



Politecnico di Torino

Dipartimento di Architettura e Design Corso di Laurea
Magistrale in Design Sistemico a.a. 2017/2018
Tesi di Laurea

Robotic gaming.

Comunicazione sul Sistema Solare.

Relatore:
Claudio Germak

Candidato:
Lorenza Abbate

Dicembre 2018

*Alla mia mamma,
la donna più forte che io conosca.
Al mio babbo,
l'uomo della mia vita.
Vi amo.*

Ringraziamenti

Desidero ringraziare innanzitutto il professor Claudio Germak per la sua disponibilità, attenzione e supporto datomi lungo tutto questo percorso. Ringrazio il mio compagno di tesi Alessio Giuseppe Calì e il suo relatore Fabrizio Lamberti, con il quale abbiamo realizzato questo progetto.

Vorrei ringraziare anche Caterina Ginzburg, Lara de Bortoli, Consuelo Andeon, Chiara Vesce, Giuseppe Scicchitano e Mauro Panfalone di "Xkè ?- Il Laboratorio delle curiosità" per l'opportunità che ci hanno dato e soprattutto per la loro infinita disponibilità.

Ringrazio i miei genitori, che con il loro continuo amore riescono a supportarmi ogni giorno della mia vita. Senza di voi nulla sarebbe stato possibile.

Ringrazio la mia famiglia, le mie zie Assunta ed Ornella che sono riuscite sempre a starmi vicine. Ringrazio i miei cugini Nicola, Edoardo e Cesare, che sono un grande esempio per me.

Vorrei ringraziare nonna Bruna, che con le sue preghiere e il suo amore riesce sempre a supportarmi. Ringrazio anche chi non c'è più ma è sempre accanto a me, ogni singolo istante, Franco e Maria.

Ringrazio Katia, la mia migliore amica, la mia persona, la mia metà con cui spero di condividere ogni momento della mia vita. Sei la mia roccia.

Ringrazio Carla, entrata da poco nella mia vita, ma diventata già così importante. Non potrei non ringraziare anche Francesco, un'anima rara incontrata lungo questo cammino. Siete meravigliosi.

Abstract

Il progetto di tesi mostra il percorso progettuale che ha portato allo studio e alla realizzazione di una parte dell'attività didattica *1,2,3...Stelle!* all'interno del *Xké? Il Laboratorio della curiosità* di Torino, introducendone un'esperienza robotica all'interno.

Il progetto si è quindi concentrato sulla creazione di una piattaforma robotica, da inserire nell'attività riguardante il sistema solare del laboratorio, con lo scopo di renderla maggiormente interessante e dinamica per gli studenti che vi partecipano, rispetto a quella già esistente, mediante l'utilizzo di diversi elementi, con il fine di trasmettere conoscenze attraverso attività ludiche.

Essendo quest'attività incentrata sulla robotica, è stato essenziale lo studio dell'interazione uomo-robot, in particolare incentrato sui bambini, un'utenza diversa rispetto ad un pubblico adulto. La ricerca sull'interazione arriva sino allo studio del ruolo chiave che svolge il design in questo settore, per capirne la connessione esistente.

L'attività finalizzata all'apprendimento tramite la robotica, è stata necessaria per capire il valore della robotica educativa nella vita dei bambini, quindi il ruolo delle nuove tecnologie per l'apprendimento. È importante approfondire e conoscere il contesto di applicazione delle nuove tecnologie, il diverso approccio e significato in ambienti formali ed informali per l'apprendimento.

Successivamente, nel terzo capitolo, è stato analizzato il tema dell'edutainment, neologismo che indica l'incontro tra la dimensione dell'intrattenimento e dell'apprendimento, su cui si sta orientando la robotica educativa. Il concetto di edutainment è servito per

comprendere l'importanza del gioco nella fase di apprendimento dei bambini e le varie declinazioni su cui può vertere questa applicazione, andando ad analizzare soprattutto il contesto in cui si incontra la dimensione reale e virtuale. Per questo sono stati analizzati casi studio per delineare lo stato dell'arte e quello che presenta il mercato su questo tema.

Il quarto capitolo si incentra sulla sperimentazione progettuale seguita durante le fasi di progettazione dell'esperienza; quindi un percorso che nasce dalla necessità del laboratorio di voler rendere interattiva e coinvolgente la nuova attività, in cui si arriva ad un prodotto che viene valutato da esigenze, requisiti, prestazioni richieste.

Necessario al fine di comprendere l'efficacia di tale attività è stato osservare e raccogliere dati durante l'utilizzo della piattaforma robotica in modo tale da riuscire a capirne i punti di debolezza e i punti di forza, così da poter delineare gli sviluppi futuri per il miglioramento di essa. Nell'attività quindi interagiranno più elementi coordinati tra loro per creare un ambiente attrattivo a tutti gli effetti per lo studente.

Il progetto portato avanti da un team multidisciplinare, dell'area di design (DAD), di ingegneria informatica (DAUIN) e gli esperiti del laboratorio, ha cercato di analizzare il ruolo e l'importanza di un oggetto fisico come il robot in un contesto di apprendimento ludico, diverso da quello scolastico, sottolineando il valore dell'interazione con tutti gli elementi che compongono la piattaforma; quindi la creazione di un sistema in cui interagiscono più elementi per arrivare ad un coinvolgimento totale dello studente.

Indice

Abstract

1. Introduzione 14

1.1. Ambito di ricerca	15
1.2. Nuove tecnologie e nuovi ambiti di apprendimento	16
1.3. Il design e la robotica	20
1.4. I contesti educativi	23
1.5. Metodologia	25

2. Robotica Educativa 30

2.1. Il concetto di Robotica Educativa	31
2.2. Il contesto teorico	33
2.3. Interazione Uomo-Robot	36
2.3.1. Robot di servizi	40
2.4. Interazione Bambino-Robot	40
2.4.1. Ruolo del bambino nella robotica	45
2.5. I Robot nella Robotica educativa	46
2.5.1. Robot come strumenti	49
2.5.2. Robot come agenti sociali	51

3. Edutainment 55

3.1. Il concetto di Edutainment	56
3.1.1. L'esperienza di edutainment	58
3.2. Funzione del gioco nella vita dei bambini	60
3.2.1. Tipologie di giochi	62
3.2.2. Gioco come medium per l'apprendimento	64
3.3. Robotic Edutainment	65
3.3.1. Fattori coinvolti nell'apprendimento tramite robot	69
3.3.2. Educational drama	70
3.3.3. Il mix tra realtà e virtuale	73
3.3.4. Il sistema di edutainment	75
3.4. Casi Studio	77

4. Sperimentazione progettuale 102

4.1. Scenario	103
4.1.1. Ambito d'azione	104
4.1.2. Requisiti	105
4.1.3. Definizione degli obiettivi	106
4.2. Concept	107
4.3. Il Processo	109
4.3.1. Requisiti e prestazioni richieste	112
4.3.2. Design e sviluppo progettuale	113
4.3.3. Prototipazione	118
4.3.4. User test	130
4.3.5. Analisi SWOT	140
5. Scenari futuri	143
5.1. Sviluppi futuri	144
5.2. Introduzione di nuovi sistemi nell'attività	144
5.3. L'esperienza in altri percorsi del laboratorio	145
5.4. Considerazioni finali	146
6. Bibliografia	149
7. Sitografia	156

Lista Immagini

Fig 1.1. - Ambito di ricerca	15
Fig 1.2. - Smart Globe Explorer con Sistema Solare e Realtà Aumentata. Immagine tratta da https://www.oregonscientific.it	17
Fig 1.3. - Caratteristiche delle tecnologie	18
Fig 1.4. - Utilizzo della robotica educativa a scuola. Immagine tratta da https://studiocomunicazionegardella.it	20
Fig 1.5. - Utilizzo di Computer Game. Immagine tratta da http://www.cpe.rutgers.edu	21
Fig 1.6. - Distinzione dei contesti educativi per i bambini	22
Fig 1.7. - Robotica educativa in contesti formali. Immagine tratta da https://www.digitalic.it	23
Fig 1.8. - Metodologia Progettuale	28
Fig 2.1. - Robotica come strumento per l'apprendimento.	32
Fig 2.2. - LOGO Turtle di Seymour Papert. Immagine tratta da https://www.macitynet.it	34
Fig 2.3. - Linguaggio LOGO. Immagine tratta da https://www.weturtle.org	35
Fig 2.4. - Schema di funzionamento del Robot	37
Fig 2.5. - Tipologie di Robot	38
Fig 2.6. - Categorie di interazione Uomo-Robot	39
Fig 2.7. - Aspetti fondamentali dell'interazione Bambino-Robot	41
Fig 2.8. - Tipologia di interazione tra Bambino-Robot	44
Fig 2.9. - Ruolo dei bambini nella Robotica	45
Fig 2.10. - Robot da costruire per bambini. Immagine tratta da https://www.dexterindustries.com	47
Fig 2.11. - Ruolo del Robot nella vita dei bambini	48
Fig 2.12. - Tipologie di Robot per bambini	50
Fig 2.13. - Robot Jibo. Immagine tratta da https://www.hurolife.it	51
Fig 3.1. - Componenti dell'edutainment	56
Fig 3.2. - Sintesi del processo di Edutainment	59
Fig 3.3. - Caratteristiche dell'apprendimento ludico	63
Fig 3.4. - Tipologie di Robot per bambini	66
Fig 3.5. - Azioni per interagire con un robot	68
Fig 3.6. - Incontro tra Robotics Edutainment e il Dramma Educativo	71
Fig 3.7. - Gioco di Realtà mista Logitow. Immagine tratta da http://www.logitow.com	72
Fig 3.8. - Attori coinvolti nel sistema di Edutainment	75
Fig 3.9.- Fig 3.9. - Cellulo. Immagine tratta da https://chili.epfl.ch/page-	79

92073-en-html/page-92246-en-html/cellulo/	
Fig 3.10. - Sistema Gentoro. Immagine tratta da: https://www.computer.org/csdl/trans/lt/2011/03/tlt2011030249.html	80
Fig 3.11. - Shybo. Immagine tratta da http://marialucelupetti.com/portfolio/shybo/	81
Fig 3.12. - Physical Play. Immagine tratta da https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2907016&dl=ACM&coll=DL	82
Fig 3.13. - MataLab. Immagine tratta da https://www.matatalab.com	83
Fig 3.14. - Dash and Dot Robot. Immagine tratta da https://www.therobotreport.com	84
Fig 3.15. - Codeybot. Immagine tratta da https://www.robotstore.it/CodeyBot	85
Fig 3.16. - Blue-bot e Bee-Boot. Immagine tratta da https://campustore.it/blue-bot-13.html	86
Fig 3.17. - Cubetto. Immagine tratta da https://www.primotoys.com/it/	87
Fig 3.18. - Thymio. Immagine tratta da https://www.thymio.org	
Fig 3.19. - MIKO. Immagine tratta da https://robotschampion.com/miko-robot/	88
Fig 3.20. - Photon. Immagine tratta da https://photonrobot.com	89
Fig 3.21. - Sphero Sprk+. Immagine tratta da https://robotschampion.com/miko-robot/	90
Fig 3.22. - Ozobot Evo. Immagine tratta da https://www.wired.com/2016/12/review-ozobot-evo/	91
Fig 3.23. - Lego Boost-Vernie. Immagine tratta da https://www.lego.com/boost	92
Fig 3.24. - Kibo. Immagine tratta da https://dsb1makes.weebly.com/kibo.html	93
Fig 3.25. - Aibo. Immagine tratta da http://aibo.sony.jp	94
Fig 3.26. - Nao. Immagine tratta da https://www.icar.cnr.it/attrezzature/nao-robot-umanoidi/	95
Fig 3.27. - Doc. Immagine tratta da https://www.giochero.it/doc-robottino-educativo-clementoni	96
Fig 3.28. - Idol. Immagine tratta da http://www.myidolrobot.com	97
Fig 3.29. - Cyber. Immagine tratta da https://www.robotiko.it/cyber-robot	98
Fig 3.30. - Marty. Immagine tratta da https://robotical.io	99
Fig. 4.1.- <i>XXè ? Il laboratorio della curiosità.</i> Immagine tratta da http://www.laboratoriocuriosita.it	100
Fig 4.2. - Screenshot video iniziale "Paxie- Il sistema Solare"	103
Fig 4.3. - Definizione dei requisiti progettuali	105
Fig 4.4. - Ambiente dove si svolge l'attività in <i>XXè ? Il laboratorio della</i>	106

curiosità

Fig 4.5. - Processo progettuale	108
Fig 4.6. - Il Sole e i suoi pianeti	110
Fig 4.7. - Geosafari	110
Fig 4.8. - Solar System 3d Glow	110
Fig 4.9. - Planetario	110
Fig 4.10. - Genius Esplora- Il Sistema Solar	111
Fig 4.11. - Smart Globe Explorer AR	111
Fig 4.12. - Star Walk Kids	111
Fig 4.13. - Solar Walk	111
Fig 4.14. - Flusso per la realizzazione di una simulazione	113
Fig 4.15. - Sequenza dello svolgimento del gioco	114
Fig 4.16. - Contestualizzazione della nuova attività	115
Fig 4.17. - Logica degli elementi del sistema	116
Fig 4.18. - Schermate dell'applicazione di controllo	117
Fig 4.19. - Sketch progettuali Robot	118
Fig 4.20. - Storyboard sulla logica di gioco	119
Fig 4.21. - Setup della nuova attività <i>1,2,3...Stelle!</i>	120
Fig 4.22. - Adesivo in PVC applicato al pavimento	121
Fig 4.23. - Caratteristiche del robot	122
Fig 4.24. - Interfaccia del robot	123
Fig 4.25. - Sezione del robot	124
Fig 4.26. - Parte hardware del robot	125
Fig 4.27. - Esploso dei pezzi	126
Fig 4.28. - Studenti provano a passare le curiosità sul robot	127
Fig 4.29. - Setup della nuova attività <i>1,2,3...Stelle!</i>	128
Fig 4.30. - Posizionamento corretto del robot	130
Fig 4.31. - Carte contenenti le curiosità da associare al robot	132
Fig 4.32. - Attori della vecchia esperienza	134
Fig 4.33. - Attori della nuova esperienza	135
Fig 4.34. - Elementi del contesto di interazione	136
Fig 4.35. - Passaggio delle curiosità sul robot	137
Fig 4.36. - Feedback alle curiosità	137
Fig 4.37. - Aspetti da considerare per l'usabilità e user experience	139
Fig 4.38. - Fase di ricerca delle curiosità da associare	140
Fig 4.39. - Esultanza durante lo svolgimento della nuova attività	141
Fig 4.40. - Fase di posizionamento del robot	142
Fig 4.41. - Robot con la proiezione circostante	143
Fig 5.1.- Proiezione interattiva. Immagine tratta da: https://www.labacchettamagica.com/pavimento-interattivo	153

Tab 4.1.- Scheda domande questionario	145
Tab 4.2.- Risultati dei questionari	147
Tab 4.3.- Analisi Swot	149



1. Introduzione

Questo primo capitolo introduce l'ambito di ricerca su cui si andrà ad indagare, partendo dalla richiesta dell'utente il *Xkè? Il laboratorio della curiosità*, per l'implementazione di un percorso esistente, in maniera da renderlo maggiormente interattivo e coinvolgente per gli studenti attraverso l'utilizzo delle tecnologie per l'apprendimento. L'identificazione di queste nuove tecnologie serve per comprendere il ruolo che svolgono nel processo di apprendimento di un bambino, in particolare l'importanza della Robotica educativa, ambito specifico di questo elaborato, la quale viene messa in relazione con il design, per comprenderne il rapporto e l'importanza di questa disciplina per lo studio dell'interazione tra uomo-Robot (in particolare bambino- Robot). In questa relazione viene riconosciuta la valenza dell'utilizzo di un approccio multidisciplinare per la progettazione dell'interazione tra i bambini ed i robot.

L'apprendimento mediante le tecnologie avviene in contesti diversi, che portano a differenti tipologie di apprendimento e approcci alle conoscenze da trasmettere. Vengono classificati spazi pubblici e privati, che andranno a determinare un apprendimento di tipo collettivo o individuale in base al contesto formale o informale. La metodologia utilizzata per la realizzazione del progetto prevede lo studio dello scenario in cui si andrà a collocare, per poi passare allo sviluppo dei requisiti progettuali conseguenti alla richiesta dell'utente del bisogno. La fase successiva prevede lo sviluppo del concept e del progetto, sino ad arrivare allo studio degli scenari futuri da poter intraprendere una volta testato il prodotto finito e trarre un modello generale su cui poter lavorare (metodo induttivo).

1.1. Ambito di ricerca

Il lavoro svolto durante il percorso di tesi mostra il processo attraverso il quale si è arrivati alla realizzazione di una piattaforma robotica, per *Xké? // Laboratorio della curiosità*. Il progetto nasce dalla richiesta del laboratorio di voler svolgere un'attività sul sistema solare, già esistente, creando un maggior coinvolgimento ed intrattenimento, in cui i bambini potessero essere attori attivi nella fase di apprendimento di nuove conoscenze e soprattutto che potesse attuare un apprendimento di tipo dinamico rispetto all'esperienza precedente; questo attraverso l'introduzione della componente dell'intrattenimento.

Il percorso svolto per arrivare al risultato finale della creazione di una piattaforma di robotica educativa è stato condotto da un team multidisciplinare, in cui hanno

collaborato discipline quali il design e l'ingegneria. Questa collaborazione è stata portata avanti tra il Dipartimento di Architettura e Design ed il Dipartimento di Automatica e Informatica.

Questa collaborazione è stata condotta per creare un'esperienza di gioco innovativa, in cui fosse data importanza al ruolo dell'artefatto, ovvero il robot, il quale potesse avere una funzione centrale all'interno dell'attività.

Si è arrivati alla creazione di un'esperienza di robotics edutainment, attraverso la quale è stato possibile creare un sistema in grado di coinvolgere il bambino con più elementi.

Gli obiettivi preposti al progetto quindi erano quelli di far avvicinare i bambini alle nuove tecnologie, in questo caso la robotica, per promuovere un diverso tipo di apprendimento, in un ambiente non formale, in grado di poter dare loro anche la componente ludica all'apprendimento. L'area di indagine su cui si è andati a svolgere il lavoro di ricerca è stata quella della robotica educativa, per

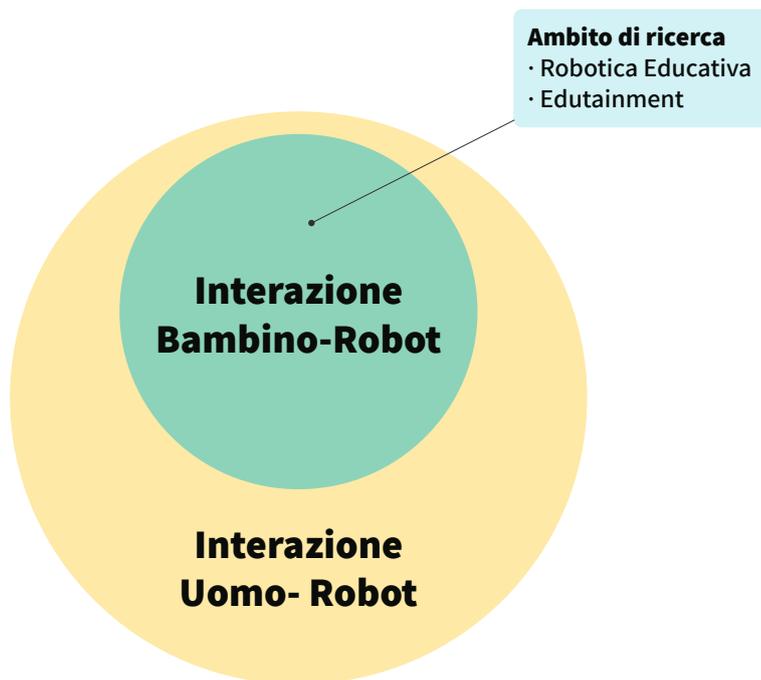


Fig 1.1. - Ambito di ricerca

comprenderne le caratteristiche e i principi che ne stanno alla base, fino ad arrivare al campo del robotic edutainment, con particolare studio incentrato sui bambini ed il loro relazionarsi con l'elemento robot e il ruolo che esso svolge. Lo studio di queste discipline è stato necessario per capire le nuove sfide che deve affrontare un progetto di robotics edutainment, in base a quello che il settore già offre e sino a dove è possibile arrivare.

L'interesse verso questo settore, oltretutto, è dato dalla massiccia diffusione dei suoi prodotti, in ambienti che non si limitano soltanto alla sfera scolastica formale, ma anche alla sfera privata e la sfera non formale (laboratori, musei). Di conseguenza si è partiti nell'indagare il ruolo svolto dalle nuove tecnologie nell'apprendimento per i bambini, sino a limitare il campo alla robotica educativa. Necessario per proseguire la ricerca è stato addentrarsi all'interno dell'interazione uomo robot, con studio sui bambini; capirne così il diverso modo di intendere l'artefatto e il diverso tipo di rapporto che si crea rispetto ad un adulto.

L'indagine è stata possibile attraverso una ricerca in letteratura sulla robotica educativa, il suo stato dell'arte e di conseguenza l'analisi degli studi già fatti in precedenza e i risultati che ne sono scaturiti da essi. Il lavoro di ricerca rappresenta quindi l'acquisizione di conoscenze sull'ambito della robotica educativa ed edutainment, capace di poter supportare la realizzazione della nuova esperienza sul sistema solare all'interno del laboratorio.

Il lavoro è stato portato avanti con una metodologia induttiva, mediante la quale

si sono raccolti molti dati ed osservazioni che hanno portato alla realizzazione del progetto, per poi passare alla fase in cui si è cercato di trarre un modello generale. In definitiva si passa da un'analisi singolare di ogni caso ad un modello in generale, che può essere utilizzato in altre situazioni.

La collaborazione con il laboratorio ha dato la possibilità di esplorare un settore ancora in fase di sviluppo e di poterle testare sui bambini l'esperienza in modo tale da poterne comprendere i miglioramenti sul lato dell'apprendimento e dell'interazione, ma anche far emergere i limiti, così da poter continuare ad indagare sugli sviluppi futuri.

1.2. Nuove tecnologie e nuovi ambiti di apprendimento

Con l'introduzione delle nuove tecnologie in ogni ambito, sono state poste sfide sempre più complesse per l'adattamento dell'uomo. Esse hanno modificato il modo di vivere delle persone, sia a livello personale, che lavorativo e didattico. È necessario in un primo momento contestualizzare il termine tecnologia, definendola come il mezzo per soddisfare uno scopo umano, la quale può essere considerata un metodo, un processo o un apparecchio fisico ^[1].

Una tecnologia è rappresentata da una sequenza di operazioni attraverso un software, il quale per essere eseguito

1 B. Arthur, *La natura della tecnologia. Che cos'è e come evolve*, Codice Edizione, Torino, 2011, pp. 91-92



Fig 1.2. - Smart Globe Explorer con Sistema Solare e Realtà Aumentata
Immagine tratta da <https://www.oregonscientific.it>

necessita di un hardware. Se in una tecnologia viene enfatizzato più l'aspetto software avremo un processo o metodo, mentre se ad essere messo in rilievo è l'aspetto hardware vedremo un apparecchio fisico. Si può dire che la tecnologia va quindi intesa sia come un artefatto fisico che come azione ^[2].

Uno degli ambiti che ha suscitato particolare interesse con l'introduzione delle nuove tecnologie è quello dedicato all'apprendimento, esplorato proprio come scenario progettuale.

Le tecnologie contestualizzate nell'ambito dell'apprendimento vengono chiamate didattiche, attraverso le quali vengono sviluppati nuovi modelli teorici, metodologie per risolvere problemi e lo sviluppo di nuove capacità del discente.

Il mondo delle tecnologie dedicate all'apprendimento dei bambini non ha coinvolto soltanto l'ambiente scolastico, ma anche gli ambienti extra-scolastici come quello familiare, quello ludico, i contesti laboratoriali e museali. Esse

investono ogni ambiente della vita quotidiana dei bambini, in maniera differente e con scopi diversi.

Conseguentemente, le tecnologie sono parte integrate della complessità in cui avviene il processo di insegnamento/apprendimento, sia in contesti informali e formali.

Questa rivoluzione digitale ha portato non solo al cambiamento del modo di comunicare e di relazionarsi con l'altro, ma anche il modo di intendere l'educazione e la formazione.

L'utilizzo di questo mezzo permette di percorrere nuovi itinerari consegnando delle diverse prospettive nell'ambiente di apprendimento, consente così di far dialogare le persone in modo sincronico e creare spazi che possono essere aperti e collegati agli altri.

La tecnologia soddisfa l'esigenza secondo cui riesce a far comunicare i soggetti in maniera trasparente, delegando così la gestione dell'interazione allo studente, che diventa protagonista del suo

2 G. Alessandri, *Tecnologie autonome nella didattica. Verso la Robotica Educativa*, Morlacchi editore, Perugia, 2013, pp. 10-11

processo di apprendimento. È indubbio il fatto che i bambini essendo nativi digitali sono immersi in questo mondo e l'educazione ne deve tener conto per impostare interventi che permettano un nuovo tipo di formazione.

Sembra ormai chiaro che la società odierna abbia posto problemi nuovi al campo dell'educazione, essendo in grado di creare nuovi strumenti operativi, così da poter ricreare "micro-mondi" e simulazioni. Al mondo attuale viene affiancato un mondo simbolico, creato attraverso rappresentazioni con strumenti diversi, ovvero da quelli astratti, verbali, a quelli concreti, foto e video ^[3].

Con l'inserimento delle nuove tecnologie all'interno degli ambienti di apprendimento per i bambini, si è cercato di comprendere il ruolo e il compito che potessero svolgere. L'osservazione riguardante le tecnologie nei contesti di apprendimento è sempre stata destinata a comprendere se esse potessero riuscire a portare dei vantaggi. La conclusione è avvenuta

con la consapevolezza che queste nuove tecnologie non possono essere sostitutive dell'apprendimento classico, ma possono essere integrate in modo conscio nel processo di apprendimento. Mediante l'utilizzo delle nuove tecnologie vengono sottolineati alcuni importanti aspetti come: l'interattività, la sperimentazione attiva e la costruzione comune di conoscenze. L'ambiente all'interno del quale viene contestualizzata acquisirà un valore aggiunto, così da modificare l'apprendimento, rendendolo più attivo, partecipativo e potenziare l'attività in cui si andrà ad utilizzare.

Le tecnologie didattiche che stanno entrando nel mondo dell'apprendimento fanno riferimento al quadro teorico di matrice costruttivista. Infatti uno dei passaggi importanti a cui si assiste con l'introduzione di esse è il fatto che l'essenza della conoscenza e dell'apprendimento risiede nell'attività. Quindi il soggetto apprende attraverso l'azione, sia essa fisica, che mentale ^[4]. Durante il percorso formativo dei

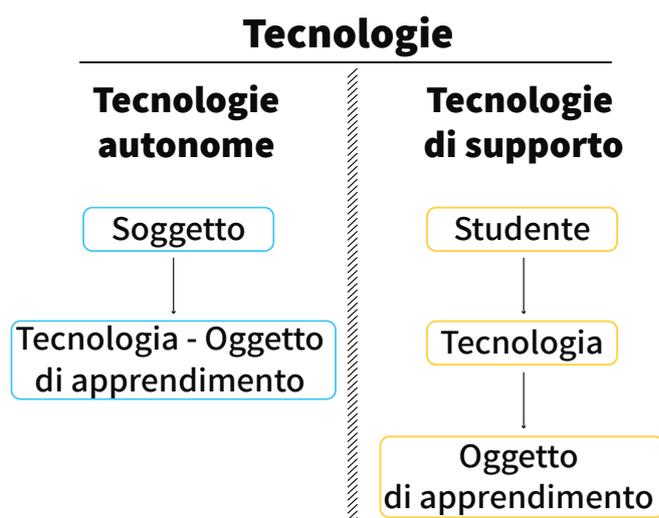


Fig 1.3. - Caratteristiche delle tecnologie

3 D. Persico, V., Midori, *Pedagogia nell'era digitale*, TD Tecnologie Didattiche, v.21, n.3, 2013, pp.46

4 J. Piaget, *The origins of intelligence in children*, New York: W.W. Norton & Company, Inc, 1963

bambini all'interno del mondo delle tecnologie ci dovrà essere sempre una figura di riferimento, in grado di poter guidare l'esperienza e far acquisire una certa autonomia ad ogni bambino.

Le tecnologie didattiche che si stanno espandendo sempre di più all'interno del mondo dell'educazione sono principalmente: la realtà aumentata, la robotica educativa, serious game ed il Web 2.0 ^[5]. In questo contesto occupa sempre di più un posto di rilievo la robotica educativa, scenario di riferimento per il lavoro di questa tesi.

Viene dedotto che le tecnologie didattiche all'interno del contesto di educazione e dell'apprendimento hanno un ruolo di particolare valenza in quanto supportano la costruzione di competenze e l'acquisizione del metodo scientifico, in cui gli studenti andranno ad assumere il ruolo di ricercatori ed esploratori ^[6].

La robotica educativa secondo la distinzione effettuata da Alessandri, risulta essere una tecnologia autonoma, ovvero una tecnologia che ha un proprio linguaggio, delle regole e un proprio modo di operare ed il valore fondamentale risiede nel costruire mondi fittizi che realizzino il reale attraverso il digitale.

La robotica educativa ed il robot inteso come artefatto porta con se una distinzione a livello di utilizzo come tecnologia; infatti ad un primo livello abbiamo la realizzazione dell'artefatto (tecnologie autonome); mentre ad un secondo livello che prevede l'uso di artefatti già realizzati, i quali vengono inseriti in percorsi didattici e utilizzati secondo proprie modalità (tecnologie

come sostegno).

La distinzione quindi delle tecnologie didattiche a livello di utilizzo risulta essere rilevante, in quanto riesce a mostrare il ruolo che svolge all'interno delle fasi di apprendimento. Le tecnologie di sostegno sono quelle in grado di supportare l'apprendimento, attraverso tecnologie di presentazione e tecnologie per facilitare.

Le tecnologie autonome si riferiscono direttamente allo studente che apprende, quindi rappresentano sia lo strumento che l'oggetto di apprendimento; mentre le seconde, di supporto, si riferiscono a quelle tecnologie che si interpongono tra lo studente che apprende e l'oggetto di apprendimento. Esse hanno lo scopo quindi di facilitare il processo di apprendimento, introducendo rappresentazioni che possano aiutare nella comprensione. Per quanto concerne le tecnologie autonome, invece, esse hanno un proprio linguaggio e regole che permettono di sviluppare esperienze. Questo è possibile attraverso la realizzazione di artefatti e di gestione delle conoscenze da parte del bambino stesso.

Attraverso gli artefatti (sia mediante la loro costruzione che il loro supporto) è possibile realizzare percorsi in grado di migliorare la significatività del processo di apprendimento e riuscire a gestire conoscenze legate alla risoluzione di problemi. Proprio le tecnologie autonome permettono di migliorare questi aspetti e l'itinerario di apprendimento. La robotica nel settore educativo ha un potente ruolo legato al coinvolgimento, che va utilizzato come

5 G. Alessandri, *Tecnologie autonome nella didattica. Verso la Robotica Educativa*, pp. 99-102

6 G. Alessandri, M. Paciaroni, *Educational Robotics: Robotics from fantasy medium to medium for fantasy*, Journal of e-Learning and Knowledge Society, v.8, n. 1, pp. 71-78

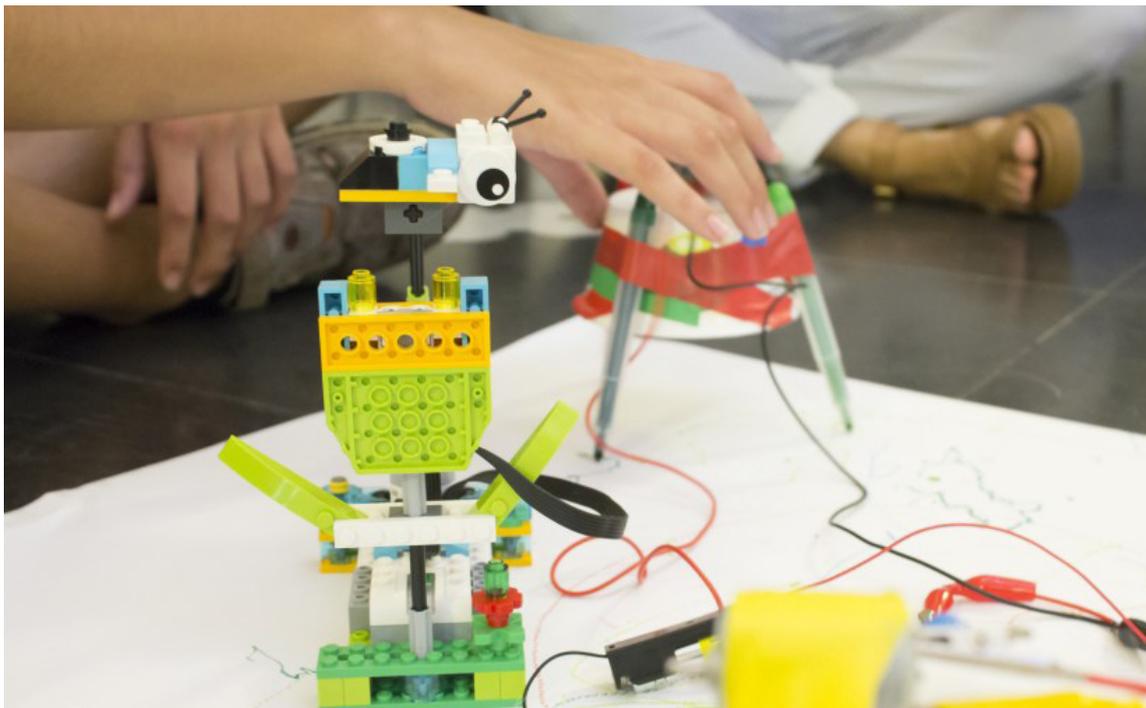


Fig 1.4. - Utilizzo della robotica educativa a scuola.
Immagine tratta da <https://studiocomunicazionegardella.it>

punto a favore nell'utilizzo di essa in relazione ai bambini .

1.3. Il design e la robotica

Il mondo della robotica e quello del design, inteso come progettazione industriale, si incontrano nello studio dell'interazione tra gli uomini e gli artefatti robotici. Lo studio dell'interazione è fondamentale all'interno del mondo della robotica, in quanto è la modalità con cui i robot si relazionano all'ambiente che lo circonda e all'uomo, e viceversa ^[7].

Con l'avvento delle nuove tecnologie si è evoluto lo studio del settore riguardante l'interazione, andando a considerare molteplici fattori durante le fasi progettuali. Infatti proprio gli interaction designer, coloro che si occupano dell'interazione nella progettazione di tali artefatti, dovranno considerare due importanti fattori come: autonomia (capacità del robot di agire al posto dell'utente) e l'interazione sociale (capacità di stabilire relazioni con gli essere umani) ^[8]. Nella progettazione di robot quindi, Jodi Forlizzi ha sintetizzato i tre problemi principali nel design di robot da tenere in considerazione: forma, funzione e tipologia di comportamento

7 P. Marti, *L'interazione Uomo-Robot*, Ergonomia, n. 2, 2005, pp.50-57

8 D. Saffer, *Designing for Interaction: Creating Smart Applications and Clever Devices*, New Riders Publishing, 2006, trad. it Luca Chitarro, *Design dell'interazione. Creare applicazioni intelligenti e dispositivi ingegnosi con l'interaction design*, Pearson Education, 2007, pp. 208-209



Fig 1.5. - Utilizzo di Computer Game
Immagine tratta da <http://www.cpe.rutgers.edu>

al quale si vuole arrivare ^[9].

Nel campo dell'interazione uomo-macchina (HCI) si sta assistendo quindi, ad un lavoro condotto in maniera multidisciplinare tra scienziati comportamentali, informatici, designer, con l'obiettivo di estendere la capacità delle persone attraverso l'interazione con la tecnologia. Si è passati dallo studio finalizzato alla mera usabilità, allo studio dell'esperienza umana nell'utilizzo di tali tecnologie, così da poter migliorare l'efficacia. In questo passaggio sembra chiaro come l'integrazione e la collaborazione tra ingegneria e design siano diventate il punto focale della ricerca.

Nelle comunità di ricerca dell'interazione uomo-robot, molti designer hanno mostrato un maggiore interesse per quella che è la ricerca attraverso la progettazione. Così facendo i designer che si occupano di progettazione in

questo settore, hanno la possibilità di esplorare nuovi spazi, codificando la comprensione attraverso la costruzione di artefatti.

Durante gli anni si è assistito ad una maggiore attenzione al settore dell'interazione per comprendere come i sistemi di prodotti basati sulla tecnologia potessero collocarsi culturalmente e socialmente e in che modo tra i gruppi di persone. Il design infatti all'interno di questa interazione cerca di studiare anche i comportamenti sociali che si creano attraverso l'utilizzo di questi artefatti, per capire la situazione che ne circonda l'utilizzo. Infatti i metodi si ispirano a quelli utilizzati nell'antropologia e nelle scienze sociali, ma semplificati e ridotti nell'interaction design.

Spostando l'obiettivo della progettazione ad oggetti autonomi, fisici, dotati di capacità decisionale, dinamici e di

9 J. Forlizzi, *The product Service Ecology: Using a Systems Approach in Design*, Proceedings of the 2nd Conference on Relating System Thinking and Design (RSD2). Oslo, 2012, pp. 1-27

capacità emozionali, si è resa necessaria una prospettiva multidisciplinare nell'affrontare nuove sfide, così da comprenderne le dinamiche sociali che si instaurano sia dal punto di vista della teoria dell'interazione che dal punto di vista della progettazione. Questo è importante perché gli esseri umani non percepiscono i robot come le macchine, ma lo fanno in maniera diversa data la loro fisicità e tangibilità, che funziona come tramite dell'interazione stessa e creano un fenomeno, che vedremo più tardi, in cui si tende ad antropomorfizzare i robot.

Il campo di azione in cui il design andrà ad occupare un ruolo fondamentale è quello in cui si assume che: l'interazione uomo-robot è l'elemento che media la costruzione di conoscenza, una

produzione di senso che dipende sia dalla fisicità del robot, dal contesto in cui avviene l'interazione, dalla percezione delle affordance, e altre provenienti dai processi psicologici derivanti dall'empatia ^[10].

La sfida della progettazione quindi sta nel progettare agenti robotici che permettono la proiezione di sé, l'attribuzione di significato e di creare modalità naturali di coinvolgimento nell'attività.

Quindi percepire l'interazione non soltanto a livello fisico ma anche estetico ed emozionale.

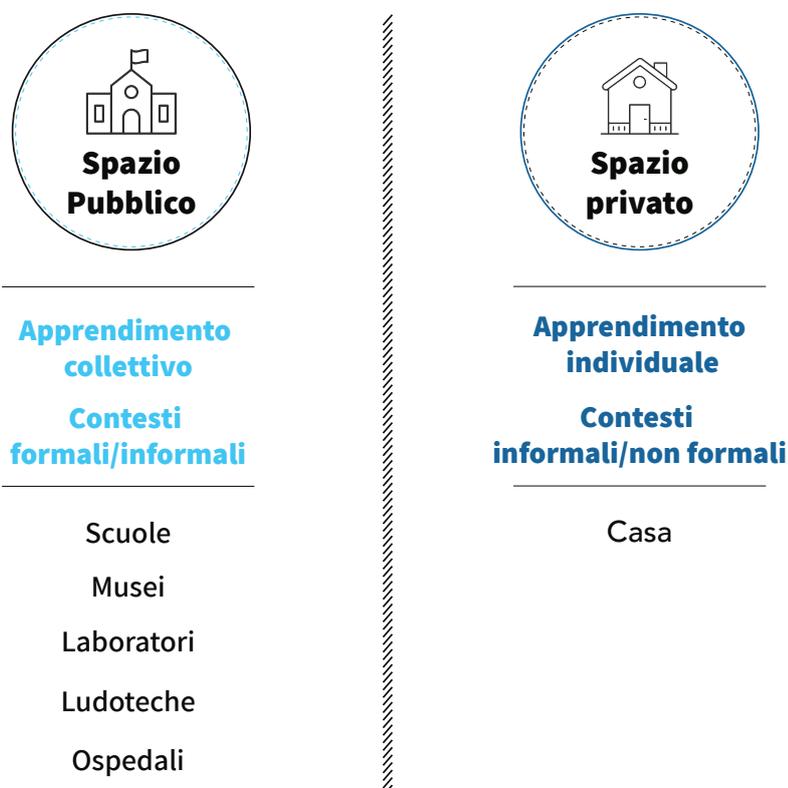


Fig 1.6. - Distinzione dei contesti educativi per i bambini

10 A. Cappelli, E. Giovannetti, *L'interazione Uomo-Robot*, RoboCare Technical Reports, n.1, 2003



Fig 1.7. - Robotica educativa in contesti formali
Immagine tratta da <https://www.digitalic.it>

1.4. I contesti educativi

Lo studio dell'ambiente nel quale si svolge l'attività di apprendimento risulta essere significativo, data la diversa percezione e i diversi ruoli rivestono gli attori che ne fanno parte.

L'apprendimento viene definito come un processo con cui un individuo assimila informazioni, idee e valori e acquisisce conoscenza (*knowledge*), conoscenza applicata (*know-how*), abilità, attitudini e/o competenze (*skills, aptitudes and/or competences*), che "può aver luogo in contesti formali, non formali e informali"¹¹.

La riflessione su questo tema è molto importante in quanto si cerca di comprendere la modalità dei processi cognitivi nei diversi contesti e ambienti di apprendimento¹².

Il dibattito comunitario europeo ha introdotto la distinzione di tre diverse tipologie di apprendimento: quello formale, non formale ed informale.

Per arrivare a questa distinzione e a capire la sua importanza è prima necessario chiarire quale sia la natura dell'apprendimento, definita infatti in base a quattro dimensioni:

- l'identificazione del contesto nel quale avviene l'apprendimento;
- se esiste l'intenzionalità dell'apprendimento;

11 Cedapof, *Annual Report 2003*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003, pp. 14-22

12 S. Svribner, M. Cole, *Cognitive Consequences of Formal and Informal Education*, Science, New Series, vol. 182, n. 4112, 1973, pp. 553-559

- se esiste una pianificazione e strutturazione del processo di apprendimento;

- se l'apprendimento è certificato.

Come già introdotto, la divisione dei contesti di apprendimento è stata ufficializzata nel documento "Memorandum sull'istruzione e la formazione permanente del 2000", in cui la Commissione Europea ne ha delineato le caratteristiche.

Le definizioni dei tre tipi di apprendimento riportate di seguito è stata inserita all'interno del Cedefop (2003):

- apprendimento di tipo formale, viene definito così quel tipo di apprendimento finalizzato ad obiettivi formativi, svolto in ambienti scolastici e istituzionale, quindi che risulta essere intenzionale. Esso normalmente si conclude con una convalida ed in una certificazione;

- apprendimento di tipo non formale, in cui vi è un apprendimento semi-strutturato che si realizza da attività pianificate in relazione ad un contesto organizzato, al di fuori della scuola, in cui l'apprendimento risulta essere di tipo intenzionale. Questa tipologia viene anche denominata "apprendimento semi-strutturato";

- apprendimento di tipo informale, viene a crearsi nelle attività di vita quotidiane connesse a lavoro, famiglia, tempo libero ed esso a differenza degli altri non è né intenzionale, né strutturato e senza obiettivi formativi. Esso è di tipo esperienziale o casuale.

Nella suddivisione delle diverse tipologie si sottolinea l'importanza all'interno di esse della dimensione dell'intenzionalità

di apprendimento (in quello formale e non formale risulta intenzionale, mentre in quello informale risulta non intenzionale).

In questa riflessione è importante considerare la distinzione di Eraut ^[13], il quale distingue apprendimento: implicito, ovvero quando si verifica un adattamento inconsapevole a una situazione, reattivo, in cui vi è consapevolezza, e deliberato (programmato in anticipo rispetto al manifestarsi della situazione).

Importante in questo ambito chiarire che le diverse tipologie di apprendimento possono essere svolte all'interno di contesti o ambienti diversi.

I contesti identificati si distinguono in:

- contesti formali di istruzione che corrispondono a luoghi quali la scuola, la formazione professionale, università, ovvero quei luoghi finalizzati all'apprendimento certificato;

- contesti informali di educazione in cui spesso si instaura un rapporto paritario tra chi impara e chi insegna, in cui non vi è più il paradigma classico insegnante-studente.

In questi contesti vi è una figura di supporto e di aiuto per la condivisione di conoscenze. Qui troviamo contesti quali la famiglia, musei, laboratori, associazioni sportive, eventi, in cui principalmente si coltivano attitudini e si apprendono conoscenze, abilità e competenze basate essenzialmente sull'esperienza e relazioni sociali;

- contesti non formali di formazione, in cui si vanno a sviluppare conoscenze, abilità, competenze attraverso relazioni e pratiche professionali, ma anche

13 M. Eraut, *The role and use of vocational qualifications*, National National Institute Economic Review, vol. 178, 2001, pp. 88-98

attività di aggiornamento ^[14].

L'identificazione della tipologia di apprendimento non è necessariamente collegata al contesto in cui avviene, in quanto possono essere diversi per scopi e metodi utilizzati.

Generalmente si può dire che l'apprendimento che avviene al di fuori dei contesti formali fa emergere caratteristiche quali: l'interazione sociale, una distribuzione di conoscenza tra gli individui di un gruppo, un'organizzazione sociale, il ragionamento contestualizzato a quella data esperienza, competenze in grado di far affrontare le nuove situazioni ed attività che coinvolgono oggetti fisici. In questi ambienti infatti c'è una condivisione maggiore delle attività svolte e come già detto ad ogni attività mentale è connesso uno strumento fisico, in modo tale da poter arricchire maggiormente l'esperienza, dare una logica alle situazioni reali e non rimanere semplicemente simbolica a livello di nozioni ^[15].

All'interno dei vari contesti possiamo anche distinguere quelli legati alla sfera privata e quelli legati alla sfera pubblica. Con il contesto privato si indica la casa, un luogo all'interno del quale l'apprendimento si svolge in maniera individuale, in cui i bambini sono soli o con piccoli gruppi di coetanei.

Con la sfera pubblica invece si intendono luoghi come scuole, musei, laboratori, aree di gioco commerciali in cui si sviluppa soprattutto un apprendimento di tipo collettivo, quindi la dimensione sociale è preponderante.

Se si introduce all'interno di questi ambienti la robotica, intesa come mezzo

di intrattenimento e apprendimento, il bambino avrà un ruolo diverso rispetto ad esse.

Nel contesto privato infatti, quindi con una maggiore libertà esso sarà semplicemente un giocatore. Mentre nel contesto pubblico, quindi un ambiente in cui vi interagiranno più bambini e sarà l'interazione mediante la robotica sarà finalizzata all'apprendimento, il bambino verrà considerato un discente.

Si deduce che il contesto del laboratorio con il quale si collabora è un contesto informale di educazione all'interno del quale vengono apprese conoscenze attraverso un apprendimento non formale, in cui vi è un insegnamento intenzionale di conoscenze, ma senza una rigidità strutturale. Infatti chi apprende, in questo caso i bambini, lo fa in maniera attiva e partecipativa.

1.5. Metodologia

La metodologia utilizzata per lo sviluppo del progetto di tesi mette al centro l'utente, i suoi bisogni e richieste da dover considerare per la costruzione di un prodotto in grado di soddisfarle.

L'approccio utilizzato è partito da una fase di meta-design, in cui si è effettuata una fase di analisi di ricerca dello scenario nel quale si colloca il progetto, in cui si è andati ad indagare il mercato di riferimento, le caratteristiche dell'utenza, lo stato dell'arte ed ogni aspetto delle relazioni che si creano nello scenario di riferimento.

In questa analisi quindi è stato individuato il contesto di riferimento su

14 P. Werquin, *Recognising Non-Formal and Informal Learning. Outcomes, policies and Practices*, OECD, pp. 7-12

15 L.B. Resnick, *Learning in School and out*, *Educational Researcher*, V. 16, n. 9, 1987, pp. 13-20

cui si andrà ad intervenire con il progetto, così da poter creare un bagaglio di pre-conoscenze in grado di poter supportare le fasi successive.

La metodologia di ricerca si è basata, come vedremo successivamente, su una revisione della letteratura presente sullo scenario dell'edutainment e tutti i fattori in relazione ad esso. I risultati emersi da questa ricerca sono stati utilizzati come nozioni di base da cui far partire il progetto stesso.

Data la richiesta da parte di clienti, si è definito il sistema esigenziale, in cui vengono elencate le esigenze e i requisiti generali da trasformare in obiettivi per quello che sarà lo sviluppo del progetto. Il passo successivo è la definizione delle prestazioni e requisiti specifici in relazione al progetto. Infatti è lo sviluppo di ogni requisito generale in informazioni/dati specifici da dover sviluppare, quindi si definisce ogni punto in merito allo sviluppo progettuale e si identifica la strada da intraprendere.

La parte di Sviluppo del design nasce con la realizzazione del concept progettuale, in cui saranno descritti gli elementi fondamentali per il progetto e le base per la realizzazione di esso.

Di seguito vengono ideati gli storyboard e gli sketch della parte da dover realizzare, per poi entrare nella parte esecutiva del progetto in cui mediante la prototipazione è possibile testare gli elementi progettati.

Nella fase di testing viene valutato il prototipo in termini di usabilità ed affidabilità, quindi considerate tutte le variabili in relazione all'interazione con l'utente, le parti tecniche relative all'efficienza del prodotto. Infatti la

prototipazione è la fase in cui prodotto realizzato non è ancora il definitivo, ma suscettibile di cambiamenti, dopo l'osservazione e l'analisi del funzionamento di esso.

Mediante la fase di testing con gli utenti è possibile osservare ed analizzare l'efficacia dell'interazione con gli utenti, così da poter fornire un'analisi dei punti di forza e punti di debolezza.

Grazie all'analisi dello scenario effettuata si è cercato di comprendere tutti gli elementi coinvolti nel processo di apprendimento tramite la robotica. Questo perché, come vedremo, i fattori che entrano in gioco durante l'interazione tra un bambino ed un oggetto, finalizzata all'apprendimento sono molteplici.

Per fare questo è necessario seguire un iter ben preciso durante la fase di progettazione dell'interazione, come: focalizzarsi sull'utente (mettere al centro del progetto gli utenti), trovare alternative (cercare di trovare più soluzioni ad un unico problema), utilizzare l'ideazione e la prototipazione (fase di ricerca delle possibili soluzioni e di costruzione di modelli da sottoporre a test), collaborazione (lavorare all'interno di un team progettuale multidisciplinare), creazione di soluzioni appropriate (realizzare soluzioni appropriate per un dato progetto, con possibili sviluppi per la scalabilità in altri contesti) ed incorporare emozioni (la componente emotiva è molto importante per coinvolgere l'utente finale) ^[16].

Il percorso svolto per arrivare al progetto finale è stato molto lineare e sempre incentrato sull'obiettivo finale, quello di rendere coinvolgente ed interattiva un'esperienza già esistente. Da questo

16 D. Saffer, *Design dell'interazione. Creare applicazioni intelligenti e dispositivi ingegnosi con l'interaction design*, pp. 19-20

progetto si è cercato attraverso un metodo induttivo di estrapolare una metodologia da seguire nei progetti di robotics edutainment finalizzati all'apprendimento di argomenti scolastici, con l'elemento centrale del robot in grado di rappresentare sia un elemento di gioco che un elemento dell'esperienza.

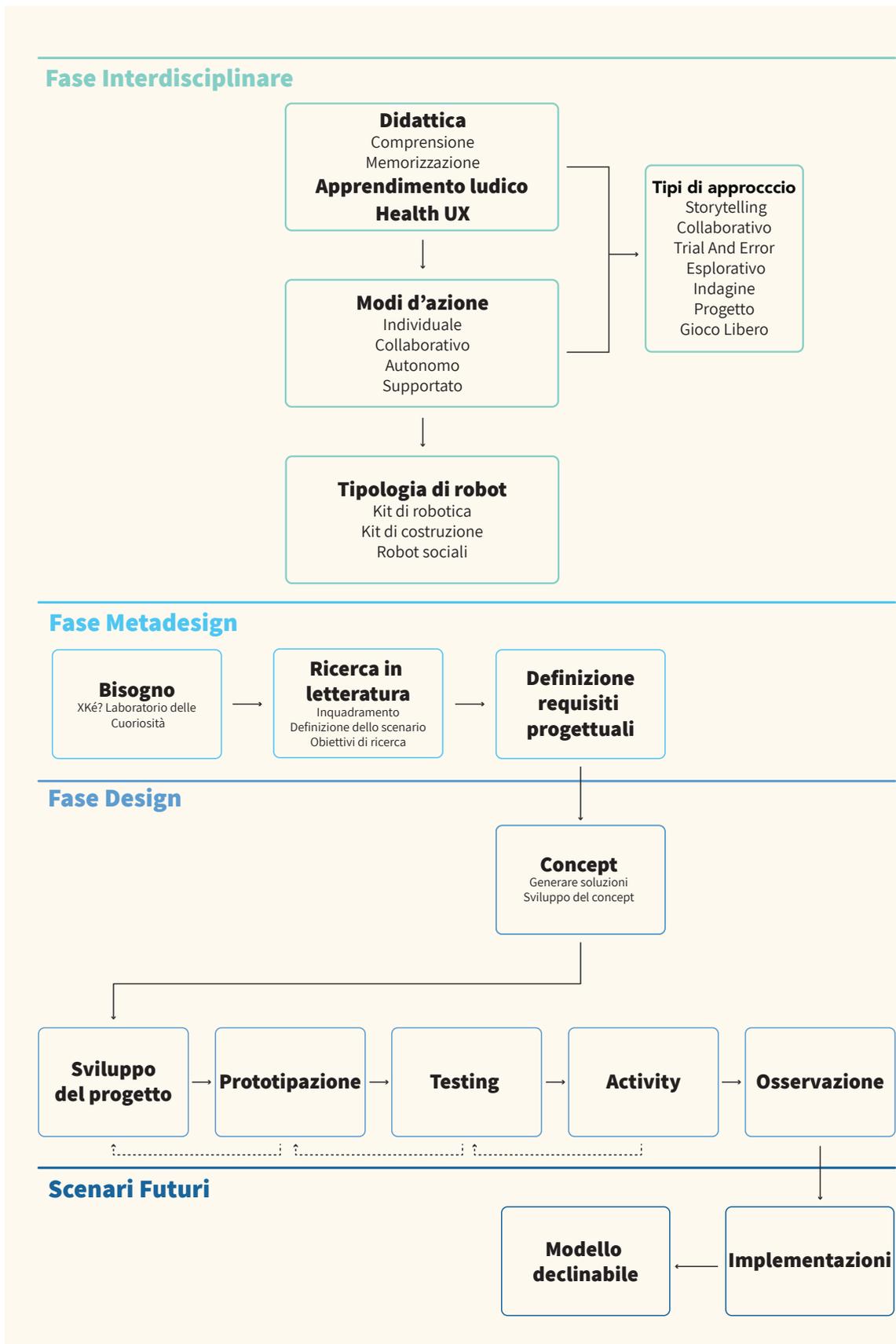
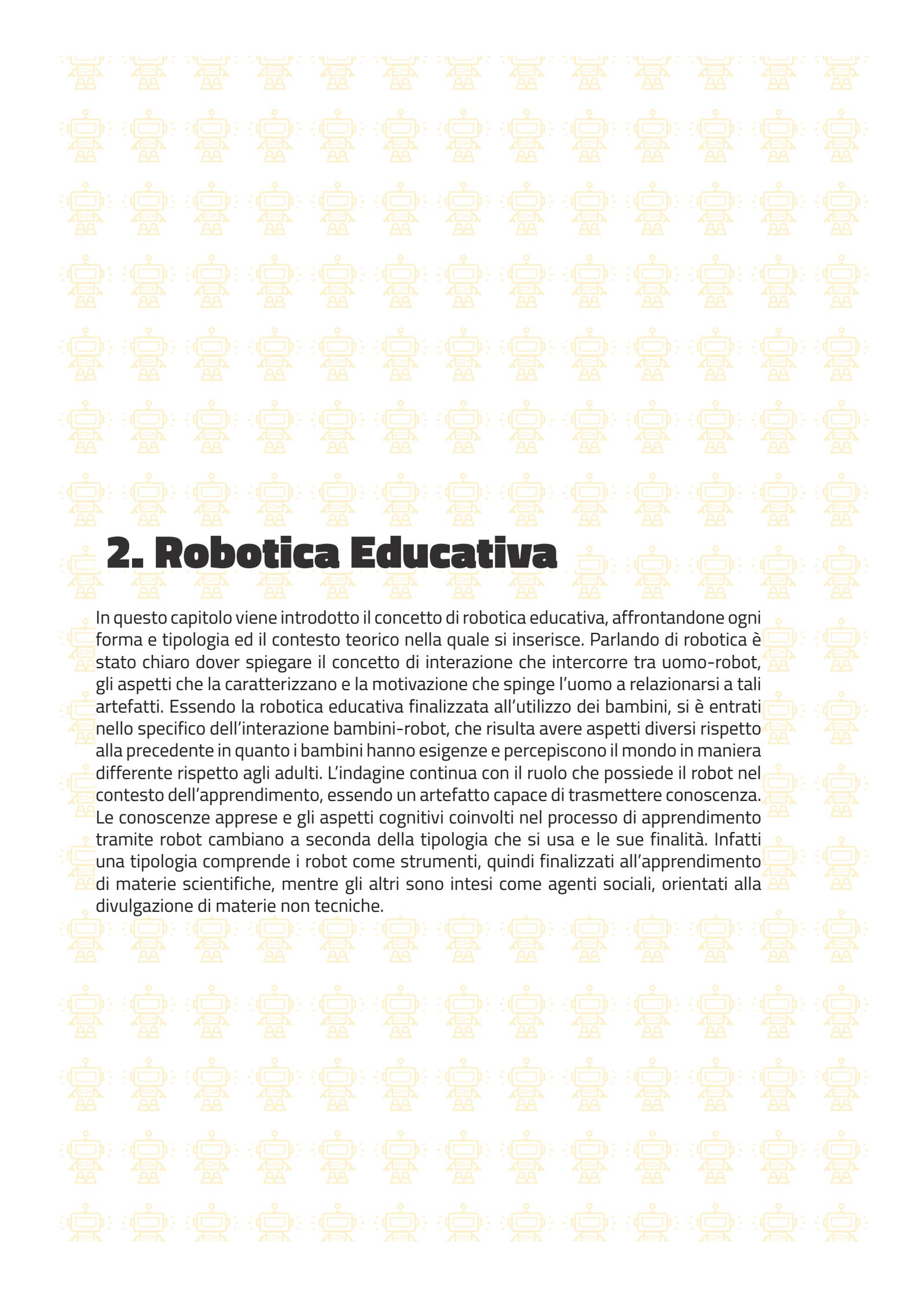


Fig 1.8. - Metodologia Progettuale



2. Robotica Educativa

In questo capitolo viene introdotto il concetto di robotica educativa, affrontandone ogni forma e tipologia ed il contesto teorico nella quale si inserisce. Parlando di robotica è stato chiaro dover spiegare il concetto di interazione che intercorre tra uomo-robot, gli aspetti che la caratterizzano e la motivazione che spinge l'uomo a relazionarsi a tali artefatti. Essendo la robotica educativa finalizzata all'utilizzo dei bambini, si è entrati nello specifico dell'interazione bambini-robot, che risulta avere aspetti diversi rispetto alla precedente in quanto i bambini hanno esigenze e percepiscono il mondo in maniera differente rispetto agli adulti. L'indagine continua con il ruolo che possiede il robot nel contesto dell'apprendimento, essendo un artefatto capace di trasmettere conoscenza. Le conoscenze apprese e gli aspetti cognitivi coinvolti nel processo di apprendimento tramite robot cambiano a seconda della tipologia che si usa e le sue finalità. Infatti una tipologia comprende i robot come strumenti, quindi finalizzati all'apprendimento di materie scientifiche, mentre gli altri sono intesi come agenti sociali, orientati alla divulgazione di materie non tecniche.

2.1. Il concetto di Robotica Educativa

Con il concetto di robotica educativa si intende descrivere l'utilizzo della robotica come strumento di mediazione nel processo di apprendimento ed insegnamento. L'introduzione della robotica autonoma in contesti educativi ha portato alla nascita di un ambito di ricerca orientato alla realizzazione di artefatti, i quali sono in grado di poter introdurre metodologie educative, attraverso le quali si facilitano le condizioni legate al processo di apprendimento^[1].

La robotica, risponde alle esigenze della società moderna e riesce ad essere un'importante strumento per suscitare motivazione nei bambini, così da essere coinvolti nel processo di apprendimento come protagonisti.

L'inserimento di queste attività all'interno di contesti educativi, sia che essi siano formali od informali, si fonda sul concetto teorico del costruttivismo, palesandosi mediante la costruzione dei "micro-mondi" e simulazioni con l'impegno dei robot^[2].

Attraverso questo strumento è possibile fornire un ambiente multisensoriale

in grado di supportare la conoscenza collettiva attraverso la manipolazione e l'interazione con i robot.

Il processo che permette la costruzione di conoscenza è favorito dalla realizzazione di artefatti, i quali aiutano la costruzione di un sapere che possa essere anche pratico. La metodologia e le idee che stanno alla base della robotica educativa nascono negli anni '60, quando le prime piattaforme hardware ed i computer erano utilizzate al fine della ricerca all'interno delle scuole.

A partire dagli anni '90, il mercato della robotica educativa è cresciuto enormemente fornendo prodotti utilizzabili sia a livello scolastico che in contesti privati. L'apprendimento basato sui problemi, sulla costruzione e sulla competizione sono identificati come gli usi più comuni dei robot destinati all'uso dei bambini.

La ragione fondamentale per l'utilizzo di robot da parte degli insegnanti, genitori, educatori e soprattutto i bambini è l'impressione che hanno a riguardo dell'artefatto.

La robotica può essere vista come uno "strumento" che riesce a creare molti approcci all'educazione scientifica e digitale, come apprendere dalle domande e dalla risoluzione dei problemi^[3].

Con l'utilizzo della robotica educativa si riescono a promuovere abilità quali: la creatività, la risoluzione dei problemi, la

1 I.S. Lancia, F. Rubinacci, *Dal Logo al Lego. Simulazioni e robot*. in: Strolli M.R. (eds.) Scienze cognitive e aperture pedagogiche. Nuovi orizzonti nella formazione degli insegnanti, Franco Angeli, Milano, 2007, pp. 163-170

2 B. Caci, A. D'Amico, M. Cardaci, *Costruire e programmare robot. Un'esperienza pilota di valutazione delle abilità cognitive coinvolte nel processo di costruzione e programmazione comportamentale di robot*, *Costruire e programmare robot*, n. 3, 2002, pp. 36-40

3 H. Altin, *Learning Approaches to applying robotics in Science Education*, *Journal of Baltic science education*, vol.12, n. 3, 2013, pp. 365-377

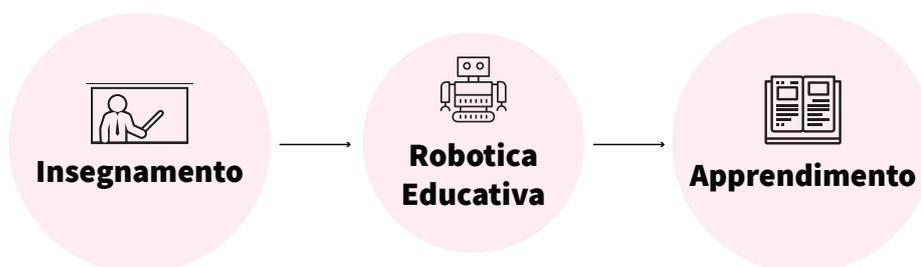


Fig 2.1. - Robotica come strumento per l'apprendimento

comunicazione e collaborazione ^[4].

I robot riescono ad offrire un modo tangibile e concreto per comprendere fenomeni complessi e astratti ^[5].

La costruzione e la manipolazione di artefatti porterà alla costruzione di riproduzioni personali (micro-mondi) e scientifiche (simulazioni) di segmenti di mondo reale.

Un "micro-mondo" ^[6] è un ambiente interattivo che permette di sperimentare le proprie visioni del mondo attraverso l'approccio narrativo.

Il concetto di simulazione sta ad indicare una riproduzione di un fenomeno o sistema fisico che replica la realtà in maniera veritiera e scientifica. La simulazione che si contestualizza all'interno dell'ambiente della robotica educativa è di tipo fisica, in quanto viene creato un modello della realtà, controllato dall'utilizzo di un computer.

Con l'approccio dato dalla robotica educativa è possibile per gli studenti comprendere la connessione tra teoria e pratica.

Le attività svolte attraverso l'utilizzo della robotica forniscono un feedback immediato che porta gli studenti ad informarsi e a capire come risolvere i problemi mediante i robot. Tra le altre caratteristiche che offre essa c'è quella di riuscire ad attrarre e mantenere l'interesse e l'attenzione nell'esperienza di apprendimento ^[7].

Chi si destreggia all'interno dei mondi legati alla robotica educativa ha ben chiaro il fatto che da una parte, la dimensione della narrazione corrisponde al percorso attraverso il quale si crea conoscenza tra la robotica e la didattica stessa, e l'altra dimensione della sceneggiatura è rappresentata dalle reificazioni che si presentano alla comunità e che raccontano il proprio come della storia.

Quindi si può dire che con le reificazioni attraverso i dispositivi robotici che vengono messi in scena avviene il racconto della propria esperienza all'interno di una comunità di riferimento. La principale motivazione che sta alla

4 O. Mubin, C.J. Stevens, S.Shahid, A. Al Mahmud; J. Dong, *A Review of the Applicability of Robots in Education*, Technology for Education and Learning, 2013, pp. 209–215

5 J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, M. Bishop, *Handbook of research on educational communications and technology*, NY: Springer, New York, 2008

6 S. Papert, *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*, Basic Books, Inc., New York, 1980, pp.120-121

7 A. Eguchi, *Robotics as a Learning Tool for Educational Transformation*. In *Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education*, Padova, Italy, 18 July 2014, pp. 27–34.

base della robotica educativa, a supporto dell'apprendimento e dell'insegnamento, è quella di offrire agli insegnanti ed educatori uno strumento che permetta loro di coinvolgere e motivare gli studenti nel processo di apprendimento attraverso rappresentazioni tangibili ed osservabili [8]. La robotica educativa ha mostrato un grande potenziale nel contesto educativo, concentrandosi principalmente nello sviluppo di materie tecniche come informatica, ingegneria e matematica.

È per questo che vi sono pochi studi che si concentrano sull'utilizzo di robot che riescono a supportare l'apprendimento e l'insegnamento di altre aree della conoscenza. In base alla revisione della letteratura le attività correlate alla robotica educativa non vengono generalmente integrate all'interno delle attività scolastiche, ma hanno luogo in programmi di doposcuola, quindi in attività prettamente non formali come laboratori, musei, FabLab.

Ad ogni modo la robotica trova terreno fertile nelle attività laboratoriali, in quanto favoriscono l'acquisizione di competenze mediante lo svolgimento di progetti. Quindi è proprio il campo laboratoriale che compie il passaggio dalla mera Robotica alla Robotica Educativa.

Dunque si evince che la trasversalità delle esperienze di Robotica che vanno ad invadere i terreni della narrazione, come mezzo per negoziare significati, all'interno del processo di apprendimento, come pratica per imparare a raccontarsi storie, riesce a far

riflettere chi la utilizza.

2.2. Il contesto teorico

Nonostante la presenza dei robot all'interno degli ambienti educativi sia di recente introduzione, la robotica educativa nasce già verso la fine degli anni '60 grazie a Seymour Papert, professore al Massachusetts Institute of Technology (MIT), il quale fu tra i primi ad intuire che i robot avrebbero potuto favorire e supportare il processo di apprendimento.

Insieme al suo team di collaboratori sviluppò diverse tecnologie che vennero testate nelle scuole, una delle più famose fu la tartaruga LOGO, una semisfera programmabile con delle ruote che permettevano il movimento e dei pennarelli sulla parte inferiore per disegnare.

Con il linguaggio di LOGO gli studenti potevano programmare il robot ed esso era finalizzato ad incoraggiare lo sviluppo di forme di pensiero procedurali e operative, attraverso l'utilizzo di semplici programmi come blocchi di costruzione (la programmazione è vista come strumento per pensare).

La programmazione continua ad avere uno spazio di particolare interesse oggi, con l'utilizzo di robot e mattoncini programmabili, ripresi in molti giochi. Quindi con l'introduzione di questo nuovo mondo dedicato alla programmazione e costruzione, i robot si collocano

8 D. Kee, *Industrial activities: Educational robotics-primary and secondary education*. IEEE Robotics and Automation Magazine, vol. 18, 2011, pp. 16-19



Fig 2.2. - LOGO Turtle di Seymour Papert
Immagine tratta da <https://www.macitynet.it>

come oggetti al confine tra animato e inanimato, tra vivente e non vivente^[9]. Possono essere considerati come oggetti attraverso i quali è possibile imparare nuovi modi di pensare, in grado di poter stimolare nuove riflessioni. Oggetti come i robot sono i primi fautori del costruzionismo, con i quali è possibile far avvicinare i bambini al mondo della programmazione e costruzione di essi, rendendoli accessibili e comprensibili. Attraverso il costruzionismo di Papert, a partire dalle idee di Piaget è stato

possibile mettere in luce il ruolo degli artefatti cognitivi nella costruzione della conoscenza, risultato ottenuto attraverso l'impegno attivo mediante la creazione e manipolazione di artefatti tangibili, «*siano essi castelli di sabbia, programmi di computer, costruzioni LEGO, composizioni musicali, ecc., che rivestano un particolare significato personale e che siano soprattutto oggetti su cui riflettere*»^[10].

Quindi viene sottolineata l'importanza che gli oggetti materiali rivestono nel

9 S. Turkle, *The second self, computers and the human spirit*. New York: Simon & Schuster, New York, 1984

10 S. Papert, *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*, BasicBook, New York, 1993

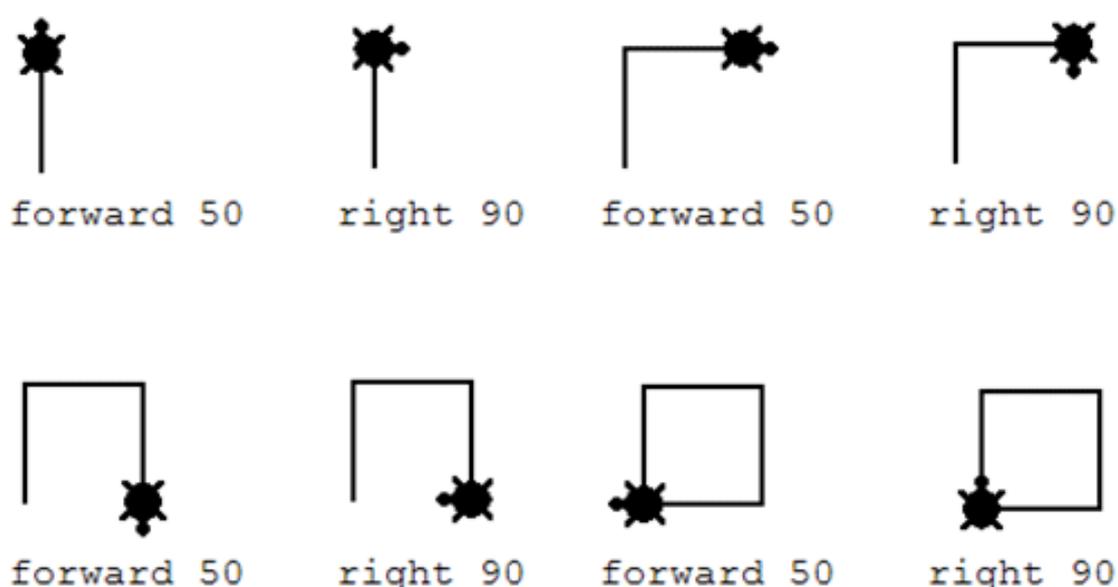


Fig 2.3. - Linguaggio LOGO
Immagine tratta da <https://www.weturtle.org>

complesso percorso della costruzione di conoscenza.

Proprio attraverso l'interazione con oggetti, in questo caso i robot, si ha una vera e propria costruzione di significato. Questa interazione con gli oggetti porta ad uno sviluppo del pensiero logico. La costruzione di conoscenza avviene con la comprensione di un concetto comunicato e la memorizzazione, che corrispondono al processo di apprendimento.

L'apprendimento infatti è direttamente collegato all'esperienza che avviene con il mondo. Proprio gli studiosi sostengono che il processo di apprendimento e di pensiero non possono prescindere dall'esperienza ^[11].

Il costruttivismo, riassumendo, afferma che i bambini sono i costruttori dei propri strumenti cognitivi, così come delle loro realtà esterne.

In altre parole, la conoscenza e il mondo

sono entrambi interpretati attraverso l'azione e mediati dall'uso dei simboli. La conoscenza, per un costruttivista, non è una merce da trasmettere - consegnata ad una estremità, codificata, conservata e nuovamente applicata all'altra - ma un'esperienza da costruire attivamente, sia individualmente che collettivamente. Allo stesso modo, il mondo non è semplicemente seduto là fuori in attesa di essere scoperto, ma viene progressivamente formato attraverso le interazioni/transazioni delle persone.

Alla base delle attività di robotica educativa, è possibile ricondursi al concetto di apprendimento inteso come la costruzione attiva del sapere mediante interazione con il mondo e quindi tramite la manipolazione degli oggetti, come emerge dal contributo teorico di Piaget, il quale formula l'idea di costruttivismo. Il costruttivismo quindi assume che la

11 E. K. Ackermann, *Constructing knowledge and transforming the world*. In: Tokoro, M. & Steels, L. (Eds.) *A learning zone of one's own: Sharing representations and flow in collaborative learning environments*. Amsterdam, Berlin, Oxford, Tokyo, Washington, DC. IOS Press, 2004, pp. 15-37

conoscenza non deve semplicemente essere trasmessa dall'insegnante allo studente, ma costruita attraverso processo attivo in cui lo studente apprende, con particolare interesse mentre è coinvolto in un processo creativo che riguarda la costruzione di qualcosa che è motivante ed interessante dal suo punto di vista.

Così facendo gli studenti apprendono ed analizzano problemi che non hanno una risposta pre-determinata e che permettono loro di sviluppare delle soluzioni nuove in modo creativo.

L'apprendimento mediante la robotica consiste nel creare strumenti ed ambienti che motivino gli studenti ad intraprendere attività di costruzione, invenzione e sperimentazione.

Papert nei suoi numerosi studi sull'interazione con gli oggetti, in particolare con i computer, conia l'espressione "oggetti con cui pensare", sottolineando l'importanza dell'interazione tra i bambini e il computer che porta all'apprendimento e allo sviluppo di pensiero.

Questa interazione con le tecnologie, in particolare nello studio di Papert con il computer, porta ad un'acquisizione di un diverso tipo di conoscenza, che essendo legata alla sua natura matematica sviluppa un pensiero formale, quindi operante in modo ipotetico-deduttivo.

Il costruttivismo rivaluta quello che è il pensiero concreto, che viene visto come una versione "inferiore" del

ragionamento astratto, ma li pone sullo stesso piano^[12].

Gli studi di Papert in relazione all'impotenza dell'interazione erano già iniziati con Dewey^[13], il quale sosteneva l'importanza di un apprendimento con impostazione operativo-esperenziale, learning by doing, in cui l'interazione con gli strumenti è considerata rilevante nella maniera in cui la costruzione e la manipolazione di un oggetto supporta l'apprendimento.

Quindi un approccio secondo il quale tramite l'interazione con gli oggetti, si arriva ad una rielaborazione ed interpretazione da parte dei bambini di nuovi concetti. All'interno delle teorie legate al costruttivismo, un'importante componente è quella legata all'importanza del mondo sociale come parte cruciale dello sviluppo cognitivo del bambino, quindi un'interazione sociale in cui i gruppi di individui intrattengono rapporto di natura collaborativa, che è finalizzata alla costruzione di conoscenze comuni e condivise^[14]. La dimensione sociale dell'apprendimento può essere rappresentata da contesti ludici ed educativi che vedono una collaborazione tra i bambini, così da sopportarsi ed aiutarsi nell'affrontare compiti cognitivi nuovi^[15].

12 S. Turkle, S. Papert, *Epistemological pluralism and the revaluation of the concrete*, Journal of Mathematical Behavior, vol.11, n.1, 1992, pp. 3-33

13 J. Dewey, *How we think*, D.C. Heath, Boston, 1910

14 M. Resnick, F. Martin, R. Sargent, and B. Silverman, *Programmable bricks: Toys to think with*, IBM Systems journal, vol. 35, 1996, pp. 443-452

15 L.S. Vygotskij, M. Cole, *Mind in society. The development of Higher Psychological Process*. Harvard College, 1978

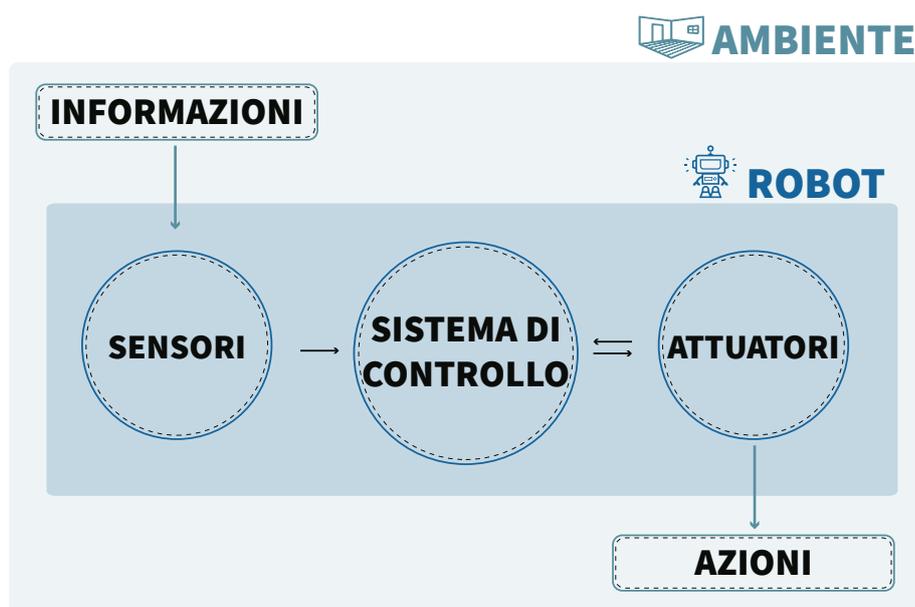


Fig 2.4. - Schema di funzionamento del Robot

2.3. Interazione Uomo-Robot

L'interazione Uomo-Robot (HRI), come già anticipato, è un'area di ricerca multidisciplinare, in costante sviluppo. Tale area si è sviluppata soprattutto per il continuo incremento delle capacità dei robot e delle loro abilità a svolgere sempre più azioni in maniera autonoma, creando la necessità di studiare in maniera approfondita il modo di relazionarsi dell'essere umano al robot. Questo avviene soprattutto in relazione al fatto che i robot stanno entrando a far parte di ogni aspetto della nostra vita quotidiana. Quindi l'interazione uomo-robot è di vitale importanza nella realizzazione di robot che debbano cooperare con ambienti esterni e con gli esseri umani.

Risulta necessario definire cos'è un robot, per capire come interagisce con

l'ambiente e l'essere umano.

Un robot è un oggetto fisico dotato di elementi essenziali quali il corpo (struttura rigida che sostiene tutti gli elementi interni), i sensori (permettono al robot di percepire informazioni dall'ambiente circostante), gli attuatori (permettono al robot di modificare la propria posizione rispetto all'ambiente) e il sistema di controllo (software che collegato ai sensori e motori che determina lo stato degli attuatori sullo stato corrente e precedente dei sensori). Il robot si trova sempre in un ambiente con il quale interagisce^[16].

Attraverso lo studio dell'interazione quindi è possibile migliorare l'attività che si andrà a progettare per gli utenti, in grado di renderla più intuitiva e naturale. Sino a non molto tempo fa l'attenzione della comunità robotica è stata principalmente "robot-centrica", in cui si dava maggiore enfasi e importanza alla tecnologia per ottenere controllo e mobilità in grado di essere intelligenti.

16 M. Ben-Ari, F. Mondada, *Elements of Robotics*, Springer Nature, 2018

Per migliorare le prestazioni dei robot e per farli entrare nei luoghi comuni, si è dovuti passare ad un approccio "uomo-centrico"; e per fare questo è necessario studiare in maniera approfondita la natura della relazione tra l'uomo ed il robot.

Al fine di progettare un'interazione corretta è necessario sapere il fine di essa e quindi identificare la tipologia di robot che si andrà a realizzare, in base al campo di applicazione. La principale distinzione è tra robot industriali (i quali lavorano in ambienti ben definiti nelle attività di produzione) e robot di servizi (il cui fine è quello di assistere gli esseri umani nei loro compiti) ^[17]. Questi robot vengono utilizzati in quattro aree di applicazioni quali: medicina, casa, educazione e difesa. In questa distinzione è importante

ai fini del lavoro di tesi l'area riguardante la robotica nell'educazione, ovvero quei robot utilizzati in contesti scolastici, ed extra-scolastici che aiutano i bambini ad avvicinarsi al mondo dei robot per l'apprendimento.

I robot comunemente utilizzati nell'educazione sono: pre-assemblati, in cui si è in grado di poter controllare il comportamento, o kit robotici, in cui è prevista la costruzione e la programmazione.

Per ottenere un'interazione uomo-robot efficace ed efficiente è stata fondamentale la definizione di diversi modelli e tipologie di interazione che si instaurano. Schulz e Goodrich ^[18] hanno cercato di evidenziare i diversi tipi di interazione in base a:

- alla natura fisica dei robot;

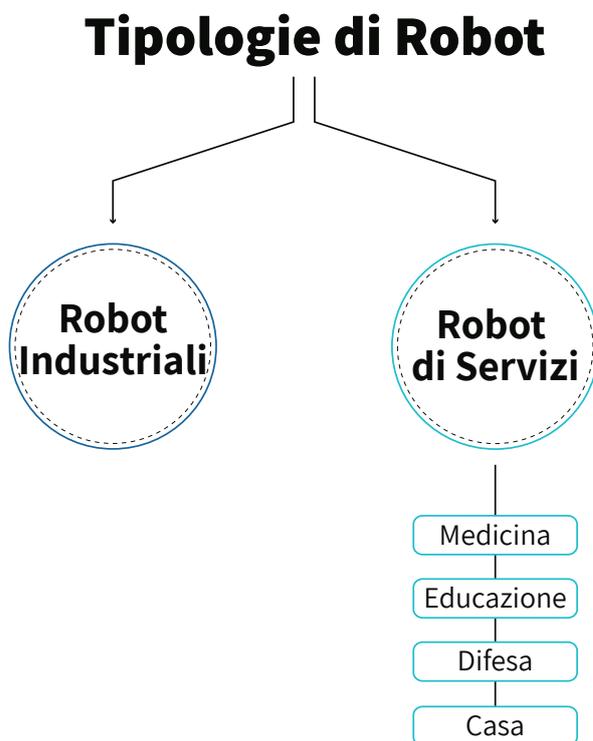


Fig 2.5. - Tipologie di Robot

17 <https://www.elprocus.com/robots-types-applications/>

18 M.A. Goodrich, A.C. Schultz, *Human-Robot Interaction: A Survey*, The essence of Knowledge, vol. 1, n.3, 2007

- al numero dei sistemi con cui l'utente è chiamato ad interagire nello stesso momento;
- all'ambiente in cui avviene l'interazione.

In generale si è sempre cercato di creare robot in grado di esibire comportamenti sociali per interagire con l'essere umano, in cui i robot sono ispirati alle caratteristiche biologiche e comportamentali di organismi animali e al tipo di comunicazione e modalità di relazione dell'uomo. Quindi per lo sviluppo di robot in grado di esibire comportamenti sociali e di relazionarsi con l'essere umano è necessario tenere in considerazione tre aspetti:

- gli uomini percepiscono in maniera diversa i robot rispetto alle altre macchine, ed è legato questo alla loro fisicità. Infatti la fisicità e la tangibilità dei robot funzionano catalizzatore

dell'interazione, e si andrà a creare quel fenomeno in cui l'uomo tende ad antropomorfizzare i robot;

- altro aspetto importante è la mobilità del robot, in cui vengono percepite le caratteristiche fisiche dell'ambiente che lo circonda. Quindi l'attenzione è rivolta alla presenza di comportamenti dinamici che si modificano in relazione alle condizioni ambientali;
- importante è la capacità dei robot autonomi di pretendere decisioni, che è direttamente collegata all'ambiente che lo circonda^[19].

Da un'analisi della letteratura emerge inoltre che per una progettazione di interazione uomo-robot di successo è necessario che vi sia un buon livello di engagement, o coinvolgimento. Nello studio dell'interazione tra robot ed essere umano è rilevante

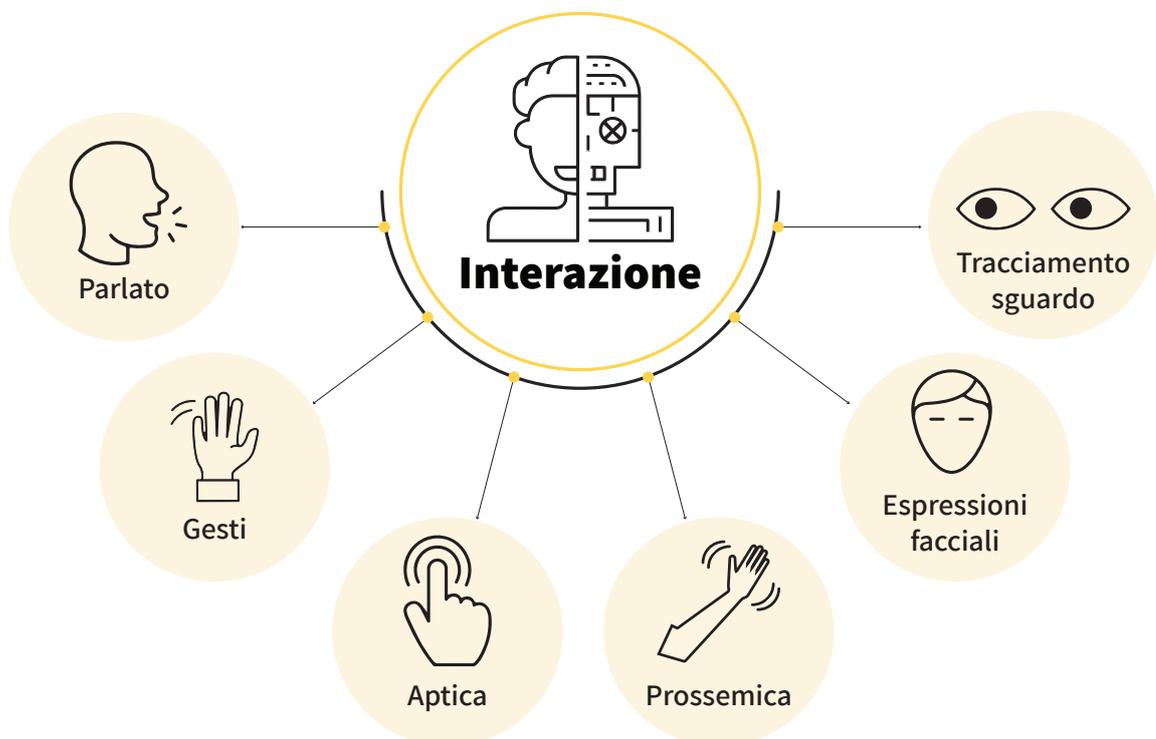


Fig 2.6. - Categorie di interazione Uomo-Robot

19 D. Saffer, *Designing for Interaction: Creating Smart Applications and Clever Devices*, New Riders Publishing, 2006, trad. it Luca Chitarro, *Design dell'interazione. Creare applicazioni intelligenti e dispositivi ingegnosi con l'interaction design*, Pearson Education, 2007, pp.253-254

la comunicazione, che può avvenire in diverse modalità, sia per mezzo di dispositivi che possono essere definiti classici nell'interazione uomo-macchina, sia utilizzando modalità interattive più naturali (*human friendly*) tipiche dell'interazione uomo-uomo, in grado di coinvolgere tutti i sensi e i canali di comunicazione.

Soprattutto per l'utilizzo di robot sociali, l'interazione che avviene in maniera naturale si distingue in sei categorie diverse, anche se i confini tra una e l'altra non sono ben delineati:

- parlato, è l'interazione per mezzo della voce, dando istruzioni o ricevendo risposte tramite l'uso della parola;
- gesti, è l'interazione che avviene tramite il riconoscimento dei gesti umani. Essa un'area di ricerca in continuo sviluppo, soprattutto nell'ambito dell'interazione uomo-computer e uomo-robot realizzata per mezzo di interfacce multimodali;
- espressioni facciali, interazione che avviene mediante la capacità di riconoscere e produrre espressioni facciali, così da permettere al robot di allargare le proprie capacità comunicative, interpretando le emozioni;
- tracciamento dello sguardo, interazione attraverso la quale il robot è in grado di identificare dove una persona sta guardando e a che cosa sta prestando attenzione;
- prossemica e cinesica, in cui la prima indica la distanza dell'interlocutore, in cui il robot reagisce alla distanza di quest'ultimo; per la cinesica, quindi l'interazione che avviene con l'assunzione di particolari gesti o posture;

- aptica, è l'interazione che avviene attraverso il tatto ^[20].

Nonostante il continuo progresso elettromeccanico nella robotica, i robot inseriti in ambienti sociali devono affrontare sfide sempre più grandi.

Questo è dovuto al fatto che i robot inseriti in ambiti sociali oltre ad affrontare le sfide come quelli di campo, devono anche avere la capacità di riuscire a far fronte ad elementi dinamici inseriti all'interno di esso.

Le sfide che devono soddisfare sono:

1. rispondere in maniera accidentale all'interno di ambienti sociali dinamici, questo sta a significare che all'interno di un ambiente sociale un'azione di un robot richiede quasi sempre una reazione da parte degli utenti;
 2. interpretare le informazioni sensoriali sociali, implica l'utilizzo di robot sociali che diano un senso ai segnali sociali esterni. L'aspetto multisensoriale dell'interazione sociale risulta essere un campo ancora complesso;
 3. progettare robot socievoli in cui gli viene data la capacità di interpretare correttamente il mondo sociale, permettendo loro di costruire risposte appropriate con il mondo esterno ^[21].
- Osservando le diverse tipologie di robot e soprattutto il modo in cui interagiscono con le persone possiamo classificare i canali di comunicazione principalmente in: audio, attraverso suoni e voce, visuali, attraverso luci, espressioni facciali o colori ed infine il movimento, quindi mediante il modo e i gesti del robot.

20 A. Cappelli, E. Giovannetti, *L'interazione Uomo-Robot*, RoboCare Technical Reports, n.1, 2003

21 R.R. Espinoza, M. Nalin, R. Wood, P. Baxter, R. Looije, Y. Demeris, *Child-Robot Interaction in The Wild: Advice to the Aspiring Experimenter*, Icmi, 2011, pp. 335-342

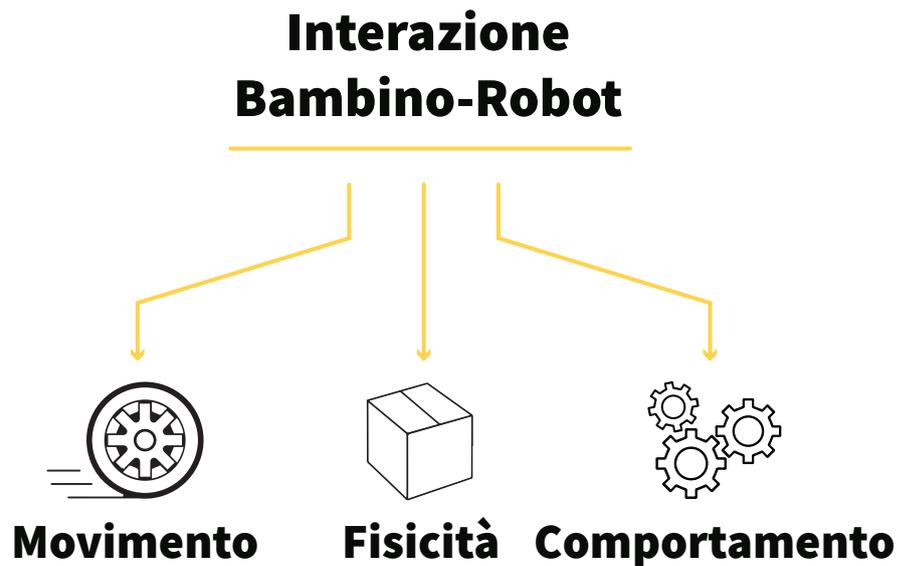


Fig 2.7. - Aspetti fondamentali dell'interazione Bambino-Robot

2.4. Interazione Bambino-Robot

All'interno dell'area di studio di interazione uomo-robot occupa un posto particolare l'interazione bambino -robot (CRI), data la grande potenzialità nei campi di applicazione come l'istruzione, assistenza ed intrattenimento.

Questa interazione è diversa rispetto a quella che avviene con un utente adulto, in quanto i bambini hanno un sviluppo cognitivo diverso ^[22].

Infatti proprio i bambini non riescono a vedere il robot come un dispositivo meccatronico, ma gli conferiscono una serie di caratteristiche che in genere sono associate agli esseri viventi.

Questa attribuzione di caratteristiche, l'antropomorfizzazione è comune a tutti gli esseri umani, ma risulta essere più

forte nei bambini, i quali si aggrappano all'illusione che i robot abbiano caratteristiche simili alla vita.

I bambini infatti secondo gli studi effettuati da Piaget sullo sviluppo cognitivo hanno mostrato come in età scolastica, soprattutto in quella che va dai 2-11 anni, progrediscono riuscendo a comprendere, coordinare e rielaborare simboli nella propria mente.

Proprio in questa di pensiero il bambino crea delle immagini, in relazione agli oggetti intorno a se, che Piaget ^[23] definisce con il concetto di "animismo". Definisce questo fenomeno come "la tendenza a considerare gli oggetti come vivi e dotati di volontà", di conseguenza i bambini tendono ad associare ad oggetti inanimati in movimento la vita.

Questo concetto risulta essere molto importante per la comprensione della percezione che i bambini hanno in

22 T. Belpaeme, P. Baxter, J. de Greeff, J. Kennedy, R. Read, R. Looije, M. Neerinx, I. Baroni, M. Coti Zelati, *Child-Robot: Perspectives and Challenges*, Springer, Bristol, Proceedings of the 5th International Conference on Social Robotics, pp. 452-459, 2013

23 J. Piaget, *The child's Conception of the world*, Routledge & K.Paul, London, 1929

riferimento al robot ^[24].

Ricerche portate avanti durante gli anni hanno dimostrato questa teoria, in cui Michotte ^[25] dimostrò che un oggetto capace di mostrare il proprio movimento è percepito come vivo.

Studiosi con Melson e il suo gruppo di ricerca ^[26] hanno ampliato la definizione di animismo, secondo la quale può essere inteso come la comprensione degli oggetti secondo attributi psicologici che comprendono le caratteristiche mentali, sociali e morali.

Di conseguenza si può dire che le caratteristiche mentali si riferiscono al processo cognitivo di memorizzazione di una conoscenza, quelle sociali alle risposte emotive dell'interazione e morali in relazione al comportamento dato dalle abilità e azioni fisiche.

Anche la condizione seconda in cui i bambini tendono sempre a vedere il robot come un gioco, è rilevante al fine dello studio di questa interazione. Per tale motivo l'interazione bambino robot risulta essere diversa rispetto a quella che avviene tra gli adulti, in quanto lo sviluppo fisico, mentale e cognitivo è ancora in corso e questo crea condizioni diverse.

Attraverso l'interazione sociale è possibile sviluppare una maturazione cognitiva, in quanto la maggior parte delle funzioni cognitive sono di natura sociale.

Il mondo dell'interazione bambino-robot è il risultato di due o più agenti, in cui non è necessario che un agente sia necessariamente cognitivo, come il robot; le lacune di uno di questi agenti possono essere colmate dalla cognizione degli altri agenti.

Un esempio ne è il fatto che un robot non abbia una percezione visiva e che i bambini riescano a colmare questa lacuna credendo semplicemente che esso possa "vedere".

Un concetto chiave nell'interazione che intercorre tra bambino e robot, emerso dalla letteratura, è quello legato alla motivazione nell'utilizzo per raggiungere degli obiettivi; infatti proprio per questo è necessaria la motivazione per l'apprendimento sia essa a breve che a lungo termine.

Anche la teoria dell'autodeterminazione sostiene che gli ambienti sociali promuovono una motivazione intrinseca quando soddisfano bisogni psicologici come: competenza (esigenza di sentirsi efficaci e capaci, in grado di poter affrontare le situazioni), autonomia (sensazione di possedere una certa libertà e autodeterminazione nel farlo) e relazione (bisogno di accettazione e di appartenenza).

Infatti le prove dimostrano come i modelli motivazionali adattivi promuovono obiettivi di realizzazione personale, in cui l'interesse personale gioca un ruolo

24 T. N. Beran, A. Ramirez-Serrano, R. Kuzyk, M. Fior, S. Nugent, *Understanding how children understand robots: Perceived animism in child-robot interaction*, International Journal of Human-Computer Studies, Elsevier, 2011

25 A. Michotte, *The perception of causality*, New York: Basic Books, New York Translated from the French by T. R. and E. Miles, 1963

26 G.F. Melson, P.H. Kahn Jr., A. Beck, B. Friedman, T. Roberts, E. Garrett, B.T. Gill, *Children's behavior toward and understanding of robotic and living dogs*, Journal of Applied Developmental Psychology, vol. 30, 2009, pp. 92-102.

fondamentale ^[27].

Lo studio sui robot ha dimostrato che la qualità dell'interazione diminuisce rapidamente quando il repertorio comportamentale di esso è limitato, e che i bambini tendono ad annoiarsi se l'interazione risulta essere ripetitiva e prevedibile, soprattutto nei casi in cui si avrà un'interazione a lungo termine ^[28]. Infatti l'adattamento del robot ad interazioni personalizzate, sembra essere la strategia vincente per l'utilizzo di essi da parte dei bambini, quindi la continua stimolazione a sfide nuove e diverse.

I robot data la loro fisicità hanno un vantaggio in termini di interazione e manipolazione nel mondo reale rispetto ad altri agenti virtuali, in quanto sono più attraenti e hanno una presenza sociale maggiore. Molti studi infatti hanno dimostrato la tesi secondo la quale i bambini preferiscono un vero robot che una versione virtuale dello stesso.

Si deduce che l'interazione tra bambini e robot è intrinsecamente sociale, infatti è improbabile che essi lo utilizzino semplicemente come strumento ma si andrà a creare un rapporto sociale. Durante la progettazione si dovrà tenere in considerazione l'aspetto della socialità del robot.

Attualmente gli approcci utilizzati per lo sviluppo di robot sociali destinati ai bambini includono: simulazione, tecniche che utilizzano la metodologia "Wizard of Oz", tecniche miste tra "Wizard of Oz" ed autonomia del robot e completa

autonomia del robot ^[29]. Tra i fattori da tenere in considerazione nello sviluppo dei robot per bambini ci sono anche il dominio del gioco e dell'intrattenimento. Il coinvolgimento che viene suscitato nei bambini dall'interazione con i robot è attribuita alla capacità di movimento di quest'ultimo, dall'aspetto, il suono e la sua capacità decisionale.

Ad incoraggiare quindi questa interazione oltre alla fisicità del robot, vi sono anche le caratteristiche legate alla sua animazione che implicano abilità cognitive, così da estendere la semplice interazione che vi è con i semplici giocattoli. Anche l'aspetto emozionale del robot è molto importante, in quanto è preferito rispetto al semplice robot strumento, tanto da riuscire ad aumentare le prestazioni, sia in scenari legati all'insegnamento che nell'intrattenimento. Ciò che si evince da questo studio è che le competenze fisiche e comportamentali dei robot che si avvicinano a quelle umane (il movimento e le caratteristiche emozionali) rendono l'interazione più naturale e spontanea, tanto da riuscire a impiegare l'interazione con i robot sociali nel contesto terapeutico, educativo e di intrattenimento. Infatti la tipica applicazione di questi robot è quella di assistere i bambini nell'apprendimento di alcuni argomenti. All'interno della robotica educativa si sta sviluppando l'industria dell'edutainment che segue da vicino lo studio dell'interazione bambino robot, sviluppando prodotti di rilevante

27 R. M. Ryan, E. L. Deci, *Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being*, *American Psychologist*, vol. 55, 2000, pp.68-78.

28 R. Ros, I. Baroni, Y. Demiris, *Adaptive human-robot interaction in sensorimotor task instruction: From human to robot dance tutors*, *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 62, n. 6, 2014 ,pp. 707-720

29 A. F. Bravo, A. M. González, E. González, *Interactive Drama with Robots for Teaching non-technical Subject*, In *Journal of Human-Robot Interaction*, vol. 6, 2017, pp. 48-69

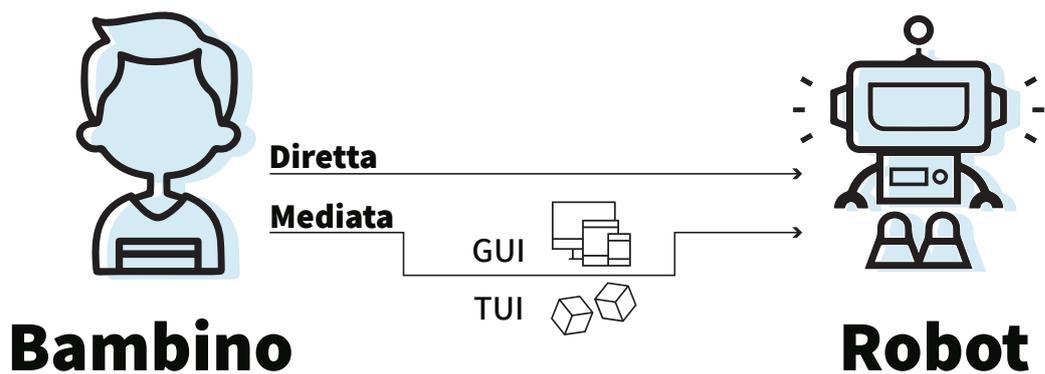


Fig 2.8. - Tipologia di interazione tra Bambino-Robot

importanza sia a livello educativo che a livello ludico.

Durante il percorso di progettazione dei robot dedicati ai bambini sarà necessario tenere in considerazione altri aspetti che sono necessari a creare un'interazione forte e di successo. Il primo è che durante lo sviluppo di piattaforme robotiche, sia necessario che esse possano essere flessibili, così da poter consentire l'esplorazione di varie situazioni da sostenere un'interazione estesa con i soggetti^[30].

L'interazione bambino-robot può essere di due diverse tipologie: un'interazione mediata, in cui l'interazione avviene non direttamente con il robot, ma attraverso altri dispositivi che comunicano con il esso, e possono essere o interfacce grafiche (GUI-*graphical user interface*) o elementi tangibili come i blocchi fisici di programmazione (TUI-*tangible user Interface*); l'altra tipologia di interazione è quella che avviene in maniera diretta, ovvero l'uomo interagisce direttamente con il robot.

Nello studio di interazioni sociali è stata utilizzata per molto tempo la metodologia "Wizard of OZ", in cui parte o tutto il comportamento del robot è

controllato a distanza, in modo tale da evitare problemi tecnici. Con l'aumentare dell'autonomia della macchina si è andati a sostituire questa metodologia nello studio dell'interazione sociale con i robot.

Un aspetto importante è quella legata alla realizzazione di tutte le aspettative che avrà il bambino in relazione all'artefatto che si troverà davanti, quindi dovrà essere in grado di produrre risposte appropriate e tempestive alle azioni dell'utente e utilizzare le informazioni sensoriali in modo socialmente sensibile. Progettando un'esperienza robotica per bambini sarà necessario analizzare ogni dettaglio, in quanto si rischia di perdere l'attenzione di essi; inoltre andranno studiate anche le possibili interruzioni dell'esperienza e soprattutto la gestione. I requisiti necessari per una corretta progettazione di robot che dovranno interagire con i bambini rendono complesso tutto il sistema. Così i principi di progettazione alla base del sistema dovranno essere correlati alla capacità del robot di facilitare uno o più obiettivi. Possiamo quindi riassumere gli aspetti rilevanti dell'interazione tra i bambini ed il robot e soprattutto per quanto riguarda

30 K. Dautenhahn, *Socially intelligent robots: dimensions of human-robot interaction*, Philosophy of transaction of royal society, 2007

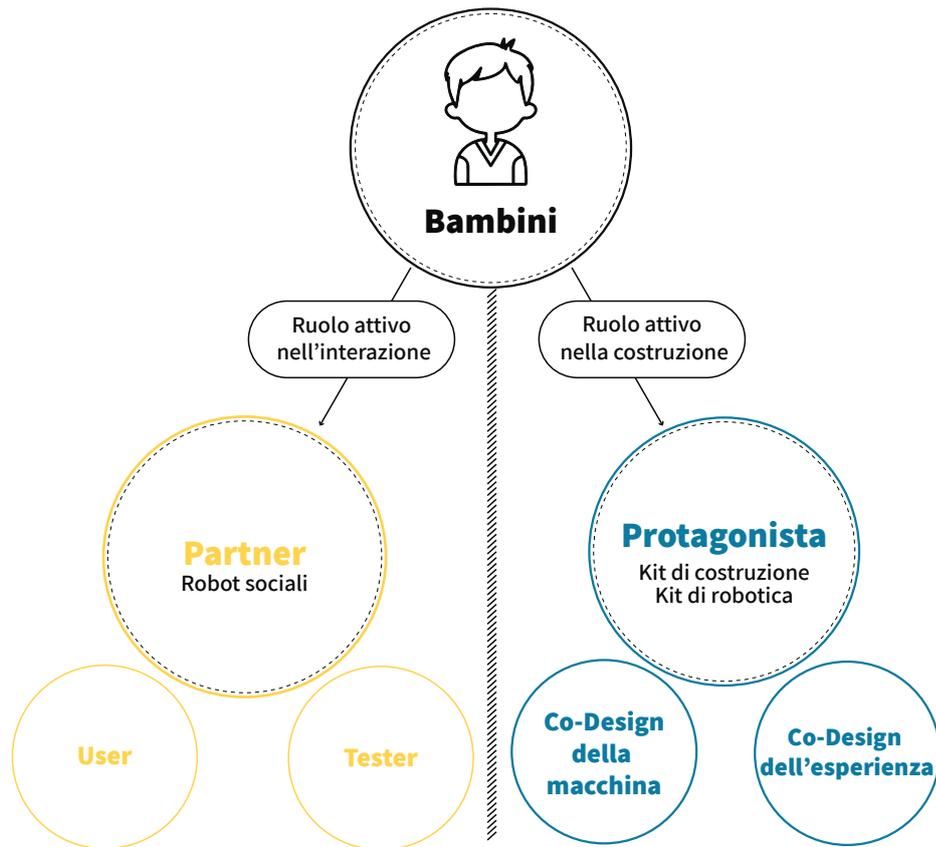


Fig 2.9. - Ruolo dei bambini nella Robotica

il successo del gioco tra questi due in:

- fisicità del robot che porta con sé la componente emozionale, quindi funziona da vero e proprio catalizzatore dell'interazione e dal fenomeno come già anticipato dell'antropomorfizzazione, anche se l'aspetto dell'artefatto è molto distante da quello di un umano;
- mobilità del robot e dalla capacità di percepire le caratteristiche fisiche dell'ambiente. Infatti con la presenza di un robot in grado di muoversi, reagire, evitare gli ostacoli e reagire con i propri comportamenti si favorisce lo sviluppo della relazione causa-effetto;
- a somiglianza del comportamento del robot con quello dei bambini sia nel

movimento che nelle caratteristiche comportamentali crea una maggiore sinergia.^[31]

2.4.1. Ruolo del bambino nella robotica

Lo studio incentrato sulle tipologie di robot per l'educazione ha portato a definire il ruolo del bambino che vi interagisce. Infatti proprio in relazione alle diverse tipologie che esso utilizza avrà ruoli diversi.

Il ruolo svolto dal bambino nell'interazione con robot sociali è un ruolo come partner, in cui l'azione è mediata dal robot, quindi il bambino subisce il robot e le sue

31 A.Traverso, V. Pennazio, *Bambini, robot: esperienze educative di gioco e di relazione*, Reladei, vol. 2, 2013

caratteristiche.

Nel ruolo come partner la tecnologia viene subita e il bambino è un destinatario finale. Infatti qui il bambino è inteso come user, ovvero utente finale, il quale non può modificare in alcun modo il comportamento dei robot, che sono principalmente autonomi. Come utente finale, i bambini possono anche svolgere il ruolo di tester, quando dovrà testare prototipi della tecnologia, e in questa fase di utilizzo sarà osservato e gli verranno chiesti i propri commenti su di essi.

Questo serve per migliorare lo sviluppo dell'interazione per arrivare poi al prodotto finito. Mediante questo ruolo di tester i bambini danno forma a nuove tecnologie prima che il prodotto arrivi in commercio. Quindi mediante l'utilizzo di prototipi i bambini possono essere osservati nell'utilizzo di esso e i ricercatori possono avere feedback diretti mediante questionari.

Dall'altra parte troviamo i bambini come protagonisti, ovvero in grado di poter guidare l'azione di costruzione del robot. Quindi i bambini intesi come costruttori saranno principalmente protagonisti della loro esperienza robotica. Questo avviene tramite l'utilizzo di kit di robotica e kit di costruzione. Mediante la costruzione del robot si avrà un bambino in grado di co-progettare la macchina, quindi realizzare un robot attraverso i pezzi forniti per l'esperienza. In questo modo vedremo come la costruzione è in grado di fornire un ruolo attivo al

bambino, che vengono considerati come veri e propri costruttori e sono loro a guidare l'esperienza stessa^[32].

I kit di costruzione portano principalmente alla progettazione dell'esperienza, quindi in grado di essere programmati.

Sia i kit di robotica che i kit di costruzione, prevedono quindi la programmazione, quindi la creazione dell'esperienza, tramite la programmazione dei comportamenti del robot.

La programmazione è fondamentalmente un'azione guidata dal processo di creazione e implementazione delle funzionalità e dei comportamenti del robot.

In questo ruolo di protagonisti i bambini si trovano ad interagire con robot che necessitano di una costruzione, sia a livello che fisico che a livello comportamentale^[33].

Ognuno di questi ruoli ha chiare differenze determinate dalla diversa tipologia di robot, ma i confini tra questa divisione in protagonisti e partner non è ben definita, in quanto aspetti dell'uno possono appartenere anche agli altri, oppure si possono creare situazioni in cui si verifichi la coesistenza di entrambe i ruoli, ma ad ogni modo la figura del bambino rimane centrale nella progettazione dei robot indirizzati a loro.^[34]

32 A. Druin, *The Role of Children in the Design of New Technology*, Behaviour and Information Technology, vol. 25, 2002

33 A. Druin, B. Bederson, A. Boltman, A. Miura, D. Knotts-Callahan, M. Platt, *Children as our technology design partners*, The design of children's technology, San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 1999

34 V. Chiarisi, D. Davison, D. Reidsma, V. Evers, *Evaluation Methods for User-Centered Child-Robot Interaction*, IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, 2016



Fig 2.10. - Robot da costruire per bambini
Immagine tratta da <https://www.dexterindustries.com>

2.5. I Robot nella Robotica educativa

L'utilizzo di robot nell'educazione finalizzati all'apprendimento è una prospettiva che si sta diffondendo sempre di più, come già evidenziato nei paragrafi dedicati all'educazione, indipendentemente dalla natura del robot utilizzato, grazie all'entusiasmo, al fascino e coinvolgimento che essi suscitano nei bambini. L'inserimento di questi artefatti nella vita dei bambini porta con sé lo sviluppo di diverse capacità e conoscenze, in base alla natura che il robot stesso avrà.

Infatti un primo movimento considera i robot come strumento, su cui i bambini hanno il controllo mediante la costruzione e programmazione. Mentre il secondo movimento emerso negli studi dell'interazione uomo-robot considera il robot come agente sociale, in cui gli studenti interagiscono con essi in modo

pseudo- sociale (cioè sono allo stesso livello del robot).

A prescindere dalla finalità dell'utilizzo del robot essi rappresentano una risorsa importante nell'ambiente dell'apprendimento che consente l'automazione e la riproducibilità delle attività.

Nel contesto dell'e-learning, i robot sono sempre più visti come un mezzo per rafforzare l'impegno, l'eccitazione e il divertimento nell'apprendimento.

Il loro ruolo può cambiare a seconda della tipologia, delle capacità che esso avrà, dall'ambiente in cui viene contestualizzato. Infatti può assumere un ruolo di facilitatore, nel quale riesce ad aiutare, suggerire e facilitare l'esperienza dei bambini che dovranno svolgere; un ruolo di feedback, il quale riesce ad agire come agente in grado di gratificare l'utente tramite una risposta, quindi reagisce ad un'azione eseguita. Svolge un ruolo come imitatore, può infatti imitare i comportamenti di chi vi interagisce o può

essere imitato, supportando l'imitazione da parte dei bambini; come mediatore, riesce a supportare le relazioni sociali che si creano durante l'interazione, sia direttamente con il robot, che con gli altri bambini; avrà anche un ruolo di limitatore, in quanto è in grado di ridurre il campo d'azione, fornendo ad esempio delle opzioni di scelta ^[35].

Infatti questa tipologia di didattica rappresenta un valore aggiunto ed uno strumento versatile innovativo e coinvolgente per i bambini, riuscendo anche a facilitare l'integrazione di coloro che hanno bisogni speciali. Insegnare mediante la robotica educativa significa: mettere il bambino al centro del processo di apprendimento e renderlo protagonista, apprendere attraverso il

fare (*learning by doing*), promuovere la figura dell'adulto (insegnante, educatore, genitore) come mediatore che coordina l'esperienza o come aiutante ed infine promuove la metacognizione ^[36].

Per questo i bambini mediante l'utilizzo della robotica in generale riescono a valorizzare le proprie conoscenze personali relative alla lingua, alla matematica, alle capacità emotive ^[37]. Lavorare in gruppo è un'importante prerogativa per la robotica che riesce infatti a far collaborare i bambini insieme andando a sviluppare la capacità di relazionarsi socialmente agli altri.

Il lavoro svolto con i robot riesce a far confrontare i bambini, a scambiare idee e opinioni ed ipotizzare, sperimentare e lavorando con questo artefatto si riesce

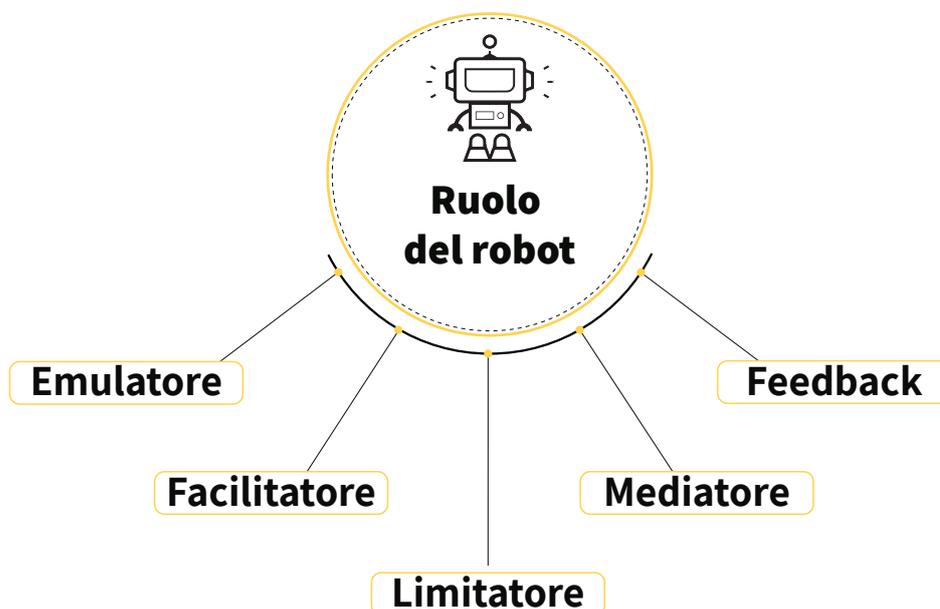


Fig 2.11. - Ruolo del Robot nella vita dei bambini

35 T. Belpaeme, P. Baxter, J. de Greeff, J. Kennedy, R. Read, R. Looije, M. Neerincx, I. Baroni, M. Coti Zelati, *Child-Robot: Perspectives and Challenges*, Springer, Bristol, Proceedings of the 5th International Conference on Social Robotics, 2013, pp. 452-459

36 M. Moro, E. Menegatti, F. Sella, M. Perona, *Imparare con la robotica: applicazioni di problem solving*, Erickson, Trento, 2011

37 K. Hatice, A. Neziha, U. Pinar, Socially Interactive Robotic Platforms as Sign Language Tutors, *International Journal of Humanoid Robotics*, vol. 11 (01):1450003, 2014

a sviluppare il pensiero computazionale. Il bambino è quindi posto al centro del suo processo di apprendimento, come "costruttore" del proprio sapere.

Il robot nel contesto di robotica educativa deve riuscire a soddisfare la sua definizione:

- deve essere in grado di spostarsi all'interno di un ambiente;
- deve essere in grado di agire nel suo ambiente;
- deve essere in grado di riconoscere il proprio ambiente.^[38]

La robotica per l'educazione quindi si riferisce alla robotica come metodo o mezzo educativo, mentre la robotica nell'educazione si riferisce a materie di ingegneria e scientifiche negli studi scolastici.

Diversi tipi di robotica educativa hanno caratteristiche diverse, ma condividono l'obiettivo comune che è quello dell'educazione^[39].

Come artefatti educativi hanno diverse soluzioni pedagogiche che indirizzano i bambini a determinate azioni e che li aiutano ad apprendere argomenti diversi. Possiamo dire che la robotica educativa offre nuove possibilità di apprendere *con, da e sui robot*.

Lo scopo principale della robotica educativa è quello di far apprendere i bambini in maniera diversa ed in un contesto differente. Il robot viene considerato come un mezzo con il ruolo di facilitare e mediare l'apprendimento. I vantaggi in relazione alla sfera ludico-educativa sono molteplici, come: il riuscire a generare stupore ed interesse, creare un coinvolgimento emotivo così da poter far avvicinare maggiormente il bambino all'artefatto,

stimolare e mantenere l'attenzione e riuscire a favorire l'apprendimento e la generalizzazione di competenze

Al centro del processo di apprendimento vi è la costruzione di conoscenze e la loro acquisizione, che si verificano nel momento in cui vi è una capacità comunicativa, quindi un contesto attraverso il quale si crea una comunicazione.

La comunicazione è il processo attraverso il quale l'essere umano riesce ad immaginare, astrarre, riflettere e interagire con l'ambiente e i suoi abitanti. Uno dei punti salienti della comunicazione e di conseguenza della comprensione è l'empatia con cui ci si relaziona all'oggetto che comunica, che consente quindi alle persone di potersi aprire e riuscire ad accettare e comprendere la prospettiva altrui. Così facendo l'empatia funziona come catalizzatore e supporto dell'interazione crea così un ambiente per il supporto sia affettivo che cognitivo. Un approccio empatico infatti può essere utilizzato nella progettazione in ambienti in cui la tecnologia fa da padrona.

L'empatia di conseguenza valorizza i compiti e la comprensione dei bambini e gli consente così un maggior controllo sull'apprendimento.

Nel contesto della robotica educativa e nella progettazione di tali artefatti si riconosce l'importanza del lavoro svolto dalle discipline del design, che come già detto oltre a studiare il robot e l'artefatto da progettare e utilizzare, deve riuscire a comprendere ed osservare la modalità con la quale i bambini si relazionano a tali manufatti per capire l'intento finale di costruire nuove conoscenze.

38 A. Cappelli, E. Giovannetti, *L'interazione Uomo-Robot*, RoboCare Technical Reports, n.1, 2003

39 G. Alessandri, *Dal desktop a Second Life. Tecnologie nella didattica*, Morlacchi Editore, Perugia, 2008

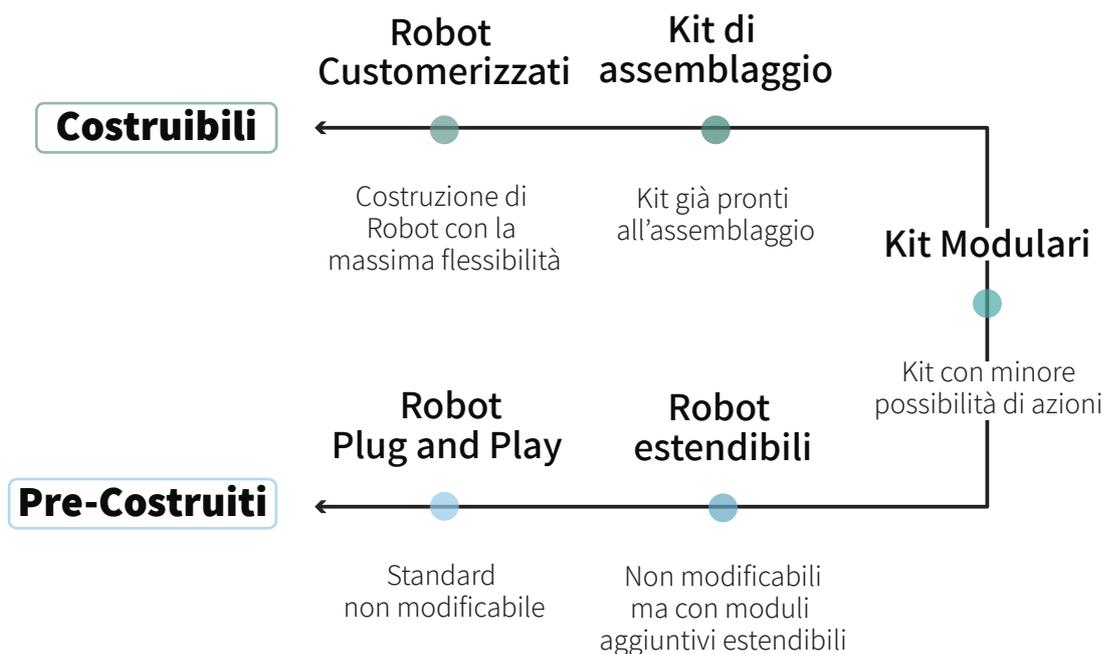


Fig 2.12. - Tipologie di Robot per bambini

2.5.1. Robot come strumenti

I robot come strumenti di movimento portano con se l'idea di poter fornire ai bambini robot reali che possono essere costruiti; questo significa costruire la parte relativa all' hardware attraverso kit composti da parti facilmente intercambiabili, o realizzare la parte software attraverso la programmazione, o addirittura entrambi.

Nell'utilizzo dei robot intesi come strumenti giocano un ruolo chiave molti principi educativi:

- l'apprendimento con i robot, attraverso cui Papert con il suo costruttivismo supportava e sosteneva l'idea di un maggior apprendimento relativo alla matematica e alla risoluzione di problemi

mediante elementi incorporati nel processo di programmazione creativa. Costruendo la conoscenza desiderata da soli l'apprendimento per i bambini è facilitato, infatti i robot svolgono proprio la funzione di facilitatori. Ciò che si evince dall'apprendimento mediante programmazione e costruzione di artefatti robotici è che essi possono apparire come giocattoli intelligenti;^[40]

- l'apprendimento attraverso interazione diretta, in cui gli studenti costruiscono e testano robot fisici così da poter acquisire conoscenze reali e non astratte. La metodologia utilizzata sfrutta i benefici mediante manipolazione tattile;^[41]

- l'apprendimento per singole parti, il quale consente agli studenti di capire come i sistemi complessi sono composti da molte parti che funzionano permettendo loro di programmare le

40 D. P. Miller, I. R. Nourbakhsh, R. Siegwart, *Robots for Education*, In Springer Handbook of Robotics, 2008

41 J. Johnson, *Children, robotics, and education*, *Artificial Life and Robotics*, vol.7(1):16–21,2003



Fig 2.13. - Robot Jibo
Immagine tratta da <https://www.hurolife.it>

singole parti. Questo avviene costruendo singoli robot attraverso parti robotiche comuni (come sensori e attuatori),^[42] - apprendimento con dinamiche evolutive, questo consente agli studenti di costruire organismi artificiali con sensori, attuatori e una "mente" (ovvero la programmazione) che imita i componenti degli organismi biologici. Guardando alla meccanica di queste piattaforme programmabili vediamo come esse si suddividano in base al grado di hardware da programmare, infatti si va da robot completamente costruibili a completamente pre-costruiti. Si osserva come questa tipologia di robot porta ad un'acquisizione di conoscenze legate soprattutto a materie scientifiche, quali la matematica e la fisica.

2.5.2. Robot come agenti sociali

Questa tipologia coinvolge tutti quei robot che sono dotati di aspetti sociali, emotivi e cognitivi dell'interazione uomo robot.

L'utilizzo di robot sociali all'interno dell'ambiente di apprendimento è di recente introduzione, infatti essi erano principalmente utilizzati come aiuto per le persone con bisogni speciali, soprattutto gli anziani e i bambini con problemi motori e cognitivi.

L'introduzione in altri scenari di questi robot ha richiesto la chiarificazione del loro ruolo all'interno dello contesto educativo.^[43]

Una prima risposta data all'introduzione

42 O. Miglino, H. H. Lund, M. Cardaci, *Robotics as an Educational Tool*, Journal of Interactive Learning Research, vol. 10, n. 1, 1999

43 T. Salter, I. Werry, F. Michaud, *Going into the wild in child-robot interaction studies: issues in social robotic development*, Springer, 2008

di questi nel contesto educativo era il fatto che potessero essere dei *tutor* efficaci, in cui la convinzione centrale era che tali robot avevano la capacità di mantenere stati emotivi e cognitivi molto alti attraverso un insegnamento simile a quello degli educatori umani ^[44]. Un secondo approccio emerso in seguito definisce l'uso dei robot sociali come *peer* per gli studenti, in cui i robot non insegnano direttamente ma preferiscono metodi indiretti.

La metodologia utilizzata in questo paradigma robot *as peers* è quella di camuffare il robot da coetaneo dei bambini, che ha bisogno del loro aiuto ^[45]. La logica che viene utilizzata nei robot sociali è quella di suscitare un desiderio di cura verso questi artefatti da parte dei bambini.

Attraverso questo metodo in cui viene rivolta una particolare attenzione al robot, i bambini sono influenzati nell'attenzione e di conseguenza avranno un maggiore apprendimento. Tutto questo porta ad un miglioramento di conoscenze acquisite, in quanto i bambini sono in grado di avere un ruolo più attivo nel processo di apprendimento. Entrambe gli approcci presentano molte opportunità potenzialmente accessibili:

- incremento del coinvolgimento dei bambini dato dalla presenza del robot;
- automazione dell'interazione fisica, quindi implementazione dell'uso delle azioni fisiche durante l'apprendimento;
- tutoraggio o aiuto individuale, con applicazioni di strategie di apprendimento uguali.

Il metodo di apprendimento sociale

più comune, attraverso quindi robot intesi come agenti sociali è quello dell'imitazione. Infatti l'imitazione è un meccanismo importante per l'apprendimento dei comportamenti sociali nei primati ed in altre specie umane. Con i robot l'imitazione si basa su capacità percettive, cognitive e motorie, così da basare l'apprendimento sull'osservazione di essi e sull'interazione che si crea.

Quindi la capacità di apprendere dall'osservazione si basa sulla capacità del robot di ottenere comportamenti in grado di imitare comportamenti.

I bambini che vi si avvicinano non sono nella posizione di poter modificare il comportamento o l'aspetto del robot come avviene negli altri. Infatti anche in base agli approcci citati precedentemente questi robot sono considerati alla pari, come compagni o come collaboratori per arrivare ad un fine ultimo. I robot sono capaci di attirare immediatamente su di loro l'attenzione di un bambino, che deve essere mantenuta ed incoraggiata da un'interazione che si prolunga nel tempo.

Infatti l'artefatto fisico, il robot, rispetto ad un agente software è capace di attirare l'attenzione su di sé data la novità della sua fisicità. Anche attraverso il movimento, che esso sia locale o generale, può attirare l'attenzione dei bambini sul robot.

I bambini, soprattutto i più piccoli, tendono a percepire l'animismo in un robot con competenze sociali così che gli attribuiscono qualità cognitive e affettive al robot stesso. Tutto questo implica la

44 C.C. Chase, D. B. Chin, M. A. Opezzo, D. L. Schwartz, *Teachable Agents and the Protégé Effect: Increasing the Effort Towards Learning*, Journal of Science Education and Technology, vol. 18, 2009, pp.334–352

45 T. Kanda, T. Hirano, D. Eaton, H. Ishiguro, *Interactive robots as social partners and peer tutors for children: a field trial*, Journal Human-Computer Interaction, vol. 19, n. 1, 2004, pp. 61-84

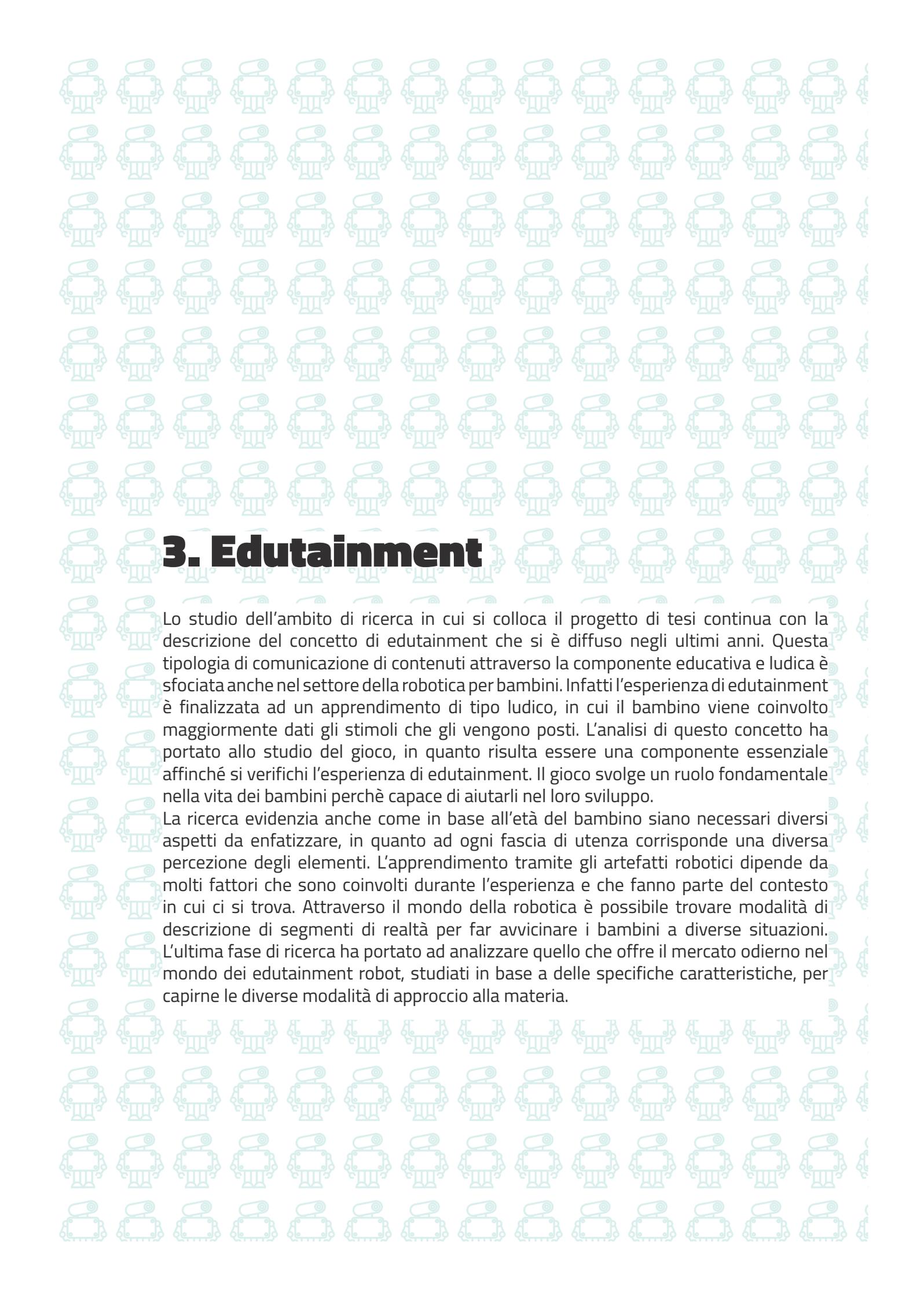
sfida in cui i robot raccolgono l'impegno di bambini in virtù delle aspettative in base alla sua morfologia, con ciò il design deve combaciare perfettamente con questi desideri in modo da evitare reazioni negative.

Considerando i domini di apprendimento toccati dai robot come agenti sociali incontriamo un target di soggetti diversi rispetto ai robot come strumenti, dove l'insegnamento STEM è prevalente. La ricerca si sta portando avanti con i robot sociali per accrescere il dominio di conoscenze da trasmettere.

Un esempio di area in cui si sono affermati i robot sociali è quella relativa all'insegnamento di lingue secondarie, ma spaziano anche su argomenti non curricolari tra cui: l'educazione alla salute ^[46], la narrazione ^[47], attività motorie.

46 H.O.A. Blanson, B.P.B. Bierman, J. Janssen, M. A. Neerincx, R. Looije, H. van der Bosch, et al., *Using a robot to personalise health education for children with diabetes type 1: A pilot study*, Patient Education and Counseling, vol. 92, 2013, pp. 174–181

47 I. Leite, M. McCoy, M. Lohani, D. Ullman, N. Salomons, C. Stokes, S. Rivers, B. Scassellati, *Emotional Storytelling in the Classroom: Individual versus Group Interaction between Children and Robots*, In ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI), 2015, pp.75–82



3. Edutainment

Lo studio dell'ambito di ricerca in cui si colloca il progetto di tesi continua con la descrizione del concetto di edutainment che si è diffuso negli ultimi anni. Questa tipologia di comunicazione di contenuti attraverso la componente educativa e ludica è sfociata anche nel settore della robotica per bambini. Infatti l'esperienza di edutainment è finalizzata ad un apprendimento di tipo ludico, in cui il bambino viene coinvolto maggiormente dai stimoli che gli vengono posti. L'analisi di questo concetto ha portato allo studio del gioco, in quanto risulta essere una componente essenziale affinché si verifichi l'esperienza di edutainment. Il gioco svolge un ruolo fondamentale nella vita dei bambini perché capace di aiutarli nel loro sviluppo.

La ricerca evidenzia anche come in base all'età del bambino siano necessari diversi aspetti da enfatizzare, in quanto ad ogni fascia di utenza corrisponde una diversa percezione degli elementi. L'apprendimento tramite gli artefatti robotici dipende da molti fattori che sono coinvolti durante l'esperienza e che fanno parte del contesto in cui ci si trova. Attraverso il mondo della robotica è possibile trovare modalità di descrizione di segmenti di realtà per far avvicinare i bambini a diverse situazioni. L'ultima fase di ricerca ha portato ad analizzare quello che offre il mercato odierno nel mondo dei edutainment robot, studiati in base a delle specifiche caratteristiche, per capirne le diverse modalità di approccio alla materia.

3.1. Il concetto di Edutainment

Il termine edutainment deriva dal neologismo di intrattenimento ed educazione, il cui scopo principale è quello di supportare l'educazione con l'intrattenimento, tenendo in considerazione che i bambini apprendono più velocemente giocando. L'edutainment è un genere ibrido, il quale si basa molto sul materiale visivo, formati narrativi e di gioco, così da mantenere e attirare l'attenzione degli studenti, coinvolgendo le loro emozioni e coinvolge una pedagogia interattiva, in cui si sottolinea come l'apprendimento sia inevitabilmente divertente ^[1]. Proprio l'edutainment è stato utilizzato in origine come principio per la produzione di giochi educativi per computer sin dagli anni '70. Esso è utilizzato come supporto al metodo di educazione tradizionale ^[2]. Sia l'edutainment che i giochi, attraverso i quali si apprende, includono obiettivi relativi all'apprendimento e alla

formazione di attività di intrattenimento. L'edutainment a differenza del gioco fa molto affidamento sui media, incluso il gioco del computer, mentre l'altro si riferisce ad attività che possono prevedere o meno la presenza dei media. Il prodotto che ne deriva proviene da un'esigenza di comunicare divertendo, in maniera differenziata in base all'utenza di riferimento.

Troviamo infatti distinzioni diverse in base all'utenza di riferimento del prodotto dell'edutainment:

- riferito alla fascia pre-scolare, quindi destinato a chi si avvicina per le prime volte al mondo dell'informatica, attraverso il coinvolgimento si effettuano scelte pre-compilate seguendo una semplice narrazione ipertestuale con scopo educativo;
- per i ragazzi di diversi livelli scolastici, in cui il prodotto è pensato per supportare ed interagire con le diverse attività didattiche;
- per un'utenza extra-scolastica, il prodotto è in grado di fornire approfondimenti su cultura generale; l'esperienza viene realizzata per mezzo

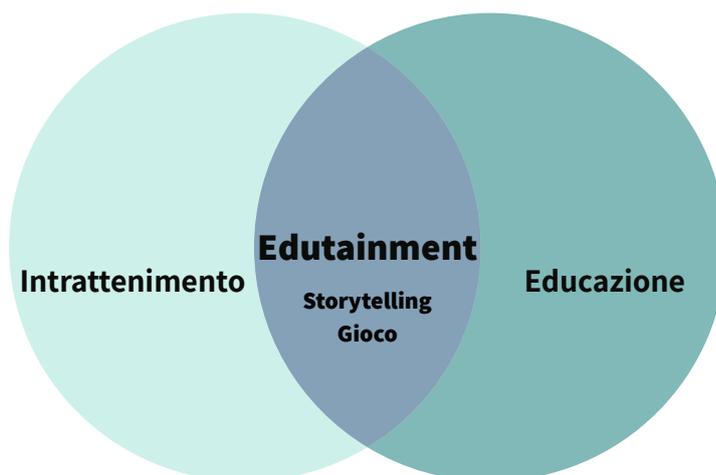


Fig 3.1. - Componenti dell'edutainment

1 D. Buckingham, M. Scanlon, *Selling learning: Towards a political economy of edutainment media*, Media, Culture and Society, vol. 27, 2005, pp. 41-58

2 N. Aksakal, *Theoretical View to the Approach of the Edutainment*, Elsevier, 2015

di tecnologie innovative di interazione virtuale.^[3]

L'edutainment va anche a supportare l'apprendimento significativo, attraverso in quale di cerca di dare un senso alle conoscenze integrandole con quelle già possedute, unite al divertimento, i quali si sostengono nella maniera in cui il primo tratti contenuti difficili e necessita di coinvolgere sforzi cognitivi ed emotivi per facilitare la comprensione.

In base alla letteratura e ai prodotti che offre il mercato l'edutainment dedicato ad un'utenza scolastica si è notato come esso sia densamente attivo, soprattutto in relazione al campo della robotica. Infatti si è passati da visualizzazioni basate soltanto su schermi ad interazioni e realizzazioni con una realtà fisica.

L'utilizzo di immagini è molto enfatizzato così da poter rendere l'apprendimento un'esperienza immersiva, in cui l'utente riesce ad utilizzare tutti i sensi.

Le ricerche sulla psicologia dell'educazione suggeriscono che l'importanza dell'aggiunta di contenuti visuo-spaziali sembra essere efficace per l'apprendimento se vi è relazione tra le immagini e gli obiettivi di conoscenze da trasmettere. Proprio per questo molti software di edutainment utilizzano le animazioni come mezzo per migliorare l'apprendimento e lo sviluppo, infatti come sostiene Mayer e Moreno^[4], esse solo utili se vengono elaborate in maniera cognitiva attiva.

I materiali dell'edutainment stanno apportando sempre più un cambiamento

nella definizione del processo di apprendimento, così da entrare in ogni contesto legato ai bambini, e richiedono uno studio molto più complesso del mero colore e movimento, per coinvolgere il dominio affettivo.

La questione più importante in relazione all'edutainment è la motivazione, ovvero il fatto che questi software/hardware riescano a far esplorare ai bambini argomenti in modo più approfondito, poiché essi sono motivati per mezzo di esperienze coinvolgenti (i sensi sono implicati a tutti i livelli) ed interattive. Quindi i bambini prestano maggiore attenzione alle informazioni presentate in modo dinamico.

Alcuni studi mostrano come la motivazione dipende da un complesso mix di fattori intrinseci ed estrinseci. La motivazione intrinseca viene definita come la tendenza ad impegnarsi in attività per il proprio interesse, per il piacere e per il soddisfacimento della curiosità; mentre quella estrinseca riguarda il raggiungimento di risultati in grado di dare riconoscimento, voti, le quali non sono correlate all'atto di apprendimento^[5].

L'interesse di conseguenza viene collegato direttamente alla motivazione, in maniera tale che esso crea un circolo virtuoso all'interno del quale le esperienze positive iniziali di una particolare attività portano ad una maggiore motivazione ad impegnarsi in essa, così da aumentare le competenze e le conoscenze.

3 O. V. Anikina, E. V. Yakimenko, *Edutainment as a modern technology of education*, Procedia - Social and Behavioral Sciences, vol. 166, 2015, pp. 475-479

4 R.E. Mayer, R. Moreno, *Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning*, Educational Psychologist, vol. 38, 2003, pp. 43-52

5 M. V. Covington, K. J. Müeller, *Intrinsic Versus Extrinsic Motivation: An Approach/Avoidance Reformulation*, Springer, Educational Psychology Review, Vol. 13, No. 2, 2001, pp. 157-176,

L'interesse individuale si sviluppa attraverso la ripetuta esperienza di interesse situazionale, che punta di conseguenza al valore di contesti e situazioni che ispirano il nostro interesse. Secondo Suzanne Hidi ^[6] l'interesse si sviluppa in varie fasi, che vanno dall'esterno (interesse situazionale) verso l'interno (interesse individuale); la prima riguarda l'interesse innescato dalla situazione che circonda il bambino e il mantenimento di esso. Da qui scaturisce la fase in cui emerge l'interesse individuale con il suo relativo sviluppo.

Negli studi viene evidenziato come i bambini motivati intrinsecamente tendono a lavorare maggiormente e derivano dall'esplorazione attiva di soluzioni, di dare e ricevere feedback.

L'edutainment può essere organizzato in diverse modalità:

- *basato sull'atteggiamento*, che a sua volta può essere suddiviso in interattivo/partecipativo, in cui i bambini possono giocare e partecipare, mentre non interattivo in cui i bambini sono soltanto spettatori, quindi possono sedersi ed esplorare (quello che succede nella maggior parte dei musei, film, zoo e nelle dimostrazioni).

- *basato sullo scopo e sul contenuto*, in cui si avrà un'educazione informale che riesce a migliorare il controllo sull'apprendimento degli studenti e riuscirà ad offrire esperienze come la simulazione;

- *basato sul gruppo di target*, il che include un orientamento verso la motivazione

(bambini che condividono lo stesso interesse) e un orientamento verso l'età (bambini che hanno la stessa fascia d'età);

- *basato sul tipo di media contenuto*, quindi in relazione ai contenuti in tv, quelli relativi a giochi al Computer, a giochi robotici e ai servizi offerti dal web. ^[7]

L'edutainment è un atto di apprendimento attraverso vari media, come i programmi televisivi, videogiochi, film, musica, siti Web, robotica, software per computer. Lo sviluppo del suo ambiente è inteso per implementare innovazioni tecnologiche nell'educazione.

Gli aspetti molto importanti che accomunano la dimensione del gioco e quella dell'edutainment è che entrambe sono attività divertenti in cui si apprende allo stesso tempo, infatti rappresenta una strategia di insegnamento efficace sia all'interno che all'esterno del contesto formale scolastico. Queste attività sono in grado di fa

cilitare l'apprendimento e riesco a far riflettere sui concetti assimilati e rielaborarli; dunque riescono a favorire un comportamento verso l'apprendimento di tipo dinamico.

3.1.1. L'esperienza di edutainment

Dal punto di vista dell'esperienza l'edutainment, essa si svolge mediante l'interazione tra il soggetto (nel caso specifico dell'elaborato è il bambino) e l'oggetto (il prodotto derivante

6 S. Hidi, *Interest: a unique motivational variable*, Educational Research Review, vol. 1, n. 2, 2006 pp. 69-82

7 K. Rapeepisarn, K.W. Wong, C.C. Fung, A. Depickere, *Similarities and differences between "learn through play" and "edutainment"*, Proc. of the 3rd Australasian Conference on Interactive Entertainment, Perth, 2006

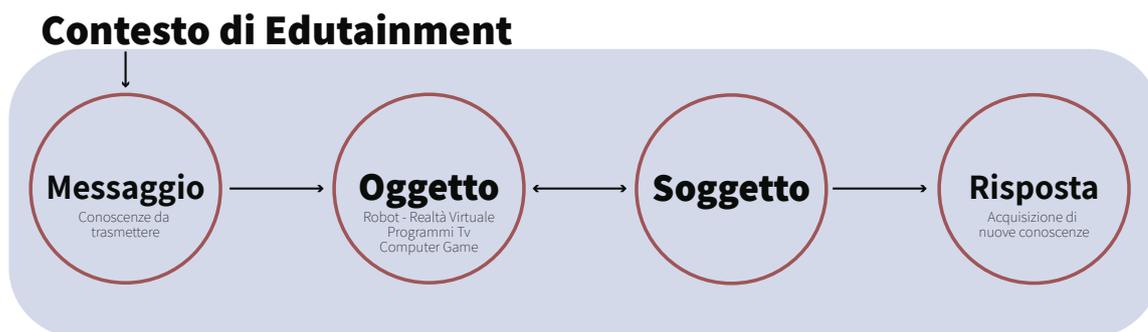


Fig 3.2. - Sintesi del processo di Edutainment

dall'applicazione dell'edutainment, che può essere sia virtuale, nel caso del computer e realtà aumentata, che fisico, con applicazione nella robotica) all'interno di un determinato contesto nel quale ci si andrà a collocare ^[8]. Quindi attraverso l'interazione di questi due elementi si andrà a creare l'esperienza di edutainment. L'oggetto dell'esperienza di edutainment porta con se un importante elemento, ovvero il messaggio che esso veicola, che ha sia un contenuto educativo che un contenuto di intrattenimento.

Il soggetto dell'esperienza esprime la propria personalità, aggiungendo le sue reazioni soggettive, così da poter esprimere la propria personalità. Quindi il contenuto del messaggio che viene veicolato tramite l'oggetto dell'edutainment (intrattenimento ed educazione) e il contributo del consumatore (con le sue reazioni) danno luogo all'esperienza dell'edutainment con cui vengono acquisite nuove conoscenze.

Risulta evidente come il consumo dell'edutainment è arricchito e trasformato

dalle molte tecnologie interattive e in base al messaggio e alla modalità con le quali dovranno essere utilizzate verranno scelte in base alle loro caratteristiche.

Ma le caratteristiche che accomunano queste tecnologie sono:

- interattività, ovvero la capacità di rispondere agli input di un'utente;
- capacità di consegnare il contenuto del messaggio in un ambiente virtuale.

Le applicazioni multimediali, la connettività e l'interazione rendono quindi la tecnologia una variabile, non un mezzo, con qui si arricchisce l'esperienza e il suo valore. ^[9]

L'uso delle tecnologie e l'effetto che hanno nell'ambiente dell'edutainment riesce a svilupparsi in contemporanea con un nuovo messaggio, soggetto e contesto. Infatti riguardo al messaggio le tecnologie hanno un duplice effetto: da un lato la loro applicazione multimediale può ricreare il contenuto educativo in un ambiente virtuale, dall'altro lo arricchiscono con nuovi dettagli, aumentando il contenuto di intrattenimento. Gli effetti delle nuove tecnologie nell'edutainment coinvolgono

8 M. Addis, *New technologies and cultural consumption- edutainment in born!*, In European Journal of Marketing, Vol. 39, 2005, pp 729-736

9 L. Jarvin, *Edutainment, games, and the future of education in a digital world*. In E.L. Gricorenko (Ed.), *The global context for new directions for child and adolescent development*, New Directions for Child and Adolescent Development, 147, 2005, pp.33-40

non soltanto il soggetto e il messaggio, ma anche il contesto ambientale (inteso sia spaziale, temporale e sociale) in cui l'individuo si trova; infatti proprio per questo le nuove tecnologie possono essere considerate uno stimolo ambientale che ha un'impatto diretto sul coinvolgimento nell'esperienza.

A condizionare anche l'esperienza c'è la componente emozionale che svolge un ruolo significativo nel comportamento umano, nella comunicazione e nell'interazione con gli oggetti stessi. Infatti proprio le emozioni influenzano i processi cognitivi, soprattutto quelli legati alla sfera della risoluzione dei problemi e il processo decisionale.

Le emozioni sono fenomeni complessi e spesso strettamente legati al contesto sociale in cui ci si trova. Questa componente è stata sempre più utilizzata nell'interfaccia e nella progettazione di robot, così da integrare all'interno di questi prodotti la componente emotiva. Le emozioni artificiali in particolare sono usate nei robot sociali per aiutare e facilitare l'interazione credibile tra uomo e robot. Queste emozioni artificiali riescono anche a fornire feedback all'utente per indicare ad esempio lo stato del robot, il comportamento e riflettere su come il robot è influenzato dall'ambiente e dalle azioni.^[10]

3.2. Funzione del gioco nella vita dei bambini

Il gioco rappresenta una specifica area di esperienza, un contesto di transizione tra il bambino e l'ambiente in cui si trova. Rappresenta anche una modalità in cui intraprendere ed esplorare un segmento di mondo in cui i bambini riescono ad apprendere.^[11]

Nel percorso di studio e progettazione di un artefatto di edutainment, la componente del gioco svolge un ruolo fondamentale ed è stato necessario definirlo in tutti i suoi significati, dato che è uno strumento in grado di veicolare l'apprendimento dei bambini.

Riuscire a definire il gioco in maniera univoca risulta essere molto complesso. Giocare significa impegnarsi e per gli umani è di vitale importanza per lo sviluppo. È da intendersi che il gioco non si limita semplicemente alle fasce di utenza dei bambini, ma è anche destinato agli adulti. Il gioco è più diffuso nei più piccoli, quindi nei periodi di maggior sviluppo del cervello, sembra promuoverne il processo di evoluzione. Proprio attraverso il gioco i bambini, soprattutto in età precoce, si impegnano ed interagiscono con il mondo che li circonda e fornisce un mezzo per ricavare significato per avere una stimolazione sia mentale che fisica.

Il gioco permette ai bambini di crescere ed esplorare il mondo conquistando

10 T. Fong, I. Nourbakhsh, K. Dautenhahn, *A survey of socially interactive robots*, Robotics and Autonomous Systems, vol. 42, n. 3-4, 2003, pp. 143-166

11 A. C. Bundy, *Assessment of play and leisure: Delineation of the problem*, American Journal of Occupational Therapy, vol. 41, 1993, pp. 217-222

delle tappe, sia in collaborazione che con un lavoro individuale ^[12]. Lo scopo finale del gioco è quello di fornire stimoli per uno sviluppo percettivo, motorio e neurale adeguato.

Attraverso il gioco il bambino è in grado di sviluppare una flessibilità di pensiero che gli consente di poter vedere in maniera diversa le cose, attuare strategie per affrontare i problemi ed in un contesto senza conseguenze. Infatti proprio il contesto del gioco riesce a far concentrare i bambini sui mezzi piuttosto che sul fine.

Tina Bruce^[13] è riuscita ad identificare delle caratteristiche comuni ad ogni tipologia di gioco: esso è un processo attivo ed è motivato, non esercita alcuna pressione esterna per confrontarsi con le regole, obiettivi e compiti. Esso può essere un meccanismo di integrazione, in grado di riuscire a riunire tutto ciò che apprendiamo. Durante il gioco può essere espressa la creatività, la fantasia, l'originalità, così che i giocatori possono esprimere idee, sentimenti e reazioni. Il flusso di gioco ci permette di utilizzare abilità tecniche, padronanza e competenza sviluppati precedentemente.

La consapevolezza più importante è che il gioco permette ai bambini di usare la loro creatività mentre sviluppano la loro immaginazione, la destrezza e la forza fisica, cognitiva ed emotiva. Proprio attraverso il gioco che i bambini si impegnano e riescono ad interagire con il mondo che li circonda e fornisce loro

un mezzo per ricavare significato dalle loro esperienze.

Un' importante caratteristica del gioco è che attraverso esso ci si avventura in territori sconosciuti, in modo tale che durante quest'attività i bambini possono trovare nuovi modi con cui interagire con l'ambiente che lo circonda, sia con gli altri bambini che con il giocattolo stesso. Questi processi riescono a creare nel bambino una comprensione del mondo e la novità ha un'impatto importante sia sull'apprendimento che sulla memoria. Dall'analisi fatta da Russ^[14], si evince come le capacità più importanti che il gioco sviluppa sono: capacità cognitive, relative al problem solving (insight, pensiero divergente, flessibilità ideativa); capacità emotive, in cui si riduce la costrizione emotiva e permette l'esperienza di emozioni positive nella vita; capacità interpersonali, ovvero di assumere la prospettiva dell'altro e di provare empatia; ed infine capacità adattive.

Esistono molte motivazioni legate all'utilizzo del gioco in quanto riesce a regalare esperienze piacevoli e preziose per chi partecipa a prescindere dall'età. Per prima cosa attraverso il gioco si potrà riflettere, diventare consapevoli ed integrare nuove conoscenze; quindi il giocatore è immerso in idee, sentimenti e relazioni riuscendo a riflettere così da diventare consapevole delle conoscenze acquisite.

Il gioco è un meccanismo di integrazione, che unisce tutto ciò che apprendiamo,

12 L. A. Barnett, *Playfulness: Definition, design and measurement*, Play & Culture, vol. 31, 1990, pp. 319-33

13 T. Bruce, *Learning through Play: Babies, Toddlers and the Foundation Years*, London: Hodder and Stoughton, 2001

14 S. Walker Russ, *Affect and Creativity. The Role of Affect and Play in the Creative Process*, 1st Edition, New York, 1993

conosciamo, sentiamo e capiamo.

L'impegno impiegato in un gioco è di tipo profondo, così da ignorare le distrazioni ed è allo stesso tempo stimolante e rilassante.

Nel contesto di gioco è possibile vedere l'auto-espressione dell'individuo, in cui esso è in grado di lasciare un segno in un mondo immaginario e di riuscire ad esprimersi al suo interno, così da provare emozioni positive sentendosi orgogliosi, costruendo anche l'autostima.

L'utilizzo di giochi permette di avere nuovi modi di vedere le cose, così da sbloccare nuove prospettive, creando una padronanza e un'ampia conoscenza di un dominio.

Il gioco significa innovazione in relazione al fatto che il giocatore opera all'interno di un contesto di coinvolgimento e creatività elevata, generando idee che sono sorprendenti e preziose per se stessi e gli altri. Il gioco permette quindi di sviluppare la capacità di sfruttare al meglio ciò che si è in grado di dare in base ai propri punti di forza e debolezza per arrivare all'auto-realizzazione, ovvero il compimento delle proprio potenziale.

3.2.1. Gioco medium per l'apprendimento

Apprendere è una delle più singolari caratteristiche della vita umana e lo si può fare attraverso molteplici azioni come ascoltare, guardare, svolgere un'attività. Tutto questo deve essere supportato dalla motivazione. L'apprendimento può avvenire interagendo con altri esseri umani (imitandone i comportamenti, ascoltando quello che dicono) oppure interagendo con opere prodotte da altri essere umani (libri, quadri, etc.). Attraverso l'attività di apprendimento che si svolge mediante il gioco è possibile

comprendere le basi di essa, il livello di crescita e di maturazione del bambino. Mediante il gioco il bambino può exteriorizzare il mondo che ha dentro e mette in evidenza la sua esigenza di voler comunicare e socializzare; proprio per questo l'attività ludica è la forma più spontanea di socializzazione.

La ricerca ha dimostrato come il gioco è un importante mediatore per attivare l'apprendimento in ogni periodo della vita, in cui viene stimolata la formazione della personalità, che prepara ad assimilare regole e migliorare l'interazione sociale. Per questo il gioco viene considerato spesso sinonimo di apprendimento in quanto comporta l'attivazione dei piani motorio, emotivo, intellettuale, relazionale e sociale.

Con l'attività ludica il bambino è in grado di apprendere e di migliorare capacità quali la fantasia, il confronto, la comunicazione, l'imitazione e lo scambio di ruoli.

I giochi, possano essi essere sia intellettuali, sia a motori, che di gruppo, contribuiscono alla formazione cognitiva ed attivano l'evoluzione affettiva dei bambini, così da poter essere utilizzati come strumenti per motivare l'apprendimento formativo nei bambini. Nel contesto del gioco il bambino cerca un suo spazio di manovra per esprimere la sua creatività esistenziale, che andrà ad influenzare i vari livelli di interesse per l'atteggiamento ludico nelle varie classi. L'utilizzo di giochi permette ai bambini di svolgere un'attività coinvolgente e consapevole, alla quale esso dedica molti sforzi e dalla quale si aspetta una soddisfazione e appagamento di ritorno. Indipendentemente dalla tipologia di gioco che viene utilizzata, l'apprendimento avverrà quando l'attività è vissuta come giocosa, ed aiuta i bambini a trovare un significato in quello che sta facendo, coinvolgendo

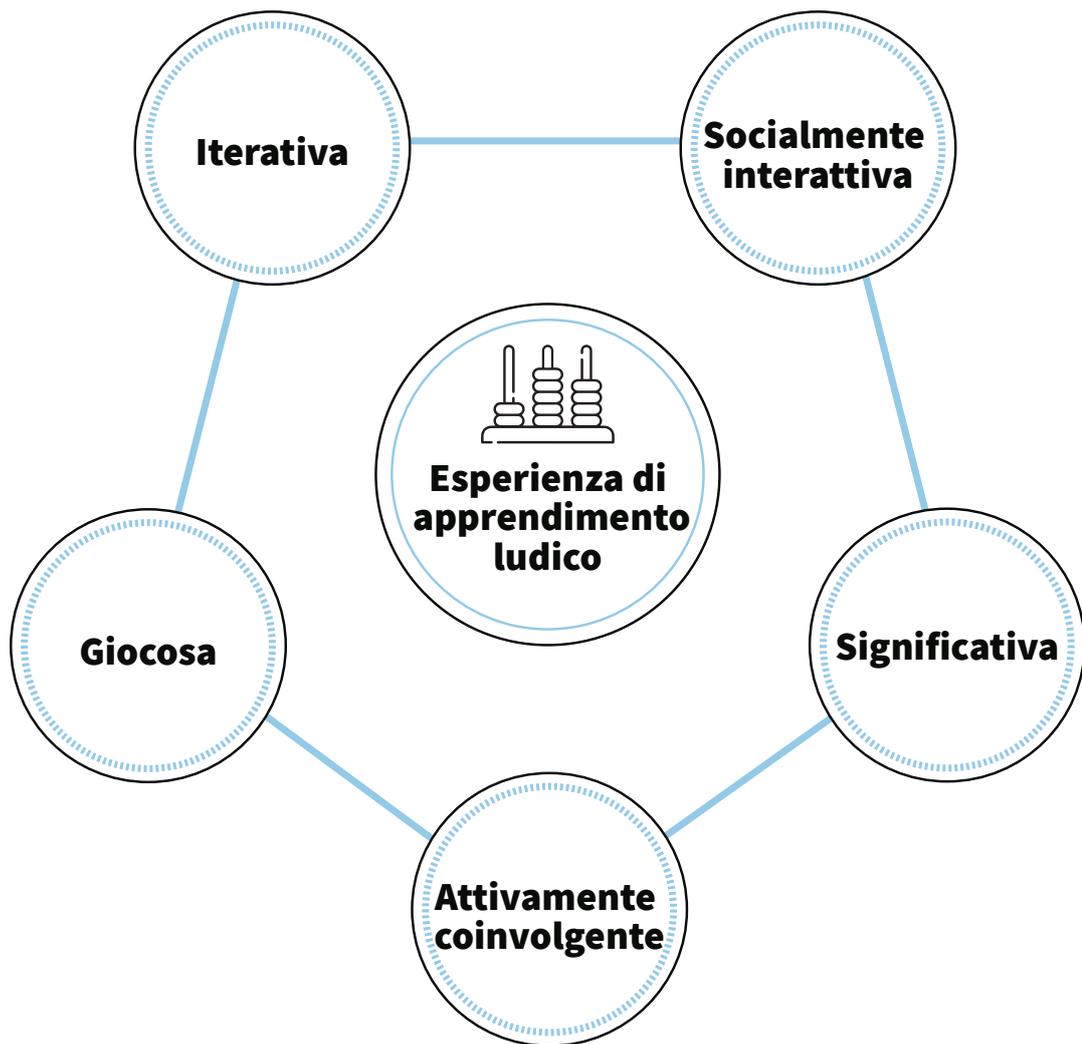


Fig 3.3. - Caratteristiche dell'apprendimento ludico

il pensiero attivo, il pensiero iterativo e l'interazione sociale.

I bambini per apprendere devono essere attivi ed impegnati con un materiale significativo, specialmente se si trovano in contesti socialmente interattivi. Le caratteristiche che riflettono un'esperienza di apprendimento giocoso sono: giocosa, intesa come divertente e piacevole, significativa, quando i bambini trovano un significato all'esperienza,

attivamente coinvolgente, iterativa, la quale conduce il bambino ad un apprendimento più profondo perché capace di provare le varie possibilità e rivederle, ed infine socialmente interattivo^[15].

Oltre il gioco anche l'imitazione, ed i sogni sono mezzi importanti per far sviluppare la comprensione del mondo al bambino secondo Piaget^[16]. L'interazione naturale di tipo umano,

15 J. M. Zosh, E. J. Hopkins, H. Jensen, C. Liu, D. Neale, K. Hirsh-Pasek, S. Lynne Solis, D. Whitebread, *Learning through play: a review of the evidence*, The Lego Foundation, 2017

16 J. Piaget, *Play, Dreams and imitation in childhood*, Taylor & Francis, 1999

come può essere l'imitazione, la parola, e i gesti sono importanti mezzi per lo sviluppo di robot socievoli. Quindi i giochi sono tanto uno strumento educativo, quanto un dispositivo di intrattenimento. È proprio da qui che parte il concetto di edutainment, quindi la creazione di uno strumento/gioco che esplora nuove strategie e nuove modalità di apprendimento. Quindi il robotics edutainment affronta la sfida di creare un giocattolo che sia abbastanza sofisticato, ma che riesca a lasciare una sufficiente libertà per l'immaginazione del bambino. Come già anticipato, sia Piaget che altri autori, nella dimensione del gioco hanno sottolineato la ricorrenza dell'imitazione, così da spiegare che " *il contesto di gioco offre uno stato mentale speciale (rilassato e libero da ogni necessità immediata) per far emergere un comportamento imitativo*". Infatti l'imitazione viene considerato un importante mezzo per l'apprendimento sociale, la quale offre una molteplice varietà di interazioni. Questo concetto di imitazione importante nel contesto del gioco è altrettanto importante all'interno del contesto dei robot per l'edutainment, in cui essi utilizzano l'apprendimento imitativo come un mezzo intuitivo, a cui vengono insegnate complete abilità, come imparare il percorso tra due punti, imparare a manipolare oggetti, imparare ad eseguire movimenti.

3.2.2. Tipologie di giochi

Data la complessità dell'argomento ci sono stati numerosi sforzi su come categorizzare i diversi tipi di gioco. Il primo a farlo è stato lo psicologo dello sviluppo Jean Piaget, che ha descritto

i diversi tipi di gioco, che ha osservato nelle diverse fasi di sviluppo. Egli osservò l'importanza del gioco di "pratica" con oggetti nei bambini, per poi passare a quello che è considerato il gioco "simbolico", fino all'arrivo del gioco di "regole". Ad esempio Moyles ^[17] li divide in base ad aspetti direttamente associati allo sviluppo (giochi fisici, intellettuali ed sociali/emozionali), altri invece allo scopo previsto (esplorazione, immaginazione, sviluppo di abilità) oppure in base all'area di apprendimento che viene coinvolta (gioco matematico, gioco linguistico, gioco narrativo). Altre divisioni si concentrano anche sull'attrezzatura, sui materiali o sui contesti un cui vengono utilizzati, ed anche la natura individuale e sociale del gioco.

Nella letteratura contemporanea emergono 5 diversi tipi di giochi che sono basati sugli scopi di sviluppo a cui essi servono:

1. giochi fisici, includono il gioco di esercizi attivi che sono correlati al corpo intero, che è ancora in via di sviluppo nei bambini e alla coordinazione occhio-mano;
2. giochi con gli oggetti, può essere descritto come un gioco "sensoriale-motorio", in cui il bambino esplora l'oggetto stesso e come si comporta. Il gioco con oggetti sembra avere una serie di vantaggi rispetto agli altri giochi come il manipolarli e costruirli. Quindi questa tipologia supporterà lo sviluppo della creatività, ma soprattutto le abilità fisiche;
3. giochi simbolici, sono quei giochi in grado di poter supportare i bambini che sviluppano abilità tecniche per esprimere idee, sentimenti ed esperienze

17 J. R. Moyles, *Just playing?: Role and Status of Play in Early Childhood Education*, Open University Press, 1989

attraverso il linguaggio, la pittura, la musica ed il disegno;

4. gioco finti / socio-drammatica, in cui vengono inclusi tutti quei giochi legati alla finzione, il quale è strettamente legato allo sviluppo cognitivo, social e accademico. È stato dimostrato che l'effetto della finzione comporta miglioramenti sul ragionamento deduttivo e sulla "teoria della mente" (la base della comprensione sociale nello sviluppo dei bambini) e sul gioco drammatico invece una migliore "autoregolazione" tra i bambini;

5. giochi con regole, sono quelli in cui vengono stabilite delle regole e dei limiti. Infatti proprio i bambini sono motivati dalla necessità di dare un senso al loro mondo e sono molto interessati alle regole; proprio sin da piccoli i bambini iniziano a divertirsi con le regole ad inventarne le proprie.^[18]

Il gioco dei bambini include quasi sempre più di una di queste tipologie, in quanto, nonostante, ogni tipo di gioco avrà una propria funzione di sviluppo che supporta degli aspetti di crescita sia fisici, intellettuali, che socio-emozionali.

Oggetto di questa ricerca è proprio il gioco inteso come elemento fisico con cui avviene l'interazione, attraverso il quale è possibile apprendere.

3.3. Robotics Edutainment

All'interno del mondo dell'edutainment e dei mezzi che esso utilizza per veicolare i messaggi e conoscenze, troviamo la robotica, la quale si è sviluppata già nei primi anni '60, come anticipato nel

contesto teorico, attraverso il lavoro di Piaget, nel campo della psicologia dell'educazione. Infatti Piaget suggerì che la sperimentazione pratica è la base essenziale per lo sviluppo cognitivo, di conseguenza l'utilizzo di artefatti fisici, come ad esempio i robot è di particolare importanza. Inoltre lo stesso Piaget ha identificato diversi modelli di sviluppo cognitivo in base all'età dei bambini, così da dividere in cinque fasi fondamentali:

1. fase senso-motoria (0-2 anni). I bambini iniziano a ripetere un serie di comportamenti per osservare le conseguenze degli stessi, sia sul loro corpo che con sugli oggetti che fanno parte dell'ambiente esterno;

2. Fase pre-concettuale (2-4 anni). In questa fase si verifica il pensiero egocentrico, in cui il bambino crede che tutti riescano e possano conoscere i suoi desideri e pensieri. Qui si inizia a potenziare il linguaggio con l'acquisizione di un maggior lessico;

3. fase del pensiero intuitivo (4-7 anni). Con l'esperienza della scuola materna il bambino avrà un maggior bagaglio di conoscenza, ma il pensiero non è ancora reversibile;

4. fase delle operazioni concrete (7-11 anni). In questa fase aumenta la coordinazione tra quelle che sono le azioni compiute e il pensiero induttivo si sviluppa in modo tale da poter passare dal particolare a generale. I processi cognitivi invece sono ancora legati alle azioni e vincolati alla fase verbale;

5. fase delle di operazioni formali (11-14 anni). Il ragionamento ipotetico-deduttivo permette di creare scenari immaginativi e la messa in atto di azioni, grazie ad un adeguato e

18 E. Ackermann, D. Gauntlett, D. Whitebread, T. Wolbers, C. Weckström, *The future of play: defining the role and value of play in the 21st century*, Lego Learning Institute, 2011

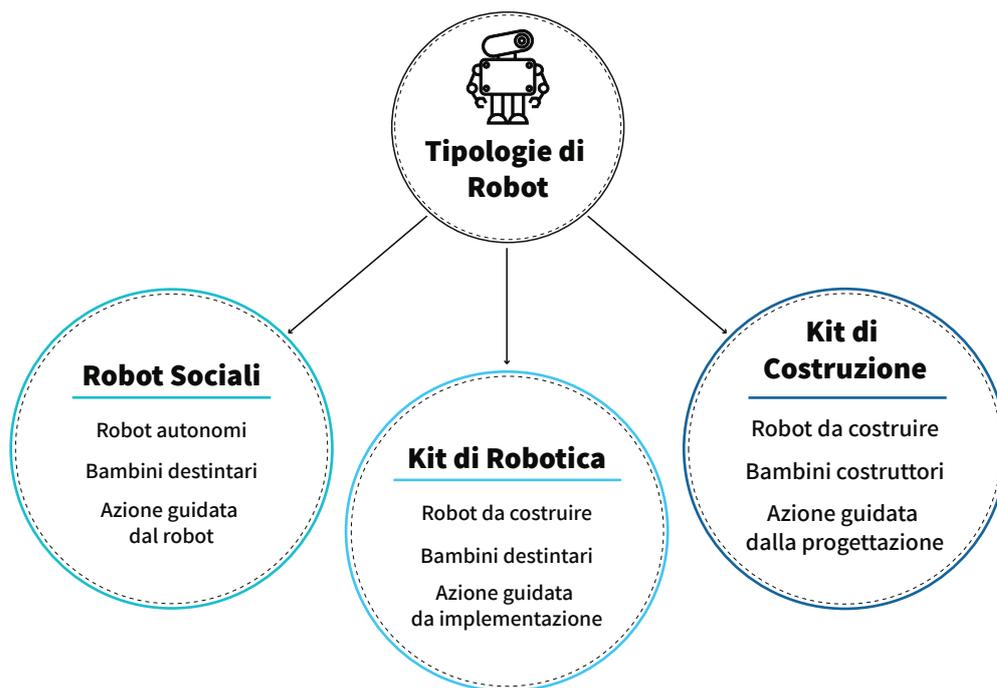


Fig 3.4. -Tipologie di Robot per bambini

consono equilibrio tra assimilazione e accomodamento. Qui si sviluppano quelle che sono la capacità di giudizio, la relatività dei punti di vista, le operazioni sui simboli e l'attività di misurazione.^[19] Nell'osservazione di queste fasi di sviluppo si deduce che l'interazione è importante nei bambini in relazione all'apprendimento, e soprattutto che i per i più piccoli le esperienze pratiche ricomprano un ruolo fondamentale. Ovviamente è essenziale che gli artefatti tecnologici debbano essere in sintonia in ogni età di sviluppo. Con i robot quindi, è implicato l'utilizzo di metafore fisiche attentamente progettate e metafore basate su storie, in grado di poter attirare l'attenzione quindi concentrarsi su di essi e suscitare curiosità e stati emotivi nei bambini.

Anche la ricerca sull'intelligenza artificiale, suggerisce che la fisicità e la posizione degli agenti svolgono un ruolo importante nello sviluppo dell'intelligenza. Risulta essere importante nell'utilizzo di robot per l'edutainment la morfologia di essi, in grado di poter comunicare ai bambini^[20]. La maggior parte dei sistemi per edutainment, compresi quelli robotici devono adattarsi ad ambienti in cui dovranno essere collocati e generalmente questo adattamento si riduce al semplice evitare gli ostacoli da parte dei robot, seguire le linee e percorsi, che non risulta essere abbastanza per attirare l'attenzione su periodi di tempo di più lunghi in un'applicazione di intrattenimento.

Si comprende come sia importante

19 J. Piaget, *Lo sviluppo mentale del bambino e altri studi di psicologia*, Einaudi, Torino, 1967

20 L. Xie, A. N. Antle, N. Motamedi, *Are tangibles more fun?: comparing children's enjoyment and engagement using physical, graphical and tangible user interfaces*, In Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction, 2008, pp. 191-198.

la componente del gioco all'interno dell'edutainment. La dimensione dell'edutainment è una dimensione di gioco elettronico, il quale molte volte insieme al gioco digitale erroneamente viene considerato come elemento di isolamento sociale.

Al contrario è stato dimostrato come esso crei l'opportunità per un'interazione sociale tra i bambini. Questo aspetto emerge soprattutto nelle comunità virtuali di gioco, come i giochi online multiplayer. Quindi è stato notato come i giochi digitali sono ambienti virtuali collaborativi.

Questa collaborazione si evince anche quando il gioco digitale esce dal computer e si svolge nel mondo reale, con elementi tangibili come i robot. Molte volte si verifica la condizione secondo la quale l'interazione sociale ed il divertimento deriva sia dal giocare insieme sia che nell'osservare gli altri, godendosi il gioco e condividendo idee e azioni. Per molti aspetti secondo la ricerca i giochi legati alla dimensione elettronica non sono molto differenti dai giochi tradizionali, in quanto presentano comunque forme di interazione, intrattenimento e vivacità, innescando interazioni che siano a breve e a lungo termine. Per questo la tecnologia di gioco digitale, in questo caso la robotica, può essere considerata di presenza sociale, capace di fornire un ambiente e un mezzo con cui comunicare e condividere esperienze ^[21].

Indagando le diverse tipologie di robot presenti sul mercato, come già abbiamo visto nel capitolo relativo alla robotica educativa, vengono classificate tra: i

kit di robotica, kit di costruzione, robot sociali ed i robot giocattolo.

Le prime due tipologie si basano sulla costruzione della conoscenza, ed offrono l'opportunità di modificare i robot. I robot sociali, sono quelli basati sulle relazioni sociali e sono implementati per l'apprendimento orientato all'imitazione e simulazione. Il ruolo del bambino nell'interazione con ognuno di queste tipologie cambierà in base alle azioni svolte, quindi potrà essere destinatario oppure costruttore. Il ruolo di destinatario sarà di tipo passivo in quanto le azioni sono guidate dalla tecnologia, mentre i bambini che guideranno l'azione saranno i costruttori. L'immagine mostra la categorizzazione dei robot destinati all'edutainment, collocati in base alla loro prospettiva tecnologica e alla loro destinazione pedagogica. Mediante alcune caratteristiche è possibile identificare e definire i robot in base alle proprietà dell'aspetto, alle opzioni per la manipolazione della struttura, alle opzioni per la manipolazione delle funzioni e agli obiettivi comunicativi che riescono a definire il robot. È quindi attraverso queste proprietà che verranno definiti i casi studio all'interno del mondo dell'edutainment. ^[22]

Gli approcci utilizzabili per la realizzazione di un robot dedicato all'edutainment quindi, prevedono per il primo di partire da un'idea di robot, ovvero il significato che deve emergere, per poi passare alle funzioni, sino ad arrivare allo studio della struttura (morfologia) e all'aspetto di esso. Il secondo approccio prevede di partire direttamente dall'aspetto

21 Y.A.W. de Kort, W. A. Ijsselstein, K. Poels, *Digital Games as Social Presence Technology: Development of the Social Presence in Gaming Questionnaire*, Proceedings of the 10th Annual International Workshop on Presence, 2007, pp. 195-203

22 H. H. Lund, J. Nielsen, *An edutainment robotics survey*, In HART2002, 2002



Fig 3.5. - Azioni per interagire con un robot

del robot, per poi passare allo studio della morfologia che viene seguita dalla creazione o osservazione. Mediante questo approccio dal basso verso l'alto il significato del robot deriva da azioni ludiche con esso.

Durante ogni esperienza di edutainment, nella quale un bambino interagisce con un robot si verificano 4 azioni principali, a prescindere dalle caratteristiche che esso avrà.

La prima azione che ogni bambino effettuerà entrando in contatto con l'artefatto è quello di esplorarlo. In questa fase i bambini entrano per la prima volta in contatto con l'oggetto e in questa fase vengono studiate le caratteristiche dell'aspetto di esso, quindi dimensioni, colore, materiale e forma; per osservare le funzioni esterne quale il movimento e i suoni prodotti dal robot. L'aspetto del robot anche quello presentato attraverso il kit di costruzione suggerisce i materiali con cui lavorare e costruire. La seconda fase è quella della percezione/manipolazione della struttura, in cui si

andrà ad indagare la morfologia delle singole parti, quindi le proprietà dei componenti, la loro interazione e la struttura completa, quindi si andranno ad esplorare quelle che sono le regole che serviranno ad una possibile costruzione o alla comprensione delle regole di funzionamento.

La terza fase è quella denominata manipolazione delle funzioni, in cui si andranno a comprendere nello specifico le funzioni già pronte nel robot, le regole per la costruzione di funzioni, l'interpretazione di funzioni e la modifica di esse. Le funzioni quindi possono essere manipolate attraverso interfaccia.

Questa fase nei robot sociali serve semplicemente a capire il comportamento del robot in relazione al bambino che vi interagisce.

L'ultimo livello di interazione è quello relativo all'azione giocosa, che si riferisce all'uso delle proprietà e delle funzioni della robotica per giocare, testare ed interagire con i bambini.

Quindi in questa fase appare il significato

del robot e il suo ruolo che emerge di bambini durante l'attività ludica. ^[23]

3.3.1. Fattori coinvolti nell'apprendimento tramite robot

La robotica permette di avvicinare i bambini alle nuove tecnologie così da permettere uno sviluppo del pensiero informatico o pensiero computazionale, che è definito come quel processo in grado di poter far risolvere problemi ad un agente, sia esso persona o macchina, fornendo una serie di istruzioni che deve eseguire in autonomia^[24]. Tale processo si sviluppa sulla capacità di formulare problemi, organizzare ed analizzare logicamente i dati, astrarre i dati con modelli e simulazioni.

Nell'utilizzo di robot si lavora su concetti fondamentali dell'informatica quali:

1. *la sequenza, che permette di eseguire dei comandi in un ordine dato;*
2. *la condizione, che permette di eseguire un comando oppure un altro a seconda della condizione (se...allora);*
3. *l'iterazione, che permette di ripetere più volte una sequenza di comandi.* ^[25]

L'applicazione del pensiero informatico la possiamo trovare in qualsiasi ambito scolastico e in molte situazioni della

vita di tutti i giorni, infatti può essere considerato una modalità con cui pensare che permette "risolvere problemi, progettare sistemi, comprendere il comportamento umano basandosi sui concetti fondamentali dell'informatica " ^[26].

La robotica permette di sviluppare anche altre competenze, importanti nella società odierna. Esistono esperienze pratiche che hanno fornito risposte sui processi cognitivi maggiormente coinvolti con la robotica. Tra questi possiamo osservare il problem solving (in cui si cerca di comprendere il problema e di creare soluzioni), un lavoro di tipo collaborativo (spesso l'attività di robotica viene spesa in gruppo), la creatività (ad esempio l'ideazione di soluzioni), la pianificazione (organizzare la sequenza di azioni) e lo sviluppo di strategie di comunicazione.

L'analisi che viene mostrata all'interno della revisione di Jung S.E. and Won E., del 2018 ^[27], mostra mettendo a confronto molti casi studio relativi all'utilizzo di robot in diversi ambienti educativi, con diversi scopi di utilizzo e di diverse tipologie, per arrivare a delineare tutti i fattori che vengono coinvolti nell'apprendimento tramite robot. La ricerca mostra come più fattori messi insieme che interagiscono tra di loro

23 M. Virnes, *Four Seasons of Educational Robotics*, The University of Eastern Finland: Kuopio, Finland, 2014

24 E. Nardelli, *Informatica e pensiero computazionale, nuovi linguaggi per descrivere il mondo*, <http://www.ilfattoquotidiano.it/2017/01/02/informati-ca-e-pensiero-computazionale-nuovi-linguaggi-per-descrivere-il-mondo-ii/3288985/>

25 M. Beltrametti, L. Campolucci, D. Maori, L. Negrini, S. Sbaragli, *La robotica educativa per l'apprendimento della matematica. Un'esperienza nella scuola elementare*, Didattica della matematica. Dalle ricerche alle pratiche d'aula, 2017

26 J. M. Wing, *Computational Thinking*, Communications OF THE ACM, Vol. 49, No. 3, 2006

27 S.E. Jung, E. Won, *Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children*, MDPI, Sustainability, Vol. 10, 2018

creano le condizioni per l'apprendimento. La didattica utilizzata all'interno dell'ambiente di robotica è finalizzata alla comprensione di nuove conoscenze e alla memorizzazione di esse. Ovviamente questo attraverso un apprendimento di tipo ludico, quindi la dimensione giocosa è sempre presente nel campo della robotica per bambini. La combinazione di questi due elementi con le modalità di azione possibili, ovvero se un'azione individuale, collettiva, autonoma e supportata, portano alle possibilità di scegliere un approccio all'insegnamento tramite robot da voler utilizzare. Tra queste troviamo:

- approccio basato sulla narrativa (storie), in cui viene posto l'elemento narrativo al centro, così da creare storie attraverso le quali il bambino può esprimersi;
- approccio collaborativo, la dimensione sociale della robotica permette di poter coinvolgere più soggetti che collaborino tra loro per lo svolgimento di un'attività;
- approccio problem-solving, si basa sulla presentazione di varie problematiche da dover risolvere in maniera libera e creativa;
- metodo di trial and error, mira alla risoluzione di un problema effettuando un tentativo e verificandone l'effetto;
- approccio esplorativo, si basa sulla scoperta di ambienti di apprendimento ancora inesplorati;
- approccio basato sull'indagine, si concentra sui modi per arrivare alle risposte, non sulle risposte stesse;
- approccio basato sul progetto, pone maggiore accento sull'apprendimento attraverso esperienze complesse;
- approccio basato sul gioco libero, cerca di lasciar un maggior grado di libertà a chi apprende.

I bambini quindi sono al centro del processo ludico-formativo, in cui imparano esplorando, costruendo,

progettando, scoprendo, progettando e facendo. Quindi si impara attraverso la manipolazione e la costruzione (learning by doing), in maniera consapevole (learning by thinking) e collaborando (collaborative learning). In ognuna di queste fasi degli adulti (insegnanti, genitori, educatori) che accompagnano il bambino possono svolgere il ruolo di supporto, aiuto all'esperienza, e supervisione.

Gli adulti quindi hanno un ruolo importante nell'aiutare i bambini ad imparare attraverso il gioco in quanto sono coloro che selezionano i materiali, li guidano quando ne hanno bisogno e li stimolano ponendo loro domande. Quando i bambini sono liberi di seguire i propri interessi e selezionare le loro esperienze, l'apprendimento avviene in maniera naturale.

Da qui scaturisce anche quella che è la scelta della tipologia di robot mediante il quale veicolare il messaggio da far comprendere. Alle tipologie di robot si aggiungono elementi importanti in base ad esse da considerare, come: i tipi di feedback che esso restituisce ai bambini, il livello di giocosità (l'intrattenimento con cui riesce a coinvolgere) e l'essere appropriato o meno per una certa fascia d'età.

La definizione poi dello scenario e dei bisogni porta quindi a delineare quale sono le caratteristiche dell'ambiente fisico all'interno del quale si andrà a collocare l'esperienza, i requisiti richiesti al robot, in relazione all'età dell'utente, al genere e alle abilità del bambino.

3.3.2. Educational Drama

La vasta gamma di opportunità date dalla robotica per l'edutainment è anche quella legata all'utilizzo di essi

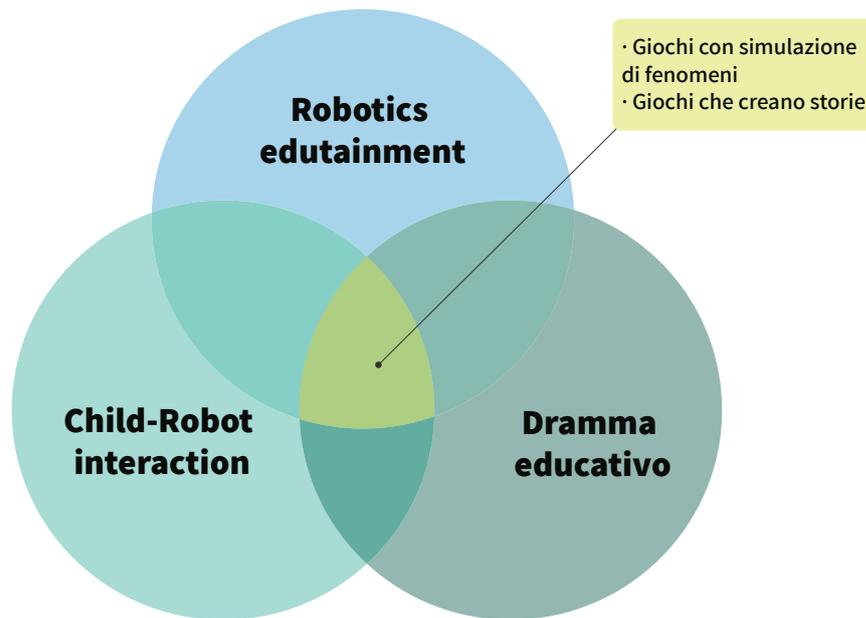


Fig 3.6. - Incontro tra Robotics Edutainment e il Drama Educativo

per l'insegnamento di materie non tecniche, quindi la possibilità di creare una piattaforma che riesca attraverso l'interazione a creare conoscenze di altri contesti. Una possibile via in cui può essere utilizzata la robotica è all'interno del mondo chiamato "dramma educativo", il quale è un mezzo di insegnamento, apprendimento per lo sviluppo cognitivo, sociale ed emotivo. È conosciuto anche come educazione teatrale e le attività all'interno di questo contesto sono attive, interattive e collaborative, e riescono a stimolare la motivazione, la creatività, la curiosità, l'esplorazione e la sperimentazione. Questo approccio all'apprendimento consente di apprendere materie legate a tutto il curriculum scolastico dei bambini, quindi non limitandosi ad argomenti riguardanti materie scientifiche. Quindi è possibile apprendere molti argomenti attraverso il movimento, la imitazione e l'interazione sociale, così che gli

studenti possono apprendere fenomeni e processi attraverso la simulazione. Pearce, definisce il dramma educativo come una performance, in cui un evento una situazione viene drammatizzato da un gruppo di bambini. Il metodo di esecuzione è in grado di creare un particolare coinvolgimento soprattutto in grado di guadagnare emozioni e abilità. La costruzione di storie è un ottimo metodo per condividere esperienze e costruire conoscenza. Lo storytelling permette attraverso il dramma di costruire una storia nella quale i bambini sono coinvolti in questa creazione. L'utilizzo dei robot di conseguenza può essere applicato al dramma educativo, creando un grande potenziale nell'interazione bambino-robot. Il dramma educativo supporta la costruzione di conoscenze collaborative, pensiero computazionale, così da migliorare l'esperienza di apprendimento. I robot come anticipato offrono un modo concreto e tangibile per



Fig 3.7. -Gioco di Realtà mista Logitow
Immagine tratta da <http://www.logitow.com>

comprendere idee e concetti astratti con feedback immediati.^[28]

Dalla letteratura si evince una distinzione dei giochi con attraverso i quali apprendere materie non tecniche per sostenere l'insegnamento e apprendimento:

- Giochi che drammatizzano una storia, ovvero quei giochi che hanno come scopo quello di creare eventi con il fine di far comprendere al bambino una situazione o un problema per fargli esplorare alternative e le conseguenze. I bambini possono esplorare e reagire a conflitti, ingiustizie e oppressioni mediante il gioco, con gli attori rappresentati dai robot. Questo approccio al gioco porta con sé il vantaggio di poter far esprimere le idee, i pensieri di ogni bambino.

- Giochi che simulano un fenomeno o processo, che hanno lo scopo di simulare fenomeni, sfruttando il movimento, il

comportamento e l'aspetto dei robot per imparare attraverso analogie e metafore. Si offre così la possibilità di visualizzare un fenomeno astratto o che non può essere osservato direttamente. Inoltre i robot possono interagire direttamente con i bambini nel processo di apprendimento.^[29]

Gli elementi che devono essere tenuti in considerazione in un'esperienza di educational robotics drama sono principalmente: attività del robot, mediante la tipologia del robot si potranno creare diversi scenari per creare storie o simulazioni; ambienti di programmazione, l'esistenza con un robot da poter programmare rende possibile ampliare la possibilità di fargli svolgere diverse azioni e lascia margini maggiori per aumentare la creatività nel gioco; posizionamento del robot e il suo movimento, l'esigenza necessaria

28 G.D. Chen, Y. L. Chi, C.W. Huang, C. Y. Fan, C.J. Wu, *Design a Partner Robot with Emotions in the Mixed Reality Learning Environment*, Springer, Edutainment technologies, 2011, pp. 450-456

29 O. Mubin, C.J. Stevens, S.Shahid, A. Al Mahmud; J. Dong, *A Review of the Applicability of Robots in Education*, Technology for Education and Learning, vol. 1, 2013

per l'utilizzo di robot nel contesto di educational drama è quella di rilevare e controllare la posizione di esso all'interno dell'ambiente messi in scena; partecipazione degli studenti, il robot e l'esperienza attorno ad esso devono riuscire a coinvolgere tutti i partecipanti, dando loro la possibilità di avere un ruolo in relazione all'esperienza; riproduzioni interattive, il robot deve essere in grado di poter supportare le performance interagendo direttamente con i bambini, dando feedback alle azioni; giocare con gli attori, i robot devono essere in grado di interagire con altri attori umani in tempo reale e coordinato; robot come attori credibili, essi devono mostrare comportamenti coerenti con il contesto in cui vengono inseriti; controllo dell'architettura dei robot, per riuscire a controllare e a gestire l'esperienza in maniera tale da poter supportare l'insegnamento e l'apprendimento dei bambini attraverso l'esecuzione di giochi interattivi.^[30]

L'elemento narrativo all'interno del contesto di apprendimento può essere un elemento autentico, capace di favorire ogni aspetto del messaggio da voler comunicare. Infatti le storie sono fatti o eventi, che hanno avuto uno sviluppo reale o immaginario, e su questa base si sviluppano i "micromondi" sviluppati da Papert o le simulazioni. I primi sono la creazione di segmenti di mondo, con artefatti, realizzati con una visione personale di colui che andrà a costruirla, in base alla propria interpretazione. Obiettivo del micromondo è quello di rappresentare una parte della realtà attraverso gli occhi dell'utente che la costruisce, quindi ci sarà una maggiore

possibilità di immaginazione. Questa visione non è di tipo scientifico ma è spostata sulla visione del soggetto che lo sta realizzando. La simulazione invece è una formalizzazione del reale, è la riproduzione di un fenomeno esistente. Possono essere realizzate mediante l'uso di computer, ma anche attraverso simulazioni nel mondo reale, questo è il caso della robotica. Attraverso una simulazione è possibile creare un modello di sistema e studiare l'evoluzione, gestendone il funzionamento.

Possiamo riassumere che in tale metodologia i robot possono ricoprire diversi ruoli in base all'approccio utilizzato: nel caso in cui il robot è soltanto un attore, svolge il ruolo di strumento; se il robot attore agisce insieme ad un attore umano sarà un ruolo alla pari; per poi assumere il ruolo di tutor nel momento in cui incoraggia i bambini a svolgere un gioco.

3.3.3. Il mix tra realtà e virtuale

Il mix tra realtà e virtuale può essere un significativo strumento per lo sviluppo della robotica per consentire di creare un ambiente in grado di combinare oggetti fisici, virtuali, inclusi sia i robot che gli uomini. In questo ambiente in cui coesistono elementi fisici e virtuali si cerca di eliminare il divario tra loro e di farli interagire in tempo reale. Questo significa che gli elementi di un mondo reagiscano direttamente a quelli dell'altro tramite comunicazione diretta, così facendo si riesce a dare una percezione di continuità e sinergia.

30 A. F. Bravo, A. M. González, E. González, *Interactive Drama with Robots for Teaching non-technical Subject*, In *Journal of Human-Robot Interaction*, Vol. 6, 2017, pp. 48-69

La sinergia tra questi due mondi è noto, oltre per l'applicazione in realtà virtuale, anche per la robotica con cui si andranno creare delle vere e proprie piattaforme. Si arriva alla definizione del concetto di un sistema di realtà mista come una combinazione di oggetti fisici e virtuali in un ambiente che può essere sia virtuale che reale, tutto questo avviene in modo interattivo. La concomitanza tra questi elementi, riesce a favorire l'apprendimento dato da un maggiore coinvolgimento ^[31].

Il coinvolgimento e l'apprendimento che si creano facendo intervenire più sensi, come quello visivo (nel caso della dimensione virtuale delle proiezioni, della realtà aumentata, dei videogiochi) e tattile (come nel caso della robotica) riescono a trasmettere e ad insegnare maggiormente rispetto allo sfruttamento di un solo canale. Già Maria Montessori ^[32] aveva intuito l'importanza di utilizzare più canali sensoriali per memorizzare ed apprendere nel miglior metodo. Infatti si parla di memoria sensoriale quando si è in presenza di un processo di apprendimento attraverso informazioni sensoriali.

La caratteristica principale di questo mix è la capacità di consentire l'interazione diretta tra gli ambienti fisici e virtuali. Il mix tra questi due mondi andrà ad aiutare

quelli che sono i limiti dell'ambiente fisico ed anche i limiti in relazione all'utilizzo di robot. Infatti proprio queste due componenti riescono a sopportarsi, in maniera tale da creare un ambiente che si avvicina sempre di più alla realtà. Infatti proprio questo sistema in grado di arricchire le esperienze, viene utilizzato per supportare lo sviluppo di piattaforme robotiche con un solo elemento di robot, senza necessariamente doverne utilizzare una quantità superiore, questo anche per dover evitare problemi legati alla gestione di più elementi. ^[33]

La creazione di questo ambiente in cui coesistono elementi fisici ed elementi virtuali creano un ambiente di simulazione, che consente di ottenere e visualizzare maggiori informazioni e creare scenari maggiormente coinvolgenti. ^[34] Possiamo quindi avere veri e propri ambienti di simulazione in cui ottenere un certo grado di realismo, così da far avvicinare maggiormente l'uomo che vi interagisce. ^[35]

Questo sistema così facendo permette l'integrazione di risorse virtuali nel mondo reale per costruire un ambiente di simulazione realistico. Il riscontro visivo fornito è molto importante soprattutto se è in tempo reale con le informazioni fornite dal robot, tutto questo per riuscire a facilitare l'interazione tra i robot e gli

31 G.D. Chen, Y. L. Chi, C.W. Huang, C. Y. Fan, C.J. Wu, *Design a Partner Robot with Emotions in the Mixed Reality Learning Environment*, Springer, Edutainment technologies, 2011, pp. 457-463

32 M. Montessori, *La scoperta del bambino [The discovery of the child]*, Garzanti Editore, Milano, 12th edition, 2015

33 M. Sugimoto, *A Mobile Mixed-Reality Environment for Children's Storytelling Using a Handheld Projector and a Robot*, Transactions on learning technologies, Vol. 4, 2011

34 L. K. Stemler, *Educational Characteristics of Multimedia: A Literature Review*, JI. of Educational Multimedia and Hypermedia, 1997

35 S. Costa, A. Brunete, B.C. Bae, N. Mavridis, *Emotional Storytelling using*, Virtual and Robotic Agents, arXiv.org, 2016

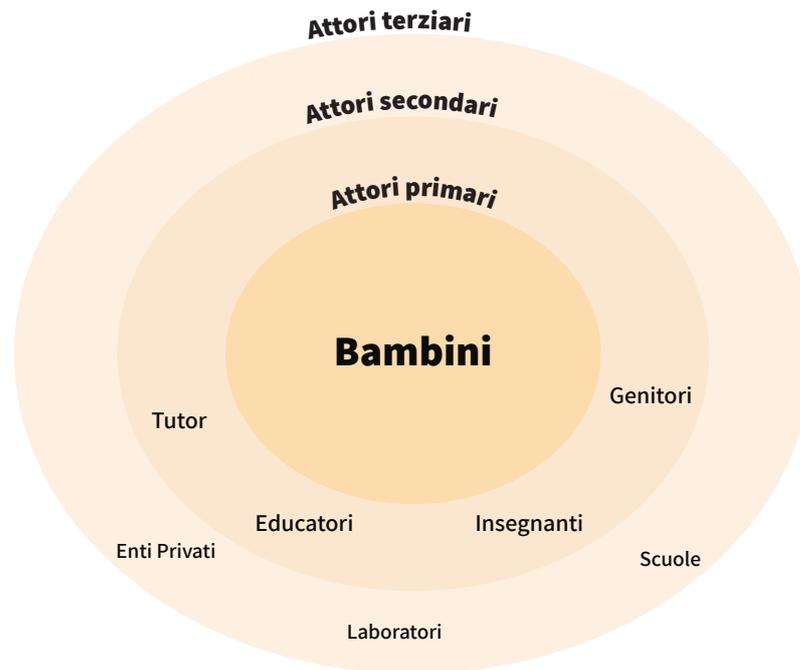


Fig 3.8. - Attori coinvolti nel sistema di Edutainment

obiettivi virtuali per la visualizzazione^[36]. Il mix tra questi elementi riesce a dare una percezione ed un avvicinamento importante tra l'utente e il messaggio da voler trasmettere. Infatti i contenuti visuali riescono a creare una storia in cui inserire in robot, che quindi sarà contestualizzato all'interno di uno scenario di riferimento. Con il mix di realtà e virtuale quindi l'esperienza può essere integrale, in quanto si può avere una panoramica completa del tema proposto. Una prerogativa che si osserva è la flessibilità e la variabilità del sistema, in quanto i contenuti grafici di supporto al robot che ne fanno parte possono cambiare ed essere aggiornati, importante per creare un'esperienza dinamica.

3.3.4. Il sistema di edutainment

Il ruolo del design all'interno dell'ambito della robotica educativa deve tenere in considerazione tutte le relazioni che vi si formano e gli elementi in gioco che si vanno a creare durante questa interazione.

In primo luogo è importante la definizione degli attori del sistema che ne fanno parte; abbiamo la prima distinzione tra gli attori primari e secondari. I primari corrispondono ai destinatari del prodotto/esperienza, coloro che ne beneficiano e sono i soggetti di riferimento del progetto. Nel caso del contesto di robotica educativa sono i bambini, coloro a cui è destinata l'intera esperienza e coloro che ne debbono

36 P.A. Bertacchini, E. Bilotta, L. Gabriele, P.Pantano, R. Servidio, *Apprendere con le mani. Strategie cognitive per la realizzazione di ambienti di apprendimento-insegnamento con i nuovi strumenti tecnologici*, FrancoAngeli, Milano, 2006

trarre vantaggi e nuove conoscenze. Infatti la finalità di questi artefatti è proprio l'apprendimento ludico da parte dei bambini, che apprendono con modalità diverse rispetto a quelle tradizionali.

Gli attori secondari che si collocano all'interno del sistema sono le figure di supporto e di aiuto dei bambini durante l'esperienza di interazione, come i genitori, gli educatori, gli insegnanti e i medici. Questi si occupano principalmente di compiti relativi alla supervisione, al controllo e alla gestione dell'esperienza del bambino. È importante considerare anche la loro figura all'interno del progetto in quanto sono coloro che conoscono meglio gli interessi e le abitudini dei bambini, così da essere in grado di dare informazioni in relazione al comportamento degli attori primari con i robot, essendo sempre a contatto con essi. Da considerare in un sistema di edutainment sono anche gli enti, le associazioni, le istituzioni, che non sono attori diretti, ma svolgono un ruolo importante in quanto il progetto deve confrontarsi con essi ad un livello economico, culturale e sociale.

Ognuna di queste figure all'interno del progetto di robotics edutainment può figurare sia come utente finale, ma anche come utente partecipante, ovvero in grado di dare informazioni in maniera tale da arricchire il bagaglio di conoscenze per il progettista.

Il ruolo principale all'interno della progettazione di un'esperienza robotica degli attori terziari come già detto è quello economico, in quanto sono i finanziatori di sperimentazioni. Il ruolo degli attori secondari può fornire spunti importanti per quanto riguarda le fase progettuale,

dato che sono coloro che conosco meglio di tutti le abitudini dei bambini, stando continuamente a contatto. Anche nel caso di un prodotto finito, possono fornire feedback sui comportamenti osservati dall'interazione del bambino con l'artefatto. I bambini possono svolgere diversi ruoli all'interno delle fasi di progettazione dell'esperienza robotica e si identificano in: utente finale, tester, informatore e partner di progettazione. Nel ruolo di utente finale si verificherà attraverso il bambino l'impatto che il nuovo artefatto avrà. In questa prospettiva si comprendono gli sviluppi successivi da poter intraprendere in altri progetti, con i relativi miglioramenti e modifiche da apportare. Il mezzo attraverso il quale si relazionano i bambini è un prodotto finito già sul mercato. Il ruolo di tester è quando dovrà testare nuovi prototipi della tecnologia e in questa fase sarà osservato e gli vengono chiesti i propri commenti.

Nel ruolo di informatore il bambino invece partecipa in maniera attiva ad alcune fasi del processo di progettazione, così da poter fornire informazioni utili ai progettisti. Qui i bambini utilizzano tecnologie già esistenti o prototipi a bassa tecnologia per finire informazioni sullo sviluppo di nuove. L'ultimo ruolo è quello di partner di progettazione in cui viene considerato un attore durante tutta la fase di progettazione e a differenza del precedente i bambini possono intervenire in ogni momento. Ognuno di questi ruoli mostra chiare differenze sulla metodologia utilizzata, ma è altrettanto vero che il confine tra essi non è ben definito, in quanto aspetti degli uni possono appartenere agli altri, oppure si creano situazioni in cui si necessita di

due ruoli contemporaneamente^[37].

Il sistema che si pone come obiettivo l'apprendimento dei bambini ha come elemento centrale il robot, capace di veicolare un messaggio da dover trasmettere.

Il robot infatti è l'elemento centrale dell'esperienza e può essere accompagnato da altri supporti per creare un'interazione più familiare e vicina al bambino, con oggetti che già conosce. Tutta l'esperienza avviene all'interno di un contesto, che in base alla sua natura porta con sé diverse relazioni, come l'ambiente formale scolastico e ambienti informali quali laboratori e musei. Quello che si evince dalla letteratura è che l'artefatto robotico inserito in contesti di apprendimento riesce a trasportare i bambini in una dimensione maggiormente legata dai vincoli formativi preposti al classico paradigma insegnante/studente, ma riesce a creare una rottura nella maniera in cui l'alunno riesce a sentirsi a proprio agio nell'apprendere, soprattutto con la componente ludica. Il robotico edutainment riesce ad essere uno strumento flessibile, in base alle esigenze, di divulgazione di conoscenza, imparziale e capace di avvicinare i bambini a tecnologie formative.

3.4. Casi studio

La sezione che segue si focalizza sull'analisi dei casi studio di robot nell'ambito dell'edutainment che sono attualmente in commercio e sono tra i più diffusi e conosciuti. L'analisi sui robot è stata portata avanti utilizzando uno layout di base in cui vengono applicate

tutte le conoscenze apprese nella sezione precedente. Il layout è utile per facilitare la lettura di ogni esperienza di robotico edutainment. Le informazioni che vi sono presenti nella prima parte riguardano la descrizione del robot e l'obiettivo che era preposto alla realizzazione di esso.

Nella seconda parte vengono analizzati come prima cosa gli elementi del sistema, ovvero tutti gli altri componenti dell'esperienza che vanno in supporto al robot stesso, quindi parti in grado di personalizzare l'aspetto, percorsi e circuiti, possibili oggetti elettronici con cui far interagire il robot stesso. Spesso gli oggetti che vi sono di supporto sono oggetti già conosciuti dai bambini, quindi possono creare un senso di familiarità, così da farli sentirsi ancora più vicini al robot durante l'esperienza di utilizzo.

La fascia di età a cui si riferisce il robot è molto importante per capirne le differenti caratteristiche e le diverse modalità con cui i bambini interagiscono con essi, dato il loro diverso sviluppo cognitivo in base all'età. Questo serve anche per vedere come cambiano i modi di veicolare messaggi in base all'età dei bambini.

In base alla revisione in letteratura sono stati categorizzati i robot in base alla tipologia a cui appartengono, quindi se robot sociali, kit di robotica o kit di costruzione. Oltre alla tipologia si è categorizzato anche l'immagine con la quale il robot si presenta agli occhi dell'utente. Infatti proprio la forma e la struttura che esso avrà è importante per comprendere le aspettative che ricadono su di esso da parte degli utenti, ed essa è in grado di condizionare l'interazione. La familiarità legata alla

37 A.Druin, *The Role of Children in the Design of New Technology*, Behaviour and Information Technology, vol. 25, 2002, pp. 1-25

morfologia e all'immagine che il robot avrà può influire sulla sua accessibilità, desiderabilità ed espressività. Si possono identificare i robot in base alla loro morfologia in quattro categorie: antropomorfi (tendenza ad attribuire caratteristiche umane agli oggetti al fine di aiutare a razionalizzare le loro azioni, e l'approccio utilizzato è quello di creare un equilibrio tra illusione e funzionalità), zoomorfi (tendenza ad imitare l'aspetto di creature viventi), caricaturali (tendenza ad esagerare le caratteristiche distintive o sorprendenti per produrre stupore ed effetti comici) e funzionali (caratteristiche fisiche dipendono principalmente dagli obiettivi operativi da portare avanti con i robot)^[38].

Anche la tipologia di movimento che esso fa è stata inclusa tra le informazioni, in quanto è un aspetto cruciale che caratterizza il robot. Il movimento non è soltanto quello per eseguire compiti ma anche utilizzato come mezzo comunicativo. Di conseguenza si possono identificare due principali tipi di movimento, uno pragmatico e l'altro espressivo^[39]. Il primo riguarda tutti quei movimenti necessari per il raggiungimento di un obiettivo e possono essere: direzionali (alonomi), orbitali (olonomi), attraverso il volo o un movimento articolato^[40]. I movimenti espressivi invece è progettato per trasmettere empatia, comunicare uno stato; tra essi troviamo espressioni faccia, movimento con gli arti, oppure

semplicemente muovendo il corpo.

L'interattività è un'altra caratteristica rilevante in quest'analisi, in quanto viene identificata la modalità con la quale il robot si relaziona all'ambiente circostante e all'utente, percependo quello che ha intorno e riesce a darne risposta. Tra gli elementi più importanti che riescono a far percepire al robot l'ambiente intorno a lui troviamo i sensori (di prossimità, luci, tattili, etc.) e i pulsanti, attraverso i quali l'utente interagisce con il robot, semplicemente con l'accensione o lo spegnimento, oppure in alcuni casi pulsanti direzionali. Il controllo è la modalità di interazione con la quale l'utente assegna un compito ad un robot, e può essere svolta in maniera diretta o indiretta. Come anticipato i robot possono essere comandati direttamente o indirettamente, quindi se l'interazione è mediata da un'interfaccia, oppure avviene direttamente sul robot stesso.

L'ultima informazione espressa nel layout è quella dedicata agli aspetti cognitivi principalmente coinvolti nell'utilizzo di uno specifico robot per edutainment. Questa categoria riesce a far comprendere come ad esempio i kit robotici e quelli di costruzione riescono a sviluppare maggiormente il pensiero computazionale e sviluppo di logica.

38 T. Fong, I. Nourbak, K. Dautenhahn, *A Survey of Socially Interactive Robots: Concepts, Design, and Applications*, Technical Report, 2002

39 G. Hoffman, W. Ju, *Designing robots with movement in mind*, Journal of Human-Robot Interaction, Vol. 3, 2014, pp. 89-122

40 U. Nehmzow, *Robotica mobile: Un'introduzione pratica*, Springer Science & Business Media, 2008, pp.39-40

1. Cellulo - Robot sociale



Fig 3.9. - Cellulo.

Immagine tratta da <https://chili.epfl.ch/page-92073-en-html/page-92246-en-html/cellulo/>

La piattaforma robotica Cellulo nasce per indagare l'unione di tre idee per la robotica nell'educazione, quali: progettare robot come strumenti versatili e generici; mescolare i robot in ambienti di apprendimento come oggetti che riescano a creare interazione stretta con la carta; ed infine considerare i fini pratici per le aule in ogni fase progettuale. Il progetto Cellulo quindi si compone principalmente di robot mobili, progettati a prova di bambino, che operano su fogli di carta stampati,

e connessi ad un dispositivo mobile (tablet o smartphone), in grado di poter eseguire la logica dell'attività stessa.

Obiettivi

- Utilizzare robot per l'apprendimento percepiti come oggetti d'uso quotidiano, in cui si promuovono conoscenze e competenze diverse dalla programmazione e costruzione.
- Utilizzare materiali e pratiche di classe esistenti per migliorare l'integrazione dei robot nell'istruzione formale.

1. Elementi del sistema

- Robot mobili
- Fogli di carta stampati
- Tablet

2. Età

6-10 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto funzionale

4. Movimento

Olonomo/Orbitale

5. Interattività

- Sensori e luci a LED
- Sensori tattili

6. Controllo

Diretto/IMediato

7. Aspetti cognitivi

- Pensiero computazionale
- Sviluppo di logica
- Storytelling
- Creatività
- Curiosità

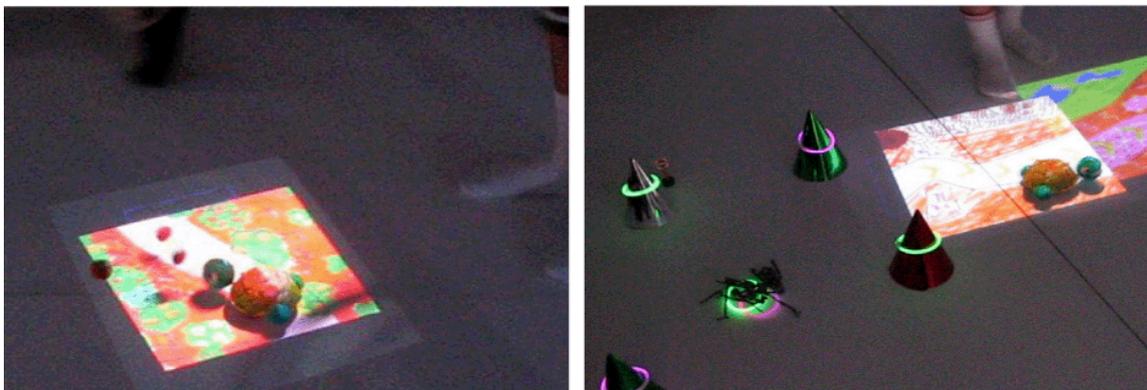
2. Gentoro - Kit di robotica**Fig 3.10.** - Sistema Gentoro.

Immagine tratta da: <https://www.computer.org/csdl/trans/lt/2011/03/tlt2011030249.html>

GENTORO è un gioco attraverso il quale i bambini collaborano per creare una storia originale da soli ed esprimerla, in maniera dinamica in uno spazio fisico, manipolando un robot tramite proiettori portatili. La caratteristica principale sta nel poter permettere ai bambini di esprimere la loro storia in un ambiente in cui gli spazi fisici e virtuali sono integrati. Quindi i bambini possono usare un robot che si comporta in uno spazio come il

personaggio della loro storia, come se stessi producendo un film.

Obiettivi

- Far esprimere ai bambini una loro storia attraverso la tecnologia e l'animazione.
- Vedere il risultato fisico della loro storia all'interno di ambiente.
- Migliorare la partecipazione incarnata nelle attività narrative dei bambini attraverso strumenti fisici.

1. Elementi del sistema

- 1- Robot
- 2 - Proiettore Portatile
- 3 - Pc /tablet
- 4 - Pc portatile
- 5 - Wii Controller

2. Età

6-10 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto zoomorfo

4. Movimento

Alonomo/Direzionale

5. Interattività

- Sensori di suono
- Bottone per Accensione/ Spegnimento
- Potenzimetro per cambiare colore

6. Controllo

Diretto/Mediato

7. Aspetti cognitivi

- Pensiero computazionale
- Sviluppo di logica
- Storytelling
- Creatività
- Curiosità

3. Shybo - Robot sociale



Fig 3.11. - Shybo.

Immagine tratta da <http://marialucelupetti.com/portfolio/shybo/>

Shybo è un robot con un basso antropomorfismo che percepisce i suoni e reagisce attraverso due comportamenti semplici: il movimento e la luce del cappello, in grado di cambiare colore e dissolvenza. Il robot mostra due stati emotivi principali, ovvero: attivo, in cui il cappello è aperto e cambia colore in base ai suoni, e quello spaventato in cui si chiude il cappello, si illumina di rosso e scuote. L'associazione dei suoni al robot non è predefinita, ma realizzata ogni volta dai bambini stessi. Può anche essere

utilizzato per applicazioni nel contesto educativo per supportare esperienze di apprendimento giocoso.

Obiettivi

- Indagare il processo di apprendimento attraverso l'uso di Robot
- Lasciare giocare i bambini in un ambiente fisico attraverso l'utilizzo di Robot

1. Elementi del sistema

- 1 - Robot Shybo
- 2 - Altri elementi legati al contesto

2. Età

6-10 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto Caricaturale

4. Movimento

Movimento Espressivo

5. Interattività

- Sensori di suono
- Pulsante per Accensione/ Spegnimento
- Potenzimetro per cambiare colore

6. Controllo

Diretto

7. Aspetti cognitivi

- Sviluppo di logica
- Storytelling
- Creatività
- Curiosità

4. Physical Play - Kit di robotica



Fig 3.12. - Physical Play

Immagine tratta da <https://dl.acm.org/citation>

Physical Play è una piattaforma di gioco in realtà mista in cui i bambini possono giocare con o contro un robot.

Il sistema è progettato per supportare diversi tipi di robot commerciali per sfruttare le caratteristiche di ciascun robot disponibile, per creare un diverso tipo di esperienze.

Tale progetto consiste nell'esplorazione delle modalità di interazione naturale con i robot, attraverso la realtà mista.

Obiettivi

- Promuovere comportamenti attivi, attraverso l'uso di tecnologie , così da poter far giocare i bambini attraverso il movimento del corpo.
- Utilizzare la fisicità del robot per promuovere comportamenti attivi, in cui esso partecipa al gioco come giocatore o strumento.
- Utilizzo di stili di giochi familiari, in cui la familiarità migliora l'esperienza
- Creare una serie di giochi con gli stessi strumenti, per evitarne l'abbandono

1. Elementi del sistema

- 1 - Sphero/ Roomba
- 2 - Proiettore
- 3 - Telecamera
- 4 - Smartphone/tablet

2. Età

6-10 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto funzionale

4. Movimento

Olonomo/Orbitale

5. Interattività

- Sensori di movimento
- Pulsanti di accensione/ Spegnimento

6. Controllo

Diretto/Mediato

7. Aspetti cognitivi

- Sviluppo di logica
- Creatività
- Coordinate spaziali

5. MatataLab - Kit di robotica



Fig 3.13. - MataLab
Immagine tratta da <https://www.matatalab.com>

Matatalab è un sistema robotico attraverso il quale il bambino vi interagisce attraverso semplici blocchi di codifica logica. Con questo gioco i bambini possono giocare in gruppo, quindi sviluppare percorsi in maniera partecipativa. Così facendo vengono sviluppate abilità cognitive, immaginazione e capacità di codifica attraverso il gioco pratico. I bambini così facendo creano, attraverso la programmazione, musica ed arte. Si va a creare così un sistema in grado

di sviluppare le competenze STEM (Scienza, Tecnologia, Ingegneria, Arti e Matematica), sviluppare abilità di problem solving e creative.

Obiettivi

- Creare un prodotto attraverso il quale poter imparare le basi della programmazione (attraverso hands-on coding) , in maniera semplificata, creando storie e percorsi realizzati dai bambini stessi.

1. Elementi del sistema

- 1 - Robot MatataLab
- 2 - Torre di comando
- 3 - Pannello di controllo
- 4 - Blocchi di codifica

2. Età

4-9 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto funzionale

4. Movimento

Alonomo/Direzionale

5. Interattività

- Sensori di movimento
- Sensori di suoni
- Pulsanti di accensione/ Spegnimento

6. Controllo

Diretto

7. Aspetti cognitivi

- Pensiero computazionale
- Sviluppo di logica
- Storytelling
- Cordinate spaziali

6. Dash and Dot Robot kit - Kit di robotica

Fig 3.14. - Dash and Dot Robot
Immagine tratta da <https://www.therobotreport.com>

Dash e Dot Robot sono due robot programmabili per bambini, pensati proprio per la robotica educativa di intrattenimento. Il primo è un robot programmabile, in grado di potersi muovere in ogni direzione. Il robot risponde a comandi vocali, balla, canta e registra suoni e spara palline con una catapulta. Dash robot dispone di tre microfoni e quattro tasti direzionali. Invece Dot Robot di dimensioni ridotte rispetto al precedente, può imparziali ordini via infrarossi. Anch'esso come

il precedente ha un occhi led che gli permette di emettere fino a 12 luci, un microfono, pulsanti e suoni pre-impostati all'interno. È possibile dare nuove abilità al robot attraverso una serie di accessori, così da poterlo personalizzare.

Obiettivi

- Utilizzare la tecnologia per apprendere il coding attraverso il gioco
- Sviluppare abilità nell'utilizzo di robot didattici, attraverso missioni da programmare

1. Elementi del sistema

- 1 - Dash Robot
- 2 - Dot Robot
- 3 - Kit per personalizzare il robot

2. Età

Più di 6 anni

3. Immagine del Robot

Caricaturale

4. Movimento

Alonomo/Direzionale

5. Interattività

- Sensori di movimento
- Sensori di luce
- Sensori di suono
- Pulsanti direzionali

6. Controllo

Diretto/Mediato

7. Aspetti cognitivi

- Design thinking
- Consapevolezza spaziale
- Creare storytelling
- Pensiero computazionale

7. Codeybot - Robot sociale



Fig 3.15. - Codeybot
Immagine tratta da <https://www.robotstore.it/CodeyBot>

Codeybot è un robot educativo, con il quale i bambini possono avvicinarsi al mondo della programmazione. Il robot insegna la programmazione attraverso una serie di funzionalità interattive. Ad esempio può essere programmato il display LED, cambiando colore ed emoticon a seconda di diverse situazioni.

Inoltre riesce a creare intrattenimento attraverso la riproduzione di coreografie, riproduce file audio e registrare voci.

Obiettivi

- Far apprendere il mondo della programmazione in maniera semplice e intuitiva

1. Elementi del sistema

1 - Robot CodeyBot
2 - Tablet/Smartphone

2. Età

Più di 6 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto funzionale

4. Movimento

Alonomo/Direzionale

5. Interattività

- Sensori di movimento
- Sensori di suoni
- Pulsanti di accensione/ Spegnimento

6. Controllo

Diretto/Mediato

7. Aspetti cognitivi

- Pensiero computazionale
- Sviluppo di logica
- Storytelling
- Cordinate spaziali

8. Blue-bot e Bee-Boot - Kit di robotica



Fig 3.16. - Blue-bot e Bee-Boot

Immagine tratta da <https://www.campustore.it/blue-bot-13.html>

Questo tipo di Robot a forma di ape serve per muovere i primi passi all'interno del mondo della programmazione. Infatti è in grado di memorizzare e registrare una serie di comandi base per muoversi all'interno del percorso. Le due varianti differiscono per la scocca interna. Infatti la scocca di Blue-Bot a differenza dell'altro è trasparente per permettere ai

bambini di scoprire i meccanismi interni e riesce a memorizzare più comandi.

Obiettivi

- Far apprendere il mondo della programmazione in maniera molto semplice e basilare

1. Elementi del sistema

- 1 - Robot Blue-Bot
- 2 - Robot Bee-Bot
- 3 - Mappe tematiche

2. Età

3- 10 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto Zoomorfo

4. Movimento

Alonomo/Direzionale

5. Interattività

- Sensori di luce
- Pulsanti per accensione e spegnimento
- Pulsanti per direzioni

6. Controllo

Diretto

7. Aspetti cognitivi

- Pensiero computazionale
- Design thinking
- Coordinate spaziali
- Storytelling

9. Cubetto - Kit di robotica



Fig 3.17. - Cubetto
Immagine tratta da <https://www.primotoys.com/it/>

Il Robot Cubetto è stato pensato per insegnare il coding ai bambini più piccoli. Infatti attraverso semplici comandi può muoversi nello spazio. Esso è uno strumento didattico che unisce divertimento e apprendimento in una semplice scatola di legno. Il robot si muove attraverso il collegamento via Bluetooth con la console, all'interno della quale sono inseriti i tasselli. I tasselli in base alla 4 varianti di colore creeranno

comportamenti diversi, quindi faranno muovere il robot in maniera diversa. Quindi attraverso la disposizione dei tasselli sarà possibile programmare il robot ed i suoi comportamenti.

Obiettivi

- Introdurre in maniera semplice il mondo della programmazione per i bambini più piccoli

1. Elementi del sistema

- 1 - Robot Cubetto
- 2 - Mappa
- 3 - Console
- 4 - 16 blocchi di istruzioni/codifica

2. Età

3-8 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto funzionale

4. Movimento

Alonomo/Direzionale

5. Interattività

- Sensori di luce
- Pulsante per accensione e spegnimenti

6. Controllo

Diretto

7. Aspetti cognitivi

- Pensiero computazionale
- Sviluppo di logica
- Storytelling
- Coordinate spaziali

10. Thymio - Kit di robotica**Fig 3.18.** - ThymioImmagine tratta da <https://www.thymio.org>

Thymio è un piccolo robot educativo in grado di poter scoprire l'universo della robotica e il linguaggio di essa. Il robot può essere programmato per l'esperienza di gioco. Esso è fornito di led colorati e sensori per interagire con l'ambiente esterno. Ad ogni comportamento del robot viene associato un colore. Thymio è dotato di connessione wireless e viene programmato da computer. Scaricando il programma Aseba è possibile

programmarlo in maniera sia visuale che testuale. In base alla scelta il Robot può seguire un oggetto a distanza, evitare un ostacolo, percorrere una linea, reagire ai suoni o scappare se qualcuno si avvicina.

Obiettivi

- Introdurre in maniera semplice il mondo della programmazione per i bambini più piccoli

1. Elementi del sistema

- 1 - Robot Thymo
- 2 - Tablet/Smartphone
- 3 - Kit per percorsi personalizzati

2. Età

Più di 5 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto funzionale

4. Movimento

Alonomo/Direzionale

5. Interattività

- Pulsanti capacitivi
- LED colore
- LED associati a ciascuna funzionalità del robot
- Sensori di prossimità anteriori, posteriori

e di rilevazione del terreno.

6. Controllo

Mediato

7. Aspetti cognitivi

- Pensiero computazionale
- Storytelling
- Coordinate spaziali

11. Miko - Robot sociale



Fig 3.19. - MIKO

Immagine tratta da <https://robotchampion.com/miko-robot/>

Il Robot Miko è un piccolo robot di interazione vocale, il quale cerca di essere un buon amico per i bambini. Il robot è in grado di rispondere a qualsiasi domanda il bambino faccia, quindi si impegna a educare e divertire i bambini. Esso è in grado di poter aiutare i più piccoli a sviluppare una buona base di conoscenze. Il robot può essere controllato dai genitori, in modo tale da limitare le azioni di esso.

Il robot Miko attraverso i comandi vocali è in grado di capire l'umore dei bambini e rispondere di conseguenza. Infatti è definito un compagno "emotivamente intelligente".

Obiettivi

- Creare un robot sociale in grado di accompagnare il bambino nella crescita

1. Elementi del sistema

- 1 - Robot Miko
- 2 - Tablet/Smartphone

2. Età

Più di 5 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto caricaturale

4. Movimento

Alonomo/Direzionale

5. Interattività

- Sensori di luce
- Pulsante per accensione e spegnimento
- Sensori di suono

6. Controllo

Mediato

7. Aspetti cognitivi

- Sviluppo di logica
- Storytelling
- Creatività

12. Photon - Kit di robotica



Fig 3.20. - Photon

Immagine tratta da <https://photonrobot.com>

Il Robot Photon progettato per l'apprendimento di concetti base della programmazione, supporta i bambini nello sviluppo delle abilità di base richieste dai tempi moderni. Così facendo è in grado di sviluppare creatività, migliorare le capacità di pensiero logico ed allenare la memoria. Photon è anche un robot di compagnia, in quanto balla, permette di giocare e leggere al buio. L'interazione principale e lo svolgimento

delle attività verrà principalmente mediato dai comandi dati attraverso l'app. Il Robot in grado di reagire a ciò che lo circonda, creare suoni, mostrare emozioni, cambiare colore e molto altro attraverso i comandi dati dai bambini.

Obiettivi

- Creare un robot da crescere e far evolvere attraverso la programmazione.

1. Elementi del sistema

- 1 - Robot Photon
- 2 - Tablet/Smartphone
- 3 - Scenari di gioco aggiuntivi

2. Età

6-12 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto caricaturale

4. Movimento

Olonomo/Orbitale

5. Interattività

- Bottoni accensione / spegnimento
- LED colorati associati a ciascuna funzionalità del robot
- Sensori per il rilevamento di ostacoli
- Sensore tattile
- Sensore per il rilevamento di luce
- Attacco magnetico
- Sensore di rilevamento di

contrasto in superficie

- Riproduzione di suoni
- Sensori riconoscimento suoni.

6. Controllo

Mediato

7. Aspetti cognitivi

- Pensiero computazionale
- Storytelling
- Creatività

13. Sphero Sprk+ - Kit di robotica



Fig 3.21. - Sphero Sprk+
Immagine tratta da <https://robotchamp.com/miko-robot/>

Il Robot Sphero è una palla robotizzata in policarbonato, in grado di essere programmata. attraverso i led al suo interno è possibile per il robot assumere una quantità di colori infinita. Esso è associato attraverso dispositivo bluetooth ad uno smartphone o tablet per essere programmato a distanza. I comandi dati al robot possono essere

rotola, rovescia, cambia colore, impostare la velocità, così da poter introdurre i concetti per la programmazione.

Obiettivi

- Creare un prodotto con cui si possono apprendere diversi livelli di programmazione.

1. Elementi del sistema

- 1 - Robot Sphero
- 2 - Tablet/Smartphone

2. Età

Più di 8 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto funzionale

4. Movimento

- Olonomo/Orbitale

5. Interattività

- Sensori e luci a LED programmabili
- Sensori di prossimità
- Sensore tattile

6. Controllo

Mediato

7. Aspetti cognitivi

- Pensiero computazionale
- Sviluppo di logica
- Storytelling
- Creatività
- Curiosità

14. Ozobot Evo - Kit di robotica



Fig 3.22. -Ozobot Evo
Immagine tratta da <https://www.wired.com/2016/12/review-ozobot-evo/>

Ozobot è un robot tascabile, in grado di essere programmabile, pensato per l'apprendimento del coding. Il Robot consiste in una semisfera trasparente, in grado di potersi muovere lungo percorsi colorati su carta o superfici digitali. Il piccolo robot è in grado di rilevare colori e linee, emettere suoni e luci. Ozobot può essere controllato tramite smartphone e

tablet, mediante app che consente anche di poter chattare con gli altri possessori del robot.

Obiettivi

- Creare un prodotto in cui vengono coniugate tecnologia e immaginazione, precisione tecnica e creatività

1. Elementi del sistema

- Robot Ozobot
- Tablet/Smartphone
- Mappe di gioco

2. Età

6-10 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto funzionale

4. Movimento

Alonomo/Direzionale

5. Interattività

- Sensori di rilevamento colori e linee
- Sensori ad infrarossi
- Interazione con altri Ozobot
- Led Colorati
- Connessione Bluetooth

6. Controllo

Mediato

7. Aspetti cognitivi

- Sviluppo di logica
- Storytelling
- Creatività

15. Lego Boost-Vernie - Kit di costruzione



Fig 3.23. - Lego Boost-Vernie
Immagine tratta da <https://www.lego.com/boost>

Lego Boost è un kit per la costruzione di un robot, con il quale il bambino si avvicinerà al mondo del coding. Con questo kit si arriverà a costruire un Robot di nome Vernie, all'interno del quale vengono messe insieme le classiche costruzioni Lego con la programmazione. Esso è in grado di parlare, guidare,

danzare, percepire i colori, i movimenti e la distanza.

Obiettivi

- Costruire e programmare un robot, così da poter sviluppare nuove competenze in relazione alla programmazione

1. Elementi del sistema

- 1 - Robot Miko
- 2 - Tablet/Smartphone

2. Età

7-11 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto antropomorfo

4. Movimento

Alonomo/Direzionale

5. Interattività

- Sensori e luci a LED programmabili
- Sensori di prossimità
- Sensori di movimento
- Sensori audio
- Riproduzione di suoni

6. Controllo

Diretto/Mediato

7. Aspetti cognitivi

- Pensiero computazionale
- Sviluppo di logica
- Storytelling
- Creatività
- Curiosità

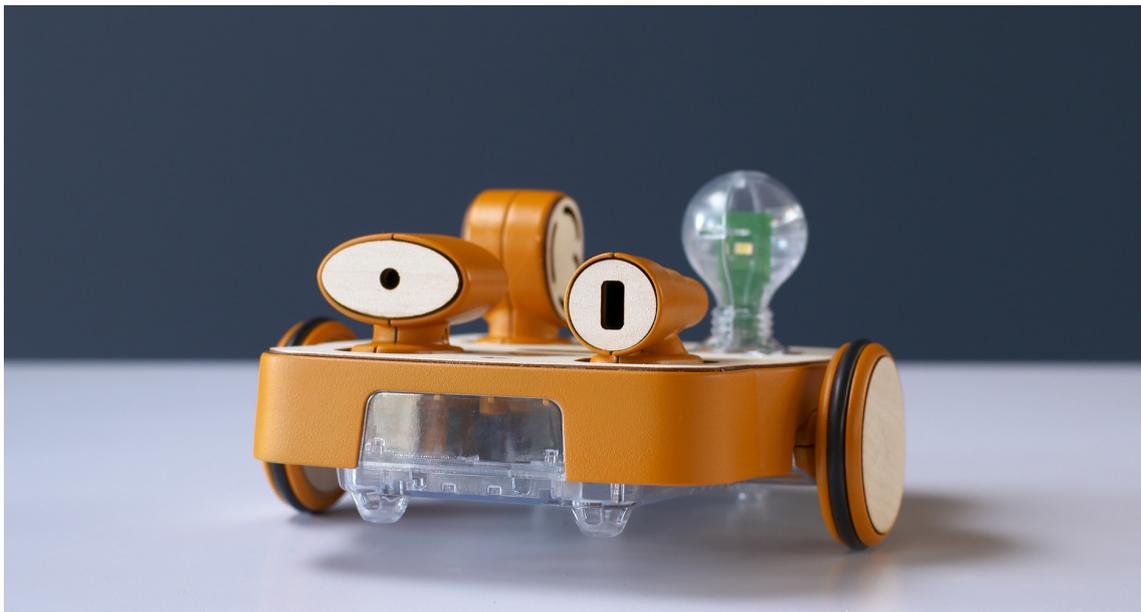
16. Kibo - Kit di costruzione

Fig 3.24. - Kibo
Immagine tratta da <https://dsb1makes.weebly.com/kibo.html>

Kibo è un un kit robotico progettato per essere costruito, programmato e decorato dai bambini. Attraverso la programmazione si andranno ad approfondire le conoscenze legate all'ambiente STEM. Apprendere attraverso KIBO è divertente ,fantasioso e facile. I bambini apprendono attraverso il learning by doing, in cui rendono

possibile realizzare le loro idee in maniera fisica e tangibile.

Obiettivi

- Creare un'esperienza per prendere costruendo e programmando un robot, in maniera semplice e divertente

1. Elementi del sistema

- 1 - Robot Miko
- 2 - Tablet/Smartphone

2. Età

6-10 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto caricaturale

4. Movimento

Alonomo/Direzionale

5. Interattività

- Pulsante accendimento/ spegnimento
- Sensore di riconoscimento dei comandi

6. Controllo

Mediato

7. Aspetti cognitivi

- Pensiero computazionale
- Sviluppo di logica
- Storytelling
- Creatività
- Curiosità

17. Aibo - Robot sociale



Fig 3.25. - Aibo
Immagine tratta da <http://aibo.sony.jp>

Il Robot Aibo è tra gli animali robot, che attraverso le espressioni riesce a trasmettere intuitivamente quello che prova ai bambini. Infatti basta soltanto guardarlo e si capisce di cosa ha bisogno. L'esperienza con Aibo è molto dinamica in quanto non si è mai sicuri di cosa abbia bisogno. Attraverso la sua intelligenza artificiale Aibo è un robot autonomo in grado di poter eseguire i comandi che gli vengono dati. È in grado di percepire suoni e rumori, e di vedere e muoversi

in modo autonomo. Il cane robot ha poi la facoltà di individuare l'ambiente circostante tramite una microcamera, e di riconoscere i comandi vocali impartitigli dal proprietario; grazie a questi stimoli di duplice natura, è quindi in grado di evolversi, con un upgrade da cucciolo ad animale adulto.

Obiettivi

- Creare un robot sociale in grado di far compagnia ai bambini, con il quale interagire.

1. Elementi del sistema

- 1 - Robot Miko
- 2 - Tablet/Smartphone

2. Età

Più di 5 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto zoomorfo

4. Movimento

Articolato

5. Interattività

- Sensori di movimento
- Sensore tattile
- Sensori di distanza
- Sensore di luce
- Pulsante accensione/ spegnimento
- Riconoscimento comandi locali

6. Controllo

Mediato

7. Aspetti cognitivi

- Sviluppo di logica
- Storytelling
- Curiosità

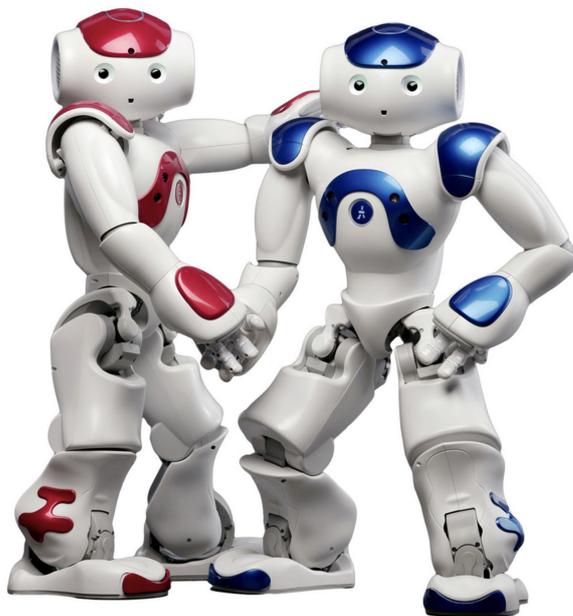
18. Nao - Robot sociale

Fig 3.26. - Nao

Immagine tratta da <https://www.icar.cnr.it/attrezzature/nao-robot-umanoidi/>

Nao è un robot umanoide, con futuro da robot da compagnia per le famiglie. Questo Robot si è diffuso nel settore della didattica in quanto gli studenti possono imparare a programmare un modo intuitivo e divertente, facendo sì che il robot possa camminare, afferrare oggetti, ballare, etc. Inoltre Nao è uno dei robot utilizzati per assistenza ai malati.

Interessante è l'utilizzo legato all'aiuto dei bambini affetti da autismo

Obiettivi

-Nao nasce dall'esigenza di creare un robot programmabile da compagnia, che si ieri all'interno delle famiglie per essere di supporto.

1. Elementi del sistema

- 1 - Robot Miko
- 2 - Tablet/Smartphone

2. Età

Più di 8 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto antropomorfo

4. Movimento

Articolato

5. Interattività

- Sensori tattili
- Sensori di pressione
- Sensori ad ultrasuoni
- Sensori ad infrarossi
- Riproduzione di suoni
- Sensori Audio
- Telecamere

6. Controllo

Mediato

7. Aspetti cognitivi

- Pensiero computazionale
- Sviluppo di logica
- Storytelling
- Creatività
- Curiosità

19. Doc - Kit di robotica



Fig 3.27. - Doc

Immagine tratta da <https://www.giochero.it/doc-robottino-educativo-clementoni>

Doc è un robot programmabile, pensato proprio per la robotica educativa ed il coding. Il robot è in grado di essere programmato mediante i pulsanti che sono presenti nella parte superiore di esso. Il bambino può affrontare le sfide che gli sono presentate attraverso l'utilizzo del tabellone e delle carte in vi saranno scritte le operazioni da svolgere. Può essere utilizzato nella modalità

educativa, in cui il robot riconosce la sua posizione sul tabellone e propone delle mete da raggiungere. Nella modalità di gioco in cui possono interagire più bambini vengono poste sfide e raggiunti punteggi.

Obiettivi

- Riuscire a programmare in maniera semplice ed intuitiva, seguendo percorsi prestabiliti.

1. Elementi del sistema

- 1 - Robot Miko
- 2 - Tablet/Smartphone

2. Età

5-8 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto caricaturale

4. Movimento

Alonomo/Direzionale

5. Interattività

- Sensori di prossimità
- Riproduzione suoni
- Pulsanti per programmare il movimento

6. Controllo

Diretto

7. Aspetti cognitivi

- Pensiero computazionale
- Sviluppo di logica
- Storytelling
- Creatività
- Curiosità

20. Idol - Robot sociale

Fig 3.28. - Idol
Immagine tratta da <http://www.myidolrobot.com>

Idol è un piccolo robot creato per apprendere in maniera divertente ed interattiva. Infatti è in grado di aiutare i bambini nell'imparare le basi della lingua italiana, della matematica e della logica. Il Robot è anche in grado di riprodurre favole/storie e canzoni che possono essere caricate collegandolo al Computer. Quindi è capace di insegnare alcune materie ed anche rispondere ad una

serie di domande che gli vengono poste. Esso può essere utilizzato mediante app o direttamente con i pulsanti presenti sul suo corpo.

Obiettivi

- Aiutare i bambini nell'apprendimento di alcune materie e fungere da robot di compagnia per i più piccoli.

1. Elementi del sistema

- 1 - Robot Miko
- 2 - Tablet/Smartphone

2. Età

3 -7 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto caricaturale

4. Movimento

Movimento articolato

5. Interattività

- Riproduzione di suoni
- Riconoscimento di suoni
- Sensori di movimento

6. Controllo

Diretto/Mediato

7. Aspetti cognitivi

- Pensiero computazionale
- Sviluppo di logica
- Curiosità

21. Cyber - Kit di costruzione



Fig 3.29. - Cyber

Immagine tratta da <https://www.robotiko.it/cyber-robot>

Cyber è un robot giocattolo che consente ai bambini di imparare a programmare in modo facile. Cyber Robot è un kit scientifico per costruire un robot in grado di muoversi su ruote e che si può programmare scaricando l'app. Costruendolo è possibile per i bambini applicare la logica per risolvere problemi. Mediante il kit il bambino può costruire il robot e successivamente si fa muovere

scaricando l'app, capace di riuscire a programmarlo. La programmazione è a blocchi e si può decidere la direzione su cui far andare il robot, far emettere suoni e far accendere le luci.

Obiettivi

- Far avvicinare i bambini al mondo della robotica attraverso la programmazione ed elettronica.

1. Elementi del sistema

- 1 - Robot Miko
- 2 - Tablet/Smartphone

2. Età

Più di 8 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto caricaturale

4. Movimento

Alonomo/Direzionale

5. Interattività

- Connessione Bluetooth
- Riproduzione suoni
- Bottoni per programmare il movimento
- Bottoni per accensione/spegnimento luci

6. Controllo

Mediato

7. Aspetti cognitivi

- Pensiero computazionale
- Sviluppo di logica
- Storytelling
- Creatività
- Curiosità

22. Marty - Kit di costruzione

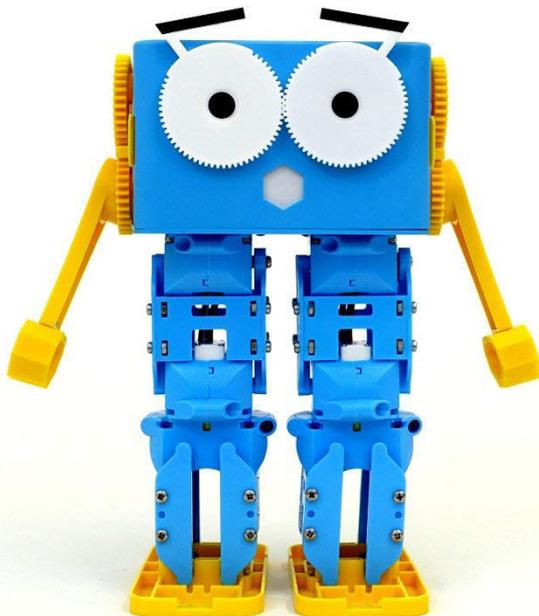


Fig 3.30. - Marty
Immagine tratta da <https://robotical.io>

Marty è un robot programmabile, il quale viene costruito attraverso il kit pensato per i bambini. Il Robot è in grado di camminare, ballare, calciare una palla. Può essere infatti programmato mediante diverse app. Esso è in grado di rendere l'apprendimento di elettronica, programmazione un processo divertente

e coinvolgente. Può anche essere personalizzato stampando in 3D le parti della scocca esterna.

Obiettivi

- Far avvicinare i bambini al mondo della robotica attraverso la programmazione ed elettronica.

1. Elementi del sistema

- 1 - Robot Miko
- 2 - Tablet/Smartphone

2. Età

Più di 8 anni

3. Immagine del Robot

Aspetto antropomorfo

4. Movimento

Alonomo/Direzionale

5. Interattività

- Sensori di movimento
- Sensori di prossimità

6. Controllo

Diretto/Mediato

7. Aspetti cognitivi

- Pensiero computazionale
- Sviluppo di logica
- Storytelling
- Creatività
- Curiosità

4. Sperimentazione Progettuale

Il percorso progettuale dedicato all'implementazione dell'attività *1,2,3...Stelle!* ha portato alla creazione di una piattaforma robotica, con la quale vengono trasmesse informazioni sul sistema solare agli studenti. L'elemento centrale del progetto è la figura del robot, un piccolo artefatto a forma sferica che in base alla posizione su cui viene messo sul tappeto posto a terra si identifica in un pianeta del sistema solare.

Il robot è accompagnato lungo tutta l'attività dalla proiezione di immagini sul sistema solare. L'idea alla base del progetto era quella di creare un'esperienza interattiva e coinvolgente per gli studenti che ne prendevano parte. Quindi è stato ritenuto opportuno l'inserimento dell'artefatto con il supporto di informazioni visive che lo accompagnassero durante l'attività. Il progetto nasce dalla collaborazione tra il Politecnico di Torino e il *Xké? Il Laboratorio della curiosità*. La nuova attività è stata frutto del lavoro della collaborazione tra il Dipartimento di Architettura e Design ed il Dipartimento di Automatica e Informatica, quindi un'importante cooperazione tra le discipline del design e dell'ingegneria informatica.

Il contributo degli esperti del laboratorio durante le fasi di progettazione è stato fondamentale, in quanto maggiori conoscitori degli aspetti rilegati alla sfera cognitiva dei bambini.

4.1. Scenario

Lo studio dello scenario all'interno del quale si è andati ad agire è stato fondamentale per stabilire i nuovi requisiti del prodotto che si andrà a progettare. Infatti proprio attraverso lo scenario si va a descrivere una particolare area, in cui avvengono determinate azioni. Il suo studio permette di esplorare determinati contesti, bisogni e requisiti.

Lo scenario in cui si colloca la nuova attività è quella della robotica educativa applicata ad un contesto informale come quello del laboratorio. Il progetto è stato sviluppato per il *Xké? Il Laboratorio della curiosità* di Torino, un centro didattico delle scienze in cui vengono svolte attività per le scuole primarie e secondarie di primo grado, il quale propone alle classi esperienze e attività

hands-on, a vocazione scientifica.

Il *Xké? Il laboratorio della curiosità* è nato nel 2011 come progetto della Fondazione per la Scuola della Compagnia di San Paolo ^[1].

All'interno di esso vivono diversi percorsi con differenti tematiche, in cui vengono coinvolti gruppi scolastici, ai quali vengono trasmessi nuovi argomenti in maniera ludica. Infatti l'idea che sta alla base del laboratorio è quello di suscitare nei bambini stupore e curiosità verso fenomeni scientifici attraverso il gioco e la scoperta, tutti affrontati con la massima creatività.

Ogni percorso è portato avanti dalla figura del tutor, che sono perlopiù studenti provenienti da corsi universitari scientifici ed umanistici.

Il ruolo dei tutor è molto importante in quanto si occupa dell'introduzione e della spiegazione di un concetto scientifico, in



Fig 4.1. - *Xké? Il laboratorio della curiosità*
Immagine tratta da <http://www.laboratoriocuriosita.it>

1 <http://www.laboratoriocuriosita.it>

modo tale da poter dare agli studenti strumenti adatti per comprendere ed applicare praticamente le conoscenze acquisite.

Le attività del centro didattico vogliono offrire campi di sperimentazione e conoscenza, cogliendo aneddoti nella vita quotidiana a cui fare riferimento, campo naturale di osservazione dei fenomeni scientifici, delle leggi della natura e della fisica.

I percorsi didattici presenti all'interno del laboratorio sono attualmente 27, associati alle diverse fasce d'età. Il laboratorio seppur pensato per essere un luogo dedicato all'educazione informale rivolto alle scuole, in un paio di occasioni all'anno viene aperto anche alle famiglie. Durante il corso degli anni sono state avviate varie ricerche e collaborazioni per le esperienze all'interno de laboratorio come con il Politecnico di Torino, con il *Centro di Ricerca di Telecom JOL - Joint Open Lab CRAB* e l'*IIT - Istituto Italiano di Tecnologia* di Genova.

Come già anticipato inizialmente, la richiesta del laboratorio era quella di voler introdurre all'interno del percorso *1,2,3... Stelle!* un'attività più interattiva e coinvolgente rispetto alla precedente, in particolare aggiungendo la componente robotica per creare un gioco in cui i bambini potessero interagire ed apprendere.

All'interno della struttura sono esistenti anche laboratori dedicati alla robotica, in cui viene introdotta la figura del robot, il suo significato e l'intera fase di costruzione, includendo anche l'esperienza di programmazione.

Il lavoro svolto per l'introduzione di questa nuova esperienza robotica è stato portato avanti da un team multidisciplinare in cui hanno collaborato design ed ingegneria.

Durante le fasi di progettazione è stata

molto assidua la collaborazione con i tutor del laboratorio, i quali grazie alla loro esperienza quotidiana con i bambini, sono riusciti a dare contributi fondamentali.

4.1.1. Ambito d'azione

La nuova esperienza di robotica si dovrà collocare all'interno del percorso *1,2,3... Stelle!*, in cui i bambini andranno ad esplorare ed acquisire conoscenze sul sistema solare e sulle stelle. L'esperienza è divisa principalmente in tre fasi: nella prima viene mostrato il video *Paxie - Il Sistema Solare* nel quale vengono mostrati tutti i pianeti, con alcune delle loro principali caratteristiche. La proiezione del video è in grado di dare nozioni ed elementi per affrontare la fase successiva. Proprio nella seconda fase i bambini vengono divisi in due gruppi e gli vengono consegnati rispettivamente due set di carte, che conterranno le immagini dei pianeti e le informazioni relative ad ognuno.

Gli studenti dovranno mettere in ordine i pianeti all'interno del sistema solare e successivamente associare ad ognuno di essi le rispettive informazioni. In questa fase i tutor avranno il ruolo di aiutare i bambini, di fornire informazioni aggiuntive relative ad alcuni argomenti e rispondere alle curiosità. La fase si conclude quando uno dei due gruppi riesce a mettere tutti i pianeti in ordine ed associarvi le informazioni.

La terza fase prevede l'esplorazione delle stelle presenti nell'universo e la comprensione del significato di costellazione. Questo avviene mediante modellini che supportano la spiegazione dei tutor.

Per le stelle invece l'attività prevede la richiesta da parte del tutor dell'età

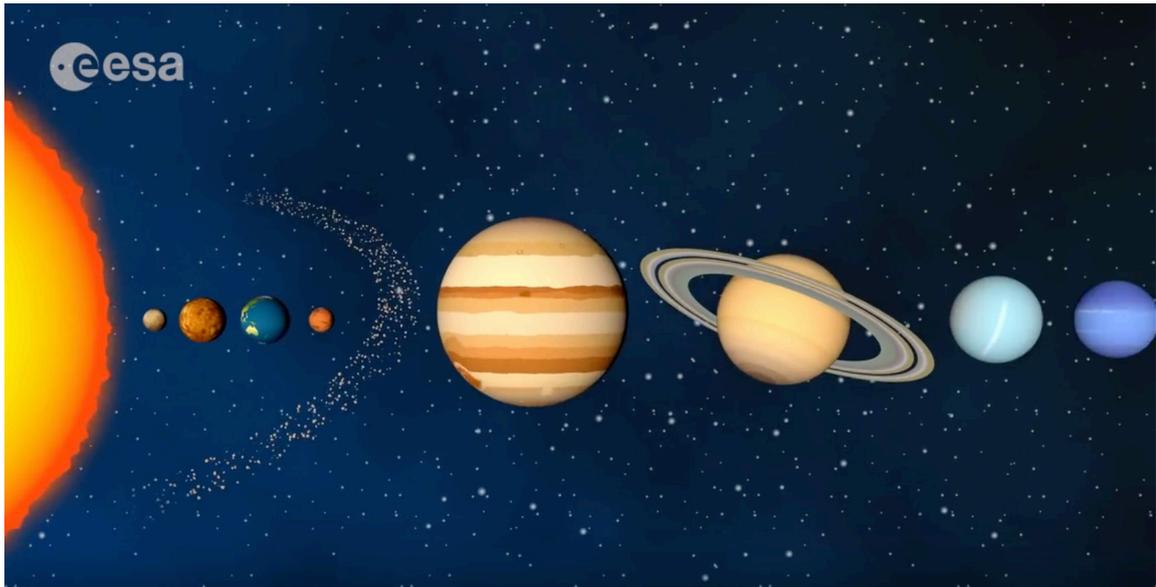


Fig 4.2. - Screenshot video iniziale “Paxie- Il sistema Solare”

dei bambini, così da poterla inserire in un tablet e in base alle stelle presenti nell’universo verrà associata una stella (distanza in anni luce) all’età del bambino. All’interno di questo percorso la fase in cui si è andati ad intervenire inserendo un’attività robotica è stata la seconda, quindi rendendo più interattiva e coinvolgente l’associazione delle curiosità in gruppi, in cui le conoscenze fornite rimanessero inalterate, ma arricchite da contenuti così da rendere dinamica l’esperienza.

4.1.2. Requisiti

In base agli incontri con il laboratorio sono stati definiti una serie di requisiti in grado di poter indirizzare la fase di progettazione e sviluppo dell’attività. L’obiettivo di rendere l’esperienza sulla scoperta del sistema solare robotica è stata subordinata alla stesura dei seguenti requisiti.

Un requisito emerso sin dall’inizio è stato quello *ambientale*, ovvero lo spazio fisico dove si svolge l’esperienza. Infatti lo spazio a disposizione è la stanza che

viene utilizzata attualmente per quella data esperienza.

I requisiti legati all’*utenza*, questo in relazione al numero di studenti che partecipa ogni volta all’attività (circa 20-25 studenti), in fascia d’età compresa tra gli 8-11 anni. L’esperienza dovrà essere progettata tenendo conto delle esigenze di questa specifica fascia d’età.

Dato il numero di bambini da dover coordinare nell’attività è emerso come un requisito legato alla *gestione* fosse essenziale. Questo perché il tutor deve essere in grado di gestire contemporaneamente sia la classe, che gli elementi che compongono l’attività.

Un’altro requisito è stato quello legato alle *tempistiche* di svolgimento dell’attività. Il laboratorio ha chiesto che l’esperienza potesse restare in un arco temporale compreso tra i 15- 20 minuti e possibilmente estendibile in base alla disponibilità di appuntamenti. Questo è dato dal fatto che il museo deve rispettare una time-table avendo classi

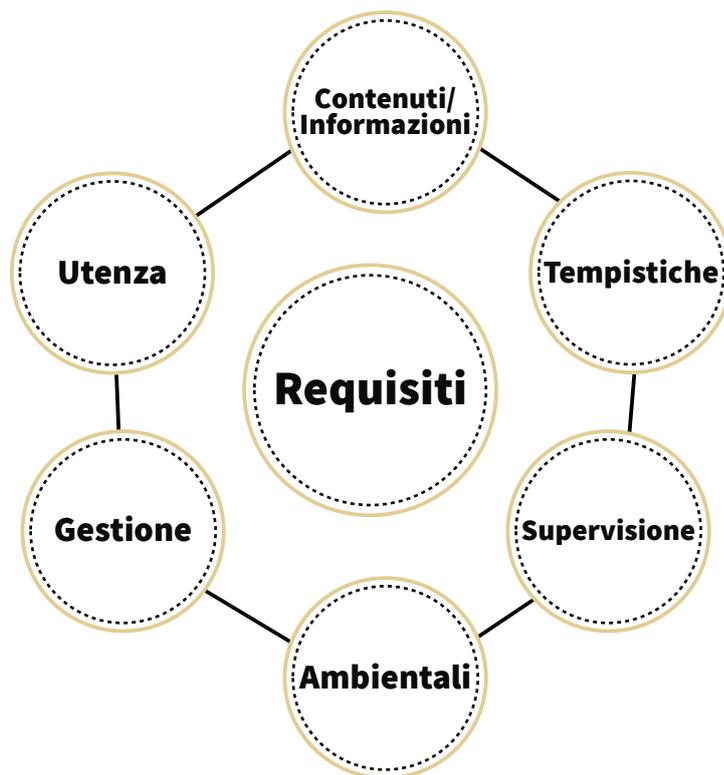


Fig 4.3. - Definizione dei requisiti progettuali

che si susseguono continuamente.

Un requisito importante è quello di mantenere le *informazioni/contenuti* da associare per ogni pianeta, riducendo semplicemente il numero di curiosità.

Ultimo requisito è quello di mantenere il ruolo del tutor come *supervisore* dell'esperienza ed aiutante, in grado di poter supportare i bambini all'interno del percorso.

4.1.3. Definizione degli obiettivi

Con la definizione dei requisiti progettuali si è passati alla fase di formulazione degli obiettivi da dover portare avanti durante il progetto.

L'obiettivo che sta alla base di questo progetto è quello di creare un'attività

finalizzata all'apprendimento di nozioni sul sistema solare per gli studenti, capace di coinvolgerli e rendere il loro ruolo più attivo rispetto alla precedente. Con l'adozione di un'attività di robotic gaming, l'obiettivo è stato quello di indagare il ruolo che il robot potesse avere all'interno dell'attività, quindi includendo il cambiamento nella modalità di apprendimento attraverso la sua introduzione e degli altri elementi grafici. Uno studio incentrato sull'efficacia del progetto sul processo di apprendimento e sul relativo coinvolgimento degli studenti.

Grazie alla formulazione degli obiettivi è stata chiara la strada da intraprendere per progettare tale attività.

Il primo obiettivo riguarda la progettazione di un'esperienza, in cui sia centrale l'elemento robot, in grado di poter supportare l'apprendimento di alcuni



Fig 4.4. - Ambiente dove si svolge l'attività in *XKè ? Il laboratorio della curiosità*

argomenti mediante la simulazione ed il gioco. Questo tipo di apprendimento è supportato principalmente dai robot sociali, che a differenza degli altri, robot come strumenti, riescono a creare un'interazione maggiormente sociale, finalizzata all'apprendimento di gruppo.

Il secondo obiettivo che deriva dal precedente è quello di progettare e realizzare un robot sociale, in grado di potersi relazionare agli studenti, e che non sia percepito semplicemente come strumento, ma come aiutante per supportare il processo di apprendimento.

Il terzo obiettivo è quello di progettare un'esperienza in grado di poter coinvolgere tutti gli studenti che partecipano all'attività con diversi ruoli, con la costante presenza dei tutor, in grado di poter controllare ogni fase. Per questo si parla di robot sociali,

in quanto si andranno a creare delle interazioni di scambio reciproco.

L'esperienza progettata rispecchierà quelle che sono le pratiche già esistenti all'interno del laboratorio, in maniera tale da poter creare una certa continuità, anche rispetto al requisito secondo il quale le nozioni e la pratica dell'associazione delle curiosità dovessero rimanere come costante.

4.2. Concept

Il progetto della piattaforma robotica nell'esperienza *1,2,3... Stelle!* è stato ideato come un mix tra realtà e virtuale, in cui si sposano la fisicità dell'artefatto robotico e la proiezione di immagini relative al tema del sistema solare. L'insieme di queste due realtà è finalizzato alla produzione di nuovi ambienti in cui gli oggetti fisici e digitali coesistano e

interagiscono in tempo reale [2]. In questo caso tale aspetto si realizza mediante la contemporanea coordinazione di proiezione e funzionamento del robot. Quindi si tratta di una piattaforma a realtà mista in cui il bambino interagirà con il robot, che rappresenterà un pianeta, da cui riceverà feedback con il supporto delle proiezioni per rafforzare ed approfondire le curiosità relative all'attività. La superficie fisica sfrutta per la proiezione delle immagini corrisponde al pavimento della stanza. L'idea era quella di voler creare una piattaforma robotica di gioco, in cui i bambini potessero sfidarsi sulle conoscenze del sistema solare a loro proposte, interagendo con il robot mediante strumenti familiari e già utilizzati nell'esperienza precedente, come le carte contenenti le curiosità. Gli studenti quindi possono interagire con il robot attraverso il passaggio delle carte

su di esso, e vedere se l'informazione è esatta in base alla posizione in cui è collocato sulla proiezione. Il robot avrà bisogno di una telecamera per localizzare la sua posizione all'interno della proiezione, e questo è stato possibile posizionandola al suo interno, così da sapere sempre dove si trova. La proiezione avverrà su una stampa applicata a terra su cui sono disegnate le orbite, ma soprattutto sono posizionati i marker che il robot riuscirà a riconoscere mediante la telecamera, sia per il riconoscimento della posizione, sia per indirizzare correttamente il suo movimento. Il movimento del robot e la tipologia di informazioni da dover associare in base alla sua posizione saranno coordinate da un'apposita app, utilizzata dai tutor. Oltre alla selezione del gruppo di informazioni da dover accoppiare al robot, l'app gestirà anche l'arricchimento

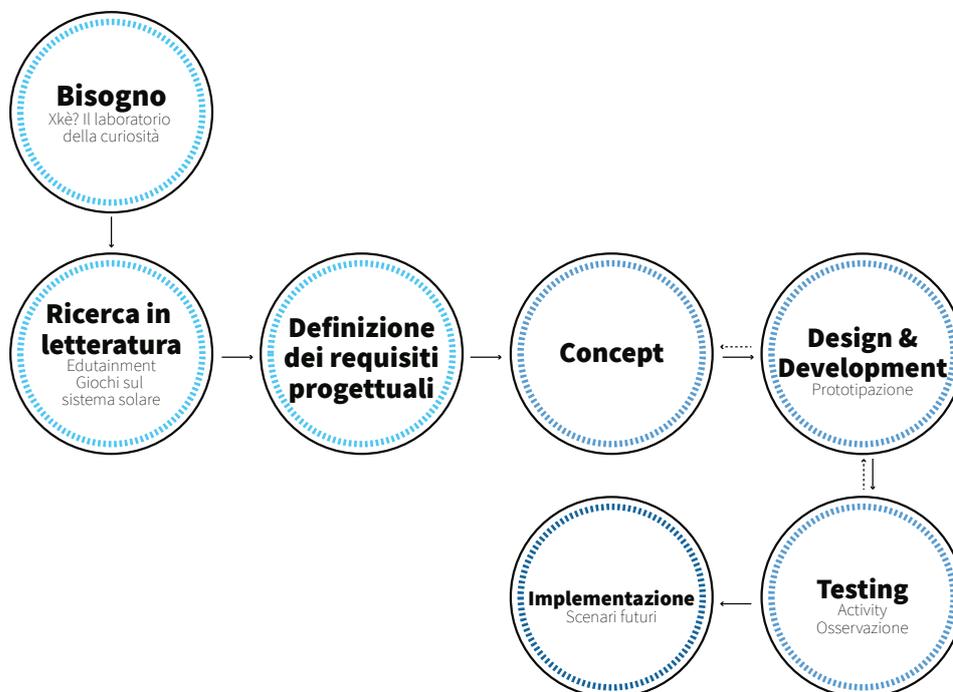


Fig 4.5. - Processo progettuale

2 D. Robert, R. Wistorrt, J. Gray, C. Breazeal, *Exploring mixed reality robot gaming*. In Proceedings of the fifth international conference on tangible, embedded, and embodied interaction, 2011 , pp. 125-128

di contenuti relativi ad ogni informazione tramite immagine e darà inizio al moto coordinato tra il robot e la proiezione.

4.3. Il Processo

La fase di progettazione è partita da uno studio interdisciplinare, in cui si è andati a comprendere tutti gli aspetti cognitivi coinvolti nello scenario di edutainment per i bambini e le diverse modalità con cui esso agisce.

La fase meta-progettuale ha visto la definizione del bisogno del laboratorio, ovvero quella di creare un'attività maggiormente coinvolgente ed interattiva sul sistema solare per gli studenti che ne prendono parte. Ad un primo livello è stata svolta la ricerca in letteratura dell'ambito in cui ci si trova, ovvero quello legato alla robotica educativa ed edutainment.

La parte di ricerca è stata effettuata anche in base ai giochi ed applicazioni presenti sul mercato riguardanti il sistema solare per i bambini. Questo per comprendere le conoscenze che vengono comunicate su tale argomento in base all'età e soprattutto la modalità con cui viene fatto. Per questo, come si può vedere nelle pagine successive, si sono analizzati i giochi sul sistema solare ed è emerso che tutti cercano di trasmettere conoscenze relative all'ordine dei pianeti, alla loro matrice materica, al loro moto ed in alcuni casi viene approfondito l'argomento relativo alle costellazioni e si aprono esplorazioni più approfondite.

Questa parte di ricerca è stata necessaria anche per comprendere il fenomeno da dover simulare attraverso la nuova attività. Dopo una serie di incontri preliminari in cui si è andati a comprendere l'ambito d'azione,

sono stati chiariti i requisiti in base alle esigenze del laboratorio stesso. Questo ha portato alla definizione degli obiettivi progettuali, quindi la direzione da intraprendere per la realizzazione del progetto stesso.

Tutta la fase di definizione degli obiettivi e del concept sono stati accompagnati da una serie di incontri con gli educatori del percorso ed i tutor, che sono coloro che conosco meglio gli studenti e l'esperienza, in grado di poterci dare feedback sulle proposte progettuali. Con la definizione dei requisiti di progetto si è arrivati al passaggio all'interno della fase di design e sviluppo progettuale, in cui per prima cosa si è definito il concept per poi passare allo sviluppo dell'attività. Il percorso progettuale è stato portato avanti in ogni fase da un team multidisciplinare, che ha visto l'incontro del design e dell'ingegneria. Una volta definito il progetto e sviluppata tutta l'esperienza con tutte le relative attività e la definizione dei requisiti e delle prestazioni del robot, si è passati alla fase di costruzione della parte software ed hardware.

Nelle scelte progettuali è stato intrapreso il percorso di realizzazione di un robot partendo da zero, ovvero prevedendo l'intera progettazione e costruzione del software e hardware. Tale scelta è dovuta alla versatilità che offre la costruzione di un robot customerizzato, capace di poter essere adattato per diverse funzionalità. L'altra possibile strada che spesso viene percorsa nella sperimentazione di attività robotiche è quella di implementare un prodotto già esistente, adattandolo alle funzionalità necessarie per lo sviluppo di un nuovo progetto.

Il design ha portato avanti anche la parte relativa alla progettazione e costruzione della scocca esterna del

Il Sole e i suoi pianeti



Come funziona?

Mini sola Kit di OWI viene interamente montato dai bambini, infatti prevede di essere anche dipinto. Il moto si attiverà dopo aver accumulato energia solare, dal piccolo pannello solare sul sole.

Valore educativo

Conoscenze sull'energia solare, sulla posizione dei pianeti, il moto, matrice materica (attraverso i colori).

Età

Più di 9 anni

Geosafari



Come funziona?

Il sistema solare motorizzato e dinamico usa l'illuminazione ed il movimento per portare in vita il sistema solare. I contrassegni nella parte inferiore permettono di ordinare i pianeti in base alle ore del giorno.

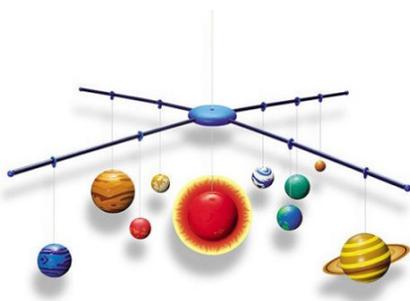
Valore educativo

Conoscenze sul moto dei pianeti, sui tempi e le diverse posizioni.

Età

Più di 8 anni

Solar System 3d Glow



Come funziona?

Il gioco permette la costruzione del sistema solare 3d mobile che si illumina al buio e si ruota.

Valore educativo

Conoscenze sulla posizione dei pianeti.

Età

Più di 5 anni

Planetario



Come funziona?

Grazie al planetario è possibile proiettare tutte le costellazioni sul soffitto o sulle pareti. Ruotando la sfera celeste per scoprire le stelle dei 2 emisferi.

Valore educativo

Conoscenze sulle costellazioni, i loro nomi e le loro posizioni.

Età

Più di 9 anni

Genius Esplora- Il Sistema Solar



Come funziona?

Il sistema solare motorizzato e dinamico usa l'illuminazione ed il movimento per portare in vita il sistema solare. I contrassegni nella parte inferiore permettono di ordinare i pianeti in base alle ore del giorno.

Valore educativo

Conoscenze sulla posizione dei pianeti, sulla composizione materica.

Età

5-14 anni

Smart Globe Explorer AR



Come funziona?

Il gioco è pensato per muovere i primi passi nel mondo dell'astronomia. Nella confezione una riproduzione tridimensionale del sistema solare, un puzzle double-face illustrato ed un manuale con l'identikit di tutti i pianeti.

Valore educativo

Conoscenze sulla posizione dei pianeti.

Età

7 - 12 anni

Star Walk Kids



Come funziona?

Applicazione che permette attraverso l'inquadratura del cielo di seguire i movimenti delle stelle e dei pianeti facendo corrispondere la mappa sullo schermo alle stelle visibili.

Valore educativo

Conoscenze sulla posizione dei pianeti, costellazioni, sole e satelliti.

Età

6-8 anni

Solar Walk



Come funziona?

Applicazione con la quale si può esplorare il sistema solare, i suoi pianeti, scegliendo la parte da visualizzare.

Valore educativo

Conoscenze sulle posizione dei pianeti, il loro moto e il tempo.

Età

Più di 5 anni

piccolo robot, che potesse veicolare un messaggio semplice da comprendere e che fosse semplice da manipolare. Questi sviluppi sono stati portati avanti nella prototipazione, quindi la sperimentazione di diverse soluzioni per la scocca definitiva.

La scocca definitiva infatti è stata realizzata con tutti gli accorgimenti e le correzioni emerse nel primo prototipo. In contemporanea sono stati creati i contenuti digitali da inserire all'interno delle proiezioni e l'interfaccia grafica dell'applicazione che gestisce l'esperienza, finalizzata all'utilizzo da parte dei tutor.

Una volta pronti tutti gli elementi del sistema sono stati collocati all'interno dell'ambiente dedicato all'attività e si è partiti con la fase di testing dell'attività con gli studenti. In questa fase l'attività è servita a capire il grado di efficienza del sistema stesso e dell'efficacia relativa all'esperienza svolta dai bambini. Ovviamente i dati prodotti dall'osservazione sono stati anche misurati in termini di usabilità ed affidabilità. Mediante lo studio dei dati finali si è cercato di concretizzare un modello di esperienza in grado di poter essere scalabile in altri contesti, sia interni al laboratorio che in contesti esterni.

4.3.1. Requisiti e prestazioni richieste

Mediante la fase di ricerca, relativa al contesto in cui si colloca l'esperienza, robotics edutainment, e i requisiti stilati in fase preliminare, sono stati definiti i requisiti e le prestazioni nello specifico relativi al robot e agli altri elementi che ne prendono parte. Necessario tenere in considerazione in ogni fase il ruolo

del robot, ovvero quello di elemento protagonista della simulazione/narrazione e del gioco stesso, in grado di proiettare il bambino all'interno dell'esperienza, finalizzata ad un apprendimento di tipo ludico.

L'utilizzo di un robot permette di osservare un oggetto intelligente, tangibile, che risponde a comandi e stimoli dell'ambiente che lo circonda in maniera reattiva. Quindi i requisiti richiesti al robot sono:

- *requisiti di movimento e di rilevamento*, ovvero il robot deve essere in grado di potersi muovere autonomamente seguendo tracciati;

- *requisiti di localizzazione*, in cui il robot deve essere in grado di rilevare la propria posizione all'interno dei tracciati delle orbite;

- *requisiti di comunicazione*, in cui il robot deve essere un grado di poter comunicare con altri elementi e riconoscerli per dare feedback;

- *requisiti formali*, in cui la forma riesca a trasmettere un messaggio per l'attività in cui sarà inserito, e riesca ad essere semplice a livello di usabilità e di interfaccia con l'utente.

I requisiti richiesti agli altri elementi del sistema creato sono quelli relativi al proiettore ed i contenuti grafici che conterrà:

- *requisiti dimensionali*, ovvero la dimensione dell'immagine proiettata a terra dovrà essere circoscritta in un'area di 3,20 x 3,20 m (tale dimensione è stata calcolata considerando le dimensioni della stanza e la presenza di 20-25 studenti presenti all'interno);

- *requisiti spaziali*, in cui il proiettore da dover installare dovrà essere posizionato su delle travi di acciaio agganciate al soffitto ad un'altezza di 4,00 m da terra;

- *requisiti di luminosità*, in cui la proiezione avverrà in un ambiente non illuminato,

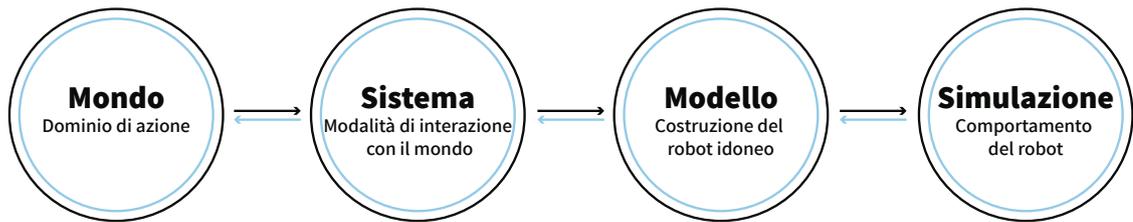


Fig 4.14. -Flusso per la realizzazione di una simulazione

con le finestre oscurate.

Anche l'adesivo da posizionare a terra deve rispettare dei requisiti che scaturiscono dal robot che ne deve riconoscere le orbite e la proiezione:

- *requisiti materici*, la scelta dovrà ricadere sull'utilizzo di un materiale opaco, in quanto non deve permettere la riflessione della luce che potrebbe creare problemi alla telecamera interna al robot;
- *requisiti spaziali*, ovvero la scelta di posizionare l'adesivo a terra in base all'area interessata dalla proiezione;
- *requisiti di fissaggio*, la scelta di posare un adesivo a terra con stampate le orbite ed i marker, è stata fatta rispetto all'alternativa di un elemento mobile come un tappeto, in quanto è necessaria una posizione fissa calibrata in base all'area occupata dalla proiezione.

4.3.2. Design e Sviluppo progettuale

La fase di design e sviluppo si è concentrata sulla concretizzazione del concept e del suo perfezionamento. In questo processo si è portato avanti lo sviluppo di tutti gli elementi che compongono il sistema.

La piattaforma di gioco è composta principalmente da un piccolo robot customizzato, un proiettore, un tappeto, con dei marker per il riconoscimento del percorso, e un'app di gestione utilizzata dai tutor. Un aspetto

particolarmente caratterizzante il robot è quello del line follower, la capacità di muoversi lungo una linea disegnata sull'adesivo in PVC.

Il processo svolto per portare avanti lo sviluppo di un'attività con un artefatto robotico e altri elementi, finalizzati alla creazione di una simulazione ha seguito diversi step che comprendono per primo la definizione delle azioni del robot, quindi il suo dominio di comportamento. Questo segmento di mondo che deve essere rappresentato deve avere confini ben precisi ed è il sistema in cui si andrà a collocare il robot stesso.

Successivamente verranno stabiliti le modalità di interazione con il mondo esterno da parte del robot, quindi il sistema verrà rappresentato attraverso un modello, in cui saranno definite le azioni che deve compiere l'artefatto. Il modello appena costruito deve essere in grado di poter simulare, quindi vi è la necessità di costruire una rappresentazione simbolica, attraverso elementi che andranno a comporre il sistema. Una volta creata e studiata la simulazione è sempre possibile tornare indietro ad ogni fase, apportare modifiche ad ogni step, procedendo a ritroso così da poterne migliorare il risultato finale in termini di efficienza.

Infatti per la realizzazione della simulazione del sistema solare nell'attività si è partiti da uno studio dell'argomento per comprenderne tutte le caratteristiche, soprattutto in relazione a quelle da poter trasmettere

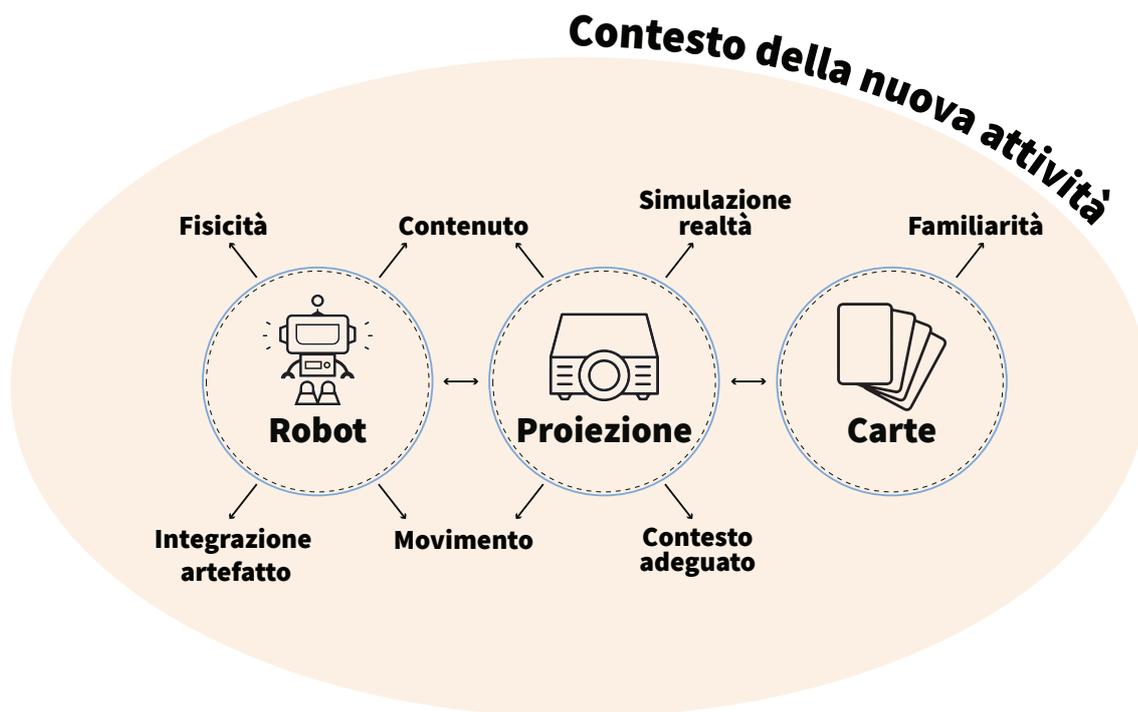


Fig 4.16. - Contestualizzazione della nuova attività

ad un'utenza quale quella degli studenti. Di seguito si è definito il sistema di interazioni degli elementi dell'attività con l'ambiente circostante. Il modello stabilito è legato alla scelta e alla costruzione degli elementi più idonei per creare la simulazione, in questo caso il robot e la proiezione, combinati simultaneamente. La creazione del modello concerne anche quella che è la creazione della parte software da dover trasmettere a robot e alla proiezione. Attraverso i test che ne provano l'efficacia e l'efficienza possono essere svolte eventuali correzioni e riflessioni sulla riuscita del messaggio comunicativo^[3]. Grazie alla scelta dell'utilizzo della proiezione si è cercato di creare un ambiente di simulazione maggiormente coinvolgente ed attrattivo per gli studenti.

La fase di sviluppo del progetto ha visto la scelta di un proiettore, dati i requisiti relativi alle dimensioni dell'immagine da proiettare a terra, con una luminosità intorno ai 5.500 lumen ed un peso del corpo macchina di circa 5.5 kg.

Tra i vincoli da considerare per l'installazione del proiettore, messo in condizione di riprodurre immagini dall'alto verso il basso, vi era la necessità di montarlo sulla struttura di travi in acciaio preesistenti, poste ad un'altezza di 4,00 m.

Il proiettore è stato di conseguenza fissato alle travi attraverso una staffa, così da riuscire a proiettare un'immagine di 3,20 x 3,20 m precisamente sulla stampa in PVC applicata sul pavimento. La stampa sul tappeto rappresenta le orbite dei pianeti del sistema solare e in ogni orbita sono presenti delle tacche

3 F. Landriscina, La simulazione nell'apprendimento. Quando e come avvalersene, Erickson, Gardolo, 2009

in colore magenta, in grado di essere riconosciute dalla telecamera montata nel robot per seguire il tracciato corretto. All'inizio di ogni orbita sono presenti dei marker di ArUco diversi per ogni pianeta, per far comprendere al robot la posizione spaziale in cui si trova. L'ultimo elemento che compone l'attività è il robot il quale si muove all'interno del tappeto seguendo le linee tracciate. Il colore scelto per l'adesivo è quello del pavimento della stanza, per non creare un netto distacco tra i due. L'attività che deve portare avanti il

robot è coordinata dall'applicazione, che connessa al pc, riceve ed invia comandi. Il robot è l'elemento centrale dell'attività, che contemporaneamente si immedesima in un pianeta e in un elemento di gioco. Infatti tramite le proiezioni il robot avrà proiettato sulla sua scocca la texture del pianeta che dovrà rappresentare in base alla posizione scelta. L'idea era realizzare concretamente e tangibilmente una simulazione del sistema solare e del suo funzionamento, con il supporto di elementi fisici e interattivi, così da poter



Fig 4.15. - Sequenza dello svolgimento del gioco

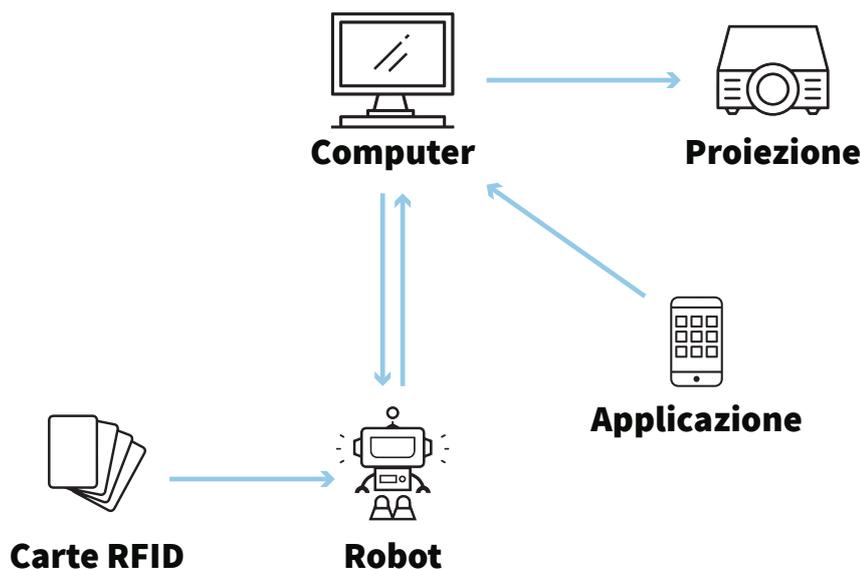


Fig 4.17. - Logica degli elementi del sistema

rendere quest'attività più coinvolgente ed osservabile da vicino.

La nuova attività di gioco

La nuova attività relativa al sistema solare è stata sviluppata seguendo i requisiti posti inizialmente durante gli incontri con il laboratorio. Come nella precedente, la nuova attività prevede che i bambini, classi di circa 20-25 bambini, vengano divisi in due squadre dai tutor del laboratorio che li accompagnano in ogni fase. Dopo la formazione delle due squadre, ad ognuna verrà consegnato rispettivamente un mazzo di 24 carte, contenenti informazioni relative ad ogni pianeta (3 esatte per ognuno).

Le informazioni contenute nelle carte sono state identificate e studiate dal laboratorio. Esse contengono le nozioni principali relative ad ogni pianeta, come i fenomeni che li caratterizzano, i loro nomi associati alle divinità, al loro moto. Parte di queste curiosità fanno parte del bagaglio che viene fornito allo studente con il video introduttivo.

Dopo la consegna delle carte viene introdotto il robot dal tutor, il quale

deciderà di identificarlo con un pianeta (*fase di selezione del pianeta*). Verrà chiesto ad uno dei bambini della squadra che inizia il turno di poter portare il robot nella sua orbita corrispondente (*fase di posizionamento*). Nella proiezione a terra inizialmente saranno rappresentate le orbite e una serie di circonferenze che indicano le posizioni iniziali prestabilite su cui poter posizionare il robot. Il feedback dato al bambino in caso di posizionamento corretto sarà rappresentato da un'animazione intorno al robot. Le squadre dovranno selezionare le 3 informazioni relative al pianeta scelto dal tutor ed inizieranno a sfidarsi (*fase di selezione delle informazioni*).

Il primo gruppo ad iniziare passerà la prima carta selezionata sul robot, che indicherà tramite una luce verde o rossa se l'informazione è corretta oppure no. Se la risposta è corretta il gruppo continuerà a passare le carte, mentre se la risposta è errata si passerà al gruppo successivo, sino a che uno dei gruppi non arriva per primo alle 3 risposte corrette. Ad ogni risposta corretta apparirà un'immagine equivalente alla data informazione, per supportare il tutor nella possibile



(a) Schermata iniziale



(b) Connessione



(c) Scelta del pianeta



(d) Quiz



(e) Preparazione del moto



(f) Moto dei pianeti

Fig 4.18. - Schermate dell'applicazione di controllo

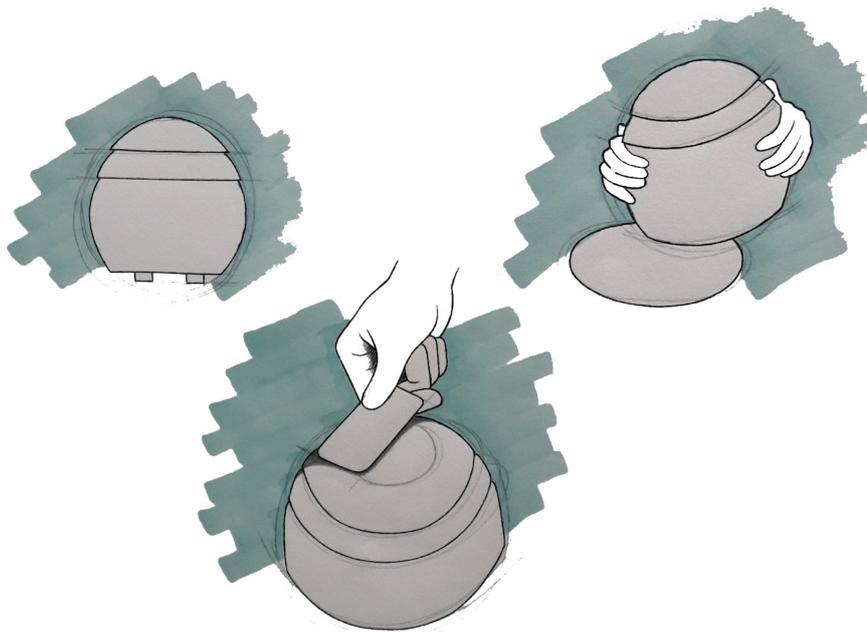


Fig 4.19. - Sketch progettuali Robot

spiegazione o approfondimento dell'argomento (*fase di feedback*). Le immagini selezionate insieme ai tutor, sono immagini realistiche associate ad ogni argomento.

Concluso questo step, il tutor tramite l'applicazione farà partire il moto dei pianeti, quindi sarà una sovrapposizione tra il video proiettato ed il movimento robot, che come già detto avrà proiettato sulla scocca il pianeta che rappresenta (*fase del moto dei pianeti*). Durante il moto vengono mostrati i diversi tempi e le diverse velocità con cui si muovono i pianeti all'interno del sistema solare. Le orbite disegnate sul tappeto sono state rappresentate in maniera realistica in relazione all'eccentricità, mentre il dato falsato è quello in relazione alla distanza tra un'orbita e l'altra, per questioni di dimensionamento degli elementi. La forma del tappeto e dell'immagine proiettata sopra, segue la conformazione dell'ambiente; infatti la pianta della stanza è di forma ellittica.

Le orbite sul tappeto sono rappresentate in nero, ma la proiezione sovrastante le proietterà con diversi colori. Una volta

finita la prima manche, si inizierà di nuovo con un altro pianeta e verrà cambiato l'ordine dei gruppi. La durata prevista per l'esperienza è di circa 25 minuti, ma può aumentare in base alla disponibilità delle prenotazioni.

4.3.3. Prototipazione

La fase di prototipazione può essere associata a diverse attività, dalla creazione di uno storyboard ad un prototipo di cartone ad un oggetto stampato. L'utilizzo di questo strumento consente di interagire con un prodotto, che si avvicina alla realtà ma pur sempre limitato, così da poterne esplorare le caratteristiche e poterne testare l'utilizzo. Le caratteristiche della prototipazione riguardano il suo livello di fedeltà, infatti possiamo incontrare prototipi *low-fidelity*, i quali non assomigliano al prodotto finale e vengono rappresentati in maniera semplice, economica e veloce da realizzare e soprattutto da poter modificare, in modo tale da poter esplorare le idee e le possibili

alternative. L'altra tipologia di prototipo è *high-fidelity*, ovvero con un alto livello di fedeltà, infatti si avvicina molto al modello definitivo, completamente interattivo per essere utilizzato nei test con gli utenti.

Nelle prime fasi di sviluppo in cui viene concretizzata l'idea è importante l'utilizzo della prototipazione per far sì che sia possibile esplorare le idee e le strade intraprese e vi sia ancora la flessibilità di poter tornare indietro.

La prima fase di prototipazione riguardante il progetto è stata proprio quella della realizzazione dello storyboard, scaturito dopo la definizione del concept. Questo strumento è stato vantaggioso soprattutto nel momento in cui sono state esposte le idee dal team di progetto al committente; infatti sono stati presentati più storyboard di possibili scenari su cui poter lavorare. La combinazione tra lo storyboard e gli

scenari offre agli stakeholder e ad ogni membro del team la possibilità di avere un ruolo attivo all'interno del progetto vedendo concretamente la strada da poter intraprendere [4].

Il progetto dell'attività *1,2,3...Stelle!* inizialmente aveva diverse declinazioni, che attraverso la presentazione tramite storyboard hanno fatto emergere i punti di forza e debolezza.

Inizialmente le proposte comprendevano scenari sia *small scale* che *large scale*, in cui nel primo veniva proposto un'attività su tavolo multimediale interattivo. I bambini avevano a disposizione 8 Ozobot (uno per pianeta), disposti alle estremità del tavolo, in posizioni prestabilite.

Le curiosità relative ai pianeti apparivano sullo schermo e dovevano essere associate ad ognuno di essi trascinandole sopra. Durante questa fase in contemporanea altri bambini dovevano disegnare nella parte centrale del tavolo

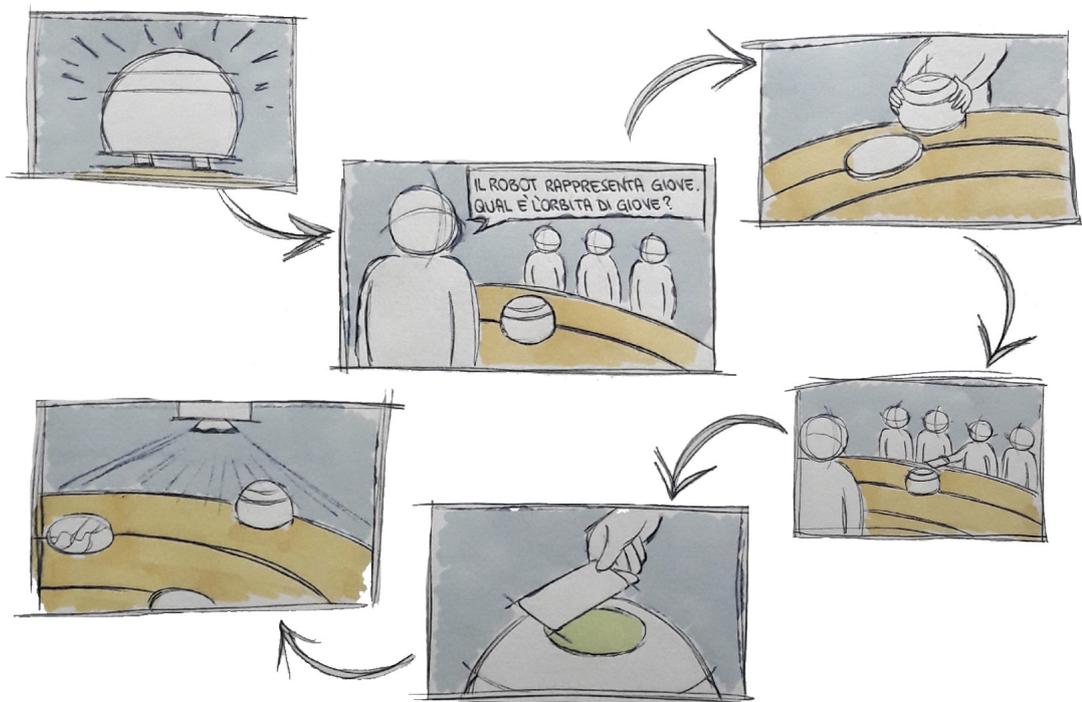


Fig 4.20. - Storyboard sulla logica di gioco

4 J. Preece, Y. Rogers, H. Sharp, *Interaction design: Beyond human-computer interaction*, John Wiley & Sons, 2004, pp. 239-278

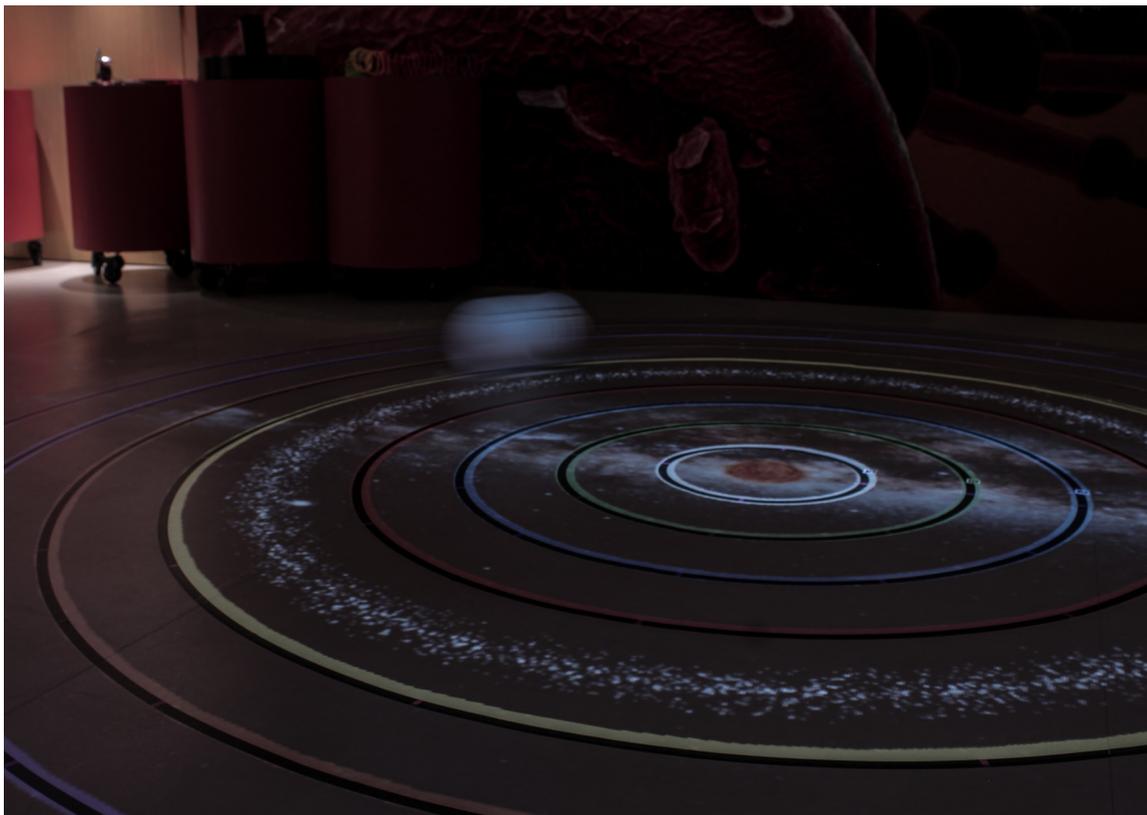


Fig 4.21. - Setup della nuova attività *1,2,3...Stelle!*

le orbite dei pianeti con diversi colori. Una volta completato il caricamento delle informazioni sui robot e il disegno delle orbite, gli studenti potevano trasportarli su ognuna di esse. Gli ozobot in grado di riconoscere diversi tracciati colorati avrebbero iniziato il loro moto. I limiti relativi a questa proposta riguardavano soprattutto la fragilità del tavolo e la difficoltà di tracciare in contemporanea il tocco di 20-25 studenti.

La scelta è ricaduta sulla seconda proposta, *large scale*, in cui viene sfruttato lo spazio fisico della stanza, ed utilizzato un unico robot, costruito ad hoc per l'attività, in cui gli studenti devono posizionarlo in posizioni prestabilite in base al pianeta che rappresenta. Ad ogni pianeta vengono associate delle curiosità ed alla fine di quest'attività inizia il moto del robot insieme alla proiezione attorno con gli altri pianeti.

Questa proposta è sembrata più idonea

in quanto privilegia la possibilità di far osservare le caratteristiche del sistema solare a tutti gli studenti, date le grandi dimensioni dell'area su cui si svolge l'attività, di conseguenza creando un maggiore coinvolgimento.

Con la scelta dell'artefatto robotico da realizzare è seguita la fase di definizione della sua scocca esterna, date le funzionalità definite nel design dell'esperienza. Gli sketch realizzati per la definizione della scocca, sono uno strumento utilizzato per la prototipazione, attraverso la quale si andranno a definire con precisione le azioni con il prodotto, il messaggio che esso deve trasmettere.

La semplicità di utilizzo e l'affidabilità era necessaria nella progettazione di un robot di così piccole dimensioni utilizzato dai bambini. La forma è scaturita dalla funzione e dal ruolo che il robot ha all'interno dell'esperienza, quindi un

pianeta del sistema solare; infatti la forma sferica è sembrata la più coerente e che riuscisse ad esprimere al meglio il messaggio.

La fase di sketch è stata seguita da quella di prototipazione fisica, in cui sono stati realizzati i primi prototipi, montati poi sulla parte hardware. I primi sono stati realizzati con la stampa 3d, ed erano finalizzati alla comprensione della morfologia, delle varie funzionalità da soddisfare e la definizione dei vantaggi per facilitare l'interazione. Tra i vari requisiti funzionali c'era la necessità di aprire la struttura nella parte superiore della scocca, per riuscire a dissipare il calore creato dalle batterie interne, e creare spessori diversi per riuscire a diffondere la luce per il feedback alle risposte. Il prototipo inoltre è stato utile per osservare le possibili problematiche

in relazione al moto, quindi come la struttura esterna potesse interferire con il movimento del robot.

Sono state valutate in questa fase le distanze delle varie componenti interne e la loro posizione: ad esempio è stato testato a quale distanza massima potesse essere posizionata la scheda RFID per il riconoscimento delle carte dall'esterno.

La realizzazione del prototipo è stata importante anche per questioni legate alla visuale necessaria per un corretto tracciamento della telecamera inserita all'interno, quindi la comprensione delle dimensioni da fornire ai fori nella parte inferiore. Gli altri elementi come la porta Usb per il collegamento alla batteria, i pulsanti di accensione e spegnimento della Raspberry interna e il led che ne indica lo stato sono stati collocati nella

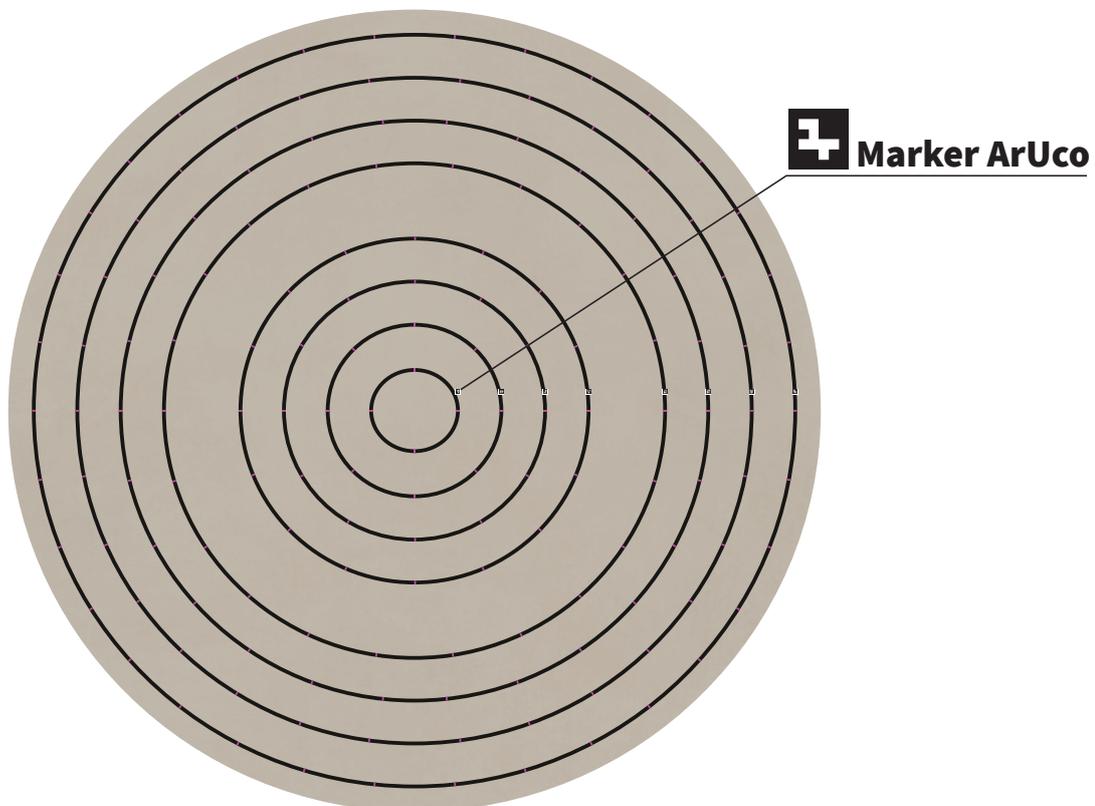


Fig 4.22. - Adesivo in PVC applicato al pavimento

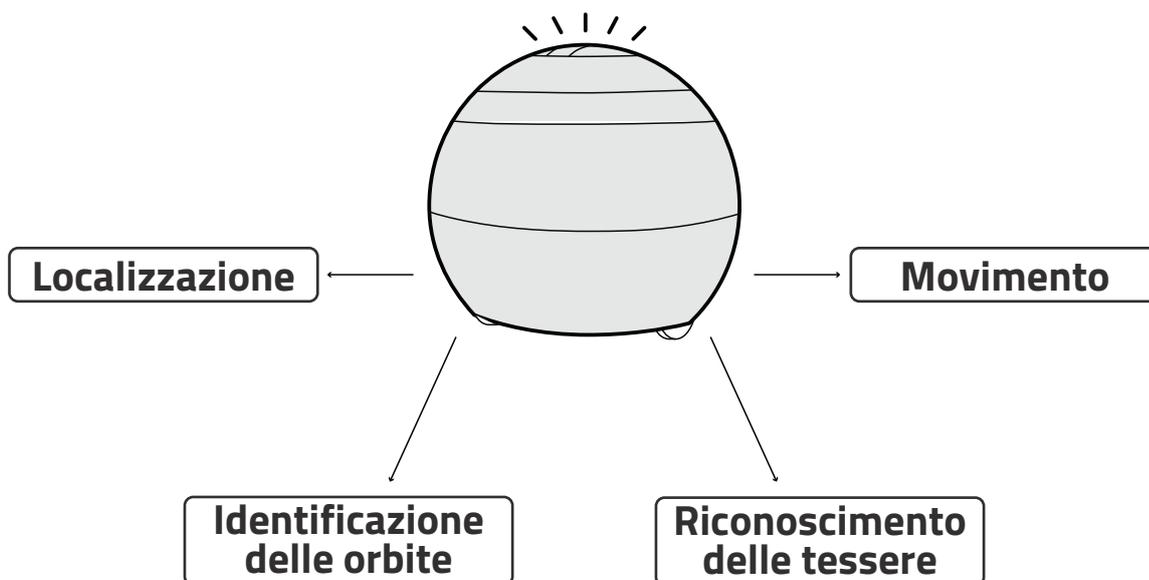


Fig 4.23. - Caratteristiche del robot

zona posteriore attraverso lo studio del prototipo e dell'ordine in cui essere posizionati, dati gli ingombri delle componenti. Una parte importante come già anticipato è stata quella relativa allo studio del peso della scocca da montare sopra le componenti hardware.

Infatti prima della stampa sono state fatte delle prove con dei pesetti per capire l'efficienza del movimento con carichi diversi. Per evitare un affaticamento del movimento del robot il peso massimo da sopportare era di 200 gr. Il primo prototipo con una calotta di spessore 2 mm arrivava a pesare 200 gr, quindi nella scocca definitiva si è ritenuto opportuno abbassare lo spessore ad 1,5 mm e nella parte superiore 0,75 mm per riuscire a rendere ben visibile l'illuminazione dei led.

La scocca è divisa in due parti principali, le quali sono unite tra di loro da un incastro a baionetta per essere smontato facilmente nel caso in cui dovesse essere fatta della manutenzione. Il prototipo è stato modellato interamente con il software Rhinoceros, che ha aiutato

alla comprensione della forma e degli ingombri da tenere in considerazione. I pezzi definitivi sono stati stampati con la stampante 3D messa a disposizione dal Virtual Lab, con l'utilizzo del PLA di colore bianco.

Robot

La scelta di utilizzare un artefatto robotico è dato dalla sua fisicità e al movimento con cui si riesce a stimolare e motivare i bambini maggiormente alle azioni da effettuare per interagirvi. La realizzazione del robot è partita dal processo di sketch e prototipazione, le quali hanno portato alla creazione di un piccolo robot sociale, con un basso livello di antropomorfismo che riesce a riconoscere le informazioni che gli vengono associate, in base alla sua posizione all'interno dell'area di gioco, siano giuste o sbagliate in base al pianeta che rappresenta. Il robot è stato progettato per essere utilizzato come elemento centrale dell'esperienza,

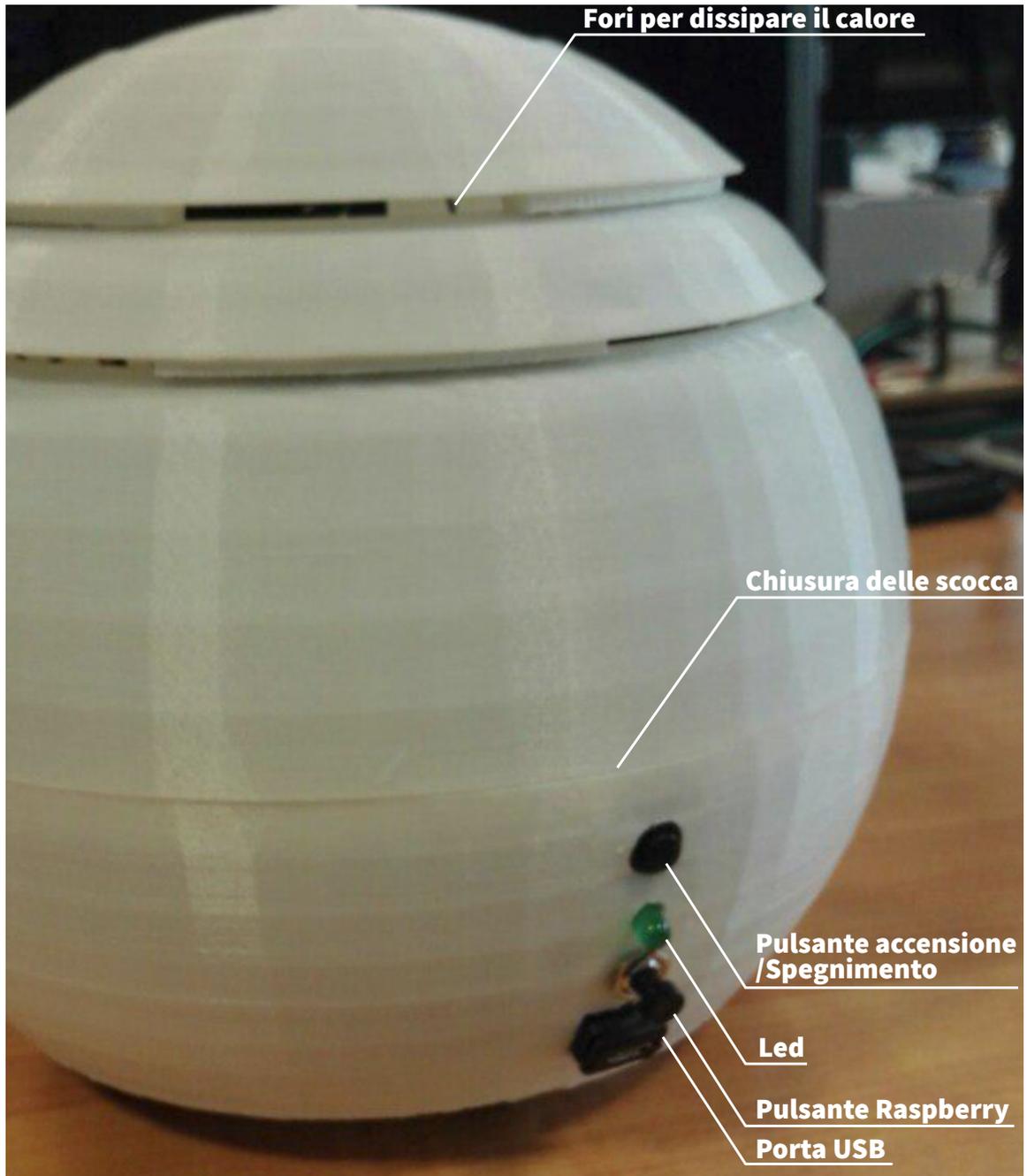


Fig 4.24. - Interfaccia del robot

come personaggio della simulazione che si andrà a realizzare, in questo caso sul sistema solare. Quindi è destinato ad essere inserito all'interno della simulazione sul sistema solare, mostrandone da vicino il funzionamento, ed essendo un elemento fisico riesce a creare una maggiore empatia.

Anche la forma iconica (sferica), è giustificata dalla volontà di fornire caratteristiche realistiche, in grado di essere familiari in relazione al contesto, quindi l'identificazione del robot in un pianeta.

Per essere inserito nell'esperienza il robot è stato accompagnato da

altri elementi come le carte RFID che hanno stampato su di loro una grafica contenete le informazioni da dover essere riconosciute dalla scheda RFID interna.

Il robot comunica con un pc che a sua volta è collegato all'app di gestione per il tutor del laboratorio. Tramite l'applicazione si può decidere il pianeta da far rappresentare al robot in una manche, così che esso identifica le informazione che gli vanno associate in quel dato momento.

Nella parte superiore della scocca è stato creato un piccolo dislivello per identificare e localizzare la zona dove passare le carte, la quale si illuminerà in base alle informazioni. Sempre nella parte di dislivello è stata creata un linea in rilievo per identificare il verso del

robot, con cui deve essere posizionato. Anche gli elementi tecnici, quali i pulsanti, i led di accensione e lo spazio per il collegamento della batteria riescono a dare l'idea del retro del robot. L'attività del robot si esprime anche mediante il movimento finale, simultaneamente con la proiezione intorno del moto dei pianeti del sistema solare. Il movimento di questi due elementi viene gestito tramite l'applicazione, che fa iniziare il moto e può metterlo in pausa in ogni istante.

Componenti Hardware

La piattaforma su cui è sviluppato il robot è una Raspberry Pi, alla quale sono stati collegati elementi periferici come: una

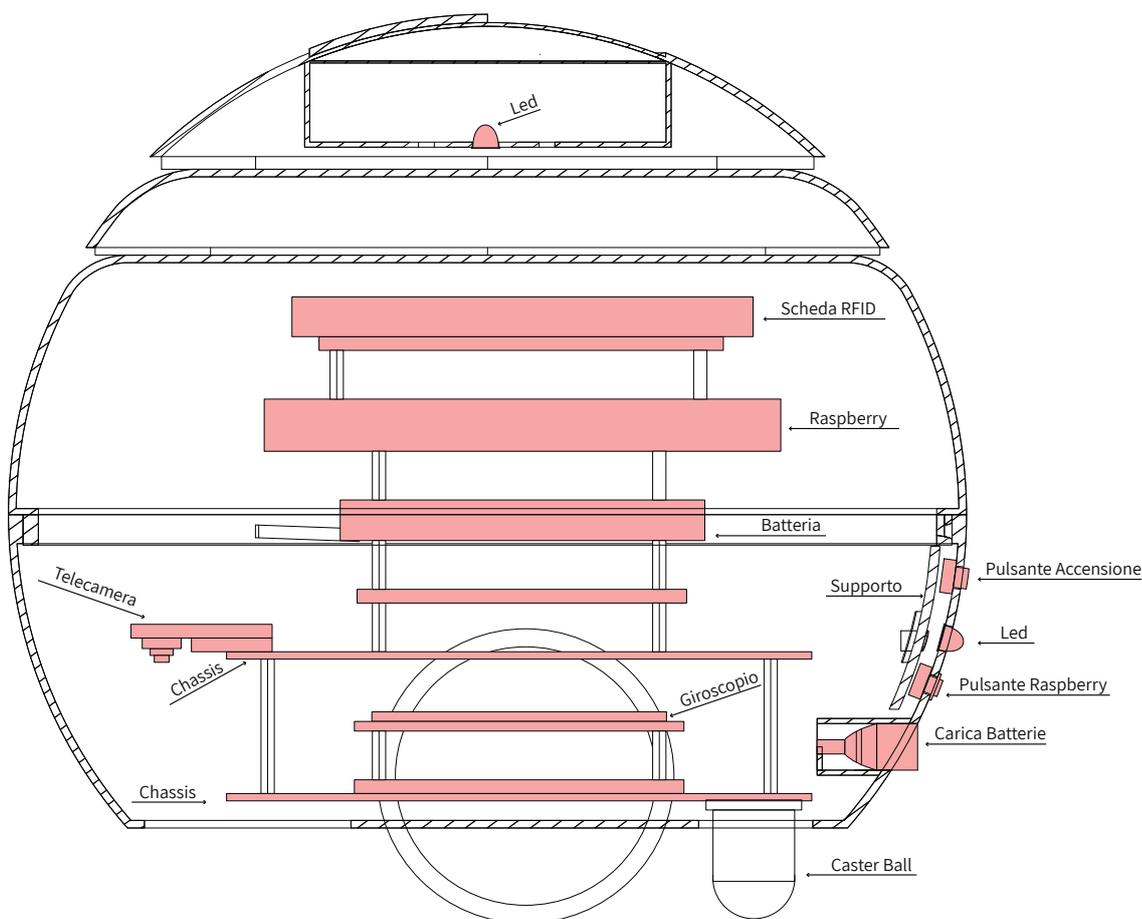


Fig 4.25. - Sezione del robot

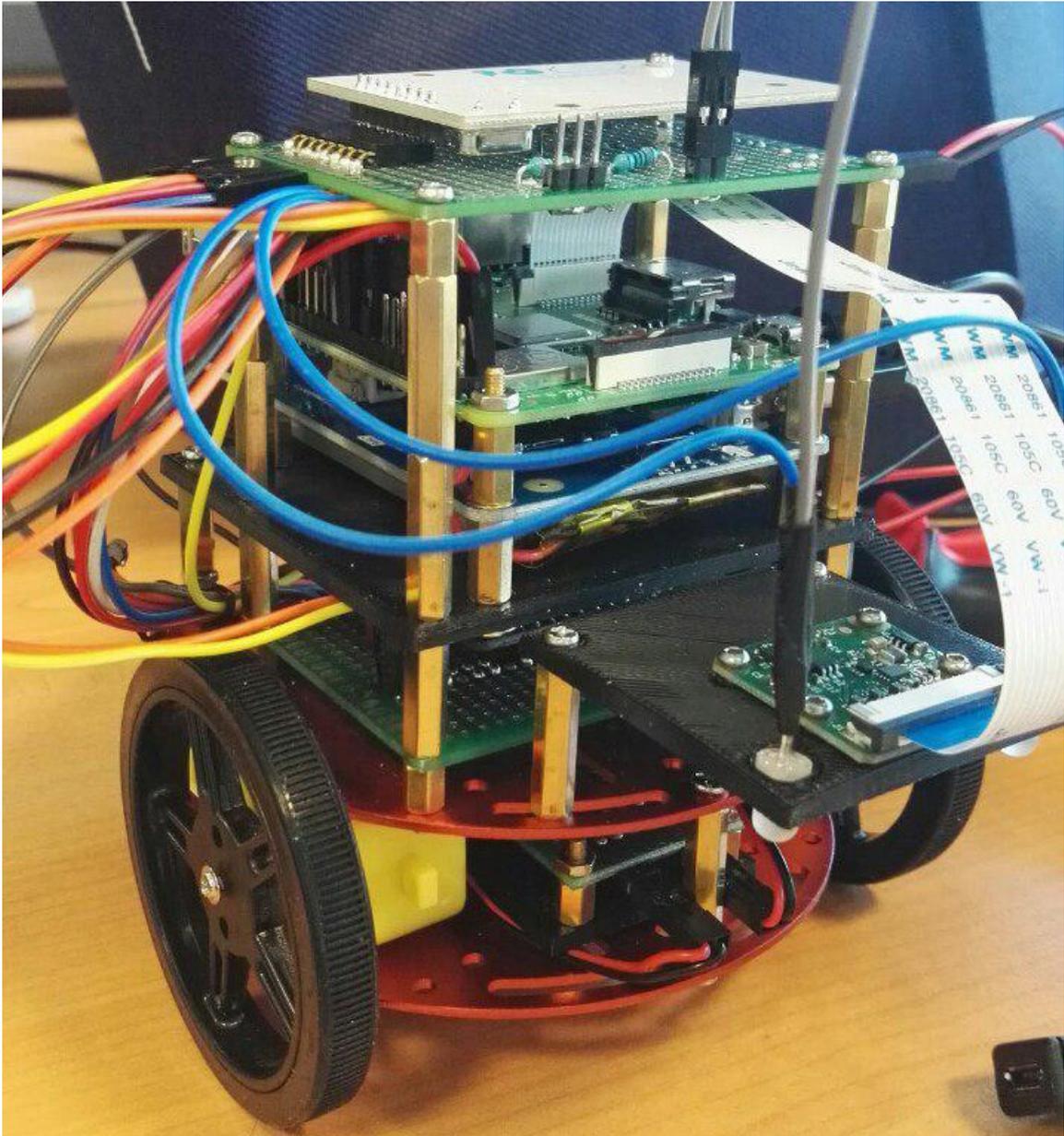


Fig 4.26. - Hardware del robot

Raspberry Pi Camera Module V2, la quale è necessaria per inquadrare il tracciato da seguire, un giroscopio, in grado di fornire misurazioni sulla posizione e velocità, una coppia di motori che permettono il movimento, una scheda RFID per il riconoscimento delle tessere ed infine dei led localizzati in diverse posizioni all'interno.

I led sono posti 2 nella parte superiore (rosso e verde) per indicare la risposta,

altri 2 bianchi per fare luce alla telecamera ed uno bianco per indicare lo stato di accensione. All'interno è anche presente una batteria, che dopo alcuni test riesce ad avere una resistenza stimata di circa 2/3 ore.

Nella parte posteriore come indicato nella Fig. 4.14 sono presenti i pulsanti di accensione ed il collegamento USB per il caricabatterie.

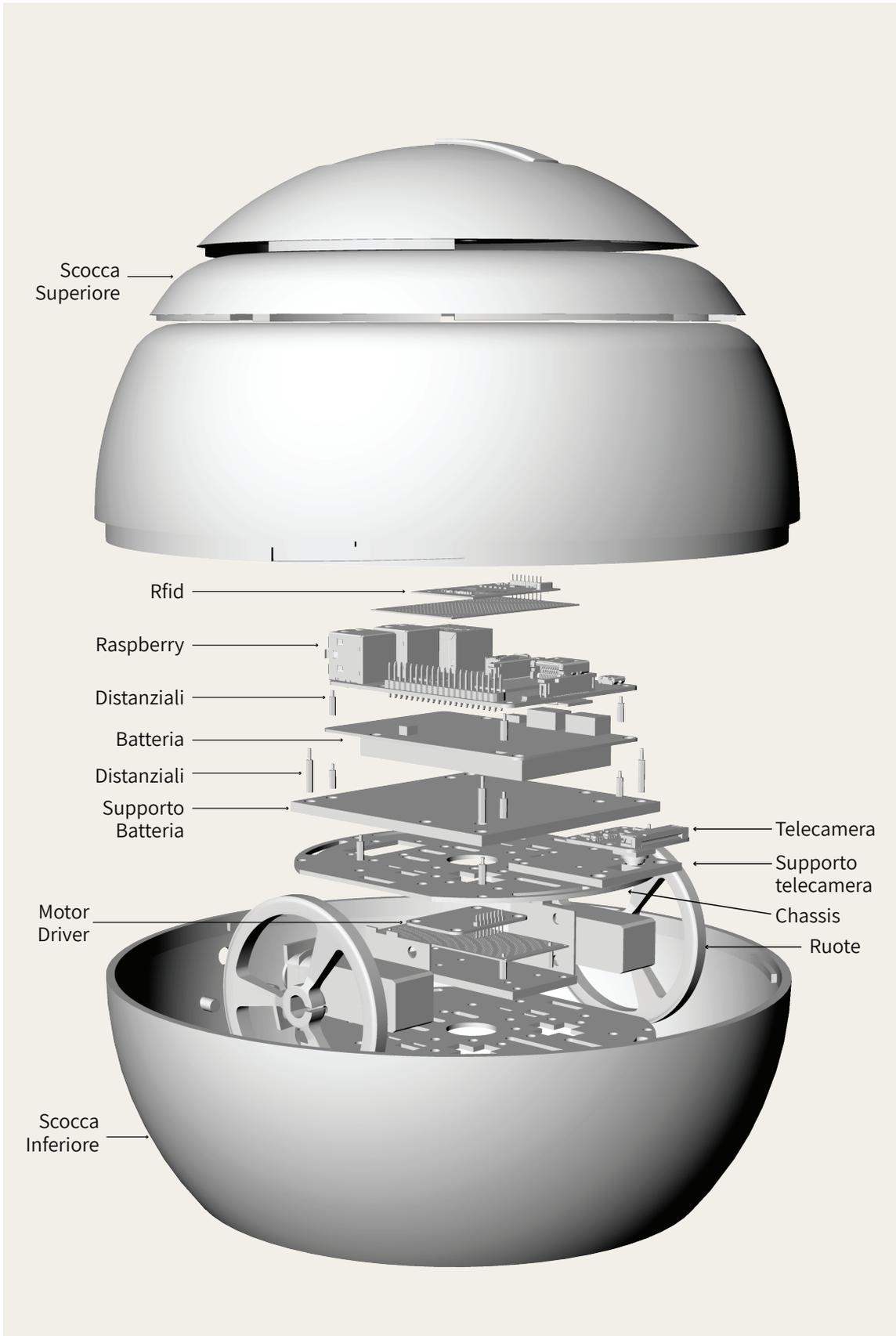
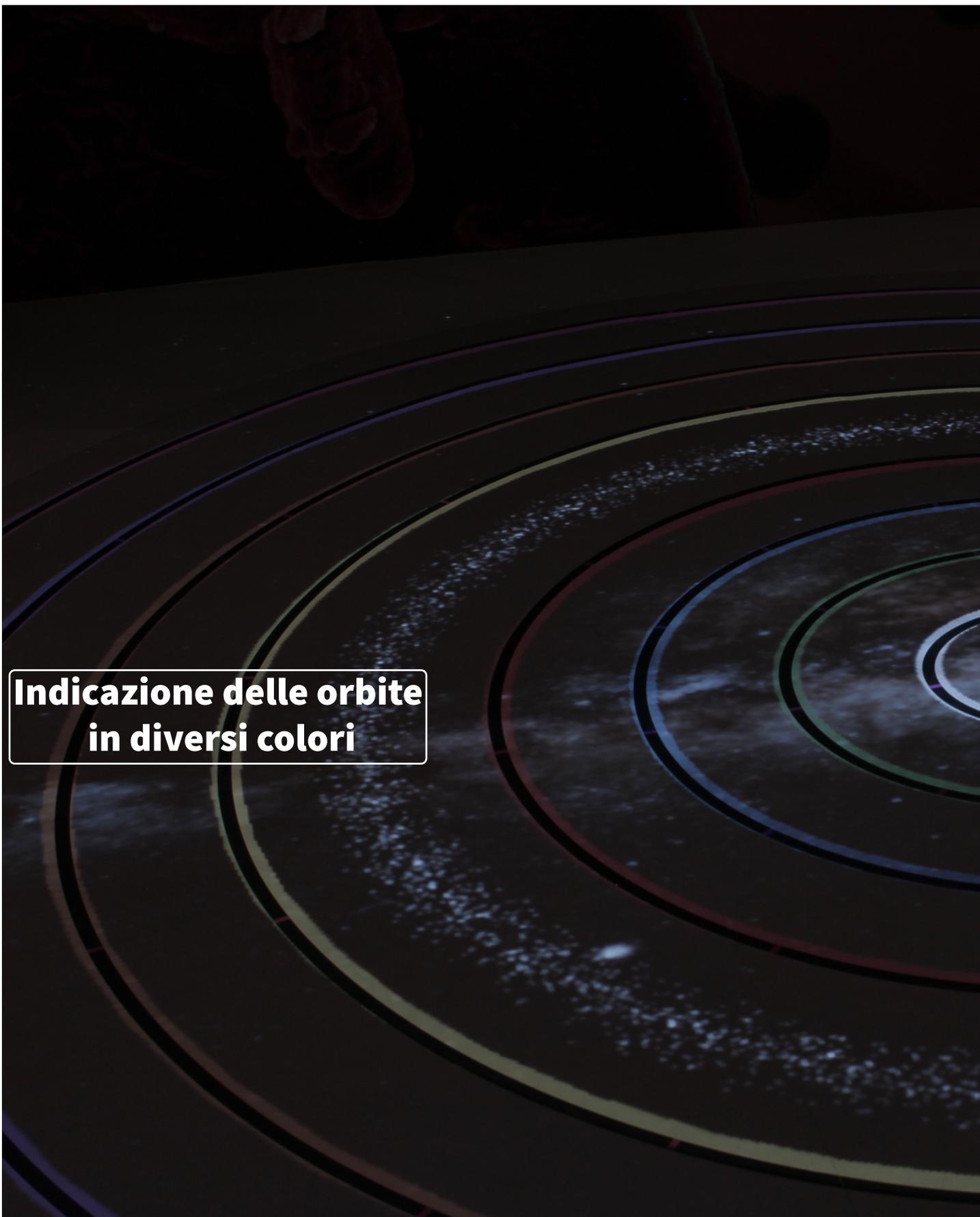


Fig 4.27.- Esploso dei pezzi



Fig 4.28.- Studenti provano a passare le curiosità sul robot



**Indicazione delle orbite
in diversi colori**

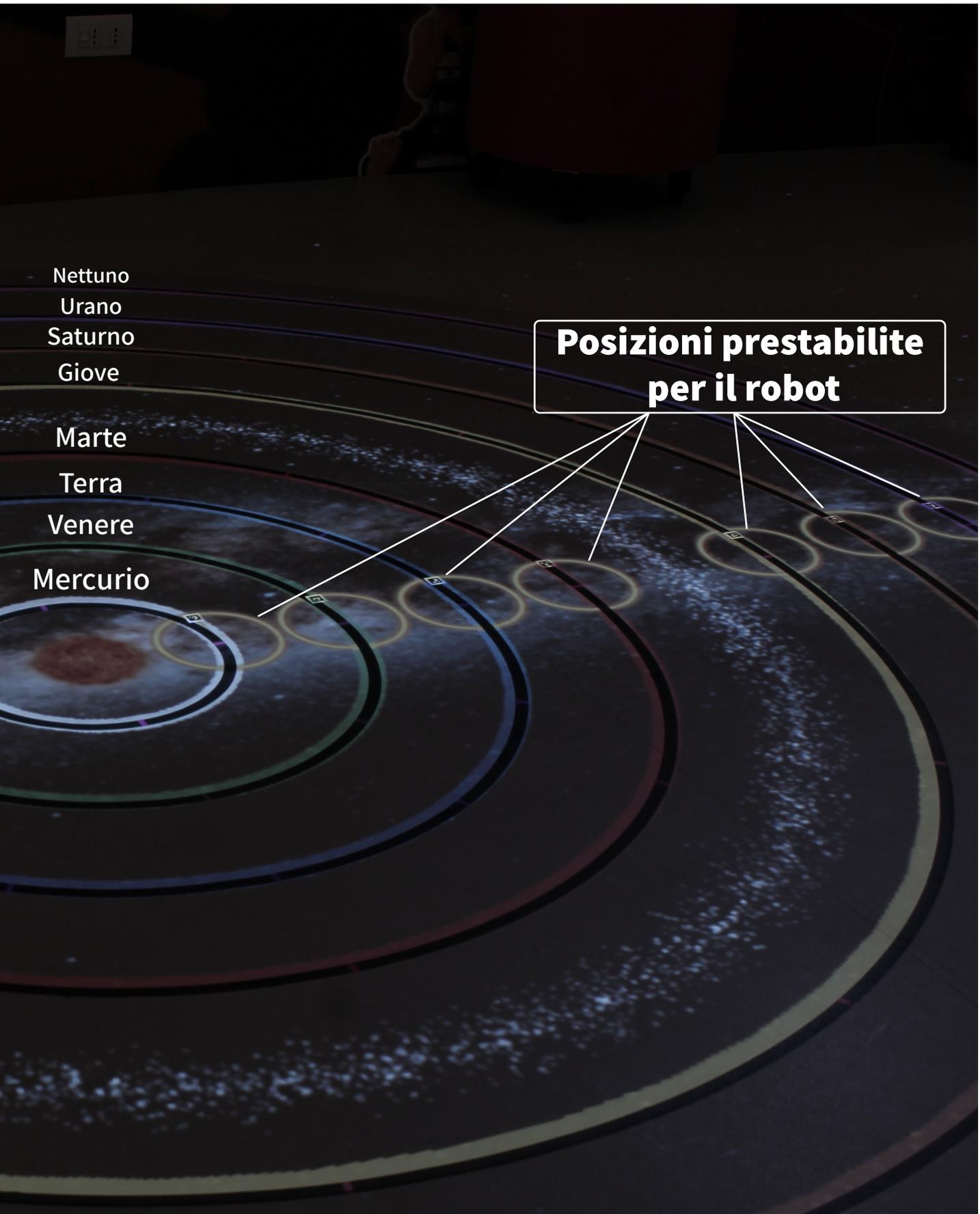


Fig 4.29.- Setup dell'attività 1,2,3... Stelle!

Informazione da associare

Mercurio

- Sono il pianeta più piccolo del Sistema Solare
- Sono simile alla Luna perché ci sono tanti crateri sulla mia superficie
- Mi chiamo come il messaggero degli dei

Venere

- Sono il pianeta più luminoso dopo la Luna
- Qui fa caldissimo, ci sono 465°C
- Mi chiamo come la dea romana dell'Amore

Terra

- Ci metto 24 ore a fare un giro su me stessa
- Sono l'unico pianeta con acqua allo stato liquido e ossigeno
- Sono l'unico pianeta del Sistema Solare ad ospitare la vita

Marte

- Mi chiamo come il dio romano della guerra
- Sono coperto da una polvere rugginosa
- Forse una volta c'era su di me dell'acqua allo stato liquido

Giove

- Sono il più grande del Sistema Solare
- Sulla mia superficie c'è una tempesta enorme che dura da 300 anni
- Ho più di 60 lune

Saturno

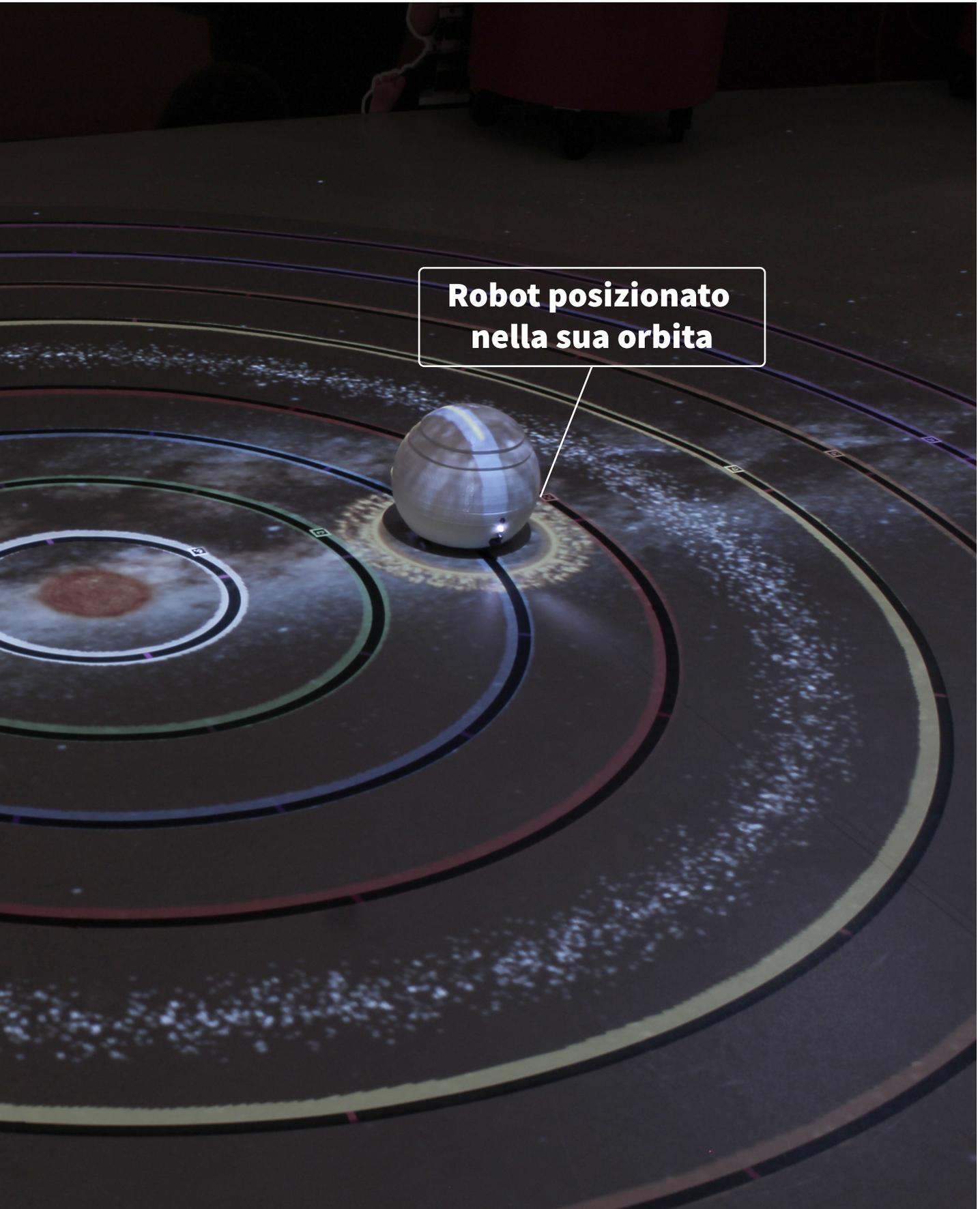
- Mi chiamano il Signore degli anelli
- Sono il secondo pianeta più massiccio
- Mi chiamo come il dio romano del tempo

Urano

- Qui fa freddissimo e piove sempre
- Ci metto 84 anni a girare intorno al Sole
- I miei venti possono raggiungere i 250 m/s

Nettuno

- Qui fa freddissimo, ci sono - 220°C
- Sul mio satellite Tritone ci sono i vulcani di ghiaccio (criovulcani)
- Mi chiamo come il dio romano del mare



**Robot posizionato
nella sua orbita**

Fig 4.30.- Posizionamento corretto del robot

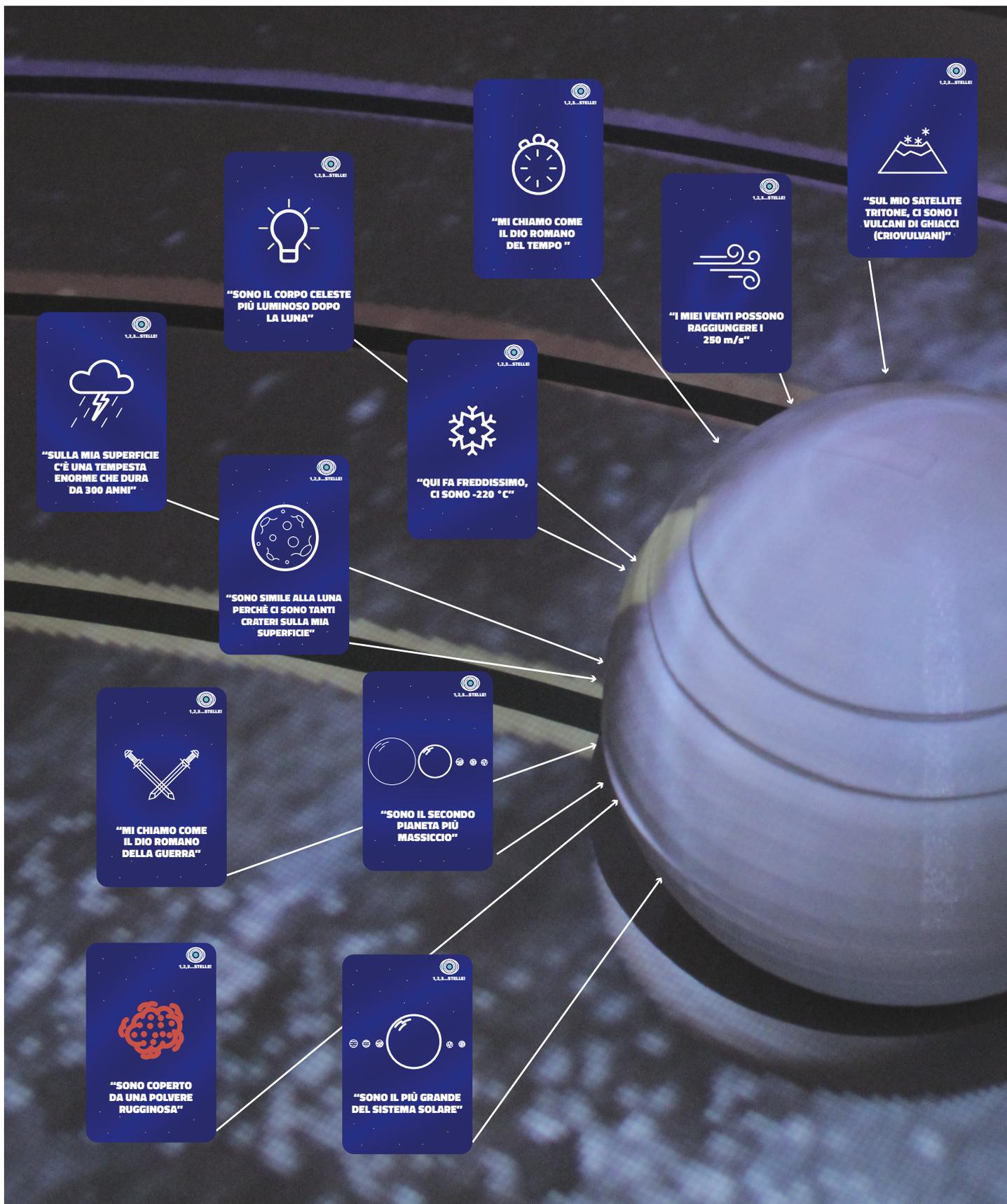




Fig 4.31.- Carte contenenti le curiosità da associare al robot

Stakeholder

L'attività *1,2,3...Stelle!* vede coinvolti diversi attori al suo interno, partendo per primi dagli studenti, che sono tra i primari, in quanto destinatari ultimi a cui è indirizzata l'esperienza. Infatti l'attività è stata progettata e calibrata mettendo al centro le esigenze dei bambini della fascia d'età compresa tra gli 8-10 anni, in cui le operazioni fatte con oggetti concreti permettono una maggiore comprensione e memorizzazione di informazioni nuove. L'introduzione dello strumento robotico, quindi elemento fisico, ha la finalità di essere inteso come elemento in grado di trasmettere conoscenze con l'azione pratica. Attraverso il posizionamento del robot sull'orbita corretta, il passaggio delle carte, la segnalazione delle risposte corrette oppure errate, il bambino svolgerà azioni concrete che siano capaci di dare feedback immediati attraverso

l'utilizzo di dispositivi digitali. Il robot, accompagnato dagli altri elementi visivi che supportano l'esperienza, sono portatori di un bagaglio di informazioni che deve essere trasmesso agli studenti. Infatti attraverso più informazioni visive gli studenti saranno immersi completamente nell'attività essendo supportata e mandata avanti da azioni pratiche degli attori che ne sono coinvolti. Quindi il robot, inteso come intelligenza artificiale, viene considerato oltre che come strumento con il quale far passare il messaggio, anche come attore primario coinvolto nell'interazione che vi è con lo studente. Tra gli attori primari che compaiono nella diretta interazione con il robot e con i bambini stessi è il tutor, figura di accompagnamento e supporto durante le attività interne al laboratorio. Il tutor si interfaccia con il robot prima di tutto durante la fase di accensione e durante l'attività stessa, in quanto si occupa della gestione e dell'assistenza agli studenti che interagiscono con l'artefatto. Oltre a questi aspetti, il tutor gestisce molte informazioni e comandi

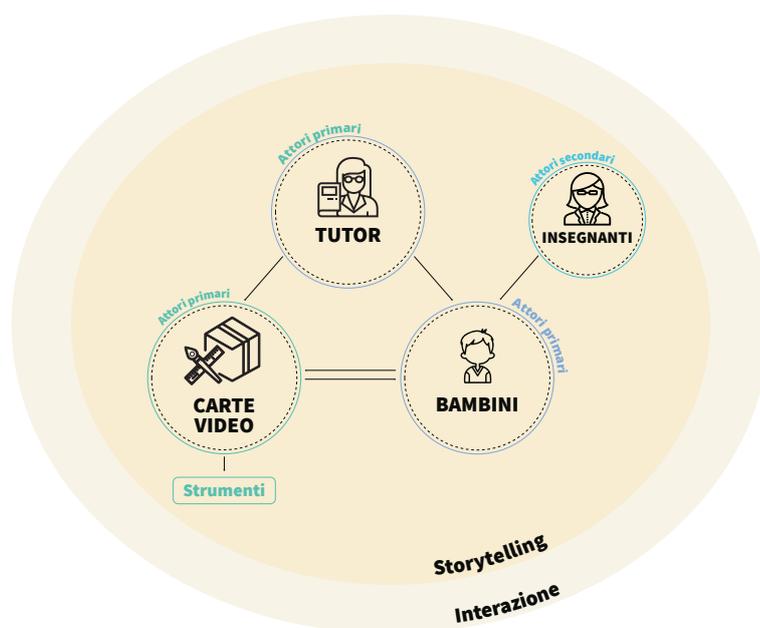


Fig 4.32. Attori della vecchia esperienza

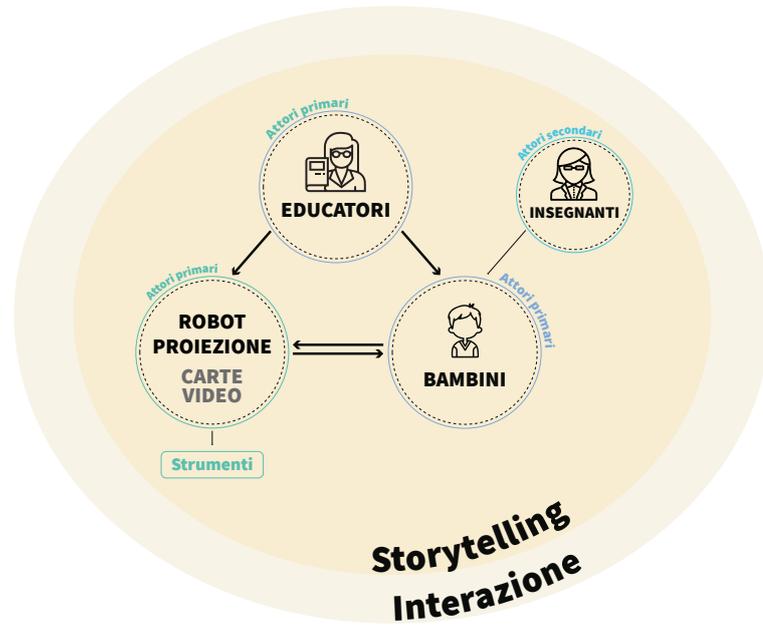


Fig 4.33. - Attori della nuova esperienza

tramite applicazione su tablet, come l'identificazione del pianeta che deve rappresentare il robot, la gestione del moto coordinato tra robot e proiezione. Tra gli attori secondari dell'attività troviamo gli accompagnatori, gli insegnanti che accompagnano le classi di studenti nel percorso. Il loro ruolo è marginale in relazione all'attività in quanto supervisionano soltanto il comportamento degli studenti e di tanto in tanto intervengono per approfondire le nozioni date dai tutor. Il sistema degli attori presenti durante la nuova attività rimane invariato, in quanto risultano essere sempre queste le figure di riferimento per il progetto, ma a cambiare le relazioni che si formano e si intensificano durante l'attività. Se prima vi erano delle semplici carte con delle informazioni da riordinare adesso gli strumenti sono cambiati, con l'introduzione dell'artefatto robotico, la proiezione e le nuove carte. L'attività si colloca all'interno di un contesto di storytelling, in cui viene narrato un fenomeno per

essere compreso dagli studenti e rispetto all'esperienza precedente viene consolidato maggiormente. La modalità di narrazione tra l'attività precedente e quella nuova cambia, dato l'inserimento di nuove componenti che portano il bambino in un'esperienza maggiormente coinvolgente, e che creano un contesto maggiormente interattivo. Il sistema di interazioni tra gli attori che prendono parte all'attività si intensifica, avendo nuovi elementi che rendono l'attività piena di stimoli per poter coinvolgere tutti i partecipanti.

Co-design

L'approccio alla progettazione di sistemi interattivi e relativi all'interazione uomo-robot necessita di un orientamento verso un approccio più olistico, orientato maggiormente sui fenomeni che coinvolgono le persone, gli oggetti interattivi e i contesti in cui avviene la loro interazione piuttosto che indirizzati soltanto alla mera azione. Attraverso

un approccio olistico al progetto di interazione si sposta l'attenzione dallo studio dell'individuo come elemento centrale ed unico del sistema ad un'analisi completa del contesto di riferimento in cui le persone e gli oggetti dovranno interagire. L'interaction design rappresenta un approccio multidisciplinare nella maniera in cui cerca di combinare la necessità del contesto d'uso dei prodotti interattivi con l'attenzione alla progettazione dei dettagli dell'interazione. Tra gli obiettivi dell'interaction design c'è proprio la necessità di comprendere la relazione che si instaura tra artefatti, persone e contesti, così da poterne definire la forma e il modello di interazione. L'approccio olistico sottende un approccio di co-design, in quanto questo riesce ad allargare le figure professionali di riferimento, così da poter avere un contributo di diverse figure nella formulazione di una soluzione per un

problema. Il progetto ha infatti coinvolto gli educatori del centro didattico ed i tutor, gli ingegneri e designer.

Al centro del progetto, portato avanti con il team interdisciplinare, è stato messo lo studente, il quale doveva essere in grado di comprendere e memorizzare nuove conoscenze attraverso un'attività ludica. È stata tenuta costantemente in considerazione la figura del tutor, che si occupa della gestione e del supporto all'attività per gli studenti. Infatti durante le varie fasi del progetto si sono svolti vari workshop con gli educatori ed i tutor del laboratorio, per approfondire gli argomenti in relazione all'apprendimento degli studenti di una determinata fascia d'età (8-10 anni), dato il loro bagaglio culturale ed esperenziale dell'argomento. Di conseguenza la metodologia portata avanti lungo tutto il percorso è quella dello user centered design (UCD), in cui si è andati a modellare i bisogni e le

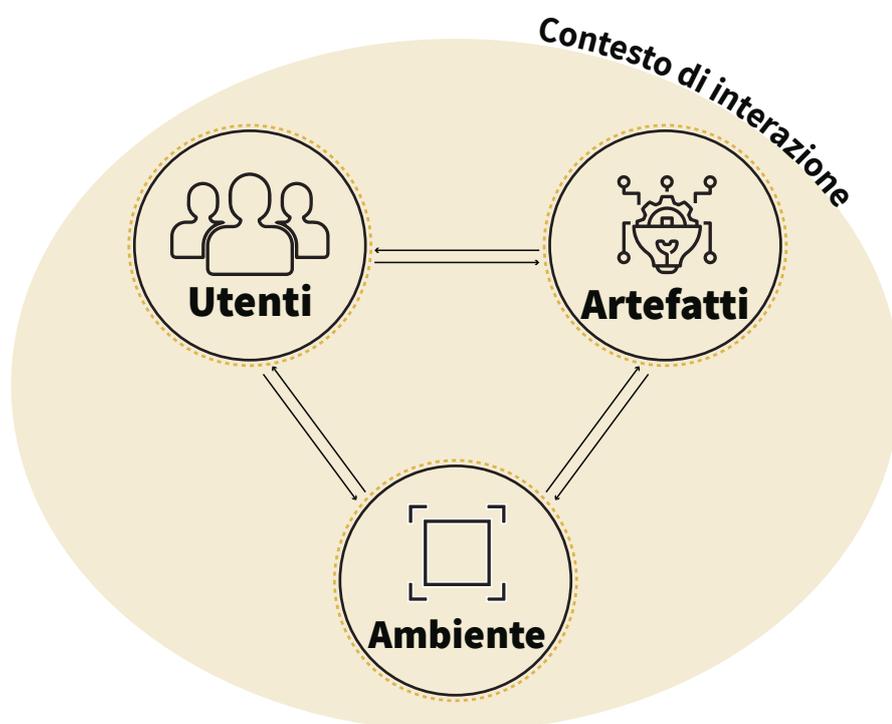


Fig 4.34.- Elementi del contesto di interazione



Fig 4.35.- Passaggio delle curiosità sul robot



Fig 4.36.- Feedback alle curiosità

necessità degli utenti attraverso le fasi di progettazione. Questo approccio di co-design viene infatti spesso utilizzato in processi partecipativi di co-creazione e di design aperto. Un principio chiave del co-design è quello in cui gli utenti, sono considerati come degli "esperti" della propria esperienza, diventando parte integrante del processo di progettazione. L'approccio è consolidato soprattutto nella pratica creativa, nel settore pubblico e le sue radici risalgono agli anni '70 in Scandinavia, nelle tecniche di progettazione partecipata.

Il progettista nel caso dell'approccio di co-progettazione svolge il ruolo di facilitatore, ovvero offre modi per coinvolgere gli uni con gli altri e offre modi per comunicare e condividere idee. Le soluzioni trovate possono essere testate attraverso la prototipazione e le tecniche di generazione degli scenari. Una caratteristica fondamentale di questo

approccio è proprio la multidisciplinarietà, quindi il cambiamento dai tradizionali metodi di progettazione, in quanto si crea un'organizzazione in gruppi composti da più figure professionali. Nel caso del progetto svolto in collaborazione con il laboratorio sono state coinvolte le discipline del design e dell'ingegneria informatica. L'aver portato insieme diverse figure professionali con diverse aree di competenza ha permesso la realizzazione di molte idee, lo sviluppo di nuove metodologie e di artefatti finiti, capaci di essere creativi. Solitamente ogni membro del team di progettazione ha peculiarità e modalità di espressione diverse quindi è necessario trovare una figura di mediatore, che in genere come già esposto precedentemente corrisponde a quella del progettista. Questo tipo di progettazione porta a vantaggi tangibili che includono: la generazione di idee migliori con un

alto valore per l'utente, una migliore conoscenza dell'utente, la convalida immediata di idee e concetti, processo decisionale più efficace; migliore conoscenza delle esigenze dell'utente, migliore collaborazione e organizzazione tra le diverse persone coinvolte e tra le diverse discipline.

L'approccio multidisciplinare permette al progetto di utilizzare tutte le conoscenze delle altre discipline come input progettuale, così da raggiungere una sintesi. Il design risulta l'anello di congiunzione tra il sapere e l'agire, quindi codifica i cambiamenti e li traduce in progetti fruibili dalle persone ^[5].

Il caso specifico di questo progetto ha visto l'incontro di figure come i designer e gli ingegneri nella progettazione di un'esperienza di robotica. Dato questo obiettivo l'interaction design ha costituito la base per la ricerca e la progettazione dell'esperienza. Tale campo è infatti di dominio prettamente interdisciplinare, soprattutto se si considera la materia relativa all'interazione uomo-robot. Qui si mescolano discipline come il design, l'ingegneria, la psicologia cognitiva e l'ergonomia. Il supporto degli educatori del centro è riuscito ad implementare il bagaglio di conoscenze da dover mettere in tavola durante le fasi di progettazione. La collaborazione del team ha portato alla realizzazione di un'attività funzionante, installata all'interno del laboratorio, con la quale è stato possibile testare ed osservare gli studenti nello svolgimento.

4.3.4. User test

L'ultima fase progettuale si è svolta

con l'installazione del sistema per la nuova attività e il testing con le classi di studenti, finalizzati all'osservazione e alla valutazione dell'esperienza.

La fase di osservazione per la raccolta dati è stata effettuata su un campione di 5 classi di vari livelli (classi 3°-4°-5°). I tutor che hanno condotto l'attività hanno effettuato un training informale con i progettisti per acquisire tutte le competenze per gestire il sistema, anche in caso di mal funzionamento, e la classe. L'osservazione avvenuta durante l'attività delle classi è servita per comprendere l'usabilità e l'esperienza dell'utente con le relazioni e le dinamiche sociali di interazione formatesi, sia tra gli studenti ed il robot, sia gli elementi grafici attorno, ma anche tra gli studenti stessi.

Per fare ciò sono stati utilizzati diversi metodi per collezionare risultati come la registrazione delle sessioni delle attività, stilando successivamente una checklist dei comportamenti e attraverso questionari. Nella fase di testing sono quindi stati osservati gli aspetti legati all'usabilità, considerato come aspetto fondamentale che garantisce ai prodotti interattivi la loro facilità, efficacia e divertimento nell'utilizzo da parte degli utenti finali. Infatti come evidenzia Preece nel libro *Interaction design*, l'usabilità è suddivisa in diversi obiettivi da poter valutare come:

1. efficienza d'uso (efficiency), la caratteristica secondo la quale l'interazione riesce a supportare l'utente nello svolgimento dei task;
2. efficacia (effectiveness), caratteristica di un sistema di essere adeguato a ciò che si suppone debba fare;

5 C. Gernak, Uomo al centro del progetto: Design per un nuovo Umanesimo, Allemandi&Co, 2008, pp. 53-57

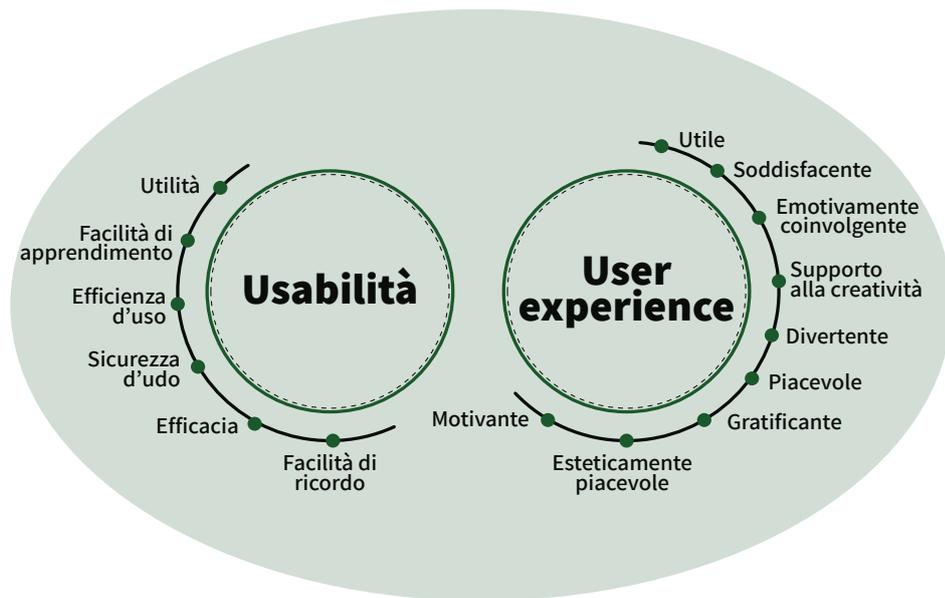


Fig 4.37.- Aspetti da considerare per l'usabilità e user experience

3. sicurezza d'uso (safety) la caratteristica dei sistemi di generare confidenza e sicurezza negli utenti che li utilizzano;
4. utilità (utility), la caratteristica dei sistemi di fornire all'utente il giusto tipo di funzionalità per ciò di cui hanno bisogno di fare;
5. facilità di apprendimento (learnability) la caratteristica relativa alla facilità di apprendimento per utilizzare e gestire il sistema;
6. facilità di ricordo (memorability), la caratteristica relativa alla facilità di ricordare da parte dell'utente come utilizzarlo una volta appreso. ^[6]

L'aspetto dell'usabilità relativo al design dell'iterazione entra anche nella creazione di sistemi, soprattutto in relazione alle nuove tecnologie che offrono maggiori opportunità, che siano capaci di essere soddisfacenti, piacevoli, divertenti, utili, appaganti emotivamente ed in grado di motivare all'utilizzo. Per questo gli obiettivi

primari dei sistemi interattivi devono riguardare l'esperienza dell'utente, intesa diversamente dall'usabilità che viene utilizzata in termini oggettivi, ma deve essere considerata in termini soggettivi.

Altrettanto importanti sono gli aspetti riguardanti l'esperienza in relazione al piacere e il coinvolgimento emotivo che possono essere osservati sono: il livello di attenzione, il gioco, l'interattività, l'impegno, lo stile narrativo scelto ed il gioco. Ad ogni modo gli obiettivi di usabilità e di esperienza si cambiano tra di loro in base alla necessità richieste da contesto di utilizzo, dall'attività da svolgere e dall'utenza.

Osservazione

L'osservazione si è svolta attraverso la partecipazione dei progettisti ad ogni attività testata con i bambini e come supporto ad essa sono state riprese

6 J. Preece, Y. Rogers, H. Sharp, *Interaction design: Beyond human-computer interaction*, John Wiley & Sons, 2004, pp. 19-20



Fig 4.38.- Fase di ricerca delle curiosità da associare

tutte le sessioni, così da poter osservare successivamente tutti i comportamenti senza perdere alcun dettaglio. Questa tipologia di osservazione è in grado di poter dare una visione più ampia di quello che è l'ecosistema che si crea durante l'attività.

Il vantaggio portato da questa metodologia di osservazione risiede nel fatto che vengono rielaborate le immagini attraverso un lavoro permanente ed oggettivo.

Nell'osservazione delle registrazioni si è andati a focalizzare l'attenzione su determinati comportamenti già individuati con l'osservazione sul campo, e lo strumento utilizzato è quello della check-list. Infatti questa è formata da un insieme di comportamenti già individuati che il soggetto, in questo caso lo studente, presumibilmente avrà durante l'attività. La visione delle registrazioni ha così permesso di verificare se i comportamenti si sono verificanti

anche in ogni sessione di attività. Alcuni comportamenti ritenuti scorretti rispetto ai requisiti progettuali e non produttivi osservati da parte dei tutor, sono stati migliorati attraverso correzioni della metodologia di conduzione necessaria per portare avanti l'attività.

L'obiettivo di questa parte è la comprensione e l'osservazione di alcune situazioni da prendere in esame. La check-list è molto utilizzata nello studio dell'interazione, in quanto riesce a conservare tutte le parti del comportamento che si verificano, ma riesce anche allo stesso momento a far focalizzare l'osservatore su un campo ristretto di azioni.

Tra i primi comportamenti osservati durante le attività delle classi vi è quello in cui gli studenti hanno cercato di interagire con la proiezione a terra. Questo comportamento si osserva in tutte le attività, infatti i bambini appena si avvicinano alla proiezione

sull'adesivo in PVC cercavano di toccarlo. Un secondo comportamento osservato è quello relativo all'esultanza del gruppo per ogni risposta corretta collezionata durante l'attività. L'esultanza avviene nei momenti in cui i bambini passano le carte su robot e ricevono il risultato positivo. In relazione a questo è stato osservato il comportamento in cui i bambini esultano degli insuccessi del gruppo avversario. Tale comportamento non è avvenuto in ogni sessione, ma soltanto in alcune classi. Il comportamento dato dal non rispetto dei limiti spaziali entro cui stare è stato osservato in ogni attività. Infatti la tendenza dei bambini era quella di sedersi o entrare continuamente all'interno dell'adesivo in PVC e nella proiezione, pur avendo avuto diverse istruzioni da parte dei tutor.

Le carte consegnate ad ogni gruppo tendono ad essere monopolizzate soltanto da alcuni bambini. Questa

comportamento di contesa in relazione alle carte può portare alla non partecipazione della selezione delle carte di tutti i membri. Infatti è stato modificato lungo lo svolgimento dei test in quanto i tutor hanno deciso di modificare questo processo rendendolo più inclusivo.

La tendenza osservata durante la sfida è quella di non ascoltare il gruppo avversario quando legge l'informazione associata al pianeta; questo perché i bambini sono molto concentrati sul ricercare la carta giusta. Un altro comportamento che si evince dall'osservazione è quello relativo al protagonismo dei singoli membri del gruppo che cercano di sovrastare per arrivare ad interagire con il robot.

Alla fine dell'attività molti studenti volevano continuare l'attività per avere la possibilità di fare un'altra manche e sfidare il gruppo avversario. Infatti molti commenti degli studenti erano legati



Fig 4.39.- Esultanza durante lo svolgimento della nuova attività



Fig 4.40.- Fase di posizionamento del robot

“all’ingiustizia” di non aver potuto avere la rivincita.

Questionari

Durante lo svolgimento dell’attività con le diverse classi abbiamo proposto ai tutor che si occupano del percorso dei questionari. Il questionario è stato suddiviso in sei parti, alcune delle quali necessarie per la comparazione tra la vecchia attività analogica e la nuova esperienza digitale. Sono stati proposti a 5 tutor della nuova attività e 5 della vecchia.

Il questionario è suddiviso principalmente in sei parti che riguardano: l’usabilità del software e l’efficienza del sistema da parte dei tutor soltanto per quanto concerne la parte nuova, il coinvolgimento e l’attenzione degli studenti osservati dai tutor sia in quella precedente che in quella nuova, la comprensione del livello di divertimento degli studenti sempre da parte dei tutor

in entrambe, la collaborazione che si crea in entrambe le esperienze ed infine l’ultima parte dedicata soltanto alla nuova attività in relazione all’efficacia della comunicazione.

Ad ogni domanda è stato assegnato un punteggio che va da 1, che indica per niente d’accordo, a 5, totalmente d’accordo.

Durante la scrittura del questionario è stato fatto riferimento alla letteratura presente in materia di robotic gaming, per poterne valutare i diversi aspetti. La prima parte riguarda l’usabilità del software, in quanto per la gestione del sistema sono necessari alcuni step: accensione del pC, impostazione dell’immagine da proiettare, accensione del proiettore, accensione del robot e apertura dell’app che gestisce l’intera esperienza.

Questa parte è stata estrapolata dal System Usability Scale, strumento utilizzato per la valutazione dell’usabilità.

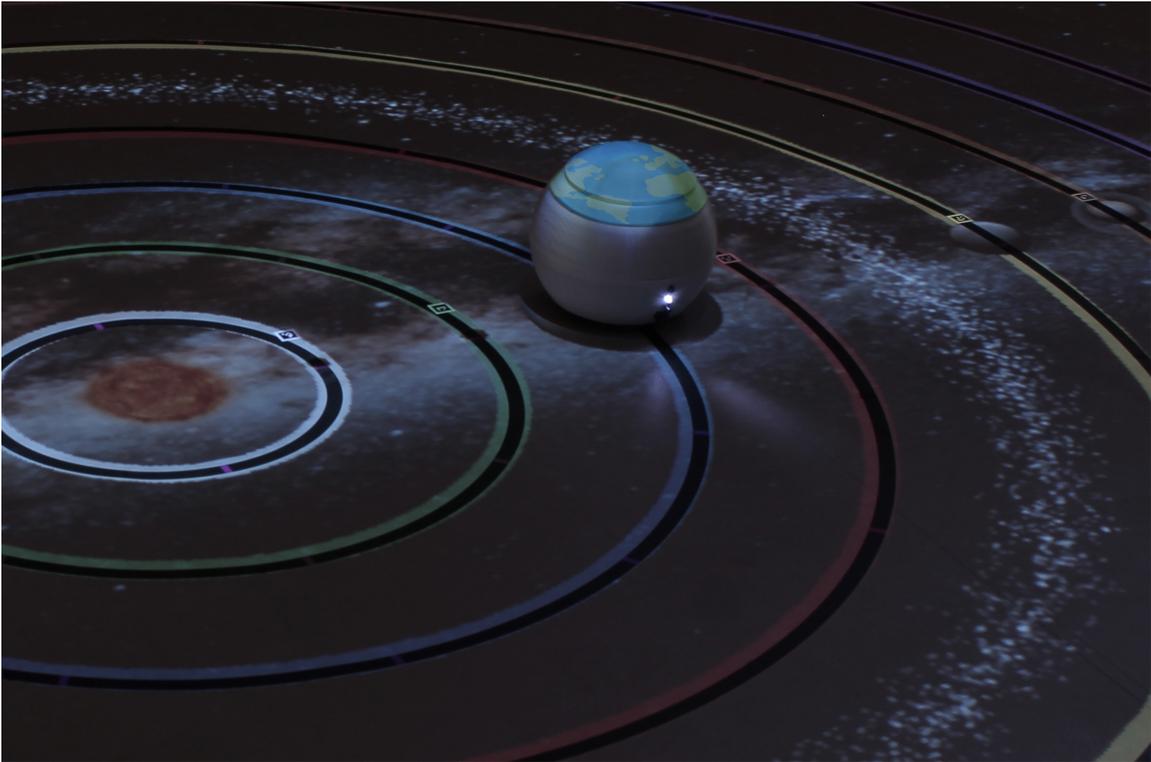


Fig 4.41.- Robot con la proiezione circostante

A questa parte segue quella che fa riferimento all'efficienza del sistema, in cui si intendono approfondire alcune parti della precedente per i tutor, i quali sono chiamati a valutare la gestione degli elementi e della classe contemporaneamente.

Un punto molto importante del questionario trattato è quello relativo alle loro considerazioni sul coinvolgimento e sul livello di attenzione degli studenti sull'esperienza. Queste due componenti sono fondamentali se si considera che sono i pre-requisiti delle esperienze di apprendimento ludico ^[7]. Questa parte sarà svolta sia per la precedente attività che per la nuova, così da avere una comparazione. Alcune domande fanno

riferimento alla letteratura (Presence Questionnaire ^[8], Witmer & Singer e Teaching for learning questionnaire). Qui viene inoltre chiesto al tutor di poter dare un parere su quali parti potrebbero essere implementate e migliorate per avere un coinvolgimento maggiore. Viene anche valutato il divertimento degli studenti, attraverso una serie di aggettivi e azioni facendo riferimento Game Experience Questionnaire, con i quali ci si aspetta un maggior assorbimento e divertimento da parte dei bambini nella nuova esperienza.

La valutazione di questa attività dipende anche dal grado di collaborazione che hanno avuto gli studenti durante l'attività. Infatti alcune domande sono mirate alla

7 L. Xie, A. N. Antle, N. Motamedi, *Are Tangibles More Fun? Comparing Children's Enjoyment and Engagement Using Physical, Graphical and Tangible User Interfaces*, 2008, pp. 191- 198

8 Y. A. W. de Kort, W. A. Ijsselstein, K. Poels, *Digital Games as Social Presence Technology: Development of the Social Presence in Gaming Questionnaire*, Proceedings of the 10th Annual International Workshop on Presence, 2007

collaborazione degli studenti all'interno del gruppo, dato l'obiettivo di trovare la curiosità corretta da passare sul robot.

Anche l'efficacia della comunicazione è stata presa in considerazione, in relazione al movimento del robot, alle

Usabilità del software

1. Penso che mi piacerebbe utilizzare spesso questo sistema.
2. Ho trovato il sistema complesso senza che ce ne fosse bisogno.
3. Ho trovato il sistema molto semplice da utilizzare.
4. Penso che avrei bisogno del supporto di una persona già in grado di utilizzare questo sistema.
5. Ho trovato le varie parti del sistema ben connesse.
6. Ho trovato che le varie parti del sistema fossero incoerenti tra di loro.
7. Penso che la maggior parte dei tutor potrebbe imparare ad utilizzare il sistema facilmente.
8. Ho trovato il sistema molto macchinoso da utilizzare.
9. Mi sono sentito sicuro nell'utilizzare il sistema.
10. Ho avuto bisogno di apprendere molte nozioni prima di riuscire ad utilizzare al meglio il sistema.

Efficienza del sistema

1. Il sistema è intuitivo nell'apprendimento per la conduzione.
2. Il sistema è semplice da avviare.
3. Il sistema è semplice da condurre.
4. Il sistema consente il rispetto dei tempi dedicati all'azione.
5. Il sistema non mi ha richiesto un particolare sforzo cognitivo.
6. Il sistema non mi ha richiesto un particolare sforzo fisico.
7. Il sistema arricchisce le mie competenze come tutor.
8. Il sistema mi diverte nella conduzione.
9. Quale parte del sistema presenta criticità?
10. Quale parte del sistema trovi maggiormente efficace?

Coinvolgimento / Attenzione degli studenti

1. Il feedback dato agli studenti durante l'attività è stato efficace.
2. Gli studenti erano proattivi nei confronti dell'esperienza.
3. Gli aspetti visivi dell'attività hanno catturato l'attenzione degli studenti.
4. La qualità degli elementi visivi ha interferito con lo svolgimento dell'attività.
5. Gli studenti partecipavano attivamente ed erano interessati all'argomento.
6. Le istruzioni date dai tutor agli studenti erano facili da seguire.
7. Gli studenti erano confusi sugli obiettivi da raggiungere.
8. L'attività è semplice da spiegare agli studenti.
9. Le fasi dell'azione sono facilmente memorizzabili dagli studenti.
10. Quali parti potrebbero essere maggiormente coinvolgenti, o aumentate nel tempo?

Divertimento degli studenti

Gli studenti erano:

1. Soddisfatti
2. Divertiti

3. Occupati dall'attività
4. Contenti
5. Di cattivo umore
6. Distratti
7. In grado di svolgere le attività
8. In difficoltà
9. Annoiati
10. In grado di svolgere rapidamente i task assegnati
11. Sotto pressione
12. Sorpresi
13. Concentrati
14. Incuriositi
15. Avrebbero voluto un'azione più lunga
16. Avrebbero voluto una ripetizione dell'azione
17. Quali suggerimenti daresti per migliorare il divertimento degli studenti?

Collaborazione tra gli studenti

1. Le dinamiche di gruppo si risolvevano nella collaborazione tra gli studenti.
2. Gli studenti sono stati tutti partecipi dell'esperienza.
3. Si sono verificati fenomeni di conflitto o contrasto all'interno della squadra.
4. Gli studenti erano soddisfatti nel collaborare tra di loro.
5. Gli studenti hanno rispettato i tempi nell'esecuzione delle azioni.
6. L'organizzazione dello spazio è idonea alla partecipazione in gruppo.
7. Gli studenti hanno sviluppato un senso equilibrato di competizione.
8. Quali accorgimenti andrebbero presi per accrescere la collaborazione tra gli studenti?

Efficacia della comunicazione

1. L'organizzazione dello spazio è idonea alla istruzione e svolgimento dell'azione.
2. Il robot è maneggevole.
3. Il robot si muove con velocità percepibile.
4. Il robot è percepito come pianeta
5. Le proiezioni sono attraenti per luminosità.
6. Le proiezioni sono attraenti per informazione visiva.
7. L'azione finale (robot in movimento con proiezioni) è di sorpresa.
8. Quali accorgimenti andrebbero presi per migliorare la comunicazione?

Generale

1. Elenca tre aspetti negativi dell'esperienza.
2. Elenca tre aspetti positivi dell'esperienza.

Tab. 4.1. - Scheda domande del questionario

immagini proiettare e alle carte che contengono le curiosità.

Risultati Finali

La maggior parte dei dati ottenuti tramite l'osservazione è di tipo qualitativa, di conseguenza implica un'interpretazione delle attività svolte dagli utenti, cercando così di poterli classificare per arrivare ad una quantificazione dei risultati. La parte relativa all'osservazione dei video e alla compilazione della checklist è un'analisi di tipo qualitativo ed interpretativa in quanto si basa su comportamenti che si verificano durante l'attività e considerati rilevanti ai fini della comprensione dell'efficacia e dell'usabilità degli elementi che ne fanno parte. I questionari offrono la possibilità di quantificare dei comportamenti in base ad una valutazione data su una scala da 1 a 5 da parte degli utenti. Anche in questo caso per collezionare ulteriori dati è stata data la possibilità all'utente di esprimere in maniera libera il proprio parere riguardo agli aspetti trattati.

I risultati mostrano come la nuova esperienza abbia coinvolto i bambini maggiormente rispetto alla precedente, dati gli elementi comunicativi presenti nella stanza.

Gli studenti mostrano un particolare interesse per la proiezione a terra con la quale cercano una costante interazione, come si è notato dall'osservazione dei comportamenti. Già dai primi istanti in cui si relazionano con l'ambiente, gli studenti, cercano di interagire con le immagini proiettare a terra, cercando di camminarci all'interno o semplicemente toccandola.

Durante l'osservazione il robot è apparso come elemento centrale nel momento in cui riusciva a dare feedback alle curiosità associate dai gruppi. Infatti la sua illuminazione e le relative immagini

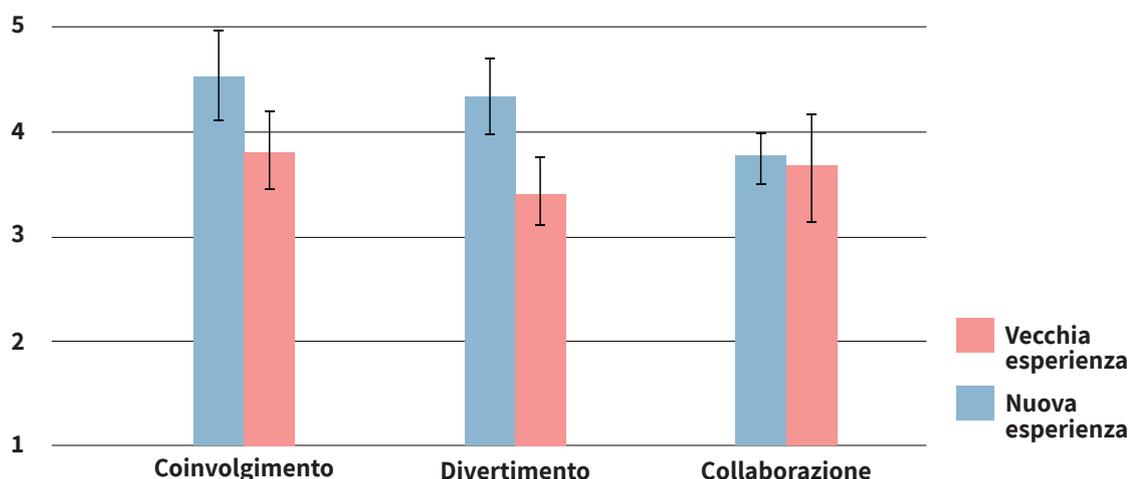
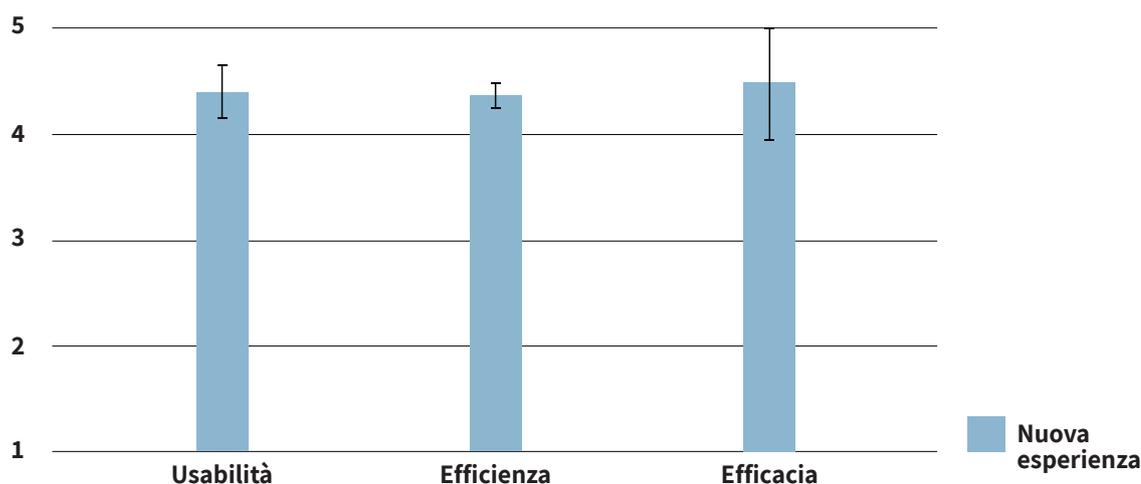
associate alle curiosità corrette sono state motivo di entusiasmo da parte dei bambini, che ogni volta che passavano la carta sul robot erano particolarmente attenti ed in fervore per l'esito della risposta. Le immagini proposte di seguito alle curiosità corrette, risultano essere abbastanza statiche, rischiando di non coinvolgere il bambino sul loro vero significato, ma semplicemente come ulteriore feedback al colore verde del robot.

Il nuovo feedback dato dalla tecnologia riesce ad essere più avvincente rispetto a quello dato verbalmente dal tutor nella precedente. Questo è dato dal fatto che il robot è l'elemento di novità per gli studenti, e riesce ad attirare l'attenzione su di sé.

L'atteggiamento avuto durante quest'attività è quello di una maggiore collaborazione in gruppi motivati dal raggiungimento dell'obiettivo di associare le curiosità corrette. Proprio la motivazione di interazione con il robot, per avere un riscontro sull'esattezza delle risposte, riesce a far portare avanti i task assegnati agli studenti con dedizione. Il lavoro di squadra ha portato così ad un senso equilibrato di competizione che ha portato all'emergere di alcuni atteggiamenti di esultanza nel momento in cui gli "avversari" sbagliavano la curiosità. In ogni modo al fine di non intensificare il fenomeno competitivo si è eliminato il punteggio assegnato ad ogni squadra, il quale nelle prime sessioni era motivo di conflitto.

Interessante notare come il moto finale per quanto sia di sorpresa per gli studenti non risulta essere il comportamento che caratterizza principalmente il robot, poiché la caratteristica preponderante è il suo ruolo di "arbitro" nella sfida alle curiosità.

I questionari pur essendo stati



Tab. 4.2. - Risultati dei questionari per i tutor

effettuati su un campione ridotto hanno evidenziato come la nuova esperienza abbia apportato dei miglioramenti. Infatti nell'esperienza vecchia era emerso dal questionario, dispensato ai tutor, la possibile implementazione della qualità del materiale da utilizzare (le carte contenenti le informazioni), la riduzione del numero di informazioni da dare agli studenti, una diminuzione del tempo, che risultava troppo lungo per effettuare l'associazione di ogni informazione. Tra i suggerimenti emersi c'era la

possibilità di avere un feedback maggiormente coinvolgente e che riuscisse a catturare l'attenzione di tutti, ed avere un'esperienza dinamica in cui fosse implementata la fisicità degli elementi da utilizzare. L'aspetto considerato positivo dalla maggior parte dei tutor era la necessaria collaborazione tra gli studenti per trovare le informazioni corrette. Comparando i risultati delle due esperienze in termini di coinvolgimento, divertimento e collaborazione notiamo

un miglioramento in quella nuova, soprattutto nelle prime due voci. Il coinvolgimento è stato valutato in media nella nuova esperienza con valore di 4,6/5, con un indice di incertezza dello 0,5, mentre nella precedente era di 3,8. Infatti anche dalle domande aperte si è notato come le parti che riescono ad attrarre maggiormente i bambini sono quelle relative all'associazione delle curiosità corrette per avere un feedback da robot. Anche gli elementi grafici dell'intera esperienza sono stati valutati in maniera positiva, in relazione all'attenzione che gli studenti vi prestavano.

L'attività nuova è stata valutata positivamente anche per gli aspetti relativi all'usabilità del software (4,4/5 di media), all'efficienza (4,4/5 di media) e l'efficacia della comunicazione. Infatti è emerso come il sistema sia semplice da utilizzare ed il software sia stabile e robusto, ma le criticità maggiori sono legate alla gestione completa del set up. I grafici nella tabella 4. mostrano i risultati emersi dai questionari.

L'usabilità del software è stata valutata positivamente dai tutor con un valore di 85, ben oltre la soglia del SUS di 68. Anche i valori in relazione all'efficacia del mezzo comunicativo hanno raccolto valori molto alti (84,4/100).

La comparazione dei data delle medie tra la vecchia esperienza e la nuova su coinvolgimento, divertimento e collaborazione sono stati verificati tramite il t-test dal quale è emerso:

- coinvolgimento: $p=0,02$;
- divertimento: $p=0,004$;
- collaborazione: $p=0,73$.

Soprattutto sono emersi dati statisticamente rilevanti in relazione al feedback, il quale risulta essere molto più efficace e la grafica accattivante. Anche il livello di noia è risultato

minore rispetto all'attività precedente ed anche una maggiore volontà nel ripetere l'esperienza. Tra gli svantaggi che abbiamo trovato maggiormente nella nuova attività c'è quella legata al posizionamento iniziale del robot, che è un'azione che richiede una certa manualità ed il movimento del robot, il quale andrebbe implementato. Proprio il lento movimento del robot ha suscitato negli studenti domande se vi era la possibilità di aumentare il moto.

Nonostante il moto lento del robot, il momento del moto finale insieme alla proiezione risultava piacevole, in quanto gli studenti cercavano di toccare continuamente i pianeti che passavano vicino a loro ne osservavano continuamente le diverse posizioni.

4.4.5. Analisi Swot

Dopo aver effettuato i test e le osservazioni è stata svolta l'analisi Swot, la quale è uno strumento con cui spiegare i punti di forza e di debolezza del progetto, che sono fonti interne, e le opportunità e le minacce, che sono fonti esterne. Mediante questo strumento è possibile individuare i punti negativi e positivi del progetto e delineare gli sviluppi futuri di tale esperienza da poter intraprendere., attraverso la definizione delle opportunità e delle minacce.

Lo svolgimento di quest'analisi consente di acquisire informazioni riassuntive e dettagliate, data l'acquisizione dei risultati dopo i test, per poter guidare il processo progettuale e comprendere i miglioramenti da apportare. I dati ottenuti con i questionari e le osservazioni hanno fatto emergere punti di debolezza soprattutto in relazione al robot, il quale non risulta essere abbastanza autonomo. Come già

detto anche la problematica relativa al posizionamento iniziale del robot risulta essere un limite, dato che quella precisa azione era destinata agli studenti, mentre adesso viene svolta dai tutor.

Nonostante la sua poca autonomia e alcuni problemi tecnici il robot è percepito come vivo dato il suo movimento, la sua illuminazione. Anche il fatto che sia un elemento fisico aumenta il grado di curiosità e di volontà per interagirvi. Un punto di forza che è stato riscontrato da tutti i tutor è relativo al sistema, che risulta essere ben robusto, senza alcun tipo di problema di connessione tra i vari dispositivi. L'osservazione ha fatto

emergere alcune possibili minacce a lungo termine: la competizione data dai pochi elementi fisici per tutti gli studenti, oppure in relazione questioni tecniche come la reperibilità dei componenti del robot. Infatti nonostante la versatilità del robot customerizzato, potrebbero esservi dei problemi nel trovare parti specifiche.

Tra le opportunità da vagliare vi è il fatto che gli studenti cercano continuamente di interagire con la proiezione, quindi in ottica di scenari futuri si potrebbe pensare all'integrazione di nuove caratteristiche.

Fattori Interni	<p>Punti di Forza/ Strengths</p> <p>F1- Fisicità del robot F2- Movimento del robot F3- Versatilità del robot essendo customerizzato F4- Coordinamento tra proiezione e robot F5- Feedback digitale alle informazioni F6- Sistema robusto</p>	<p>Punti di Debolezza/ Weaknesses</p> <p>D1- Difficile posizionamento iniziale del robot D2- Sistema di localizzazione del robot D3- Poca autonomia del robot D4 - Poca affidabilità del robot customerizzato</p>
Fattori esterni	<p>Opportunità/ Opportunities</p> <p>O1- Possibile implementazione dato il robot customerizzabile O2- Gestione dinamica da parte dei tutor O3- Maggiore interazione con la proiezione O4- Implementazione delle immagini di feedback</p>	<p>Minacce/ Threats</p> <p>M1- Ripetitività dell'esperienza M2- Competizioni tra i gruppi M3- Poche elementi fisici per tutti i bambini M4- Reperibilità delle componenti</p>

Tab. 4.3. - Analisi Swot

5. Scenari futuri

Lo studio degli scenari futuri da poter intraprendere segue la definizione dei risultati finali e dell'analisi Swot relativi al progetto realizzato. Le considerazioni sul progetto hanno fatto nascere 3 diversi livelli di scenari futuri da poter intraprendere.

Un primo livello di sviluppo futuro per il progetto riguarda la risoluzione ed il miglioramento di aspetti tecnici dell'attività attuale. Quindi la risoluzione principale di problematiche relative al mal funzionamento e all'implementazione di alcuni comportamenti, in particolare del robot.

Il secondo livello in base alle considerazioni sui comportamenti osservati cerca di indagare quali altre tecnologie è possibile utilizzare per la stessa esperienza, in quel determinato ambiente, come l'utilizzo di una proiezione interattiva.

L'ultima fase invece mira alla scalabilità di questo modello di esperienza in altre attività del laboratorio, quindi creare una simulazione attraverso gioco robotico con lo scopo di trasmettere conoscenze in vari ambiti agli studenti in modo ludico.

5.1. Sviluppi Futuri

Ad un primo livello di studio di scenari futuri relativi all'attività, abbiamo la risoluzione delle limitazioni che sono state osservate durante l'attività di testing. Di fatti alcuni problemi tecnici dovrebbero essere migliorati o andrebbero trovate soluzioni alternative.

L'idea iniziale del progetto era quello di creare un robot in grado di essere il più autonomo possibile, maneggevole e semplice da far utilizzare agli studenti.

Durante i test si è notato come la tendenza rilevata è stata quella di ridurre la libertà e l'interazione tra il robot ed i bambini, controllata completamente dai tutor. Questo è soprattutto dovuto al fatto che il robot necessita di accorgimenti che richiedono una certa manualità; di conseguenza molte azioni che inizialmente erano previste per i bambini, adesso sono svolte direttamente dai tutor.

Tra queste limitazioni che non permettono agli studenti di essere liberi di interagire con il robot vi è il posizionamento in prestabiliti punti dell'adesivo, che risulta essere molto complessa dato che lo spazio di inquadratura della telecamera è molto limitato e deve essere posizionato con estrema precisione. Proprio per questo il robot inizialmente per riuscire ad identificare la sua posizione in cui si trova ha bisogno di diverse manovre.

Anche il moto lungo il tracciato in determinati momenti sembra avere dei problemi nel seguirlo correttamente. Proprio questo aspetto richiede un miglioramento, data la difficoltà di localizzazione lungo il percorso, soprattutto nei tracciati con maggiore distanza (le orbite più esterne).

Un elemento che sicuramente andrà implementato è quello relativo al

movimento del robot. Durante la fase dei test è emerso come la lentezza nel moto del robot, è un problema nella maniera in cui distoglie l'attenzione da sé. Un moto con velocità modificabili potrebbe attrarre maggiormente gli studenti ed anche la possibilità di ruotare su se stesso. Gli aspetti grafici della proiezione sono molto efficaci, ma l'aspetto che andrebbe migliorato è la maggiore coordinazione tra il robot e la proiezione sopra, per poter avere una maggiore sinergia tra i due. Per questo in uno scenario futuro si ipotizza l'introduzione nella stessa attività di un robot commerciale, implementato in base alle necessità dell'attività, ma anche in grado di semplificare le fasi di manutenzione.

5.2. Introduzione di nuovi sistemi nell'attività

La fase di test come evidenziato nel paragrafo delle osservazioni, ha fatto emergere comportamenti degli studenti che hanno portato ad un ragionamento su quali possibili soluzioni tecnologiche alternative poter applicare alla stessa attività.

Per comprendere quali strade percorrere negli scenari futuri è stato necessario comprendere l'approccio dei bambini a queste tipologie di tecnologie.

Il principale comportamento emerso è quello legato alla continua interazione dei bambini con la proiezione a terra. Quindi un possibile scenario futuro è la realizzazione di un'attività attraverso la quale gli studenti possano interagire con la stessa proiezione.

Rendendo il pavimento interattivo si va creare uno spazio di gioco in cui i



Fig 5.1.- Proiezione interattiva

Immagine tratta da: <https://www.labacchettamagica.com/pavimento-interattivo>

bambini possono muoversi liberamente. Con questo scenario la figura del robot passerebbe in secondo piano, in quanto il feedback sarebbe dato direttamente dai contenuti digitali della proiezione. Tali contenuti sono in grado di coinvolgere i bambini ed avvicinarli alle tematiche affrontate.

Questo tipologia di scenario risulta essere coerente con l'attività da svolgere, in quanto gli studenti potrebbero avere la simulazione del funzionamento del sistema solare e potrebbero rispondere alle domande tramite l'interazione diretta con la proiezione; quindi avere la possibilità di creare un ambiente in cui il bambino è coinvolto attivamente e riesce a collaborare con gli altri. Sarebbe possibile evidenziare mediante il sistema di interazione con il pavimento nuovi aspetti e nuovi contenuti digitali mediante che possano arricchire maggiormente l'esperienza.

In tal senso per l'arricchimento di contenuto dell'esperienza un possibile scenario futuro da poter applicare

direttamente al sistema attuale è quello di poter aggiungere marker lungo l'adesivo ed ad ognuno associarvi nuovi contenuti digitali, modo tale da poter allargare le informazioni da apprendere ed esplorare maggiormente il sistema solare. Con l'aggiunta di questi contenuti il robot oltre ad essere "l'arbitro" della partita e il rappresentante di uno pianeta, diverrebbe l'elemento attraverso il quale esplorare il sistema solare, portandolo da una parte all'altra.

5.3. L'esperienza in altri percorsi del laboratorio

L'attività sviluppata all'interno del *Xkè- Il laboratorio della curiosità* è stata sviluppata con l'intenzione di creare un'esperienza di simulazione del funzionamento del sistema solare, con elementi fisici che potessero coinvolgere ed intrattenere gli studenti

che ne prendono parte, trasmettendo conoscenze in maniera ludica. La soluzione adottata con l'utilizzo del robot e i contenuti digitali che vi ruotano attorno, è dovuta al fatto che essa risulta essere una tecnologia particolarmente inclusiva che riesce a motivare i bambini alla partecipazione e collaborazione.

Il modello creato con la nuova attività si sposa bene con l'esigenza di voler realizzare la simulazione di fenomeni attraverso elementi fisici, tangibili e vicini all'utente, che lo rendono partecipe e attivo durante l'esperienza. L'esperienza robotica può essere intrapresa in altri percorsi interni al laboratorio, utilizzando il robot come elemento centrale, il quale è capace di riconoscere informazioni giuste o sbagliate in un determinato argomento. In base all'esperienza quindi andrebbe programmato un robot che riesca ad associare risposte corrette o sbagliate ad un determinato argomento e che riesca a simulare il comportamento dell'elemento in cui si immedesima; basti pensare che nell'attività progettata il robot simula il moto dei pianeti.

Di conseguenza il robot diviene l'elemento di simulazione di un determinato processo o fenomeno e può avere diverse funzioni nell'attività, come il riconoscimento delle informazioni relative all'argomento. In questo senso l'attività con il robot permette agli studenti di avvicinarsi concretamente ad un fenomeno ed avere un ruolo attivo, in cui ad ogni azione vi è una conseguenza (feedback).

Proprio l'elemento del feedback digitale risulta essere avvincente per i bambini

che essendo nativi digitali, sono attratti da ogni aspetto della tecnologia.

5.4. Considerazioni finali

L'esperienza realizzata all'interno del laboratorio finalizzata alla comprensione e consolidamento delle nozioni relative al sistema solare è stata studiata in maniera tale da poter dare al bambino uno strumento tangibile, arricchito da diversi contenuti per approfondire e vedere da vicino un argomento attraverso la simulazione del suo funzionamento. L'uso della robotica all'interno di questo contesto oltre ad approfondire e supportare l'apprendimento, in modo più interattivo, offre l'opportunità di creare un'esperienza in cui esplorare contesti che prima erano poco pratici.

La presenza di un elemento fisico tecnologico come il robot rispetto ad altre tecnologie riesce a stimolare diverse strategie di pensiero, rispetto a quelle fruibili passivamente come il monitor di un computer, riuscendo a potenziare l'attenzione in modo da sviluppare un maggiore coinvolgimento del bambino nell'apprendimento riuscendo a riprodurre situazioni virtuali che sarebbero impossibili da ricreare in contesti reali^[1].

Le possibilità che porta con sé lo strumento robotico riguardano la libertà di manipolazione, esplorazione e riflessione sul suo comportamento e sugli effetti che produce attraverso

1 P. Uccelli, M. P'aez, *Narrative and vocabulary development of bilingual children from kindergarten to first grade: Developmental changes and associations among English and Spanish skills*, Language, Speech, and Hearing Services in Schools, vol. 38, 2007

l'interazione^[2]. Infatti si è notato come l'interazione che avviene con oggetti "non tradizionali" permette un maggiore impegno attivo con l'ambiente da parte di chi vi interagisce e riesce a dare l'opportunità di accrescere e migliorare le abilità manuali.

Come si è notato durante le fasi di osservazione nello svolgimento dell'attività si è dimostrato un miglioramento del livello di attenzione da parte degli studenti, in quanto, come mostrano anche le ricerche in letteratura l'attenzione viene aumentata dall'impegno messo nell'interazione, così da aumenterà anche la concentrazione che avrà ricadute positive sull'apprendimento.

La realizzazione della nuova attività *1,2,3... Stelle!* ha portato alla comprensione del ruolo del robot all'interno di un'attività di simulazione di un fenomeno con un particolare comportamento in relazione all'esperienza nel quale si colloca.

Anche l'aggiunta di contenuti grafici è riuscita ad aumentare il livello di coinvolgimento, dato che riescono ad essere attivati più canali comunicativi.

Il progetto condotto con un approccio multidisciplinare pone importanti basi sulla metodologia da utilizzare nello studio e nella realizzazione dell'interazione tra uomo e robot.

Proprio per questo i risultati positivi ottenuti sono dovuti alla collaborazione di più figure professionali (designer, ingegneri ed educatori) capaci di creare un bagaglio di conoscenze sufficienti per realizzare un progetto efficiente ed efficace per l'apprendimento dei bambini. Sicuramente la figura del

designer ha avuto in particolare un ruolo di mediazione, capace di trasformare una necessità in un progetto, alla cui ideazione partecipano più parti con specifiche competenze.

Le potenzialità che vengono offerte dall'introduzione di tale artefatti nella vita dei bambini, per un miglioramento dell'apprendimento di concetti attraverso un nuovo mezzo, riguarda l'esplorazione data dall'interazione con gli oggetti, un impegno di tipo attivo nell'utilizzarli, un'analisi sui problemi e gli scogli da superare, lo sviluppo del pensiero creativo e la collaborazione e cooperazione tra pari.

2 B. A. Price, M. Richards, M. Petre, A. Hirst, J. Johnson, *Developing robotics e-teaching for teamwork*, International Journal of Engineering Education and Lifelong Learning, Inderscience Enterprise, vol. 13, No.1/2, 2003, pp. 190-205



6. Bibliografia

6. Bibliografia

- E. K. Ackermann, *Constructing knowledge and transforming the world*. In: Tokoro, M. & Steels, L. (Eds.) *A learning zone of one's own: Sharing representations and flow in collaborative learning environments*. Amsterdam, Berlin, Oxford, Tokyo, Washington, DC. IOS Press, 2004
- E. Ackermann, D. Gauntlett, D. Whitebread, T. Wolbers, C. Weckström, *The future of play: defining the role and value of play in the 21st century*, Lego Learning Institute, 2011
- M. Addis, *New technologies and cultural consumption- edutainment in born!*, In *European Journal of Marketing*, Vol. 39, 2005
- N. Aksakal, *Theoretical View to the Approach of the Edutainment*, Elsevier, 2015
- G. Alessandri, *Dal desktop a Second Life. Tecnologie nella didattica*, Morlacchi Editore, Perugia, 2008
- G. Alessandri, *Tecnologie autonome nella didattica. Verso la Robotica Educativa*, Morlacchi editore, Perugia, 2013
- G. Alessandri, M. Paciaroni, *Educational Robotics: Robotics from fantasy medium to medium for fantasy*, *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, v.8, n. 1
- H. Altin, *Learning Approaches to applying robotics in Science Education*, *Journal of Baltic science education*, vol.12, n. 3, 2013
- O. V. Anikina, E. V. Yakimenko, *Edutainment as a modern technology of education*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 166, 2015
- B. Arthur, *La natura della tecnologia. Che cos'è e come evolve*, Codice Edizione, Torino, 2011
- T. Belpaeme, P. Baxter, J. de Greeff, J. Kennedy, R. Read, R. Looije, M. Neerincx, I. Baroni, M. Coti Zelati, *Child-Robot: Perspectives and Challenges*, Springer, Bristol, *Proceedings of the 5th International Conference on Social Robotics*, 2013
- M. Beltrametti, L. Campolucci, D. Maori, L. Negrini, S. Sbaragli, *La robotica educativa per l'apprendimento della matematica. Un'esperienza nella scuola elementare*, *Didattica della matematica. Dalle ricerche alle pratiche d'aula*, 2017
- M. Ben-Ari, F. Mondada, *Elements of Robotics*, Springer Nature, 2018
- T. N. Beran, A. Ramirez-Serrano, R. Kuzyk, M. Fior, S. Nugent, *Understanding how children understand robots: Perceived animism in child-robot interaction*, *International Journal of Human-Computer Studies*, Elsevier, 2011
- P.A. Bertacchini, E. Bilotta, L. Gabriele, P. Pantano, R. Servidio, *Apprendere con le mani. Strategie cognitive per la realizzazione di ambienti di apprendimento-insegnamento con i nuovi strumenti tecnologici*, FrancoAngeli, Milano, 2006
- H.O.A. Blanson, B.P.B. Bierman, J. Janssen, M. A. Neerincx, R. Looije, H. van der Bosch, et al., *Using a robot to personalise health education for children with diabetes type 1: A pilot study*, *Patient Education and Counseling*, vol. 92, 2013

- A. F. Bravo, A. M. González, E. González, *Interactive Drama with Robots for Teaching non-technical Subject*, In Journal of Human-Robot Interaction, Vol. 6, 2017
- T. Bruce, *Learning through Play: Babies, Toddlers and the Foundation Years*, London: Hodder and Stoughton, 2001
- D. Buckingham, M. Scanlon, *Selling learning: Towards a political economy of edutainment media*, Media, Culture and Society, vol. 27, 2005
- A. C. Bundy, *Assessment of play and leisure: Delineation of the problem*, American journal of Occupational Therapy, vol. 41, 1993
- B. Caci, A. D'Amico, M. Cardaci, *Costruire e programmare robot. Un'esperienza pilota di valutazione delle abilità cognitive coinvolte nel processo di costruzione e programmazione comportamentale di robot*, Costruire e programmare robot, n. 3, 2002
- A. Cappelli, E. Giovannetti, *L'interazione Uomo-Robot*, RoboCare Technical Reports, n.1, 2003
- Cedapof, *Annual Report*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003
- C.C. Chase, D. B. Chin, M. A. Oppezzo, D. L. Schwartz, *Teachable Agents and the Protégé Effect: Increasing the Effort Towards Learning*, Journal of Science Education and Technology, vol. 18, 2009
- G.D. Chen, Y. L. Chi, C.W. Huang, C. Y. Fan, C.J. Wu, *Design a Partner Robot with Emotions in the Mixed Reality Learning Environment*, Springer, Edutainment technologies, 2011
- G.D.Chen, Nurkhamid, C.Y. Wang, *A Survey on Storytelling with Robots*, Edutainment Technologies, 2011
- V. Chiarisi, D. Davison, D. Reidsma, V. Evers, *Evaluation Methods for User-Centered Child-Robot Interaction*, IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, 2016
- S. Costa, A. Brunete, B.C. Bae, N. Mavridis, *Emotional Storytelling using Virtual and Robotic Agents*. arXiv.org, 2016
- M. V. Covington, K. J. Müller, *Intrinsic Versus Extrinsic Motivation: An Approach/Avoidance Reformulation*, Springer, Educational Psychology Review, Vol. 13, No. 2, 2001
- K. Dautenhahn, *Socially intelligent robots: dimensions of human-robot interaction*, Philosophy of transaction of royal society, 2007
- J. Dewey, *How we think*, D.C. Heath, Boston, 1910
- A. Druin, B. Bederson, A. Boltman, A. Miura, D. Knotts-Callahan, M. Platt, *Children as our technology design partners*, The design of children's technology. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 1999
- A. Druin, *The Role of Children in the Design of New Technology*, Behaviour and Information Technology, vol. 25, 2002
- A. Eguchi, *Robotics as a Learning Tool for Educational Transformation*, In Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education,

Padova, Italy, 2014

M. Eraut, *The role and use of vocational qualifications*, National National Institute Economic Review, vol. 178, 2001

R.R. Espinoza, M. Nalin, R. Wood, P. Baxter, R. Looije, Y. Demeris, *Child-Robot Interaction in The Wild: Advice to the Aspiring Experimenter*, Icmi, 2011

T. Fong, I. Nourbakhsh, K. Dautenhahn, *A survey of socially interactive robots*, Robotics and Autonomous Systems, vol. 42, n. 3-4, 2003

J. Forlizzi, *The product Service Ecology: Using a Systems Approach in Design*, Proceedings of the 2nd Conference on Relating Systemes Thinking and Design (RSD2), Oslo, 2012

C. Germak, *Uomo al centro del progetto: Design per un nuovo Umanesimo*, Allemandi&Co, 2008

M.A. Goodrich, A.C. Schultz, *Human-Robot Interaction: A Survey*, The essence of Knowledge, vol.1, n.3, 2007

K. Hatice, A. Neziha, U. Pinar, *Socially Interactive Robotic Platforms as Sign Language Tutors*, International Journal of Humanoid Robotics, vol. 11 (01):1450003, 2014

S. Hidi, *Interest: a unique motivational variable*, Educational Research Review, vol. 1, n. 2, 2006

G. Hoffman, W. Ju, *Designing robots with movement in mind*, Journal of Human-Robot Interaction, Vol. 3, 2014

L. Jarvin, *Edutainment, games, and the future of education in a digital world*, In E.L.

Gricorenko (Ed.), *The global context for new directions for child and adolescent development*, New Directions for Child and Adolescent Development, 147, 2005

L. A. Barnett, *Playfulness: Definition, design and measurement*, *Play & Culture*, vol. 31, 1990

J. Johnson, *Children, robotics, and education*, *Artificial Life and Robotics*, vol.7(1):16–21, 2003

S.E. Jung, E. Won, *Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children*, MDPI, Sustainability, Vol. 10, 2018

T. Kanda, T. Hirano, D. Eaton, H. Ishiguro, *Interactive robots as social partners and peer tutors for children: a field trial*, *Journal Human-Computer Interaction*, vol. 19, n. 1, 2004

D. Kee, *Industrial activities: Educational robotics-primary and secondary education*, *IEEE Robotics and Automation Magazine*, vol. 18, n. 4, 2011

Y. A. W. de Kort, W. A. Ijsselsteijn, K. Poels, *Digital Games as Social Presence Technology: Development of the Social Presence in Gaming Questionnaire*, Proceedings of the 10th Annual International Workshop on Presence, 2007

I.S. Lancia, F. Rubinacci, *Dal Logo al Lego. Simulazioni e robot*, in: Strolli M.R. (eds.) *Scienze cognitive e aperture pedagogiche. Nuovi orizzonti nella formazione degli insegnanti*, Franco Angeli, Milano, 2007

I. Leite, M. McCoy, M. Lohani, D. Ullman, N. Salomons, C. Stokes, S. Rivers, B.

- Scassellati, *Emotional Storytelling in the Classroom: Individual versus Group Interaction between Children and Robots*, In ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI), 2015
- H. H. Lund, J. Nielsen, *An edutainment robotics survey*, In HART2002, 2002
- M. L. Lupetti, *Designing playful HRI: Acceptability of robots in everyday life through play*, 11th International Conference on Human-Computer Interaction, Christchurch, NZ, 2016
- M. L. Lupetti, *Shybo—Design of a Research Artefact for Human-robot Interaction Studies*, Journal of Science and Technology of the Arts, Vol. 9, 2017
- P. Marti, *L'interazione Uomo-Robot*, *Ergonomia*, n. 2, 2005
- R.E. Mayer, R. Moreno, *Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning*, Educational Psychologist, vol. 38, 2003
- A. Michotte, *The perception of causality*, New York: Basic Books, New York Translated from the French by T. R. and E. Miles, 1963
- O. Miglino, H. H. Lund, M. Cardaci, *Robotics as an Educational Tool*, Journal of Interactive Learning Research, vol. 10, n. 1, 1999.
- D. P. Miller, I. R. Nourbakhsh, R. Siegwart, *Robots for Education*, In Springer Handbook of Robotics, 2008
- G.F. Melson, P.H. Kahn Jr., A. Beck, B. Friedman, T. Roberts, E. Garrett, B.T. Gill, *Children's behavior toward and understanding of robotic and living dogs*, Journal of Applied Developmental Psychology, vol. 30, 2009
- M. Montessori, *La scoperta del bambino [The discovery of the child]*, Garzanti Editore, Milano, 12th edition, 2015
- M. Moro, E. Menegatti, F. Sella, M. Perona, *Imparare con la robotica: applicazioni di problem solving*, Erickson, Trento, 2011
- J. R. Moyles, *Just playing?: Role and Status of Play in Early Childhood Education*, Open University Press, 1989
- O. Mubin, C.J. Stevens, S. Shahid, A. Al Mahmud; J. Dong, *A Review of the Applicability of Robots in Education*, Technology for Education and Learning, 2013
- E. Nardelli, *Informatica e pensiero computazionale, nuovi linguaggi per descrivere il mondo*, <http://www.ilfattoquotidiano.it/2017/01/02/informati-ca-e-pensiero-computazionale-nuovi-linguaggi-per-descrivere-il-mondo-ii/3288985/>
- U. Nehmzow, *Robotica mobile: Un'introduzione pratica*, Springer Science & Business Media, 2008
- A. Özgür, S. Lemaignan, W. Johal, M. Beltran, M. Briod, L. P. , F. Mondada , P. Dillenbourg, *Cellulo: Versatile Handheld Robots for Education*, In Proceedings of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, 2017
- S. Papert, *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*, Basic Books, Inc., New York, 1980

- S. Papert, *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*, BasicBook, New York, 1993
- D. Persico, V. Midori, *Pedagogia nell'era digitale*, TD Tecnologie Didattiche, vol. 21, n.3, 2013
- J. Piaget, *Lo sviluppo mentale del bambino e altri studi di psicologia*, Einaudi, Torino, 1967
- J. Piaget, *Play, Dreams and imitation in childhood*, Taylor & Francis, 1999
- J. Piaget, *The child's Conception of the world*, Routledge & K. Paul, London, 1929
- J. Piaget, *The origins of intelligence in children*, New York: W.W. Norton & Company, Inc, 1963
- J. Preece, Y. Rogers, H. Sharp, *Interaction design: Beyond human-computer interaction*, John Wiley & Sons, 2004
- B.A. Price, M. Richards, M. Petre, A. Hirst, J. Johnson, *Developing robotics e-teaching for teamwork*, International Journal of Engineering Education and Lifelong Learning, Inderscience Enterprise, vol. 13, No.1/2, 2003
- K. Rapeepisarn, K.W. Wong, C.C. Fung, A. Depickere, *Similarities and differences between "learn through play" and "edutainment"*, Proc. of the 3rd Australasian Conference on Interactive Entertainment, Perth, 2006
- L.B. Resnick, *Learning in School and out*, Educational Researcher, V. 16, n. 9, 1987
- M. Resnick, F. Martin, R. Sargent, and B. Silverman, *Programmable bricks: Toys to think with*, IBM Systems journal, Vol. 35, 1996
- D. Robert, R. Wistorrt, J. Gray, C. Breazeal, *Exploring mixed reality robot gaming*, In Proceedings of the fifth international conference on tangible, embedded, and embodied interaction, 2011
- R. Ros, I. Baroni, Y. Demiris, *Adaptive human-robot interaction in sensorimotor task instruction: From human to robot dance tutors*, Robotics and Autonomous Systems, vol. 62, n. 6, 2014
- R. M. Ryan, E. L. Deci, *Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being*. American Psychologist, vol. 55, 2000
- T. Salter, I. Werry, F. Michaud, *Going into the wild in child-robot interaction studies: issues in social robotic development*, Springer, 2008
- D. Saffer, *Designing for Interaction: Creating Smart Applications and Clever Devices*, New Riders Publishing, 2006, trad. it Luca Chitarro, *Design dell'interazione. Creare applicazioni intelligenti e dispositivi ingegnosi con l'interaction design*, Pearson Education, 2007
- J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, M. Bishop, *Handbook of research on educational communications and technology*, NY: Springer, New York, 2008
- L. K. Stemler, *Educational Characteristics of Multimedia: A Literature Review*, Jl. of Educational Multimedia and Hypermedia, 1997
- M. Sugimoto, *A Mobile Mixed-Reality Environment for Children's Storytelling Using a Handheld Projector and a Robot*,

Transactions on learning technologies,
Vol. 4, 2011

S. Svribner, M. Cole, *Cognitive Consequences of Formal and Informal Education*, Science, New Series, vol. 182, n. 4112, 1973

A. Traverso, V. Pennazio, *Bambini, robot: esperienze educative di gioco e di relazione*, Reladei, vol. 2, 2013

S. Turkle, S. Papert, *Epistemological pluralism and the revaluation of the concrete*, Journal of Mathematical Behavior, vol.11, n.1, 1992

S. Turkle, *The second self, computers and the human spirit*, New York: Simon & Schuster, New York, 1984

P. Uccelli, M. P'aez, *Narrative and vocabulary development of bilingual children from kindergarten to first grade: Developmental changes and associations among English and Spanish skills*. Language, Speech, and Hearing Services in Schools, vol. 38, 2007

M. Virnes, *Four Seasons of Educational Robotics*, The University of Eastern Finland: Kuopio, Finland, 2014

L.S. Vygotskij, M. Cole, *Mind in society. The development of Higher Psychological Process*, Harvard College, 1978

S. Walker Russ, *Affect and Creativity. The Role of Affect and Play in the Creative Process*, 1st Edition, New York, 1993

P. Werquin, *Recognising Non-Formal and Informal Learning. Outcomes, policies and Practices*, OECD, 2010, <http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/44600408.pdf>

J. M. Wing, *Computational Thinking*, Communications OF THE ACM, Vol. 49, No. 3, 2006

L. Xie, A. N. Antle, N. Motamedi, *Are tangibles more fun?: comparing children's enjoyment and engagement using physical, graphical and tangible user interfaces*, In Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction, 2008

J. M. Zosh, E. J. Hopkins, H. Jensen, C. Liu, D. Neale, K. Hirsh-Pasek, S. Lynne Solis, D. Whitebread, *Learning through play: a review of the evidence*, The Lego Foundation, 2017



7. Sitografia

7. Sitografia

<http://aibo.sony.jp>

www.campustore.it/bee-bot

www.chegiochi.it/giocattoli/giochi-educativi/scienze

www.clementoni.com/it/11112-doc-robottino-educativo-parlante/

www.clementoni.com/it/19051-cyber-talk-robot/

www.educationalinsights.com/product/geosafari-motorized-solar-system.do

www.elprocus.com/robots-types-applications/

www.giuntiscuola.it/lavitascolastica/magazine/articoli/robotica-educativa-che-cos-e-e-come-cambia-il-modo-di-insegnare/

<https://www.giuntialpunto.it/product>

<http://kinderlabrobotics.com/kibo/>

www.laboratoriocuriosita.it

www.lego.com/it-it/themes/boost

www.matatalab.com

<https://miko.ai>

www.myidolrobot.com

<https://ozobot.com>

<https://it.pearson.com/genitori/primaria/parole-della-scuola/robotica-educativa.html>

<https://photonrobot.com>

www.primotoys.com

<https://robotical.io>

www.robotiko.it/dash-and-dot-robot/

www.robotstore.it/CodeyBot

<https://www.softbankrobotics.com>

www.sphero.com/it_it/

www.tecnologiaeducativa.it/ambiti/robotica.htm

www.thymio.org/it:thymio

www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html

