanti per tutti gli studenti, non soltanto per i futuri studenti di scienze informatiche, e di supporto per tutte le discipline, non soltanto per quelle scientifiche [24]. Le recenti direttive dell'Unione Europea (UE) suggeriscono come accanto alle tre tradizionali abilità (leggere, scrivere, far di conto) diventi sempre più necessario affiancare abilità proprie del pensiero computazionale [23]. Secondo la UE, l'acquisizione di queste abilità è fondamentale per diventare un cittadino consapevole della società digitale del XXI secolo [11].

Il pensiero algoritmico è una parte essenziale del pensiero computazionale: richiede alla persona di astrarre un problema, specificarne quindi i dati essenziali ed infine formulare, passo per passo, le istruzioni da eseguire per risolvere il problema stesso. In altri termini, il pensiero algoritmico richiede di [12]:

1. analizzare ed astrarre un problema;
2. specificare i dati del problema;
3. definire e studiare un algoritmo per risolvere il problema.

Negli ultimi anni nei curricula scolastici di diversi paesi, europei[1] e non [2,25], sono state introdotte attività rivolte a migliorare il raggiungimento delle abilità proprie del pensiero computazionale, in generale, ed algoritmico, in particolare.

Questo articolo esplicita una proposta per introdurre il pensiero algoritmico nelle classi di alunni dai 9 ai 15 anni, attraverso l'utilizzo di oggetti interattivi.

L'idea sottostante è quella di sfruttare le potenzialità offerte dalla rapida espansione di una nuova tecnologia, l'*Internet delle cose*. Il termine si riferisce a tutta quella serie di cosiddetti *oggetti intelligenti interattivi* in grado di utilizzare le tecnologie Internet per comunicare i dati da loro raccolti attraverso sensori e di interagire con le persone per soddisfare i loro bisogni o desideri. Nel prossimo futuro, si prevede che il diffondersi di questi oggetti avrà un impatto significativo sulla vita umana. Si può quindi pensare di sfruttare le loro caratteristiche anche nel campo dell'educazione, creando nuovi ambienti di apprendimento più interattivi ed intelligenti.

Gli oggetti interattivi intelligenti dovrebbero stimolare e promuovere la partecipazione *attiva* degli studenti al proprio processo di apprendimento. Infatti, tali oggetti consentono di promuovere un'esperienza multi-sensoriale nel processo di apprendimento, stimolando quindi diversi canali di apprendimento. Inoltre, la creazione di oggetti interattivi intelligenti che supportino lavori di gruppo può anche promuovere lo sviluppo di abilità sociali, altrettanto importanti per una crescita equilibrata.

In sintesi, la ricerca presentata in questo articolo promuove l'idea che oggetti interattivi intelligenti possano favorire un approccio all'apprendimento multi-sensoriale e collaborativo del pensiero algoritmico.

Nello specifico, l'articolo propone la creazione di oggetti interattivi intelligenti per il pensiero algoritmico riguardante i grafi. La scelta dei grafi dipende dal fatto che i grafi si prestano ad essere utilizzati in numerosi campi di applicazione concreti, ed è quindi possibile affrontare il pensiero algoritmico riguardante i grafi con esempi facilmente contestualizzabili nella vita reale, anche nella scuola primaria.

## 2 Rassegna della Letteratura

Gli interventi nella scuola dedicati allo sviluppo del pensiero algoritmico non sono molto numerosi; nella maggior parte dei casi, le proposte si concentrano su attività per il pensiero computazionale in generale.

Le attività proposte si possono suddividere in tre grandi categorie:

1. attività con il computer;
2. attività senza computer;
3. attività supportate da oggetti interattivi.

La prima categoria è quella più nota e diffusa. Il pensiero algoritmico viene affrontato attraverso l'insegnamento di elementi base della programmazione, usando perlopiù ambienti dedicati [8,7], il più noto essendo Scratch [20].

La seconda modalità fa capo ad una corrente di pensiero che non usa i computer per veicolare il pensiero computazionale, per differenti ragioni. Il capofila di questo approccio è senz'altro *CS unplugged* [2]. CS unplugged è un insieme di attività didattiche (delle quali è disponibile anche una traduzione in lingua italiana [9]) che insegnano il pensiero computazionale attraverso il gioco, utilizzando materiale “povero” (carte, corde, pastelli), e promuovendo l'apprendimento tramite attività fisiche da svolgere in classe o all'aperto. Da questa idea sono successivamente sorte numerose altre iniziative simili, p.es., [3,6,18,17].

Infine, l'ultimo approccio si basa sull'uso di oggetti interattivi [21]. Sono ben note le esperienze collegate alla robotica educativa [19,4,5] ma esistono anche esempi di attività con altri oggetti interattivi, analoghi a quelli utilizzati nella nostra proposta [13,22]. L'esperienza più vicina a quella riportata nell'articolo è riportata in [16], in cui per la prima volta si propone l'uso di oggetti interattivi intelligenti per veicolare il pensiero algoritmico con bambini, i quali sono ludicizzati (*gamified*, in inglese) nel senso di [15].

### 3 Oggetti Interattivi per Grafi

#### 3.1 La Metodologia di Progettazione

La metodologia usata per la creazione degli oggetti interattivi intelligenti è la progettazione partecipata, che vede il coinvolgimento attivo di più soggetti nel loro contesto: ricercatori nell'area della progettazione dell'interazione e delle tecnologie per l'apprendimento; utenti finali, nel caso in oggetto, insegnanti ed alunni in contesti di apprendimento. Esempi recenti di progettazione partecipata con bambini e/o insegnanti, in scuole italiane, sono riportati in [10,14].

La metodologia progettuale richiede di sviluppare rapidamente prototipi, perlopiù verticali (ciascuno con poche funzionalità critiche) da usare insieme con gli utenti. Gli utenti finali (insegnanti ed alunni) sono quindi frequentemente coinvolti in attività di studio coi ricercatori; i ricercatori osservano e studiano l'uso che fanno gli utenti del prototipo, considerando in special modo usi non attesi per scoprire nuove potenziali aree di ricerca e sviluppo; gli utenti usano i prototipi nel proprio contesto, commentano e suggeriscono o trovano nuovi usi per i prototipi stessi e, contestualmente, acquisiscono conoscenze relative a grafi ed algoritmi.

#### 3.2 Prototipi in Continua Evoluzione

I prototipi di oggetti interattivi per grafi, sviluppati finora, implementano tutti un'architettura client-server. Il server è il computer o tablet del docente, che verifica le proprietà dei grafi, e registra (tramite log) le azioni svolte dagli alunni per raggiungere l'obiettivo indicato dall'insegnante. L'insegnante interagisce col server tramite un'interfaccia grafica dedicata, verificando in tempo reale le azioni svolte dagli alunni sul grafo. In questo modo l'insegnante può:

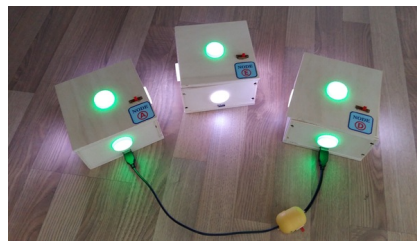
1. monitorare l'intero processo di apprendimento, in tempo reale ma anche a posteriori;

- ricevere un aiuto concreto per una valutazione il più possibile obiettiva dell'operato degli alunni, tramite log dettagliati delle loro attività;
- rivedere la propria attività didattica e pianificare nuove attività, sempre sulla base di log delle azioni svolte dagli alunni.

I client sono gli oggetti interattivi intelligenti che servono agli studenti a costruire e ragionare con grafi, imparando o definendo algoritmi per grafi. Rappresentano nodi, archi ed altro ancora. Essi interagiscono con il server attraverso una connessione wifi. In particolare, un nodo (Figura 1a) è una scatola contenente micro-elettronica. Per interagire con gli studenti, un nodo è dotato di un pulsante di attivazione e di alcune luci LED. I nodi sono collegabili tramite cavi, i quali rappresentano gli archi del grafo (Figura 1b). Su ogni faccia di un nodo, si trovano luci LED in corrispondenza del punto in cui si può inserire un cavo per creare un arco. Anche i cavi per gli archi presentano un pulsante di attivazione, che gli studenti possono utilizzare in alcuni scenari di apprendimento specifici. Oltre gli oggetti per nodi ed archi, è presente un altro oggetto interattivo intelligente, il pulsante-conferma. Al termine di specifici scenari di apprendimento, gli studenti possono premere il pulsante-conferma per verificare il corretto completamento del compito assegnato.



(a) I nodi in fase iniziale. Una luce di colore verde nella parte superiore indica che il nodo è attivo. Le luci di colore bianco sulle facce laterali indicano dove è possibile inserire un arco



(b) Esempio di due nodi uniti da un cavo (arco). Le luci sulle facce laterali dove è collegato l'arco sono ora verdi. Assumono una colorazione rossa per indicare errori.

Figura 1: Gli oggetti interattivi: nodi e archi.

La modularità delle scelte architettoniche e di interazione rende gli oggetti interattivi flessibili e adattabili a contesti diversi.

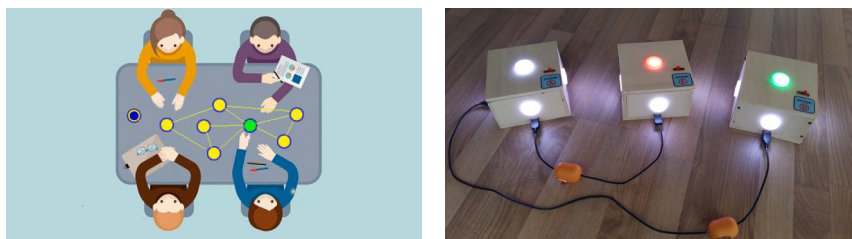
La semplicità consente un rapido riadattamento degli oggetti interattivi, sulla base dei dati raccolti durante ciascuno degli studi condotti con gli utenti. I primi studi sono già stati effettuati, in contesti di apprendimento informale, p.es., attività laboratoriali all'università con partecipazione su base volontaria. Altri studi saranno condotti a scuola nelle prossime settimane.

### 3.3 Scenari d'Uso e di Apprendimento

Sono stati realizzati diversi scenari d'uso e di apprendimento, con livelli di complessità crescente, i quali descrivono potenziali usi del prototipo, con studenti di diverse fasce di età. Tutti gli scenari richiedono agli studenti di fare uso di concetti di astrazione e modellizzazione propri del pensiero algoritmico, nonché di costruzione o di apprendimento di algoritmi su grafi di base.

La scelta di veicolare il pensiero algoritmico attraverso l'insegnamento degli elementi di base della teoria dei grafi è motivata dalla presenza di numerosi e concreti esempi d'uso che i grafi consentono di modellizzare.

Inoltre questa è una tematica poco trattata nella scuola e che, in base alla letteratura su esposta, richiederebbe invece una maggiore attenzione per l'aiuto che offre nel comprendere meglio la realtà che ci circonda. Esempi di applicazioni didattiche possono essere realizzati, a seconda dell'età degli alunni, considerando le reti di comunicazione (stradali e non) su diverse scale, i sistemi fluviali, le reti sociali, la geometria dei poliedri, i siti web e molto altro ancora.



(a) *Situazione in classe: alunni attorno ad un tavolo discutono le possibili azioni da effettuare per la costruzione di un albero ricoprente, sul grafo precedentemente realizzato.*

(b) *Esempio di errore; la selezione di un nodo non adiacente al nodo di partenza (quello con la luce verde) è segnalata come errore dall'accensione di una luce rossa.*

Figura 2: Esempio di scenario: la costruzione di un albero ricoprente.

Il primo scenario qui illustrato prevede la costruzione di un grafo connesso e semplice. Un secondo scenario, che richiede l'aver eseguito il primo, riguarda la costruzione di un albero ricoprente sul grafo costruito (Figura 2a). I pulsanti presenti sugli oggetti interattivi permettono di selezionare nodi e archi facenti parte dell'albero ricoprente (Figura 2b).

Un terzo scenario richiede la costruzione del minimo albero ricoprente, dato un grafo pesato. Un ultimo scenario richiede agli studenti di individuare il cammino minimo tra due nodi di un grafo pesato. I prototipi che consentono la gestione di archi pesati sono ancora in fase di sviluppo.

In base ai risultati della fase esplorativa dell'analisi del contesto e confermati dagli studi sul campo con gli utenti finora condotti, il primo ed il secondo scenario

sono ritenuti adatti anche per le classi degli ultimi anni della scuola primaria, oltre che della scuola secondaria di primo grado; gli altri possono essere proposti nelle classi del primo biennio della scuola secondaria di secondo grado.

## 4 Conclusioni

L'articolo presenta una ricerca, in corso di sviluppo, che mira ad introdurre il pensiero algoritmico nella scuola attraverso l'uso di oggetti interattivi intelligenti, parte nodale dell'Internet delle cose.

Il pensiero algoritmico viene sviluppato introducendo i concetti della teoria dei grafi e alcuni algoritmi di base per grafi. I numerosi campi di applicazione, nonché l'elevato numero di esempi concreti modellabili con grafi si prestano ad essere un ottimo banco di prova per lo sviluppo di competenze algoritmiche.

Utilizzando un approccio che si basa sulla progettazione partecipativa e sul principio di ricerca-azione, sono già stati condotti studi in contesti di apprendimento informali con prototipi di oggetti interattivi intelligenti. Gli studi hanno coinvolto sia i ricercatori sia gli insegnanti della scuola secondaria di primo grado, nonché alcuni alunni della scuola primaria e secondaria di primo grado. Gli studi in aula sono in programma nel mese di maggio 2017.

## Riferimenti bibliografici

1. Barendsen, E., Mannila, L., Demo, B., Grgurina, N., Izu, C., Mirolo, C., Sentance, S., Settle, A., Stupurienė, G.: Concepts in k-9 computer science education. In: Proceedings of the 2015 ITiCSE on Working Group Reports. pp. 85–116. ACM (2015)
2. Bell, T., Alexander, J., Freeman, I., Grimley, M.: Computer science without computers: new outreach methods from old tricks. In: Proceedings of the 21st Annual Conference of the National Advisory Committee on Computing Qualifications (2008)
3. Bellettini, C., Lonati, V., Malchiodi, D., Monga, M., Morpurgo, A., Torelli, M., Zecca, L.: Extracurricular activities for improving the perception of informatics in secondary schools. In: Informatics in Schools. Teaching and Learning Perspectives, pp. 161–172. Springer (2014)
4. Bers, M.U.: The tangible robotics program: Applied computational thinking for young children. *Early Childhood Research & Practice* 12(2), n2 (2010)
5. Bers, M.U., Flannery, L., Kazakoff, E.R., Sullivan, A.: Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education* 72, 145–157 (2014)
6. Bischof, E., Mittermeir, R.: Informatik erleben. Institut für Informatik-Systeme, Alpen-Adria University Klagenfurt, see also <http://informatik-erleben.uni-klu.ac.at> (2008)
7. Capovilla, D., Krugel, J., Hubwieser, P.: Teaching algorithmic thinking using haptic models for visually impaired students. In: Learning and Teaching in Computing and Engineering (LaTiCE), 2013. pp. 167–171. IEEE (2013)
8. Cooper, S., Dann, W., Pausch, R.: Developing algorithmic thinking with alice. In: Information Systems Educators Conference. pp. 506–539 (2000)

9. Davoli et al.: CS unplugged. Imparare l'informatica senza alcun computer (2015), disponibile online <http://csunplugged.org/wp-content/uploads/2016/02/csunplugged-it.2015.1.0.pdf>
10. Di Mascio, T., Gennari, R., Melonio, A., Tarantino, L.: Engaging “New Users” into Design Activities: The TERENCE Experience with Children, pp. 241–250. Springer International Publishing, Cham (2014)
11. European Schoolnet: Computing our future (2015), [http://www.eun.org/c/document\\_library/get\\_file?uuid=3596b121-941c-4296-a760-0f4e4795d6fa&groupId=43887](http://www.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=3596b121-941c-4296-a760-0f4e4795d6fa&groupId=43887), also available as [http://fcl.eun.org/documents/10180/14689/Computing+our+future\\_final.pdf](http://fcl.eun.org/documents/10180/14689/Computing+our+future_final.pdf)
12. Futschek, G.: Algorithmic thinking: the key for understanding computer science. In: Informatics education—the bridge between using and understanding computers, pp. 159–168. Springer (2006)
13. Futschek, G., Moschitz, J.: Learning algorithmic thinking with tangible objects eases transition to computer programming. In: Informatics in Schools. Contributing to 21st Century Education, pp. 155–164. Springer (2011)
14. Gennari, R., Melonio, A., Raccanello, D., Brondino, M., Dodero, G., Pasini, M., Torello, S.: Children’s emotions and quality of products in participatory game design. *International Journal of Human-Computer Studies* 101, 45–61 (2017)
15. Gennari, R., Melonio, A., Torello, S.: Gamified probes for cooperative learning: a case study. *Multimedia Tools and Applications* 76(4), 4925–4949 (2017)
16. Gennari, R., Del Fatto, V., Gashi, E., Sanin, J., Ventura, A.: Gamified Technology Probes for Scaffolding Computational Thinking, pp. 303–307. Springer International Publishing, Cham (2016), [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-33464-6\\_19](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-33464-6_19)
17. Gibson, J.P.: Teaching graph algorithms to children of all ages. *Proceedings of the 17th ACM annual conference on Innovation and technology in computer science education - ITiCSE '12* p. 34 (2012), <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2325296.2325308>
18. Lamagna, E.A.: Algorithmic thinking unplugged. *Journal of Computing Sciences in Colleges* 30(6), 45–52 (2015)
19. Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., Malyn-Smith, J., Werner, L.: Computational thinking for youth in practice. *Acm Inroads* 2(1), 32–37 (2011)
20. Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., Eastmond, E.: The scratch programming language and environment. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)* 10(4), 16 (2010)
21. Papert, S.: *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc. (1980)
22. Peng, H.: Algo.Rhythm: computational thinking through tangible music device. In: *Proceedings of the Sixth International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction*. pp. 401–402. ACM (2012)
23. Sysło, M.M., Kwiatkowska, A.B.: Introducing a new computer science curriculum for all school levels in poland. In: *International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives*. pp. 141–154. Springer (2015)
24. Wing, J.M.: Computational thinking. *Communications of the ACM* 49(3), 33–35 (2006)
25. Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., Korb, J.T.: Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)* 14(1), 5 (2014)