



Oliver Thiel, Joel Josephson, and Piedade Vaz Rebelo

Automata per le STEM

Guida per gli insegnanti



AutoSTEM / 2018-1-PT01-KA201-047499

The project AutoSTEM has been funded with support from the European Commission. This document reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



1 Introduzione

Lo scopo del progetto **AutoSTEM** è di studiare come gli automata possano arricchire il gioco dei bambini piccoli per promuovere una migliore comprensione di Scienza, Tecnologia, Ingegneria e Matematica (STEM).

Ha lo scopo di fornire agli insegnanti dedicati all'educazione di tutte le età, strumenti e materiali per costruire un percorso didattico, che sia semplice, replicabile e prezioso in termini di:

- 1) promozione di una motivazione per le STEM,
- 2) promozione dello sviluppo del pensiero creativo, capacità di problem solving e comprensione,
- 3) consapevolezza culturale e valori trasversali come il riciclo.

In questo documento, in primo luogo, spiegheremo cosa sono gli automata e le STEM (paragrafo 2 a pagina 3). Quindi spieghiamo il nostro quadro teorico (paragrafo 3 a pagina 6) e il concetto pedagogico (paragrafo 4 a pagina 8). Infine, presentiamo alcuni concetti chiave per la costruzione di automata (paragrafo 5 a pagina 17).

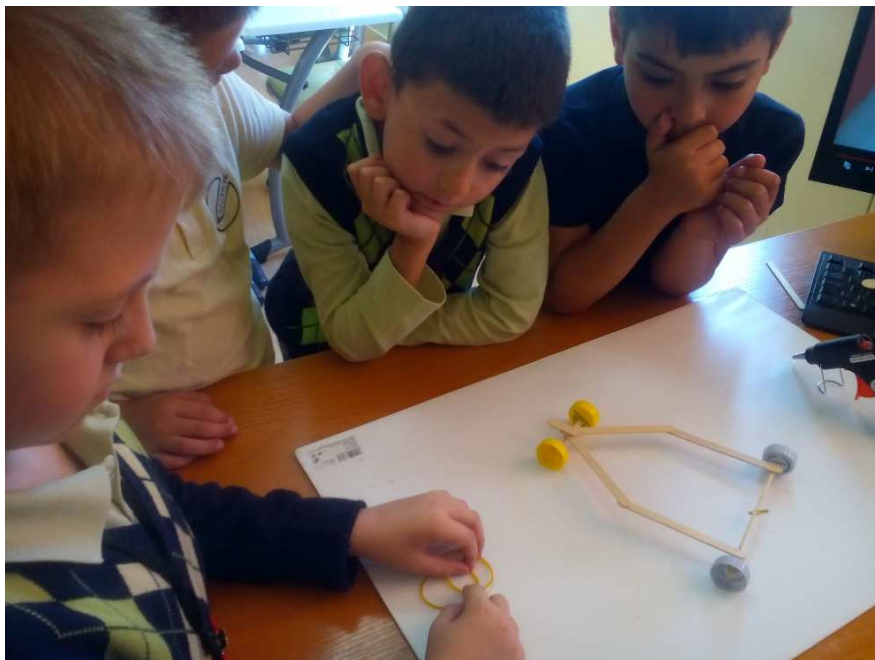


Figura 1: Gli automata promuovono la creatività e il problem-solving

2 Automata per le STEM

2.1 Imparare attraverso gli automata

Gli automata sono affascinanti giochi meccanici e piccole sculture di arte cinetica. Gli automata potrebbero essere visti come una fusione tra ingegneria, consapevolezza culturale ed espressione artistica. Come con altri manufatti manuali, gli automata sono progettati come dispositivi di comunicazione centrati sul bambino e possono essere definiti come "oggetti meccanici di narrazione". Gli automata hanno affascinato i bambini nel corso dei secoli e oggi ci sono musei dedicati solo agli automata.

A causa della combinazione di parti narrative e meccaniche, gli automata hanno diverse possibilità per l'uso all'interno dell'educazione. Oltre ad essere molto apprezzati dai bambini, sono facili da creare in classe. Gli automata possono essere costruiti adattandosi all'età dei bambini, con disegni e movimenti semplici o complessi.

Durante la pianificazione e la costruzione di un automata, i bambini possono sviluppare diverse competenze tra cui la risoluzione dei problemi, il lavoro di gruppo, la creatività e l'esplorazione dei contenuti STEM.

2.2 STEM

La National Science Foundation degli Stati Uniti ha proposto l'acronimo STEM negli anni '90 come concetti di scienza, tecnologia, ingegneria e matematica (Sanders, 2009). Esistono diverse definizioni di STEM (vedere la Figura 2). Nella maggior parte dei rapporti nazionali e internazionali, STEM è di solito intercambiabile con la parola "scienza". In questo contesto, la scienza si riferisce a "tutte le scienze fisiche, le scienze della vita, l'informatica e la tecnologia e [...] include la matematica - materie che vengono comunemente insegnate nelle scuole primarie e secondarie nella maggior parte dei paesi europei" (Commissione europea, 2007, p 5). Ciò significa che STEM può riferirsi ai vari settori di conoscenza coperti dall'acronimo (❶ nella Figura 2). D'altra parte, possiamo usare STEM per descrivere approcci interdisciplinari che stabiliscono connessioni tra alcune delle quattro discipline (❷ nella Figura 2). A volte copre anche una visione completamente integrata dell'educazione STEM (❸ nella Figura 2, cfr. Rosicka, 2016, p. 4). Questo continua ad essere



una fonte di ambiguità tra i professionisti, in particolare nell'area dell'educazione.

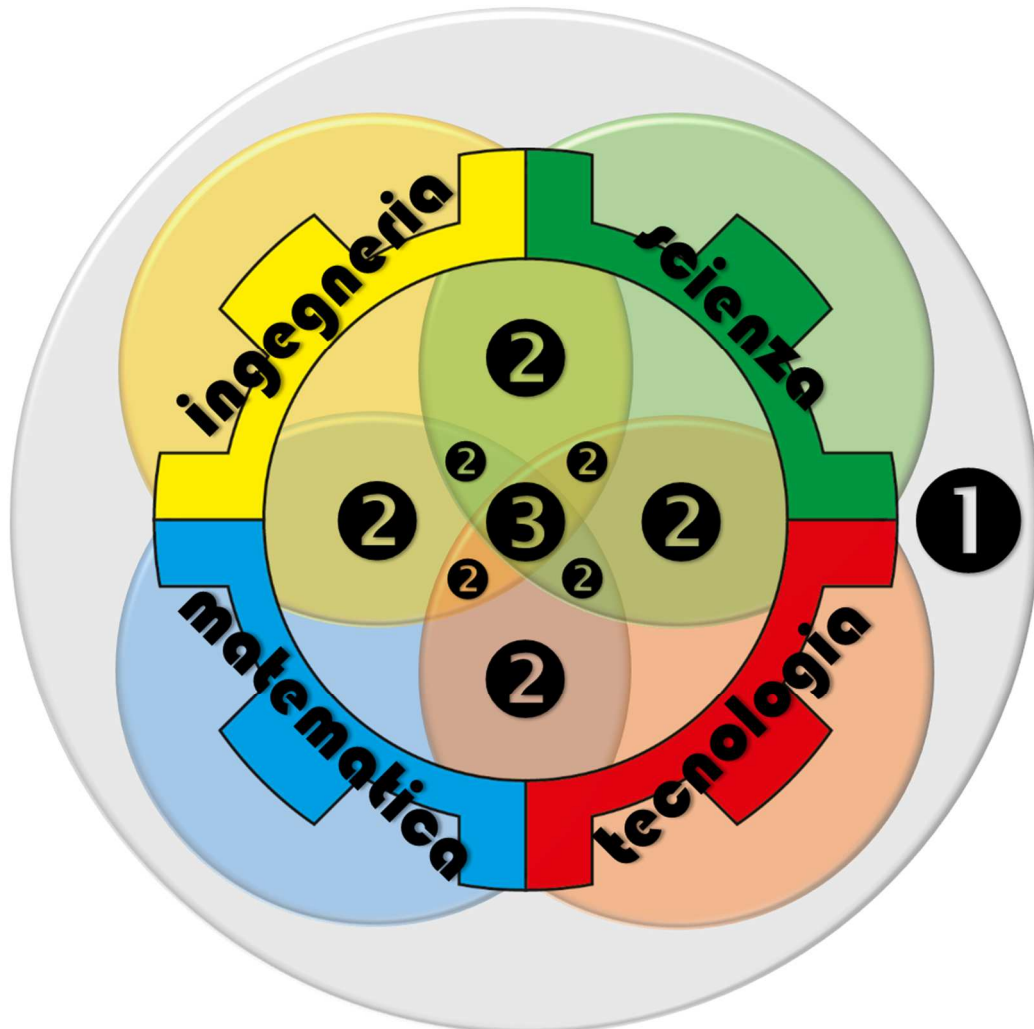


Figura 2: Una definizione differente di STEM

Nel progetto **AutoSTEM**, preferiamo un approccio interdisciplinare. Ciò significa che ogni automata consente ai bambini non solo di sperimentare una o più aree di STEM ma anche di scoprire relazioni e connessioni tra le diverse discipline. Pertanto, **AutoSTEM** è posto "all'incrocio" tra scienza, tecnologia, ingegneria e matematica.

'Quando l'educazione STEM viene posta all'intersezione tra scienza, tecnologia, ingegneria e matematica, il suo significato viene generalmente espanso per riferirsi a una rottura con l'insegnamento

"tradizionale". Un'istruzione STEM integrativa di solito implica un insegnamento multidisciplinare ed è diretta allo sviluppo delle capacità di individuazione e definizione dei problemi degli studenti, nonché alla loro capacità di contestualizzare concetti scientifici a situazioni di vita reale. In questa comprensione, l'educazione STEM non è definita in termini di interruzione delle materie tradizionali, ma piuttosto di interruzione dell'istruzione tradizionale, in cui le lezioni sono strettamente focalizzate sulla consegna di contenuti specifici per materia da parte dell'insegnante e sull'acquisizione di conoscenza dei contenuti da parte degli studenti (European Schoolnet, 2018, p. 6).

La Finlandia utilizza un approccio ancora più olistico alle STEM. Gli studenti usano l'indagine e la ricerca nel loro apprendimento. Ciò consente loro di applicare ciò che hanno appreso in modo integrativo (Geller, Neumann, Boone e Fischer, 2014). Questo approccio richiede che gli insegnanti ricevano una formazione esplicita su come lavorare con gruppi di problem solving nell'istruzione STEM (Schleicher, ed., 2012).

Le esperienze di apprendimento dei bambini piccoli hanno un effetto sul successivo passaggio accademico (ad esempio Campbell, Pungello, Miller-Johnson, Burchinal & Ramey, 2001; Hadzigeorgiou, 2002). Ci sono molti studi che dimostrano che le esperienze matematiche nella prima infanzia sono un forte predittore di successo non solo nella matematica della scuola futura, ma anche in altre materie scolastiche e nella vita stessa (Carmichael, MacDonald e McFarland-Piazza, 2014; Duncan et al., 2007; Geary et al., 2013). Sebbene ci siano meno studi su altre discipline STEM, questo potrebbe valere anche per le STEM in generale. Pertanto, le appropriate esperienze STEM nella prima infanzia possono essere punti di partenza per supportare i continui successi dei bambini nelle scienze in altre materie a livello primario, secondario e post-secondario. Le competenze STEM sono sempre più importanti in un mondo in cui il ritmo del cambiamento e la necessità di progressi tecnologici sono diventati fondamentali per la nostra sopravvivenza.



3 Framework teorico

3.1 Pedagogia basata sul gioco

Nel progetto **AutoSTEM**, utilizziamo una pedagogia relazionale basata sul gioco (Hedges & Cooper, 2018) e un concetto di apprendimento dinamico (Broström, 2017). Secondo Friedrich Fröbel (1887, p. 57), l'inventore della scuola materna, il gioco è "la massima espressione dello sviluppo umano nell'infanzia, poiché è la libera espressione di ciò che è nell'anima di un bambino." Lev Vygotsky (1978, p. 102) ha sostenuto questa visione affermando: "Nel gioco, un bambino si comporta sempre oltre la sua età media, al di sopra del suo comportamento quotidiano" e "Il gioco porta sempre a un livello di sviluppo più avanzato".

Ciò significa che i bambini esplorano la loro, "Zona di Sviluppo Prossimale" (ZSP) in gioco che accade solo quando l'ambiente di gioco sfida i bambini ad attraversare la loro ZSP (Van der Veer & Valsiner, 1991). Pertanto, gli insegnanti di educazione e cura della prima infanzia (ECEC) svolgono un ruolo importante. Il loro compito è sfidare i bambini e incoraggiarli a creare nuovi significati e comprensioni (Broström, 2017).

Questo approccio è incentrato sull'infanzia ma non interamente orientato all'infanzia. Centralità infantile significa "enfaticamente l'importanza dell'insegnamento dei concetti accademici in modo accattivante e adeguato allo sviluppo, espandendo gli interessi dei bambini e utilizzando strategie basate sul gioco che corrispondono alle capacità dei bambini" (Pyle & Daniels, 2017, p. 286). La pedagogia basata sul gioco con il suo metodo "gioco guidato" è una via di mezzo tra istruzione diretta e gioco libero. "Combina esplorazione e autonomia infantile con i migliori elementi dell'insegnamento" (Weisberg et al., 2016, p. 177). È stato dimostrato che il gioco guidato aiuta i bambini a una migliore comprensione dei concetti accademici rispetto all'istruzione diretta (Han et al., 2010; Stipek et al., 1995) o al gioco libero da solo (Chien et al., 2010; Honomichl & Chen, 2012).

3.2 Gioco guidato

Esistono due forme di gioco guidato (Weisberg et al., 2016). Entrambe possono essere usate mentre si lavora con gli automata.

- 1) Un modulo inizia con il gioco spontaneo dei bambini. L'insegnante osserva le attività rivolte ai bambini e arricchisce il gioco dei bambini facendo commenti, incoraggiandoli a porre domande o estendendo l'interesse dei bambini. Ad esempio, l'insegnante può presentare la Mongolfiera dopo aver visto che ai bambini piace giocare con le automobili.
- 2) Nella seconda forma di gioco guidato, l'insegnante progetta un'impostazione focalizzata su un obiettivo di apprendimento. Contrariamente alle istruzioni dirette, l'insegnante si assicura che i bambini abbiano l'autonomia di esplorare i concetti accademici a modo loro all'interno di un determinato contesto. Esempi di questo approccio in **AutoSTEM** sono lo scenario *della macchina che torna sempre indietro* e lo scenario *del fiume Nilo*.

In entrambe le forme, gli insegnanti fungono da "commentatori, compagni di gioco, stimolano con domande e sollecitano nuovi modi di interagire con i materiali coinvolti" (Pyle & Danniels, 2017, p. 275) al fine di migliorare le esperienze di apprendimento dei bambini mentre i "bambini dirigono il proprio apprendimento nel contesto di gioco stabilito" (ibid.). Ciò garantisce che l'apprendimento basato sul gioco sia l'apprendimento contestualizzato.



Figura 3: Il gioco è la maggiore espressione di sviluppo umano nei bambini



4 Il concetto pedagogico

4.1 Passi per implementare AutoSTEM

Un progetto **AutoSTEM** di solito prevede tre fasi generali.

- 1) Innanzitutto, l'insegnante ECEC osserva i bambini al fine di identificare ciò che attira la loro attenzione e interessi. L'insegnante sceglie un automata che soddisfa la curiosità dei bambini.
- 2) Nella seconda fase, l'insegnante presenta l'automata ai bambini. Questo può essere fatto in tre modi diversi;
 - a) L'insegnante presenta un automata direttamente correlato al gioco libero dei bambini (ad es. *L'Eco-car*). I bambini sono ispirati a realizzare i propri automata. Mentre sono impegnati in lavori pratici, l'insegnante stimola e introduce concetti STEM necessari per completare l'attività.
 - b) L'insegnante presenta uno scenario (ad es. *Il River Nile Scenario*) che incorpora uno o più automata. Nell'interagire con lo scenario, i bambini scoprono un automata e questo li sollecita a desiderare di crearne uno proprio. Mentre sono impegnati nel lavoro pratico, l'insegnante stimola e introduce concetti STEM che sono correlati sia al contesto dello scenario sia alla costruzione dell'automata.
 - c) L'insegnante presenta un automata che mostra un movimento sorprendente ma ha un meccanismo nascosto (ad es. *La macchina che torna sempre indietro*). Questo, in genere, è un automata troppo complicato per essere costruito dai bambini da soli. Ciò stimola i bambini a passare immediatamente alla terza fase.
- 3) 3. Nella terza fase, i bambini giocano con gli automata a modo loro ed esplorano, scoprono e sperimentano concetti STEM mentre lo fanno. Alcuni bambini saranno ispirati a progettare i propri automata adattando e modificando il prototipo.

4.2 Attività dei bambini

Per realizzare un automata, i bambini devono seguire una serie di attività che comportano l'acquisizione di abilità. Le abilità sono (1)

osservare e analizzare, (2) concepire, (3) sperimentare e costruire, (4) giocare e (5) riflettere.

4.2.1 Osservare e analizzare un automata

Il punto di partenza per il lavoro con gli automata in classe è l'osservazione e l'analisi degli stessi. I bambini osservano il movimento dell'automata ed esplorano i meccanismi per scoprire e capire come funziona.

4.2.2 Concepire i propri automata

Prima che i bambini possano costruire i propri automata, devono immaginare l'automata che vogliono costruire. Questo inizia con la definizione di materiali, colori e dimensioni. Continua con l'identificazione, la ricerca e la raccolta dei materiali (ad esempio materiali riciclati). Infine, i bambini devono progettare i meccanismi e il processo di costruzione e a seconda dell'età e della maturità dei partecipanti, questo può essere fatto in modo esplorativo e più o meno autonomo.

4.2.3 Sperimentare il contenuto STEM durante la costruzione degli automata

La parte più coinvolgente, motivante e interessante del progetto è la costruzione degli automata. Durante la quale, i bambini hanno molte esperienze con i concetti e le idee STEM. L'insegnante sostiene questo processo attraverso la sua guida e sensibilizzando i bambini ai contenuti STEM.

4.2.4 Giocare con gli automata

Giocare con gli automata è importante sotto molti aspetti. Una motivazione per costruire l'automata è il desiderio di giocarci in seguito. Come accennato in precedenza, il gioco è "la massima espressione dello sviluppo umano nell'infanzia" (Fröbel, 1887, p. 57) e "conduce a un livello più avanzato di sviluppo" (Vygotsky, 1978, p. 102). Giocare con l'automata, diventa un atto molto significativo per il bambino, poiché lo inserisce in un contesto, esplora le sue proprietà, i movimenti e le relazioni con l'ambiente e la storia. Il contesto può essere direttamente correlato a un determinato scenario e trama di una storia, o liberamente inventato dal bambino. In ogni caso, i bambini esploreranno i contenuti STEM collegati all'automata e il gioco stesso è una delle sei attività matematiche fondamentali (Bishop, 1988, p. 183).



4.2.5 Riflettere sul lavoro sviluppato

Mentre interagiscono con l'ambiente, gli automata, lo scenario, la storia, la loro fantasia, i bambini hanno esperienze con concetti e contenuti STEM. Tuttavia, l'esperienza da sola non porta all'apprendimento. I bambini devono riflettere su ciò che hanno realizzato ed esplorato perché la riflessione indirizza l'esperienza verso l'apprendimento e l'approfondimento. Secondo John Dewey (1933, p. 17), la riflessione "ci emancipa da un'attività puramente impulsiva e semplicemente di routine [...] Converte l'azione che è semplicemente istintiva, cieca e impulsiva in azione intelligente" e "dà a un individuo un potere aumentato di controllo" (ibid., p. 21).

4.3 Il ruolo dell'insegnante

4.3.1 Identificazione della zona di sviluppo prossimale dei bambini

Come accennato in precedenza (vedere il passaggio 1 al paragrafo 4.1), i progetti di educazione della prima infanzia dovrebbero sempre iniziare dagli interessi e dall'iniziativa dei bambini. Pertanto, il primo compito dell'insegnante è quello di osservare i bambini al fine di scoprire ciò che cattura il loro interesse e qual è il loro livello di conoscenza in quel determinato campo di interesse. Ciò significa che l'insegnante deve identificare la Zona di Sviluppo Prossimale (ZSP) dei bambini.

4.3.2 Scegliere oggetti educativi

Esistono due diversi approcci all'educazione della prima infanzia (OCSE, 2006). Nei paesi nordici e in alcuni paesi dell'Europa centrale, troviamo un approccio di pedagogia sociale. È incentrato sul bambino e olistico, enfatizza i concetti di cura, gioco, relazioni, attività e sviluppo e vede i bambini come agenti del proprio apprendimento. In altri paesi, troviamo un approccio di educazione precoce che si concentra su insegnamento, apprendimento, curriculum, contenuto, metodologia, alfabetizzazione e calcolo (Broström, 2017). Gli insegnanti che seguono l'approccio dell'istruzione precoce devono identificare gli obiettivi di apprendimento per ogni lezione che insegnano. I curricula che seguono l'approccio della pedagogia sociale non indicano obiettivi di apprendimento per i bambini. Hanno solo obiettivi per gli

insegnanti, ad es. secondo il curriculum ECEC norvegese, "gli asili devono consentire ai bambini di [...] realizzare costruzioni con materiali diversi ed esplorare le opportunità offerte da strumenti e tecnologia" (Ministero della Pubblica Istruzione e Ricerca, 2017, p. 52). Tuttavia, Gunnestad (2019, pagg. 95-96) mostra che tali obiettivi sono implicitamente correlati agli obiettivi di apprendimento per i bambini. Pertanto, anche quando segue un approccio di pedagogia sociale, l'insegnante deve scegliere un obiettivo di apprendimento quando pianifica un'attività per i bambini. Ad esempio, l'obiettivo "consentire ai bambini di realizzare costruzioni" è legato alle abilità specifiche del soggetto, come le conoscenze procedurali (Krathwohl, 2002), ad esempio "il bambino è in grado di costruire un braccio a forbice". La stessa attività, tuttavia, può essere utilizzata anche per sviluppare le conoscenze concettuali dei bambini, ad esempio "il bambino capisce i concetti di contrazione ed espansione".

4.3.3 Pianificare L'attività

Come descritto in precedenza (vedere paragrafo 4.1), esistono diverse possibilità su come avviare un'attività di **AutoSTEM**. Indipendentemente dall'approccio scelto, l'attività deve essere pianificata. Quando si tratta della costruzione dell'automata, l'insegnante deve scegliere un approccio pedagogico adatto ai bambini e che soddisfi gli obiettivi di apprendimento. I due approcci principali sono l'apprendimento basato sull'indagine e l'istruzione diretta. Quando adotta un approccio basato sull'indagine, l'insegnante mostra un automata ai bambini. I bambini osservano il suo movimento e formulano ipotesi su come il movimento è possibile. Quindi mettono alla prova le loro ipotesi costruendo i propri meccanismi che alla fine mostrano lo stesso movimento. Un prerequisito per questo approccio è che la comprensione del meccanismo risiede nella ZSP dei bambini. Ciò significa che i bambini hanno bisogno di conoscenze pregresse e precedenti esperienze con la meccanica. Per i bambini più piccoli, l'insegnante sceglierà probabilmente l'istruzione diretta come approccio più adatto. In questo modo, l'insegnante inizia introducendo singoli elementi che creano il movimento e quindi guida i bambini all'assemblaggio dell'automata, in base al movimento desiderato. Anche se l'insegnante utilizza istruzioni dirette per guidare i bambini attraverso la costruzione dell'automata, i bambini sperimenteranno



concetti e idee STEM derivate dall'indagine (vedere paragrafo 4.3.5).

4.3.4 Interventi utili alla produzione degli automata

Indipendentemente dall'approccio pedagogico scelto, l'insegnante deve aiutare i bambini durante i lavori di costruzione - sia fisicamente che intellettualmente. Automata diversi richiedono abilità motorie diverse. Più i bambini sono piccoli, maggiore è l'aiuto pratico di cui hanno bisogno. Inoltre, l'insegnante dovrebbe aiutare i bambini a riflettere sui concetti STEM correlati, al fine di trovare un meccanismo utile al movimento che vogliono realizzare. Wood, Bruner e Ross (1976) chiamano questo supporto "impalcature". L'impalcatura "si riferisce alle misure adottate per ridurre i gradi di libertà nello svolgimento di alcuni compiti in modo che il bambino possa concentrarsi sulla difficile abilità che sta acquisendo" (Bruner, 1978, p. 19). Bruner ha scelto il termine "ponteggi" per sottolineare che si tratta solo di una cornice di supporto. Non risolve il problema per il bambino. L'impalcatura è un intervento strutturato tra insegnante e bambino che aiuta il bambino a raggiungere un obiettivo specifico quasi da solo. Lo scopo è consentire al bambino di raggiungere livelli più alti di sviluppo. Pertanto, le "impalcature" sono fortemente correlate allo ZSP di Vygotsky.

4.3.5 Collegare il processo di costruzione al contenuto STEM o ad altri argomenti

Tutti gli automata che presentiamo nel progetto AutoSTEM possono essere usati come strumento per insegnare il contenuto STEM di materie come matematica, fisica e biologia. Alcuni contenuti sono legati al processo di costruzione, altri all'analisi del meccanismo e altri compaiono quando i bambini giocano con l'automata finito. Inoltre, alcuni automata possono essere utilizzati per lavorare anche su altri argomenti, ad es. letteratura o lingue straniere.

4.3.6 Lavorare con uno scenario o una storia

Come introdotto nella fase 2b del paragrafo 4.1, gli automata possono essere integrati in uno scenario o in una storia. Gli insegnanti che vogliono farlo devono scegliere uno scenario o una storia che soddisfino gli interessi dei bambini e che siano correlati al contenuto e agli automata STEM scelti. La differenza tra uno scenario e una

storia è che uno scenario è presentato da un'installazione scenica mentre una storia è presentata oralmente o con il supporto di immagini. Lo scenario potrebbe essere preparato dall'insegnante o sviluppato insieme ai bambini. In quest'ultimo caso, la costruzione dello scenario potrebbe iniziare da una storia guidata dall'insegnante.

4.3.7 Acquire feedback

La valutazione in corso è una parte essenziale di ogni progetto. Durante l'intero periodo del progetto, l'insegnante chiederà: "Dove siamo?", "Dove dovremmo essere?" E "Come possiamo tornare di nuovo in pista?" (Lewis, 2000, p. 185). La valutazione consente all'insegnante di tenere traccia dei progressi dell'apprendimento dei bambini e di sapere quando vengono raggiunti gli obiettivi di apprendimento. Per ottenere questo feedback, l'insegnante può utilizzare l'osservazione informale e "inventare storie" per la documentazione (Carr & Lee, 2012). Durante l'osservazione, l'insegnante scatta foto e scrive appunti. Successivamente crea una storia e la legge e la condivide con la famiglia del bambino. Gli elementi chiave di una storia di apprendimento sono lo strumento per valutare l'impegno, l'intenzionalità, le relazioni, le competenze e le attitudini di apprendimento del bambino come: coraggio, curiosità e perseveranza. I bambini dovrebbero essere visti come "abili comunicatori, attori della propria vita, detentori di diritti e creatori di significati" nonché "attori sociali" (Clark & Moss, 2011, p. 6 e 8) . Pertanto, una storia di apprendimento mette in evidenza ciò che i bambini possono fare e cosa stanno facendo, piuttosto che ciò che non possono fare. I materiali forniti dal progetto **AutoSTEM** includono una griglia di osservazione, una guida per le interviste di gruppo e un questionario. Questi possono essere usati per raccogliere feedback. Saremmo felici se condividessi con noi i dati raccolti durante i laboratori del progetto **AutoSTEM**, questo ci aiuterebbe a sviluppare e migliorare ulteriormente i materiali del progetto.

4.4 Un approccio interdisciplinare per imparare le STEM attraverso gli automata

Lavorare con gli automata consente ai bambini di esplorare concetti, idee e argomenti di diverse aree STEM. Abbiamo già spiegato nel paragrafo 2.2 che stiamo promuovendo un approccio




interdisciplinare. Informazioni dettagliate sul contenuto STEM correlato sono fornite nel materiale di ciascun automata e in ogni scenario. Di seguito, forniamo solo un'ampia panoramica dei possibili contenuti. La Figura 4 fornisce una panoramica.

4.4.1 Tecnologia

Una definizione comunemente accettata di tecnologia viene dal sociologo americano Read Bain (1937, p. 860) che scrisse: "La tecnologia comprende tutti gli strumenti, le macchine, gli utensili, le armi, gli strumenti, l'alloggiamento, l'abbigliamento, i dispositivi di comunicazione e trasporto e le abilità con cui li produciamo e li utilizziamo. "Poiché gli automata sono macchine semplici, sono tecnologia per definizione. Lavorare con gli automata insegna ai bambini le abilità su come produrre macchine così semplici.

4.4.2 Matematica

Al fine di strutturare il contenuto matematico, utilizziamo le sei abilità matematiche fondamentali di Bishop per individuare, progettare, contare, misurare, spiegare e giocare (Bishop, 1988).

-  **Localizzazione:** relazioni spaziali (sinistra, destra, anteriore, posteriore, superiore, inferiore, davanti, dietro, verso l'esterno, verso l'interno, su, giù, fuori, dentro, ...) e immaginazione spaziale (per visualizzare come le parti si adatteranno insieme)
-  **Progettazione:** forme (cerchio, triangolo, rettangolo, quadrato, ...) e loro proprietà (tondo, appuntito, oblungo, simmetrico, d'angolo, laterale, ...)
-  **Conteggio:** conteggio, uso di oggetti per registrare, confrontare e ordinare fenomeni e usando parole numeriche (cinque bastoncini di legno, quattro tappi di bottiglia, tre cannucce, due spiedini)
-  **Misurazione:** "parole-misura" (lungo, corto, alto, basso, largo, stretto), confronto e ordinamento (più lungo, più corto, il doppio del tempo), utilizzando le parti del corpo come unità di misura (larghezza del dito, spanna, piede) e utilizzando dispositivi di misurazione standard come i righelli
-  **Spiegazione:** Trovare modi per giustificare l'esistenza di fenomeni scientifici (Perché le ruote sono rotonde? Una fascia o un pallone alimentano un'auto? Perché il braccio delle

forbici si allunga?) Questo, ovviamente, è importante in tutta la scienza, non solo in matematica.

- 🌀 **Giocare:** modelli, regole, procedure, strategie, ragionamento ipotetico e previsione

4.4.3 Scienze

Biologia/Zoologia

Alcuni degli automata sono direttamente correlati agli animali e possono essere utilizzati per insegnare la biologia.

- 🌀 **Il Jellybird:** parti del corpo degli uccelli, come volano gli uccelli, forme delle ali, mormorazioni, stormi
- 🌀 **L'elefante parlante:** parti del corpo degli elefanti, caratteristiche fisiche (pelle, naso), movimento, abitudini alimentari
- 🌀 **Il braccio delle forbici:** coccodrilli, dinosauri, ippopotami ...

Sostenibilità e la protezione dell'ambiente sono altri argomenti biologici rilevanti.

Fisica

Lavorare con gli automata fornisce esperienze con fenomeni e concetti fisici. Alcuni automata (ad es. *La Eco-car*, *la turbina eolica* e *la macchina che torna*) sono progettati con un focus speciale su specifici concetti fisici.

- 🌀 **Energia:** elastica, potenziale, cinetica, energia termica, lavoro, conservazione dell'energia
- 🌀 **Forza:** svolgere il lavoro applicando forza, attrito, leve
- 🌀 **Massa:** peso, centro di massa, equilibrio, gravità

Geologia

Specialmete quando si utilizza uno scenario, è possibile integrare diversi contenuti geologici.

4.4.4 Ingegnera

La parola ingegneria deriva dal nome latino "INGENIUM", che significa *dono, talento, attitudine e abilità*, o dal verbo latino "INGENERE" o "INGENERARE", che significa infondere, impiantare e ispirare. Secondo il Council for Engineers for Professional Development (1947), l'ingegneria è "l'applicazione creativa di



principi scientifici per progettare o sviluppare strutture, macchine, apparati o processi di produzione, lavori che li utilizzano singolarmente o in combinazione; o per costruire e operare lo stesso con piena conoscenza del loro design; o per prevedere il loro comportamento in condizioni operative specifiche; tutto ciò che riguarda una funzione prevista, l'economia dell'operazione e la sicurezza della vita e della proprietà. "L'ingegneria può essere intesa come l'applicazione della scienza e della matematica al fine di creare nuove tecnologie. Il matematico, ingegnere e fisico ungherese-americano Theodore von Kármán una volta disse: "Gli scienziati studiano il mondo così com'è, gli ingegneri creano il mondo che non è mai stato" (American Society for Engineering Education, 1970, p. 467). Pertanto, l'ingegneria fornisce un collegamento pratico tra tutte le altre materie STEM e alle arti creative (Bjerklie, 1998).

Quando si tratta di automata, la **meccanica**, l'**arte** e la **progettazione** sono gli argomenti più importanti.



Figura 4: Concetti correlati alle STEM

5 Concetti chiave per la costruzione degli automata

Quando si costruiscono automata, possono essere utilizzati diversi meccanismi e fonti di alimentazione. Di seguito, presentiamo alcuni esempi dei concetti meccanici fondamentali.

5.1 Meccanismi

5.1.1 Leve

Una **leva** è una macchina semplice, forse la macchina più semplice. Può essere usata per spostare (spesso per sollevare) un oggetto (chiamato carico) perché riduce la forza (chiamata sforzo) necessaria per farlo. Archimedes una volta disse: "Dammi una leva abbastanza lunga e un fulcro su cui posizionarla, e io muoverò il mondo" (Handley, Coon & Marshall, 2013, p. 76). Ogni leva è costituita da un corpo rigido (ad esempio una trave o un'asta) che viene ruotata in corrispondenza di una cerniera fissa (chiamata fulcro) in modo che possa essere ruotata attorno a quel punto fisso.

In base alla posizione del fulcro, del carico e dello sforzo, possiamo distinguere tre diversi tipi di leve.

La Figura 5 mostra una **leva di tipo 1**. Ha il fulcro tra il carico e lo sforzo.

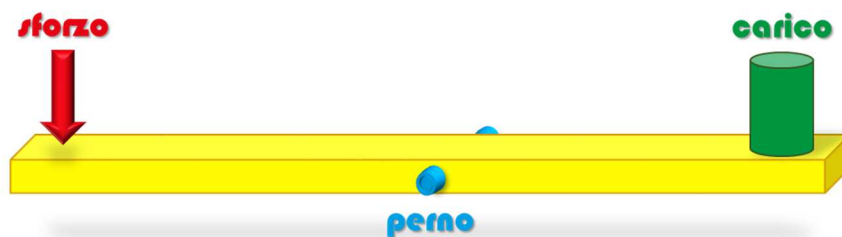


Figura 5: Una leva di tipo 1

Di solito, il carico ha una distanza più breve dal fulcro dello sforzo. Ciò consente di spostare un carico pesante con una piccola forza. Esempi sono un piede di porco, un remo e le forbici. Su un'altalena, possiamo regolare la distanza di entrambi i lati del fulcro per bilanciare pesi diversi. Per un bilanciamento del raggio classico, è essenziale che la distanza sia la stessa su entrambi i lati perché vogliamo che lo sforzo (il peso standard che usiamo per misurare) sia uguale al carico (il peso sconosciuto che vogliamo misurare).



La Figura 6 mostra una **leva di tipo 2**. Ha il carico tra lo sforzo e il fulcro.

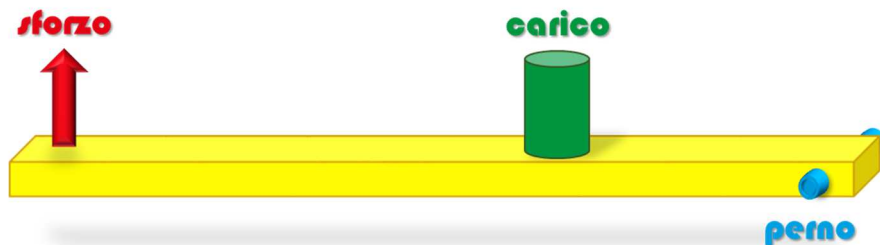


Figura 6: Una leva di tipo 2

Lo sforzo ha una distanza maggiore dal fulcro rispetto al carico. Pertanto, la forza necessaria per sollevare il carico è inferiore al peso del carico. Esempi sono una cariola, uno schiaccianoci, un apribottiglie e il nostro *ponte levatoio*, mostrato di seguito.

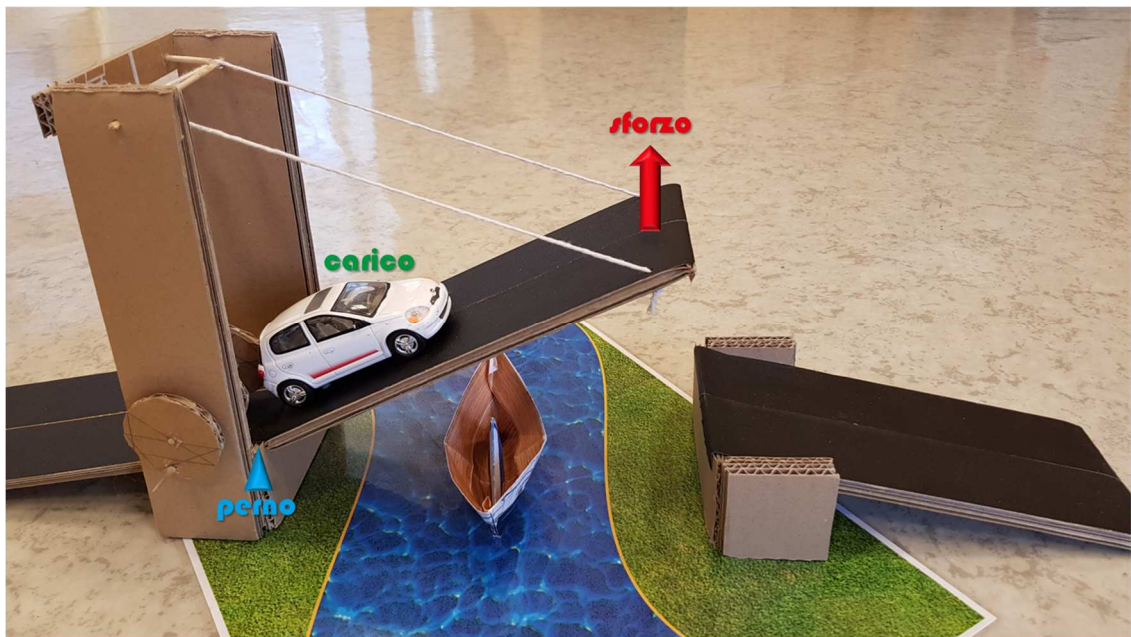


Figura 7: Un ponte levatoio

La Figura 8 mostra una **leva di tipo 3**. Lo sforzo è tra il carico e il fulcro.

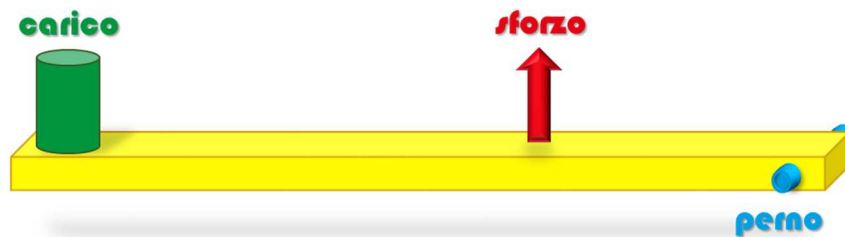


Figura 8: Una leva di tipo 3

Poiché la distanza tra il carico e il fulcro è maggiore della distanza tra lo sforzo e il fulcro, è necessaria una forza maggiore per spostare il carico. Pertanto, l'obiettivo della leva di tipo 3 non è di ridurre la forza ma di aumentare la velocità, la velocità del carico.

5.1.2 Collegamenti

Un collegamento è un elemento rigido con una cerniera a ciascuna estremità per collegarlo ad altri elementi. I collegamenti vengono utilizzati per unire insieme diversi elementi e per trasferire il movimento da un luogo a un altro. Esistono diversi tipi di collegamenti.

La Figura 9 mostra un **collegamento a movimento inverso**. Se un collegamento ha un punto di articolazione fisso nel mezzo, un'estremità si sposta nella direzione opposta rispetto all'altra estremità.

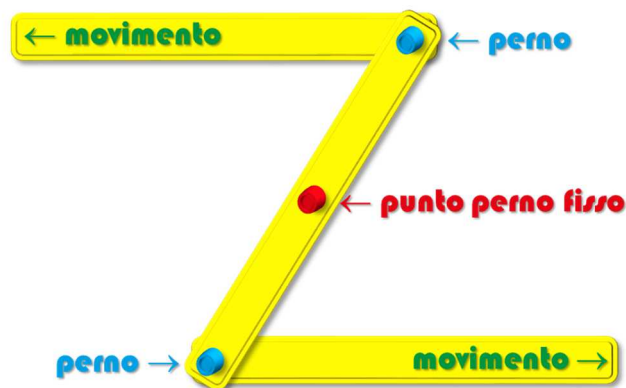


Figura 9: Un collegamento a movimento inverso

La Figura 10 mostra un **collegamento di movimento parallelo**. Se due collegamenti hanno un punto di articolazione fisso ciascuno e sono collegati da un terzo collegamento come mostrato nella figura, si



sposteranno sempre parallelamente. Il movimento dell'asta destra ha la stessa direzione del movimento dell'asta sinistra.

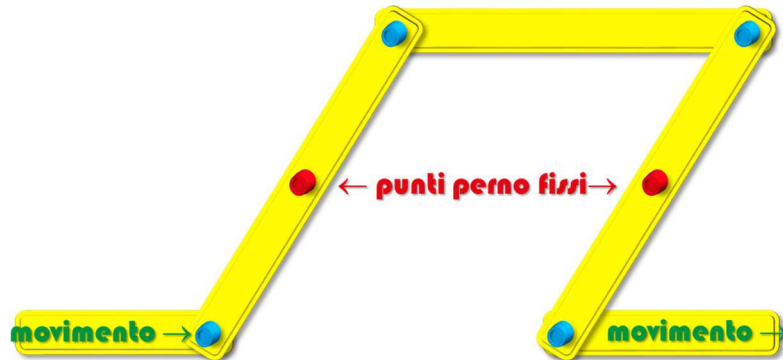


Figura 10: Un collegamento di movimento parallelo

La Figura 11 mostra il **collegamento del braccio a forbice** che abbiamo usato per il coccodrillo e il dinosauro. È una combinazione del movimento inverso e del collegamento del movimento parallelo ma non ha punti di articolazione fissi. Quando sposti le estremità delle due aste da una parte l'una contro l'altra, l'altra parte si allontana (il braccio si allunga) e anche le estremità dall'altra parte si muovono l'una contro l'altra (i morsi di coccodrillo).

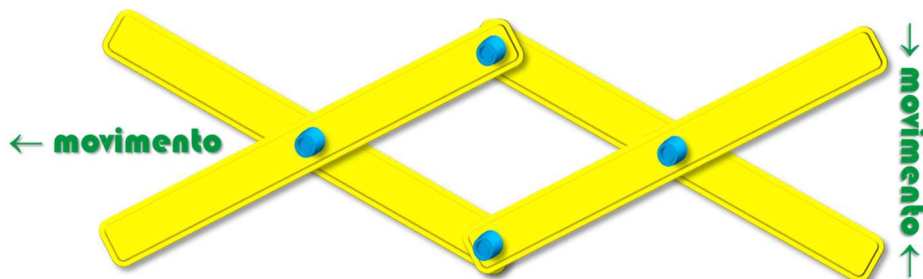


Figura 11: collegamento del braccio a forbice



Figura 12: un ippopotamo che utilizza un collegamento a forbice

La Figura 13 mostra un **collegamento a campana**. Viene utilizzato per convertire il movimento verticale in orizzontale o viceversa.

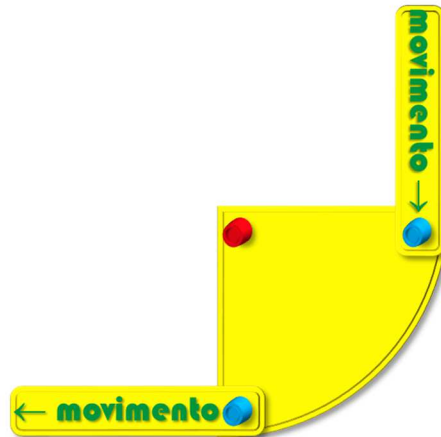


Figura 13: Un collegamento a campana

La Figura 14 mostra un **collegamento a manovella e a cursore**. Di solito viene utilizzato per convertire il movimento rotatorio (rotazionale) in movimento alternativo (alternativamente avanti e indietro). Nella figura, l'asta più corta può ruotare solo attorno al punto di articolazione fisso. L'asta più lunga si muove avanti e indietro in un cursore.

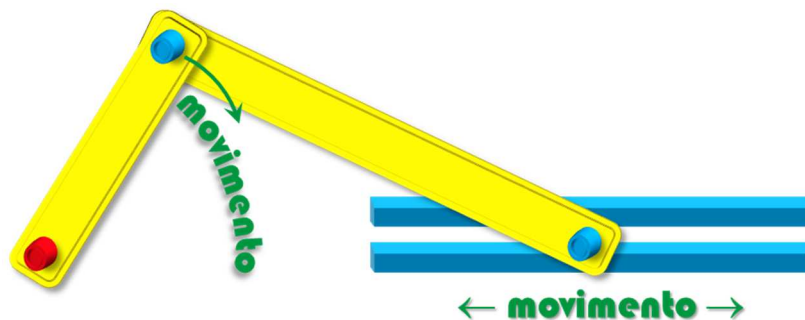


Figura 14: Un collegamento a manovella e a cursore

La Figura 15 mostra un sollevatore a forbice usando un collegamento a manovella e a cursore.



Figura 15: Un sollevatore a forbice con collegamento a manovella e a cursore

5.1.3 Camma

Una camma offre un'altra possibilità per convertire il movimento rotatorio in moto alternativo di un oggetto collegato. Esistono due differenze principali tra una manovella e un dispositivo di scorrimento e una camma.

- 1) Un collegamento a manovella e a cursore può creare un movimento alternativo in qualsiasi direzione (su e giù, destra e sinistra, avanti e indietro). Una camma con un perno collegato di solito crea solo un movimento su e giù perché il perno deve essere spinto sulla camma dal suo peso. Non esiste alcun collegamento tra la camma e il perno collegato.
- 2) Una manovella e un cursore possono solo creare un movimento alternativo omogeneo perché la lunghezza del braccio rotante è fissa. Con una camma possiamo creare tutti i tipi di movimenti su e giù disomogenei (ad esempio lentamente su e giù velocemente) utilizzando camme di forme diverse. La forma della camma è chiamata profilo della camma. La Figura 16 mostra vari profili di camma: a) eccentrico, b) a forma di lumaca, c) a forma di uovo, d) ellittica, e) rotonda e f) esagonale.

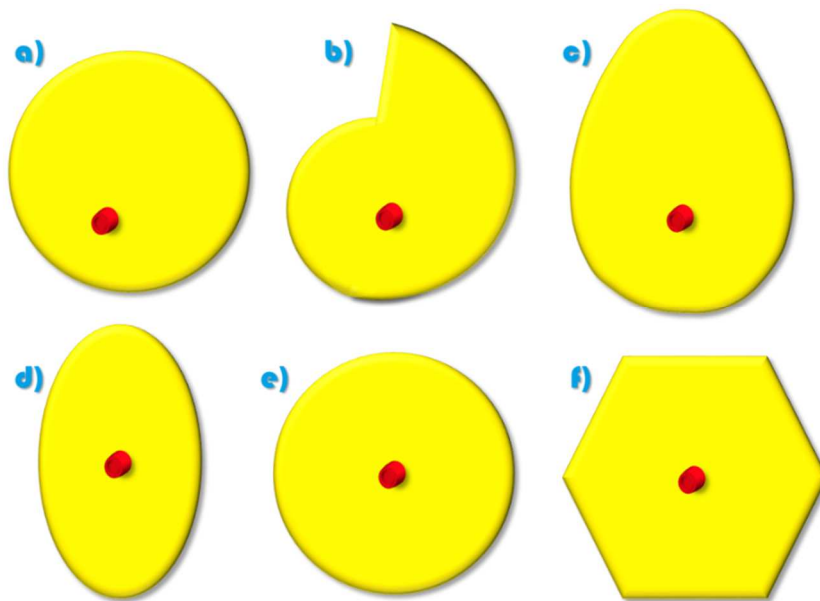


Figura 16: Camme differenti

La Figura 17 mostra il movimento di una camma eccentrica.

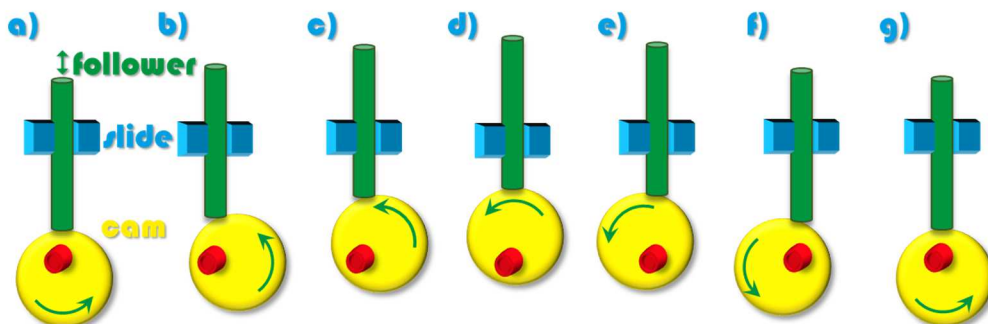


Figura 17: Movimento di una camma eccentrica

5.1.4 Dischi a frizione

Una camma rotonda, non eccentrica, non provoca un movimento su e giù, ma può essere utilizzata come disco di attrito. La Figura 18 mostra un motore a frizione che converte il movimento rotatorio con un asse orizzontale in movimento rotatorio con un asse verticale. La bambola danzante usa questo meccanismo (Figura 19).

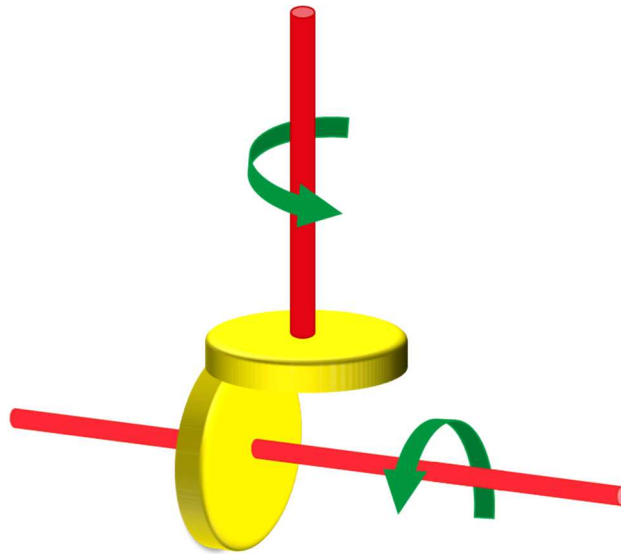


Figura 18: disco a frizione



Figura 19: La bambola danzante utilizza un disco a frizione

La Figura 20 mostra un disco di attrito con una camma eccentrica. Crea un movimento interessante: il perno collegato va su e giù mentre si gira.

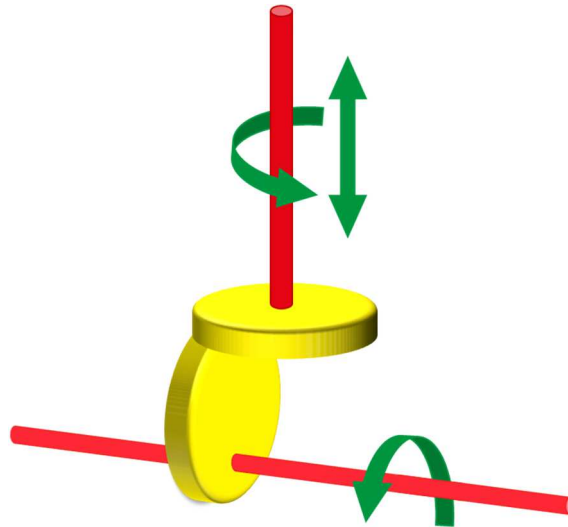


Figura 20: Un disco a frizione con una camma

5.2 Sorgenti di energia

Esistono diverse possibilità per le fonti di alimentazione che fanno muovere gli automata. Il più semplice è che i bambini stessi creino la potenza. Possono farlo usando una **maniglia girevole** (ad es. *La bambola danzante* e *il ponte levatoio*) o una semplice **maniglia a leva** (ad es. *Il braccio a forbice* e *l'elefante parlante*).

Una fonte di energia divertente è **l'energia elastica** che può essere immagazzinata in un **elastico** (ad esempio *l'Eco-car 1* e *la macchina che torna*), una cannuccia di plastica (ad esempio *l'Eco-car 2*) o una molla. Il nostro ponte levatoio usa una molla per tirarlo giù di nuovo perché la gravità non è abbastanza forte. In molti altri casi, tuttavia, possiamo usare la forza di gravità.

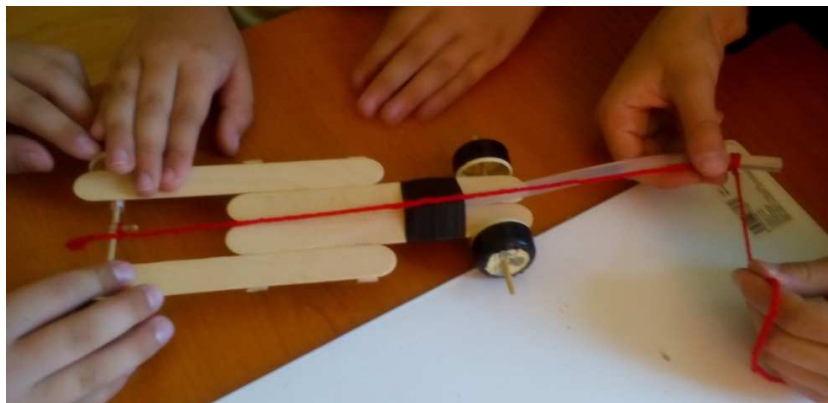


Figura 21: La eco-car 2 usa l'energia elastica



Esistono molti tipi diversi di meccanismi che usano la **forza di gravità**. Quando si utilizza una leva, il carico la spingerà verso il basso non appena smetteremo di applicare lo sforzo. Se avvolgiamo una corda attorno a un asse e fissiamo una massa all'altra estremità, la gravità tirerà la massa verso il basso, facendo srotolare la corda e girando l'asse.

L'energia idrica che mette in moto una turbina è un altro tipo di forza di gravità perché è la gravità che fa scorrere l'acqua verso il basso. Una turbina viene utilizzata anche per **l'energia eolica**. *La gara a vento* utilizza il vento creato artificialmente da un asciugacapelli.



Figura 22: La gara a vento

La barca a palloncino usa una diversa **energia dell'aria**.



Figura 23: La barca palloncino

6 References

- American Society for Engineering Education. (1970). *Engineering Education*. Washington, DC: American Society for Engineering Education.
- Bain, R. (1937). Technology and State Government. *American Sociological Review*, 2(6), 860-874. DOI:10.2307/2084365.
- Bjerklie, D. (1998). The Art of Renaissance Engineering. *Technology Review* 100(9), 54-59.
- Bishop, A. J. (1988). Mathematics education in its cultural context. *Educational Studies in Mathematics*, 19(2), 179-191.
- Broström, S. (2017). A dynamic learning concept in early years' education: a possible way to prevent schoolification. *International Journal of Early Years Education*, 25(1), 3-15. DOI:10.1080/09669760.2016.1270196.
- Bruner, J. S. (1978). The role of dialogue in language acquisition. In A. Sinclair, R., J. Jarvella, and W. J.M. Levelt (eds.) *The Child's Concept of Language*. New York: Springer-Verlag.
- Campbell, F. A., Pungello, E. P., Miller-Johnson, S., Burchinal, M. & Ramey, C. T. (2001). The development of cognitive and academic abilities: Growth curves from an early childhood educational experiment. *Developmental Psychology*, 37(2), 231-242. DOI:10.1037//012-1649.37.2.231.
- Carmichael, C., MacDonald, A., & McFarland-Piazza, L. (2014). Predictors of numeracy performance in national testing programs: Insights from the longitudinal study of Australian children. *British Educational Research Journal*, 40(4), 637-659.
- Carr, M. & Lee, W. (2012). *Learning stories: Constructing learner identities in early education*. Los Angeles: SAGE.
- Chien, N. C., Howes, C., Burchinal, M., Pianta, R. C., Ritchie, S., Bryant, D. M., Clifford, R. M., Early, D. E. & Barbarin, O. A. (2010). Children's classroom engagement and school readiness gains in prekindergarten. *Child Development*, 81(5), 1534-1549. DOI:10.1111/j.1467-8624.2010.01490.x.
- Clark, A. & Moss, P. (2011). *Listening to young children: The mosaics approach* (2nd ed.). London: National Children's Bureau.
- Dewey, J. (1933). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. Lexington, MA: DC Heath.
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., & Huston, A. C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428-1446.
- Engineers' Council for Professional Development. (1947). *Canons of ethics for engineers*. New York: Engineers' Council for Professional Development.
- European Commission. (2007). *EUR22845 – Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Retrieved from



<https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>.

European Schoolnet (2018). *Science, technology, engineering and mathematics education policies in Europe. Scientix Observatory report*. Brussels: European Schoolnet.

Fröbel, F. W. (1887). *The Education of Man*. New York: Appleton.

Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., & Bailey, D. H. (2013). Adolescents' functional numeracy is predicted by their school entry number system knowledge. *PLOS ONE*, 8(1), e54651. Retrieved from: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0054651>.

Geller, C., Neumann, K., Boone, W. J., & Fischer, H. E. (2014). What makes the Finnish different in science? Assessing and comparing students' science learning in three countries. *International Journal of Science Education*, 36(18), 3042-3066.

Gunnestad, A. (2019). *Didaktikk for barnehagelærere: en innføring* (2nd ed.). Oslo: Universitetsforlaget

Hadzigeorgiou, Y. (2002). A study of the development of the concept of mechanical stability in preschool children. *Research in Science Education*, 32(3), 373-391.

Han, M., Moore, N., Vukelich, C., & Buell, M. (2010). Does play make a difference? Effects of play intervention on at-risk preschoolers' vocabulary learning. *American Journal of Play*, 3(1), 82-105.

Handley, B., Coon, C., & Marshall, D. M. (2013). *Principles of Engineering*. Delmar: Cengage Learning.

Hedges, H. & Cooper, M. (2018). Relational play-based pedagogy: theorising a core practice in early childhood education. *Teachers and Teaching*, 24(4), 369-383.

Honomichl, R. D. & Chen, Z. (2012). The role of guidance in children's discovery learning. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 3(6), 615-622. doi:10.1002/wcs.1199.

Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice* 41(4), 212-218.

Lewis, J. P. (2000). *The Project Manager's Desk Reference: A Comprehensive Guide to Project Planning, Scheduling, Evaluation, and Systems*. Boston, MA: McGraw-Hill.

Ministry of Education and Research (2017). *Framework plan for kindergartens content and tasks*. Oslo: Ministry of Education and Research. Retrieved from <https://www.udir.no/globalassets/filer/barnehage/rammeplan/framework-plan-for-kindergartens2-2017.pdf>.

OCSE (2006). *Starting Strong II. Early Childhood Education and Care*. Paris: OESE.

- Pyle, A. & Danniels, E. (2017). A Continuum of Play-Based Learning: The role of the teacher in play-based pedagogy and the fear of hijacking play. *Early Education and Development*, 28(3), 274-289.
- Rosicka, C. (2016). Translating STEM education research into practice. Camberwell, AU: Australian Council for Educational Research. Retrieved from https://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1010&context=professional_dev.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher* 68(4), 20-26. Retrieved from <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf>.
- Schleicher, A. (ed.) (2012). *Preparing teachers and developing school leaders for the 21st century: Lessons from around the world*. International Summit on the Teaching Profession, OECD Publishing, Paris.
- Stipek, D., Feiler, R., Daniels, D. & Milburn, S. (1995). Effects of different instructional approaches on young children's achievement and motivation. *Child Development*, 66(1), 209-223. DOI:10.2307/1131201.
- Van der Veer, R. & Valsiner, J. (1991). *Understanding Vygotsky*. Oxford: Basil Blackwell.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes*. Edited by M. Cole. Cambridge: Harvard University Press.
- Weisberg, D. S., Hirsh-Pasek, K., Golinkoff, R. M., Kittredge, A. K. & Klahr, D. (2016). Guided Play: Principles and Practices. *Current Directions in Psychological Science*, 25(3), 177-182. DOI: 10.1177/0963721416645512.
- Wood, D. J., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychiatry and Psychology*, 17(2), 89-100.



7 Contenuti

1	Introduzione	2
2	Automata per le STEM	3
2.1	<i>Imparare attraverso gli automata</i>	3
2.2	<i>STEM</i>	3
3	Framework teorico	6
3.1	<i>Pedagogia basata sul gioco</i>	6
3.2	<i>Gioco guidato</i>	6
4	Il concetto pedagogico	8
4.1	<i>Passi per implementare AutoSTEM</i>	8
4.2	<i>Attività dei bambini</i>	8
4.2.1	Osservare e analizzare un automata	9
4.2.2	Concepire i propri automata	9
4.2.3	Sperimentare il contenuto STEM durante la costruzione degli automata	9
4.2.4	Giocare con gli automata.....	9
4.2.5	Riflettere sul lavoro sviluppato.....	10
4.3	<i>Il ruolo dell'insegnante</i>	10
4.3.1	Identificazione della zona di sviluppo prossimale dei bambini	10
4.3.2	Scegliere oggetti educativi.....	10
4.3.3	Pianificare l'attività	11
4.3.4	Interventi utili alla produzione degli automata	12
4.3.5	Collegare il processo di costruzione al contenuto STEM o ad altri argomenti	12
4.3.6	Lavorare con uno scenario o una storia.....	12
4.3.7	Acquisire feedback.....	13
4.4	<i>Un approccio interdisciplinare per imparare le STEM attraverso gli automata</i>	13
4.4.1	Tecnologia.....	14
4.4.2	Matematica.....	14
4.4.3	Scienze	15
4.4.4	Ingegneria	15
5	Concetti chiave per la costruzione degli automata	17
5.1	<i>Meccanismi</i>	17
5.1.1	Leve.....	17
5.1.2	Collegamenti.....	19
5.1.3	Camme.....	22
5.1.4	Dischi a frizione.....	23
5.2	<i>Sorgenti di energia</i>	25
6	References	27



Project partners



QueenMaudUniversityCollege
OF EARLY CHILDHOOD EDUCATION



FACULDADE
DE PSICOLOGIA E DE
CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Associated partners

