Pedagogika.it/2019/Anno_23/numero_2

Robotica educativa e decisioni di gruppo

L'uso di un nuovo paradigma educativo, ispirato dalla "robotica di sciame", potrebbe rappresentare nel prossimo futuro una strategia vincente per veicolare abilità trasversali sempre più richieste nel mondo del lavoro ma difficili da indirizzare.

Alessandra Vitanza*,
Paolo Rossetti**,
Vito Trianni***

Da tempo oramai la robotica è fonte di ispirazione per tecniche e strumenti sempre più utili ai fini educativi, grazie alla sua capacità di attrarre l'attenzione e coinvolgere gli studenti nell'apprendimento e nello studio in svariati ambiti: dall'informatica e l'intelligenza artificiale, alle scienze sociali finanche alle arti. Per la loro estrema flessibilità e varietà, i robot vengono utilizzati con molteplici usi: da semplici supporti per apprendere l'arte del coding e della programmazione a strumenti utili per veicolare messaggi educativi e sostenere l'apprendimento delle cosiddette materie STEM[1], fino a veri e propri *"peers"* (compagni alla pari) con cui interagire produttivamente in un vero e proprio lavoro collaborativo.

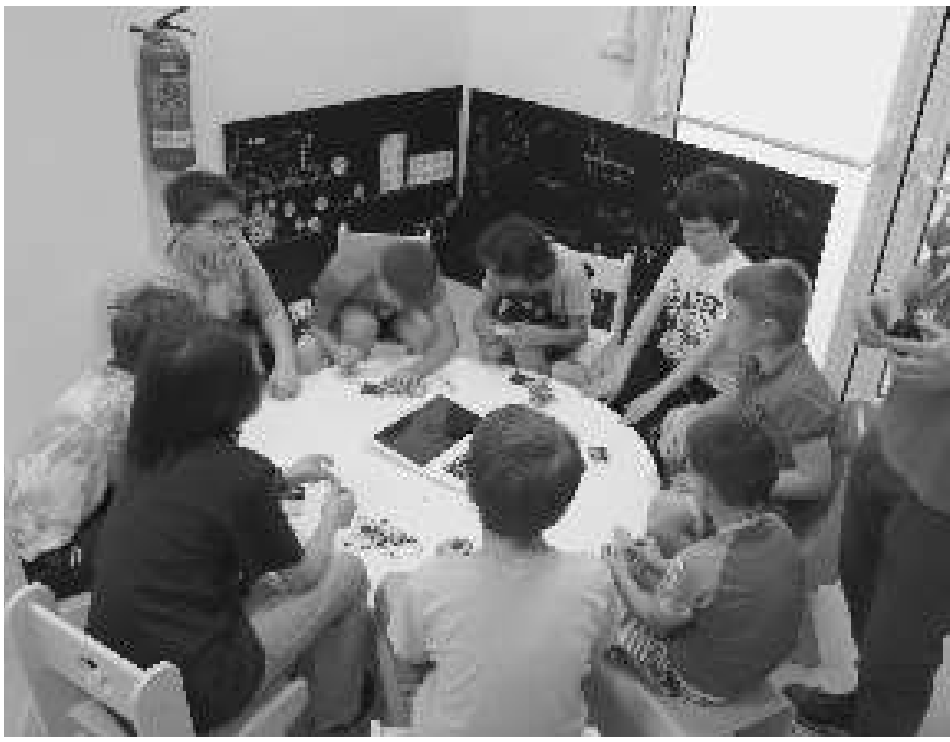
In questo ambito, quindi, è possibile pensare di favorire l'apprendimento delle cosiddette competenze trasversali o *soft skills*[2], come la *comunicazione*, l'*interazione* e la *coope-*

1 Acronimo inglese per Scienza, Tecnologia, Ingegneria e Matematica. Utilizzato quando ci si riferisce a specifiche politiche di istruzione per il miglioramento delle abilità nel campo delle materie scientifiche e della tecnologia.

2 Termine coniato negli anni '60 in contrapposizione alle "hard skills" (competenze specifiche), è recentemente tornato alla ribalta per l'importanza che sembrano aver acquisito in svariati ambiti. Rappresentano una complessa combinazione di capacità, vere e proprie attitudini personali neces-

razione attraverso l'uso di gruppi di robot che interagiscono per risolvere un problema comune, supportando così l'apprendimento di concetti relativi alla cooperazione e alle azioni collettive e rendendo più accessibili nozioni su sistemi complessi che sono comuni nelle scienze biologiche, umane e sociali. La possibilità di interagire e partecipare al comportamento collettivo mostrato da uno sciame di robot può accentuare sia la comprensione che l'impegno dei discenti, permettendo di trasmettere con immediatezza concetti complessi che sarebbero altrimenti difficilmente assimilabili.

Ad esempio, una competenza trasversale di fondamentale importanza è la capacità di relazionarsi con gli altri e di negoziare per arrivare ad una decisione condivisa che sia accettabile da tutti. Quando sono coinvolti dei benefici individuali, la cooperazione difficilmente si instaura, come è stato ripetutamente dimostrato dall'economia comportamentale. Tuttavia, anche quando gli interessi individuali sono allineati, differenze di personalità, eterogeneità di valutazione e variabilità nella comunicazione interpersonale possono portare a decisioni errate. La robotica – e in particolare l'utilizzo di sciami di robot – può fornire un approccio altamente innovativo per educare alla collaborazione e all'ascolto degli altri. L'uso di sciami di robot, ispirandosi alla Natura, è fonte di interessanti rimandi utili a far conoscere ed apprezzare i complessi modelli organizzativi osservati negli insetti sociali e in altre società animali. L'eccezionale comportamento collaborativo e sociale delle colonie di insetti, per esempio, risulta essere un utile riferimento per capire come sia possibile superare i limiti dei singoli favorendo la nascita di un complesso ed efficiente comportamento ordinato a livello di gruppo. Questo perché fondamentalmente il comportamento degli sciami si è evoluto seguendo un interesse che rimane allineato a livello di insieme, e la sopravvivenza della specie dipende dal successo dell'intero gruppo, e non dal risultato del singolo.



Il comportamento collettivo osservabile in Natura – negli sciami, nei banchi di pesci o negli stormi di uccelli – può aiutare a capire meglio come il *consenso* in un gruppo possa emergere da interazioni semplici tra i tanti individui coinvolti, offrendo utili metafore per affrontare i problemi riscontrati in gruppi di persone.

sarie e richieste a livello professionale.

Motivati da questi potenziali e promettenti sviluppi ed essendo particolarmente interessati alla ricerca scientifica nell'ambito della Swarm Intelligence, proponiamo una nostra visione per l'utilizzo della robotica di sciame a fini didattici, con lo scopo di avvicinare gli studenti alla programmazione e alla ricerca scientifica, ma fornendo, al contempo, numerose competenze trasversali come il *problem solving*, l'attitudine al lavoro di gruppo, l'ascolto degli altri e la capacità di fare squadra.

Il lavoro cooperativo

In generale il lavoro cooperativo stimola la fioritura di diverse idee ed ipotesi in un clima di dibattito aperto che aiuta a portare a termine le attività con successo, mantenendo alta la motivazione e il coinvolgimento di tutti.

E' oramai dimostrato tra l'altro che i bambini, specialmente in tenera età, ottengono svariati benefici attraverso processi di collaborazione e gamification, rispetto ad un percorso di apprendimento individuale e solitario. Inoltre, l'apprendimento cooperativo il più delle volte si rivela utile non solo a promuovere il conseguimento di determinati obiettivi (didattici e non), ma anche ad educare a determinate abilità di convivenza sociale. Tra le tipiche abilità vi sono la tendenza a cooperare, l'empatia, la capacità di comprendere le diverse opinioni e le differenti prospettive, l'altruismo, la capacità di saper assumere un ruolo all'interno di un gruppo sapendo comunicare efficacemente, dimostrando apertura mentale e infondendo fiducia. In questo ambito anche l'*errore* acquista un nuovo valore, poiché potrà essere percepito come ponte, esperienza condivisa, che stimolerà e condurrà verso la risoluzione del compito assegnato.

Un clima di condivisione favorisce l'emergenza di nuovi comportamenti e potenziali nascosti (maggior partecipazione e condivisione di idee) anche in bambini con qualche difficoltà, sottolineando l'aspetto altamente inclusivo del metodo: osare di più, esprimere le proprie idee senza pregiudizi, proporre nuove soluzioni e alternative sono senza dubbio soltanto alcuni dei risvolti più interessanti da tenere in considerazione.

La presa di decisione collettiva

La presa di decisione (*decision making*) fa parte della vita quotidiana di ognuno di noi e, sebbene risulta per lo più un processo automatico, essa dipende strettamente dalla capacità di distinguere tra diverse opzioni quale sia la preferibile in termini di qualità, correttezza o predilezione.

Anche l'errore acquista un nuovo valore, poiché potrà essere percepito come ponte, esperienza condivisa, che stimolerà e condurrà verso la risoluzione del compito assegnato.

La differenza tra presa di decisione e *problem solving* sta proprio nel fatto che, mentre in quest'ultimo l'atto decisionale è strettamente legato all'obiettivo da raggiungere, nella presa di decisione il risultato è frutto di un ragionamento in cui la scelta viene fatta in base all'alternativa che si ritiene più adeguata tra le varie opzioni possibili.

Nel caso di presa di decisione individuale, nel distinguere tra le alternative quale sia la scelta corretta, entrano in gioco tutte le proprietà fisiologiche dell'individuo, come ad esempio il livello attentivo o la sensibilità, che determinano l'esattezza della decisione.

Le cose si complicano, invece, nel caso della presa di decisione collettiva dove entrano in gioco tutte quelle dinamiche tipiche delle interazioni di grup-

po che possono essere determinanti nel successo dell'intero processo. Si possono sperimentare, infatti, notevoli differenze tra una discussione diretta, rispetto un'interazione indiretta, ossia mediata da un mezzo.

Attività 1: Negoziazione e presa di decisione ad interazione diretta

Una prima attività ha visto coinvolti gli alunni della scuola primaria statale di Travo (PC), messi alla prova con la presa di decisioni collettive e la negoziazione delle stesse. L'evento è stato progettato e condotto da Daniela Scotti in collaborazione con Paolo Rossetti, nell'ambito di un progetto di supporto all'attività didattica curricolare per le classi 3e e 4e della scuola, nella quale i robot educativi Thymio[3] vengono utilizzati e programmati per sviluppare nei piccoli alunni il pensiero computazionale ed avvicinarli alle discipline STEM.

L'attività di presa di decisione ha coinvolto due classi della scuola durante una visita da parte di una scuola gemellata norvegese e, pertanto, si è svolta di fronte agli insegnanti ed allievi stranieri con il supporto di un interprete per illustrare lo scopo della attività didattica, le regole dell'attività e quanto stava accadendo.

Al termine di una sessione di programmazione con il robot Thymio, nella quale gli alunni hanno imparato a programmare il robot a seguire una linea nera e ad arrestarsi al rilevamento di un ostacolo, è stato chiesto ad ogni partecipante di esprimere una preferenza per un "premio" tra quattro possibili alternative messe a disposizione. La preferenza espressa è stata quindi utilizzata per la formazione di quattro squadre miste, mettendo assieme le due classi di terza e quarta in modo da avere quattro squadre eterogenee rispetto ai premi desiderati e diverse per età e sesso degli allievi.

Le regole

Ai bambini di ogni gruppo è stato chiesto di negoziare ed esprimere la propria scelta collettiva tramite un portavoce con il compito di scrivere su un cartello il premio prescelto dalla squadra e posizionarlo sul tavolo in cui era disegnata una pista che avrebbe condotto al premio prescelto.

Le quattro squadre hanno avuto a disposizione cinque minuti per negoziare fra loro ed esprimere la preferenza, mediando tra i diversi desideri di ciascuno e giungendo ad esprimere una sola scelta il più possibile condivisa.

Allo scadere del tempo, ciascun gruppo ha dichiarato quanto deciso attraverso il portavoce che si è preoccupato di scrivere la preferenza sul cartello.

Nel caso di scelte di premio uguali per due o più squadre si è chiesto di affrontare una nuova fase di negoziazione con i compagni della propria squadra, avendo la possibilità di rimanere fermi nella decisione precedentemente espressa oppure accettando di cambiare il premio scelto. Anche per questa seconda fase sono stati concessi 5 minuti.

Raggiunto l'accordo, si è chiesto ai quattro portavoce delle 4 squadre di mettere il cartello sulla pista del relativo premio scelto e di disporre tutta la squadra di fronte alla pista assegnata, facendo poi partire uno dei robot scelto tra quelli che gli allievi hanno inconsapevolmente programmato durante la lezione precedente.

Solo al raggiungimento dell'obiettivo da parte del robot ciascun membro della squadra avrebbe ricevuto il premio scelto nella fase di negoziazione. Nel caso in cui, invece, la squadra non fosse riuscita ad arrivare ad un accordo nella

3 www.thymio.org

precedente fase, nessun membro della squadra avrebbe ricevuto il premio nonostante l'eventuale successo ottenuto dal robot programmato.

Lo svolgimento

Dopo aver ascoltato attentamente le regole, le quattro squadre si sono riunite per decidere quale premio scegliere nei 5 minuti a disposizione.

Dalla prima negoziazione tre squadre hanno scelto il medesimo premio, mentre la quarta ha espresso una scelta diversa e il portavoce ha posizionato il cartello indicatore sul tavolo al punto di partenza del robot diretto verso il premio desiderato.

Appena prima della seconda fase di negoziazione, il portavoce di una delle tre squadre con medesimo premio decide di spostare la propria preferenza su un altro premio senza discutere con i compagni, mentre le due restanti squadre iniziano la seconda fase di negoziazione di ulteriori 5 minuti.

Durante i minuti messi a disposizione i due gruppi non raggiungono un accordo. Solo verso lo scadere dei 5 minuti il portavoce di una squadra si dirige verso un tavolo senza consultare i compagni e sposta l'indicatore di scelta su un tavolo ancora libero.

A questo punto ogni squadra si dispone dietro il proprio cartello ed i portavoce fanno partire i robot che raggiungono tutti i loro obiettivi e quindi ogni squadra riceve i premi scelti. Essendoci più premi che giocatori in ogni tavolo i premi in più vengono spontaneamente divisi con i membri delle altre squadre.

Riflessione e restituzione

Rimasti con i propri insegnanti e sotto la guida di Daniela, i bambini hanno riflettuto sulle proprie emozioni e sulle

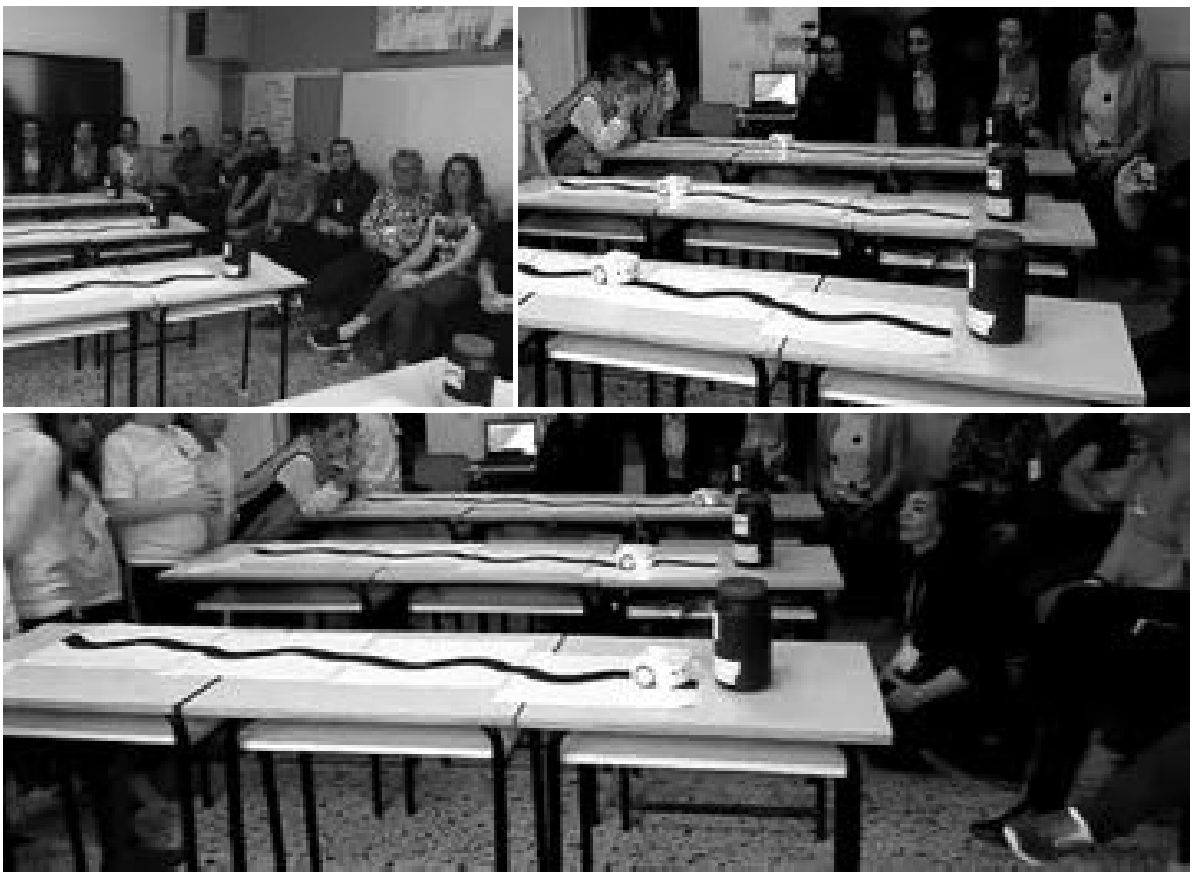


Fig. 1: Diversi momenti dell'attività svolta nella scuola primaria statale di Travo (PC)

difficoltà incontrate durante lo svolgimento dell'attività.

Quasi tutti hanno dichiarato la propria difficoltà nel negoziare con gli altri sul premio da ricevere e solo due bambini si sono dichiarati contenti, qualsiasi fosse stato il premio ricevuto.

Il portavoce che ha cambiato il proprio indicatore di scelta quasi allo scadere degli ultimi minuti di negoziazione ha dichiarato di aver sentito la responsabilità del ruolo assunto e piuttosto che lasciare i compagni senza premio, ha deciso di prendersi la responsabilità e le conseguenze di un cambio di decisione.

Il portavoce che è rimasto fermo nella sua decisione ha, invece, dichiarato di desiderare il premio scelto e di volerlo fino alla fine a rischio di rimanere a mani vuote.

I bambini si dichiarano tutti soddisfatti della propria prova e dell'esperienza vissuta.

Agli insegnanti stranieri (di origine Norvegese, Rumena, Olandese e Finlandese) l'attività è risultata estremamente interessante per le dinamiche di gruppo a cui hanno avuto modo di assistere e per l'impiego della robotica non per una programmazione fine a se stessa ma come mezzo per far discutere i bambini e farli ragionare sia sul processo di negoziazione che sul prendersi delle responsabilità e ad esprimere le scelte collettive da parte dei portavoce.

Attività 2: Sfida decisionale collettiva ad interazione indiretta

Altra proposta didattica vede la luce durante la partecipazione al *Festival Internazionale della Robotica*[4] svoltosi a Pisa il 10 Settembre del 2017. In tale occasione, si è organizzato insieme all'Associazione senza scopo di lucro Mobsya[5], un laboratorio di robotica educativa nel quale insegnare ai bambini (fascia d'età 6-14 anni) a programmare il robot Thymio e a pilotarlo poi in una sfida decisionale collettiva a premi.

Le regole

In tale sfida i bambini, suddivisi in squadre da quattro, si sono alternati nel guidare il robot utilizzando i suoi pulsanti capacitivi verso una delle quattro diverse ricompense finali, rappresentate da cioccolata e caramelle varie. Per raggiungere uno dei premi, la squadra ha dovuto trovare un accordo sulla direzione da far prendere al Thymio, compito arduo in quanto parlare o puntare verso una delle ricompense era severamente proibito dal regolamento.

Dato che le diverse squadre risultavano in competizione fra loro su tavoli diversi e il premio vinto consisteva nella ricompensa raggiunta dal robot dalla squadra più veloce, il *consenso di squadra* doveva essere "silenziosamente" raggiunto superando eventuali conflitti dovuti alle diverse preferenze individuali dei bambini che si sono trovati così a decidere se ostinarsi a far vincere la propria scelta o mediare a favore del successo dell'intero gruppo, raggiungendo velocemente un obiettivo comune al fine di vincere il premio.

A fianco di queste attività ludico-didattiche si è deciso di mostrare una simulazione di robotica di sciame realizzata sempre con l'utilizzo del Thymio, risultato essere un semplice ma potente robot didattico con tutte le caratteristiche necessarie per la sperimentazione della robotica di sciame. A tale fine, un gruppo di 12 robot è stato programmato in maniera tale da replicare il *meccanismo di presa di decisione* delle api, permettendo ai bambini di scoprire e sperimentare come le api siano in grado di risolvere i conflitti tra differenti opinio-

4 www.festivalinternazionaledellarobotica.it

5 www.mobsya.org

ni e prendere delle decisioni tutte insieme. Considerando che, durante la sfida a premi, i bambini, vengono messi di fronte ad un problema di consenso per certi versi simile a quello mostrato dalle api, il confronto tra il proprio comportamento e la strategia impiegata dalle api permette di valutare possibili alternative per raggiungere il consenso nel gruppo.

Lo svolgimento

Le attività, che hanno visto coinvolti 32 bambini (equamente divisi in due sessioni: mattina/pomeriggio), hanno seguito lo stesso schema di svolgimento:

Accoglienza	10’
Introduzione robot Thymio	20’
Laboratorio di coding	60’
Presentazione del Gioco e del Regolamento	5’
Svolgimento del gioco	30’
[Demo educativa con robot Thymio-api	10’]

Si è deciso di variare soltanto la posizione della Demo educativa tra le due sessioni: mentre nella sessione mattutina la Demo è stata mostrata prima della Presentazione del Gioco e del Regolamento, nella sessione pomeridiana la Demo è stata mostrata soltanto al termine dello svolgimento del gioco.

Con questa scelta si è cercato di capire se la somministrazione della Demo, e di conseguenza il messaggio educativo trasmesso, abbia influito o meno nel lavoro cooperativo e nella dinamica di gruppo durante lo svolgimento dello stesso gioco a premi. Come ipotesi di lavoro, assumiamo infatti che la conoscenza dei meccanismi utilizzati dalle api per risolvere i conflitti interni possa facilitare i bambini nel proprio problema di decisione collettiva, risolvendo più velocemente eventuali conflitti.

Fig. 2: (a sinistra) bambini di una squadra intenti nella sfida decisionale collettiva a premi. (a destra) Demo Api: 8 Thymio-api impegnati nel processo di decisione collettiva tra 4 Thymio, posti agli angoli del tavolo, che rappresentano le possibili tane.

I feedback promettenti e l’entusiasmo dimostrato da tutti i partecipanti ci hanno spinto a valutare e promuovere tale nuovo paradigma che coniuga *Educazione* e *Sperimentazione*.

I risultati preliminari ottenuti durante il primo pilot, riguardanti l’accettazione degli sciami di robot visti come strumento didattico, sono stati pubblicati in un nostro recente articolo[6].

6 Vitanza, A., Rossetti, P., Mondada, F., & Trianni, V. (2019). Robot swarms as an educational tool: The Thymio’s way. *International Journal of Advanced Robotic Systems*. https://doi.org/10.1177/1729881418825186

La nuova sfida: la Sperimentazione

Dati i risvolti positivi di queste prime esperienze si è deciso di dar vita ad un vera e propria sperimentazione sul campo. Il protocollo di sperimentazione identificato si inserisce nell'ambito della collaborazione tra l'Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione del Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISTC-CNR) e la Cooperativa sociale STRIPES, in particolar modo con il suo Centro di Ricerca sulla robotica educativa Stripes Digitus Lab. Lo scopo della collaborazione è quello di poter organizzare delle sessioni di attività ludico-ricreative con finalità formative e di ricerca congiunte, capaci di coinvolgere i partecipanti in sfide e prove di abilità attraverso l'uso del Thymio, al fine di poter analizzare il ruolo che le nuove tecnologie informatiche e robotiche possono svolgere come strumenti mediatori dell'apprendimento.

Ogni sfida prevederà una serie di test basati su *problemi decisionali*, che andranno risolti sia da soli che in gruppo. Passando attraverso queste sfide, i bambini saranno in grado non solo imparare ad usare il robot ma, cosa più importante, potranno sperimentare con mano come lavorare in gruppo per raggiungere un obiettivo comune. Durante le attività, infatti, i bambini si troveranno a gestire situazioni di conflitto nelle quali sperimenteranno quanto sia importante saper mettersi d'accordo e decidere tutti insieme.

La peculiarità di unire alla dimostrazione didattica delle attività sperimentali risulta essere un'ottima strategia tipica del *Learning by doing* ed aiuterà nella comprensione dei messaggi veicolati.

** Ingegnere Informatico con un PhD in Automazione e Sistemi complessi, collabora in vari progetti di ricerca presso l'Istituto di Scienze e tecnologie della Cognizione del CNR. Docente di Informatica e Sistemi di Elaborazione delle Informazioni, nonché mentor di robotica educativa e pensiero computazionale.*

***Ingegnere sistemi informativi e gestionali, specializzato nel miglioramento delle performance delle organizzazioni e nella gestione dell'innovazione. Insegna all'Università della Svizzera Italiana Lean Six Sigma. Membro del comitato direttivo della associazione Mobsya per la robotica educativa.*

**** Ingegnere Informatico e Ricercatore presso l'Istituto di Scienze e tecnologie della Cognizione del CNR. Coordina e partecipa ad importanti progetti europei per lo studio della robotica e dei sistemi cognitivi.*