

**Amanda Di Ferdinando\***

# **Missione su Marte: operazione conclusa con successo!**

## **Premessa**

Il presente articolo illustra un'esperienza didattica di robotica realizzata nelle classi terze della scuola secondaria dell'Istituto Comprensivo di Vedano al Lambro<sup>1</sup>: la simulazione di una missione su Marte. È necessario premettere che l'occasione che ha dato il via all'attività è stata l'adesione delle classi terze dell'istituto a un progetto proposto dalla Fondazione IBM Italia: "Un Rover sulla superficie di Marte"<sup>2</sup>. I volontari della Fondazione hanno fornito una preziosa consulenza e seguito il progetto pilota, formando e supportando i docenti e concedendo l'uso dei materiali. L'attività ha talmente entusiasmato i docenti che hanno deciso di ideare un percorso che dalla scuola primaria proseguisse nelle classi prime e seconde della scuola secondaria, fino a terminare nelle classi terze con un compito di simulazione complesso. La strada che ha portato a strutturare un progetto di Istituto, replicabile ogni anno, è stata lunga e ha richiesto la collaborazione dell'intero collegio. Si sono, quindi, allestite attività di coding svolte, principalmente, dai docenti di scienze matematiche e tecnologia, in collaborazione con alcuni colleghi di altre discipline, per valutare la reale ricaduta sugli apprendimenti degli studenti. I docenti, a questo punto, si sono interrogati su quali fossero le caratteristiche di un progetto efficace che permettesse di raccogliere osservazioni e materiali utili per la certificazione delle competenze chiave<sup>3</sup> e, al contempo, favorisse l'apprendimento dei saperi propri di ciascuna disciplina. Tutte le attività pluridisciplinari, complesse e sfidanti per gli alunni, sarebbero state affiancate da opportuna valutazione. L'osservazione delle competenze disciplinari promosse, declinate in un'ottica trasversale, uni-

\* Docente nella scuola secondaria di primo grado e socia OPPI.

<sup>1</sup> <<https://www.icsvedano.edu.it/>> (ultimo accesso aprile 2020).

<sup>2</sup> Fondazione IBM Italia: Obiettivo STEM, <<https://www.ibm.com/easytools/runtime/hsp/rod/public/X0027/PortalX/page/pageTemplate?c=036c34401d4a498dbeb46bf0127dd742&s=3ee9674b01694bd4a6650354e3983eff>> (ultimo accesso aprile 2020).

<sup>3</sup> Raccomandazione del Consiglio Europeo, <[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01))> (ultimo accesso aprile 2020).

tamente al monitoraggio, circa l'andamento delle attività, si sarebbero concretizzate in specifiche unità di apprendimento. I docenti, in un secondo momento, avrebbero preso visione del materiale realizzato, durante le attività in classe, per poterlo esaminare al fine di compilare il documento della certificazione di competenze sulla base di una documentazione dettagliata e variegata, raccolta in itinere (rubriche di valutazioni, schede riflessive, diari di bordo ecc). I punti di forza di questo progetto erano l'ampia componente laboratoriale che avrebbe permesso di monitorare i ragazzi in situazione e l'impiego della robotica educativa che, per l'istituto, si presentava come un'assoluta novità. Da ultimo, ma di importanza fondamentale il progetto, nel suo impianto, era fortemente inclusivo: permetteva, infatti, di valorizzare le eccellenze, ma anche di sostenere l'apprendimento degli alunni con BES, grazie alle numerose attività da svolgere in cooperative learning.

## Le ragioni

La direttiva n° 93\2009<sup>4</sup> del MIUR indica la robotica educativa come una priorità per le scuole, in quanto offre la possibilità di ampliare l'offerta formativa attraverso l'allestimento di ambienti di apprendimento favorevoli alla costruzione di conoscenza da parte degli studenti. In un tale ambiente, teoria, prassi e sperimentazione si intrecciano in un mix vincente che promuove lo sviluppo di competenze di base, raffinando abilità metacognitive e di problem solving. A lungo si è dibattuto su quanto potesse essere utile e realizzabile un progetto di robotica educativa per l'istituto. I docenti si sono trovati a fare i conti con alcune criticità di carattere pratico: disponibilità di spazi adeguati e possesso delle risorse necessarie. Inoltre, essi si sono domandati se sarebbero stati in grado di uscire dalla *comfort zone* della didattica, seppur innovativa, ma condotta da un unico docente. Dal confronto emergevano, però, alcune positività che abbattavano le perplessità: ad esempio, la possibilità di ampliare il campo di applicazione, rendendolo un progetto interdisciplinare e multidisciplinare confermava sempre di più che si trattava di una scelta coraggiosa, ma che sarebbe valso la pena compiere. Si intravedevano, tra le righe del progetto, opportunità formative rimaste ancora inesplorate per l'istituto. Lavorando con l'impiego delle tecnologie dell'automazione e con l'uso di macchine programmabili all'interno di un ambiente di stampo costruttivista<sup>5</sup> si sarebbero coinvolti gli studenti a costruire, e non a riprodurre la conoscenza, in laboratorio, attraverso una continua interazione tra il piano fisico e materiale (oggetti manipolabili), il piano tecnologico (componenti attivi, ingranaggi, sensori e motori) e il piano informatico (programmazione). Tutto ciò seguendo il criterio che si

<sup>4</sup> Finanziamento dei POF e dei piani di formazione/aggiornamento (legge 440/97 e direttiva n. 93/09). <<https://www.dirittoscolastico.it/direttiva-n-93-del-30-11-2009/>> (ultimo accesso aprile 2020).

<sup>5</sup> Per approfondire si veda CARLETTI A., *Didattica costruttivista: dalle teorie alle pratiche in classe*, Erikson, Trento, 2005.

“apprende facendo”. La stesura ha comportato uno sforzo sinergico, perché, dopo la realizzazione del progetto pilota, supportato dalla fondazione IBM Italia, gli insegnanti hanno dovuto rimodularlo e costruirlo su specifici bisogni educativi, propri del contesto scolastico in cui operavano. Il progetto conserva tutt’ora un carattere dinamico, infatti viene ampliato ogni anno, in quanto le abilità e le conoscenze degli alunni dell’istituto, che ormai sono coinvolti da diverso tempo in attività di coding, permettono di realizzare attività sempre più complesse.

## Il progetto pilota

L’attività proposta dalla Fondazione IBM consiste nel programmare, attraverso una simulazione ambientale, una missione di un “Rover” (robot) che avrebbe raggiunto il suolo di Marte grazie a un lander (navicella spaziale) con l’obiettivo di recuperare un campione di roccia per permettere agli scienziati di studiarlo. Si tratta, quindi, di far muovere un Rover su un plastico (il suolo marziano) guidandolo fino al recupero di un reperto (una pallina colorata). La programmazione del Rover avviene sul “suolo terrestre” (si è dedicata un’area dove gli studenti riproducono la planimetria dello spazio di movimento del Rover, perché non si può programmare il robot sulla base del plastico). Gli studenti, quindi, agiscono in remoto, dopo aver ricevuto le informazioni, in forma di disegni tecnici con griglia planimetrica, rappresentano l’area del plastico sul pavimento, con l’aiuto di fogli di giornali e nastro adesivo. Una volta creato il modello, i ragazzi costruiscono il Rover con i Kit Lego messi a disposizione e lo programmano con un software ad oggetti. L’attività è parcellizzata, quindi la metodologia è quella del lavoro cooperativo. Le classi terze sono state divise in squadre distinte da un colore, ognuna delle quali suddivisa, a sua volta, in team di quattro componenti con ruoli specifici:

- Team simulazione e collaudo: si occupa della comprensione dell’area operativa del Rover attraverso l’interpretazione dei dati planimetrici forniti e ne riproduce la planimetria eseguendo i test di verifica.
- Team progettisti del Robot: costruisce il robot entro tempi brevi, verifica la correttezza degli schemi di progetto e comunica le specifiche motorie.
- Team sviluppo del software: a questo gruppo spetta la comprensione del funzionamento dell’ambiente di programmazione del software di controllo e della procedura di download del modulo NXT e, a seguire, dovrà creare il software di controllo specifico.
- Team controllo della missione: ha la responsabilità del passaggio di informazioni tra i vari team e tra i team e gli esperti (volontari IBM e docenti).

È necessario che ogni team svolga il proprio ruolo con precisione, altrimenti il robot non sarà in grado di recuperare il reperto. Il gruppo dei progettisti

sti del Rover verifica la correttezza e la completezza delle istruzioni di montaggio, attribuendo un compito a ogni componente. Una volta assemblato il Rover, lo stesso gruppo deve annotarne le dimensioni e descrivere il funzionamento dei sensori. I componenti di questo team sono a conoscenza, inoltre, della posizione del reperto da recuperare e devono ideare e costruire un supporto per posizionare l'oggetto, in quanto posizione e dimensione della pallina da recuperare sono i riferimenti per le manovre del Rover. Attraverso alcuni calcoli, si devono ricavare le dimensioni delle ruote motrici e determinare la distanza coperta dal Rover con un solo giro motore. Il team che si occupa di programmare il software deve decidere quali comandi impartire al Rover (avanti di  $x$  giri, apri pinze, gira a destra); in fase di simulazione e collaudo, il team potrà essere costretto a eseguire delle modifiche alle istruzioni impartite alterando i valori di alcuni parametri. Il team simulazione e collaudo, con il supporto di planimetrie, dovrà riprodurre il più fedelmente possibile il territorio sul quale si muoverà il robot. Dovrà testare, direttamente sulla mappa ricreata in laboratorio, il corretto funzionamento del Rover per definire con esattezza il percorso, compiendo, con successo, il test finale più volte di seguito al fine di conferirne validità. Il gruppo controllo missione, oltre a dover garantire il passaggio delle informazioni, deve compilare un report finale, evidenziando tutte le criticità affrontate e le strategie adottate per il loro superamento. Ogni team agisce seguendo la scheda istruzioni fornita, il lavoro di ogni gruppo è fortemente connesso con quello degli altri gruppi, quindi bisogna collaborare se si vuole raggiungere l'obiettivo. Il personale IBM, su richiesta degli alunni, fornisce supporto, mediato unicamente dal team controllo missione. Interessante il fatto che ogni squadra ha a disposizione 10 crediti per le consulenze, nel dettaglio: 1 credito per richiedere un consiglio, 2 crediti per risolvere un problema e 3 crediti per sbloccare una situazione di crisi che pregiudicherebbe la riuscita della missione. Questo aspetto del progetto è fondamentale, perché sprona i ragazzi a non assumere immediatamente un atteggiamento arrendevole di fronte a una situazione complessa, ma li spinge a fare leva sul gruppo per trovare una soluzione soddisfacente. È fondamentale che gli studenti comprendano che si può avere accesso a risorse straordinarie, ma è importante valutarne la reale necessità.

Per la realizzazione dell'attività IBM e Fondazione IBM Italia hanno fornito:

- 2 Thinkpad con Lego software pre-installato,
- 2 Lego Kit più 1 Kit con materiale vario,
- 2 NXT più trasformatori (software Lego).

Prima dell'inizio dell'attività vera e propria, i docenti ne hanno chiarito scopi e obiettivi, rispondendo alle domande degli alunni e fornendo le informazioni necessarie ad affrontare il compito. Si sono preoccupati di suddividere la classe in gruppi eterogenei, collocando ogni alunno nel team più opportuno per far sì che ogni studente possa vivere l'esperienza in maniera attiva e significa-

tiva, offrendo alla propria squadra un contributo concreto. I gruppi di lavoro devono stabilire un clima di interdipendenza positiva, funzionale alla riuscita dell'intera missione, muovendosi all'interno di un'impalcatura di vincoli, stabiliti e condivisi in precedenza, che permette di veicolare gli sforzi verso un obiettivo comune. La comunicazione tra gruppi è mediata solo e unicamente attraverso il Team Controllo missione, che coordina le interazioni tra team, assumendosi la delicata responsabilità del passaggio delle informazioni, gestendo, inoltre, i costi delle consulenze con gli esperti. Il team sviluppo software si interfaccia sia con il gruppo dei progettisti del Rover, scambiando informazioni sul funzionamento del robot, sul percorso e sugli ingombri, sia con il team addetto alla simulazione e al collaudo. In particolare, con quest'ultimo gruppo di lavoro, il team sviluppo software deve concordare il percorso da compiere e le distanze da coprire, richiedendo i dati che il gruppo collaudo raccoglie dalle simulazioni sull'area del test per effettuare eventuali correzioni. Nell'ultima fase dell'attività, si fa muovere il robot sul plastico: se riesce a recuperare l'oggetto, si può dire che la missione è riuscita, altrimenti si ragiona insieme sulle criticità, ripercorrendo le azioni di ogni team a ritroso, cercando di rintracciare le problematiche che hanno ostacolato il recupero del reperto. Al termine dell'attività è previsto un incontro in plenaria durante il quale si discute sulla base dei report compilati da ogni squadra. È un momento di fondamentale importanza, perché attraverso la mediazione e conduzione dei docenti, si formalizzano gli apprendimenti, si propongono strategie migliorative, ragionando sui momenti di maggiore difficoltà affrontati dai vari gruppi di lavoro. Terminata la discussione in intergruppo, i docenti sistematizzano le considerazioni emerse in un documento che diventa la base per progettare una nuova attività. La simulazione, condotta in collaborazione con i volontari della Fondazione IBM, ha permesso ai docenti di sperimentare insieme agli alunni un nuovo modo di apprendere. L'esperienza ha avuto il grande pregio di chiarire agli insegnanti come un'attività di stampo costruttivista produca un apprendimento significativo e durevole, ed è stata decisiva per la progettazione del progetto STEM (scienza, tecnologia, ingegneria e matematica) che ormai da anni viene condotto nell'istituto de Vedano.

### **Le considerazioni sull'attività**

L'esperienza vissuta è stata di grande valore formativo per tutti: docenti e alunni. La sfida per l'Istituto, adesso, è quella di ideare e progettare un percorso che guidi gli alunni ad acquisire un bagaglio di conoscenze e sviluppare una serie di abilità per affrontare un'attività complessa conclusiva. L'idea di fondo è quella di proporre agli studenti una didattica innovativa della cultura scientifica e tecnologica. Durante lo svolgimento dell'attività del progetto pilota, si era potuto osservare come l'impiego della robotica favorisse l'allestimento di ambienti di apprendimento in grado di coniugare scienza e tecnologia, teoria e

laboratorio, studio individuale e apprendimento cooperativo. La stesura del progetto ha creato spazi di riflessione e ha incoraggiato i docenti a sperimentare nuove pratiche didattiche. Il progetto attuale si sviluppa nell'arco dell'intero triennio: per gli studenti del primo e del secondo anno, sono previste attività con l'uso del programma LOGO<sup>6</sup> (nella versione inglese); è un programma accessibile anche ai più piccoli: sullo schermo appare una tartaruga che esegue i comandi di chi programma. In questa fase si privilegiano gli aspetti di grafica e di calcolo. In laboratorio, tutti gli alunni vengono coinvolti nella formulazione delle ipotesi e nell'elaborazione delle risposte, utilizzando gli elementi della programmazione legati alla geometria; i primi passi nella programmazione informatica con il LOGO fungono da modello per l'applicazione in ambiti diversi. L'uso del PC a scuola non è sempre motivante in sé: diviene uno strumento efficace quando viene posto al servizio di progetti didattici complessi, multidisciplinari, collaborativi e coerenti con lo scenario attuale delle tecnologie caratterizzato da connettività e portabilità<sup>7</sup>. In particolare, la grafica della tartaruga si presta a scomporre problemi e costruire algoritmi. I ragazzi iniziano a programmare per far costruire alla tartaruga disegni di semplici figure geometriche come i poligoni regolari fino a sviluppare il concetto di variabile e il procedimento ricorsivo. Gli studenti del terzo anno, sempre in modalità cooperativa, muovono i primi passi nella costruzione e programmazione di motori, sperimentandone il funzionamento (direzione, velocità, accelerazione) e la meccanica del movimento. La progettazione di un veicolo, che deve muoversi in una stanza, senza essere fermato dal primo ostacolo che incontrerà, agendo quindi "intelligentemente", richiede un impegno notevole, sia sul piano delle problematiche costruttive (stabilità strutturale, agilità dei movimenti ecc.), che su quello della programmazione e del controllo, ed è proprio in questa fase che gli studenti vengono incoraggiati a sviluppare, in modo autonomo, procedure informatiche efficienti, progettando algoritmi di controllo per poi tradurli in linguaggio informatico. Il gruppo, quindi, diventa luogo di discussione e confronto all'interno del quale si sperimenta, si sbaglia si individua l'errore e si corregge. Si chiede ai ragazzi di compilare sempre il diario di bordo e un report conclusivo al termine di ogni attività: questo materiale diventa una risorsa perché viene catalogato, condiviso e messo a disposizione dei successivi gruppi di lavoro. Il progetto prevede il raggiungimento di numerosi obiettivi di tipo generale:

- sviluppare percorsi laboratoriali, nell'area tecnologica-scientifica, utilizzando elementi della programmazione legati alla matematica e alla robotica, partendo da una progettazione di tipo geometrico con il programma Logo;

<sup>6</sup> Per ulteriori approfondimenti si veda in questo numero l'articolo di GABBARI M., *Integrare Coding e Pensiero computazionale nella didattica*.

<sup>7</sup> MARCIANÒ G., *Usare il linguaggio LOGO per costruire micromondi*, <<http://www.robocupjr.it/margi/publicazioni/1203.pdf>>, p. 11 (ultimo accesso aprile 2020).

- coinvolgere attivamente gli studenti nel loro processo di apprendimento e di costruzione delle conoscenze, promuovendo il pensiero creativo;
- intrecciare le competenze, gli obiettivi della tecnologia e quelli delle scienze in un rapporto di scambio reciproco (Meccanica, Informatica, Matematica, Fisica);
- stimolare la capacità di analisi, utilizzando l'operatività, la capacità organizzativa e la comunicazione in forma orale e scritta;
- acquisire la capacità di assumere ruoli costruttivi e collaborativi all'interno del gruppo;
- comprendere la logica del pensiero computazionale (in maniera algoritmica);
- far acquisire metodi per risolvere problemi anche complessi e, con l'aiuto di un automa, stimolare il gusto di realizzare i propri progetti, frutto della razionalità, ma anche della fantasia.

E specifico:

- affrontare i temi della programmazione in un contesto multidisciplinare con l'attività di coding;
- comprendere le funzioni che svolgono i componenti dei Kit robotici nella realizzazione delle strutture portanti, della meccanica del movimento (velocità, accelerazione e potenza: le leggi del moto. Studio delle variabili spazio-tempo);
- conoscere le caratteristiche dei sensori di contatto: luce, temperatura, suono e ultrasuono. Legami disciplinari, concettuali e operativi, tra Meccanica, Fisica, Informatica; saper organizzare i dati di un problema da risolvere mediante schemi o grafici e tradurre gli algoritmi con linguaggi di programmazione;
- saper individuare problematiche hardware e software in caso di funzionamento non corretto di un robot.

Strutturato il progetto e definiti gli obiettivi, i docenti hanno rimodulato anche l'attività di simulazione della missione su Marte. Si sono ripensati ruoli e funzioni degli insegnanti nell'intento di rendere gli studenti i protagonisti indiscussi del processo di apprendimento. Non il docente che trasmette una conoscenza, quindi, ma un docente che facilita, orientando verso la costruzione di significato, senza offrire risposte precostituite, ma lasciando lo spazio a una moltitudine di soluzioni possibili<sup>8</sup>.

È stato previsto che, nell'ultimo anno del triennio, la classe che frequenta il tempo pieno svolgerà, nell'attività conclusiva di simulazione, il ruolo di tutor

<sup>8</sup> CARLETTI A. e VARANI A., *Per una didattica costruttivista. Un atteggiamento che si espone al mondo interrogandolo*, <<http://oppi.it/wp-content/uploads/2013/09/carletti-varani-didattica-costruttivista.pdf>> (ultimo accesso aprile 2020), p. 2.

per gli altri studenti. L'intero gruppo classe, quindi, diventerà l'esperto della missione, assumendo il ruolo di consulente. Durante l'anno, infatti, i ragazzi, attraverso attività di laboratorio, impareranno a montare il robot, a progettare il software e a collaudarlo eseguendo i test di verifica.

Durante la missione, i tutor affiancheranno i loro compagni, mettendo a disposizione del gruppo le loro esperienze e aiutandoli nella risoluzione dei problemi.

La comunicazione tra team durante la missione non sarà più gestita da team di controllo, ma si è previsto che si scambino le informazioni necessarie, da una zona all'altra della scuola, solo tramite mail. Le comunicazioni avverranno, quindi, in forma scritta e ciò implica che i messaggi siano chiari ed efficaci. Questo aspetto viene curato, principalmente, dai docenti di lettere e motiva fortemente gli alunni, che, generalmente, vedono gli esercizi di produzione scritta finì a se stessi. In questo modo, invece, ne colgono immediatamente l'applicabilità in funzione del raggiungimento di un obiettivo. Altro aspetto modificato rispetto al progetto pilota, riguarda il plastico sul quale il robot deve muoversi per recuperare l'oggetto: attualmente è interamente ideato e costruito dai ragazzi. L'attività conclusiva è percepita dagli studenti come un'occasione per mettere in pratica quanto appreso, affrontano la missione con grande serietà e impegno. Ogni singolo segmento del progetto viene valutato dagli insegnanti attraverso schede riflessive, diari di bordo, rubriche, interviste e sondaggi. Per i docenti diventa l'occasione per valutare realmente il processo e il prodotto di un percorso caratterizzato da un'intrinseca moltitudine di sfaccettature e produce una serie di informazioni che permettono una valutazione completa e formativa dell'alunno: i suoi progressi, le sue abilità di problem solving, la capacità di trasformare un'idea in atto ecc. Attraverso questo progetto, gli insegnanti giungono alla fine del triennio a compilare la certificazione delle competenze chiave con consapevolezza, sulla base di indicatori raccolti nel tempo.