

Università degli Studi di Torino  
Dipartimento di Informatica

Corso di Laurea in Informatica  
Anno Accademico 2019/2020



**Progettazione di attività ludico-educative di introduzione  
all'Intelligenza Artificiale rivolte ad alunni del primo ciclo**

Relatori:  
Prof.ssa Capecchi Sara  
Prof.ssa Baroglio Cristina

Candidato:  
Parola Carlotta

## Dichiarazione di originalità

Dichiaro di essere responsabile del contenuto dell'elaborato che presento al fine del conseguimento del titolo, di non avere plagiato in tutto o in parte il lavoro prodotto da altri e di aver citato le fonti originali in modo congruente alle normative vigenti in materia di plagio e di diritto d'autore. Sono inoltre consapevole che nel caso la mia dichiarazione risultasse mendace, potrei incorrere nelle sanzioni previste dalla legge e la mia ammissione alla prova finale potrebbe essere negata.

# Ringraziamenti

Vorrei dedicare alcune righe a tutte le persone che mi hanno supportato durante questi anni. Ringrazio innanzitutto le mie due relatrici, le Prof.sse Sara Capecchi e Cristina Baroglio, per essere state sempre disponibili e pronte a chiarire eventuali dubbi e domande. Ringrazio la Prof.ssa Sara Capecchi per avermi proposto questa tesi, grazie alla quale ho potuto approfondire due tra i principali interessi che ho maturato in questi anni di Università: l'insegnamento e l'intelligenza artificiale.

Ringrazio i miei genitori, che mi hanno sempre incoraggiata, aiutata e sostenuta con ogni mezzo per permettermi di realizzare questo grande obiettivo. In particolare, ringrazio mio fratello Giordano, la sua positività mi è stata di grande aiuto nei momenti di difficoltà.

Grazie a tutti i miei compagni di corso, per le ore di studio e di svago passate insieme.

Infine, un ringraziamento speciale va al mio fidanzato Mauro, per aver creduto in me e per esserci sempre stato al momento del bisogno.

# Abstract

L'obiettivo della mia tesi è lo sviluppo di attività ludico-educative inerenti i principali settori dell'Intelligenza Artificiale, rivolte a studenti della scuola primaria e secondaria di primo grado. Si tratta di attività "unplugged", ovvero pensate per essere svolte senza l'utilizzo di computer o altri dispositivi elettronici. Si usufruisce quindi di giochi da tavolo, libri educativi o semplici rompicapi stampati su carta per spiegare concetti specifici dell'Intelligenza Artificiale. Dopo una sezione introduttiva all'Intelligenza Artificiale, le attività si focalizzano sulla risoluzione di problemi tramite vari algoritmi di ricerca, sulla rappresentazione della conoscenza e sull'apprendimento automatico.

The goal of my thesis is the development of recreational and educational activities, aimed at young students, related to the main sectors of Artificial Intelligence. These are "unplugged" activities, which means that are designed to be carried out without the use of computers or any other electronic device. Therefore, board games, educational books or simple puzzles printed on paper are used to explain specific concepts of Artificial Intelligence. After an introductory section to Artificial Intelligence, the activities focus on solving problems using search algorithms, knowledge representation and machine learning.

# Indice

<b>DICHIARAZIONE DI ORIGINALITÀ</b>	<b>2</b>
<b>RINGRAZIAMENTI</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>4</b>
<b>INDICE</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUZIONE</b>	<b>6</b>
<b>CAPITOLO 1 - INTRODUZIONE ALL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE</b>	<b>9</b>
INTRODUZIONE - Lezione	10
ATTIVITÀ 1 - La stanza cinese	15
ATTIVITÀ 2 - Un robot su Marte	18
<b>CAPITOLO 2 - RISOLUZIONE DI PROBLEMI</b>	<b>24</b>
2.1 - ALGORITMI NON INFORMATI	25
ATTIVITÀ 1 - Gli otto polpi	25
2.2 - ALGORITMI INFORMATI	32
ATTIVITÀ 2 - Le gru informate	32
2.3 - PROBLEMI DI SODDISFACIMENTO DEI VINCOLI	43
ATTIVITÀ 3 - Ombrelloni e secchielli	43
ATTIVITÀ 4 - La parata dei pinguini	53
<b>CAPITOLO 3 - RAPPRESENTAZIONE DELLA CONOSCENZA</b>	<b>57</b>
ATTIVITÀ 1 - L'enciclopedia degli animali	57
<b>CAPITOLO 4 - APPRENDIMENTO AUTOMATICO</b>	<b>62</b>
4.1 - INTRODUZIONE ALL'APPRENDIMENTO AUTOMATICO	63
ATTIVITÀ 1 - Pokémon ed evoluzioni	63
4.2 - ALBERI DI DECISIONE	71
ATTIVITÀ 2 - Classificazione di Pokémon	71
<b>CONCLUSIONI</b>	<b>79</b>
<b>BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA</b>	<b>80</b>
<b>APPENDICE</b>	<b>82</b>

# Introduzione

Negli ultimi anni, pochi settori hanno avuto un'espansione così rapida come è avvenuto per l'Intelligenza Artificiale: le sue applicazioni sono pressoché ovunque e moltissime persone ne fanno uso quotidianamente. Ma di cosa si occupa questa disciplina?

Per definizione, l'Intelligenza Artificiale è «*a branch of modern science and technology aiming at the exploration of the secrets of human intelligence on one hand and the transplantation of human intelligence to machines as much as possible on the other hand, so that machines would be able to perform functions as intelligently as they can*<sup>1</sup>».

Quindi, partendo dallo studio del pensiero umano e di come esso opera (che è l'obiettivo delle cosiddette "Scienze Cognitive"), si vogliono programmare macchine in grado di svolgere compiti che richiederebbero l'intelligenza umana, spesso riuscendo a risolvere un determinato problema in maniera nettamente migliore.

L'Intelligenza Artificiale è dunque sfruttata in molti campi, ad esempio: negli assistenti vocali presenti sugli smartphone o in altri dispositivi come Google Home, nei servizi di traduzione automatica tra lingue diverse, negli algoritmi di piattaforme online come Youtube o Netflix per consigliare video secondo i gusti dell'utente, nei robot interattivi...

E' evidente che «*children growing up in the era of artificial intelligence (AI) will have fundamentally different relationships with smart technologies than those who first encountered AI later in life*<sup>2</sup>» ovvero, i bambini delle nuove generazioni, fin da piccoli, entrano ormai in contatto con l'Intelligenza Artificiale. Tuttavia, «*young children do not yet understand how AI-enabled devices [...] work. It is important that they do, however, so that children can use them constructively and safely*<sup>3</sup>». Infatti, molti bambini sono soliti immaginarsi dispositivi come Amazon Echo o alcuni smart robot come degli apparecchi dotati di un propria intelligenza, arrivando quasi a considerarli dei loro amici. Possono quindi essere facilmente condizionati da essi.

Inoltre, al giorno d'oggi (e ancora di più nei prossimi anni), il campo dell'Intelligenza Artificiale offre molte opportunità lavorative.

Per questi motivi è fondamentale che i bambini vengano educati all'Intelligenza Artificiale, in modo da «*ensure a more informed populace that understands the technologies they interact with every day, but also to inspire the next generation of AI researchers and software developers*<sup>4</sup>».

---

<sup>1</sup> «una branca della scienza moderna e della tecnologia che mira, da una parte, all'esplorazione dei segreti dell'intelligenza umana e, dall'altra, al "trasferimento" dell'intelligenza umana alle macchine, per quanto possibile, in modo tale che le macchine possano essere in grado di eseguire funzioni nel modo più intelligente possibile» [trad.mia]. Citazione ripresa da [2], pagina 1, paragrafo 1.

<sup>2</sup> «i bambini che crescono nell'era dell'intelligenza artificiale (AI) avranno rapporti fondamentalmente diversi con le tecnologie intelligenti rispetto a coloro che hanno incontrato l'AI per la prima volta più tardi nella vita» [trad.mia]. Citazione ripresa da [3], pagina 1, paragrafo 1.

<sup>3</sup> «i bambini piccoli non capiscono ancora come funzionano i dispositivi abilitati all'AI. E' importante che lo facciano, tuttavia, cosicché i bambini possano usarli in modo costruttivo e sicuro» [trad.mia]. Citazione ripresa da [3], pagina 1, paragrafo 1.

<sup>4</sup> «garantire una popolazione più informata che comprenda le tecnologie con cui interagiscono ogni giorno, ma anche per ispirare la prossima generazione di ricercatori di intelligenza artificiale e di sviluppatori software» [trad.mia]. Citazione ripresa da [4], pagina 1, paragrafo 2.

In questa tesi, ho sviluppato delle attività di introduzione all’Intelligenza Artificiale per studenti della scuola primaria e secondaria di primo grado, per facilitare l’apprendimento di concetti specifici in maniera divertente e intuitiva. Molto spesso gli alunni vengono suddivisi in gruppi oppure le attività vengono svolte assieme a tutta la classe (eventualmente anche all’aperto) per agevolare lo scambio di opinioni e garantire una comprensione più efficace. Nelle attività non si fa uso di computer o tablet, ma di giochi da tavolo, libri educativi, rompicapi e schede da stampare e ritagliare. Si è preferito inserire le attività in contesti semplici e noti ai bambini, come il mondo dei Pokémon o degli animali.

Per la struttura delle attività mi sono basata sugli esempi proposti dal progetto CS Unplugged [6] e sulle lezioni tradizionali presentate da Programma il Futuro [7] (anche in lingua inglese [8]): all’inizio di ogni capitolo (che include una serie di attività relative a uno stesso argomento) vi sono un sommario, un elenco delle eventuali competenze richieste, l’età minima che gli studenti dovrebbero avere, il materiale necessario (per tutte le attività del capitolo) e un vocabolario (nel caso in cui si adoperino dei concetti non noti alla classe). In particolare, nel capitolo introduttivo è stata inserita una discussione propedeutica alla prima attività.

Ogni attività, invece, comprende le seguenti sezioni: il materiale che viene usato, l’età consigliata, il numero di giocatori, le competenze acquisite al termine dell’attività (tratte dalla Proposta di Indicazioni Nazionali per l’insegnamento dell’Informatica nella Scuola [5] del Consorzio Interuniversitario Nazionale per l’Informatica), la preparazione al gioco, le istruzioni per l’attività, la risoluzione e infine una fase di discussione. Molte attività presentano delle schede a parte, da stampare e consegnare alla classe, inserite nell’Appendice di questa tesi.

Le attività sono dunque suddivise in quattro capitoli, in base alla tematica trattata:

1. il primo è un capitolo introduttivo all’Intelligenza Artificiale, in cui vengono illustrati: la differenza tra IA (Intelligenza Artificiale) forte e IA debole, il test della stanza cinese proposto da Searle (confrontato con il noto test di Turing), il binomio agente-ambiente e la definizione di un problema di ricerca nello spazio degli stati;
2. il secondo capitolo si basa sulla risoluzione di problemi tramite algoritmi non informati e informati e sui problemi di soddisfacimento dei vincoli;
3. il terzo si concentra sulla rappresentazione della conoscenza, in particolare soffermandosi sulle definizioni di tassonomia, categoria e sottocategoria;
4. infine, l’ultimo capitolo è relativo all’apprendimento automatico, in cui viene evidenziata la differenza tra Learning Set e Test Set e vengono illustrati gli alberi di decisione.

Sono inoltre state rispettate le cinque “Big Ideas in AI” elaborate dall’Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI) e dalla Computer Science Teachers Association (CSTA) in [4]. Di seguito, vengono elencate le “big ideas” e per ognuna sono riportate le attività relative a quell’aspetto specifico:

1. «Computers perceive the world using sensors<sup>5</sup>»: concetto spiegato nell’attività “Un robot su Marte” del capitolo 1.
2. «Agents maintain models/representations of the world and use them for reasoning<sup>6</sup>»: gli studenti imparano che i computer memorizzano i dati diversamente da come

---

<sup>5</sup> «I computer percepiscono il mondo usando dei sensori» [trad.mia]. Citazione ripresa da [4], pagina 3, paragrafo 2.

<sup>6</sup> «Gli agenti mantengono dei modelli/rappresentazioni del mondo e li usano per ragionare» [trad.mia]. Citazione ripresa da [4], pagina 3, paragrafo 3.

farebbe un essere umano: sfruttando i concetti di categoria e sottocategoria (nell'attività del capitolo 3) oppure ricavando degli alberi di decisione nell'attività "Classificazione di Pokémon" del capitolo 4. Inoltre, in tutto il capitolo 2 sono presenti attività il cui scopo è quello di spiegare il funzionamento di algoritmi che i computer usano per fare dei ragionamenti.

3. «Computers can learn from data<sup>7</sup>»: nelle attività del capitolo 4 gli alunni imparano che i computer apprendono da un Learning Set e ricevono nuovi dati da un Test Set.
4. «Making agents interact comfortably with humans is a substantial challenge for AI developers<sup>8</sup>»: nell'attività della stanza cinese del capitolo 1, i bambini capiscono che un computer non intende il linguaggio nello stesso modo di un essere umano.
5. «AI applications can impact society in both positive and negative ways<sup>9</sup>»: questa discussione viene evidenziata durante il confronto tra IA forte e IA debole. Inoltre, gli studenti riconoscono, nelle attività del capitolo 4, che un'applicazione dell'Intelligenza Artificiale è il riconoscimento facciale.

---

<sup>7</sup> «I computer possono imparare dai dati» [trad.mia]. Citazione ripresa da [4], pagina 3, paragrafo 4.

<sup>8</sup> «Far sì che gli agenti interagiscano comodamente con gli umani è una sfida sostanziale per gli sviluppatori di AI» [trad.mia]. Citazione ripresa da [4], pagina 3, paragrafo 5.

<sup>9</sup> «Le applicazioni dell'AI possono impattare la società in modi sia positivi che negativi» [trad.mia]. Citazione ripresa da [4], pagina 4, paragrafo 1.

# Capitolo 1 - Introduzione all’Intelligenza Artificiale

## Sommario:

Lo studente interiorizza il concetto di Intelligenza Artificiale e comprende di cosa si occupa questa disciplina.

## Competenze richieste:

E’ richiesto di aver già svolto l’attività<sup>10</sup> sul test di Turing, reperibile al seguente link [6]:

<https://classic.csunplugged.org/wp-content/uploads/2016/02/csunplugged-it.2015.1.0.pdf>

E’ anche consigliato aver già eseguito la seguente attività, per introdurre gli studenti al ragionamento logico e al concetto di istruzione [10]:

<https://curriculum.code.org/it-it/csf-1718/coursee/1/>

Inoltre è richiesto di sapere:

- fare delle domande;
- contare;
- confrontare i numeri.

## Età:

A partire dai 9 anni.

## Materiale:

- per l’attività 1: la scheda con le domande, la scheda con sia le domande che le relative risposte per il gioco della stanza cinese e qualche foglio di carta;
- per l’attività 2: la scheda della mappa per il robot (che può anche essere riprodotta su un foglio o un cartone grande).

## Vocabolario:

- Macchina: sinonimo di computer.
- Input: un modo per dare informazioni a un computer<sup>11</sup>
- Output: un modo per ottenere informazioni da un computer.<sup>12</sup>

Leggere le seguenti definizioni se si intende visionare il video [15] nell’introduzione all’attività della stanza cinese, relativo alla differenza tra Intelligenza Artificiale debole e forte:

- Algoritmo: una serie di passi che descrivono come portare a termine un compito.<sup>13</sup>
- Modello predittivo: metodologie che servono per analizzare insiemi di dati ed esempi (verranno spiegati più in dettaglio nel capitolo sull’Apprendimento Automatico).
- Skill: parola inglese che significa “abilità”.

---

<sup>10</sup> Attività tratta da [6], da pagina 263 a pagina 280

<sup>11</sup> Definizione tratta da [9], pagine 5a,5b. Testo originale: «A way to give information to a computer.»

<sup>12</sup> Definizione tratta da [9], pagine 5a,5b. Testo originale: «A way to get information out of a computer»

<sup>13</sup> Definizione tratta da [12], pagina 1

## Introduzione - Lezione:

Dopo aver svolto l'attività riguardante il test di Turing [6], si possono trarre diverse conclusioni e avviare una discussione con tutta la classe, in preparazione allo svolgimento dell'attività della stanza cinese.

Innanzitutto, gli studenti avranno notato che alcune domande possono essere più o meno utili per “smascherare” il computer, il quale si finge un essere umano; da qui si possono dedurre degli esempi di attività che possono essere più semplici per delle persone e più difficili per dei computer:

- mostrare preferenze su determinati aspetti tipici della vita di una persona (ad esempio, un computer non potrà mai rispondere sinceramente quando gli si chiede il suo cibo preferito o se gli piace la scuola o ancora se gli piace ballare).

Inoltre, chiedere alla classe se un computer sarebbe in grado di riconoscere emozioni: è evidente che sarebbe molto più facile per un essere umano poiché si può basare sui movimenti e sulle espressioni facciali del suo interlocutore, oltre che sulla propria esperienza; sarebbe anche complesso per un computer interpretare modi di dire tipici del parlato umano (difficilmente una macchina capirebbe cosa si intende con l'espressione “acqua in bocca!”).

E viceversa? Cosa può essere molto più facile per una macchina rispetto ad un essere umano?

- Eseguire ricerche in tempi brevi (ad esempio su uno scrittore);
- fornire immediatamente l'ora esatta;
- svolgere calcoli complessi.

Dopo questo confronto, si può cercare di definire cosa sia l'**Intelligenza Artificiale** (IA): “artificiale”, ovviamente, indica qualcosa creato da degli esseri umani, come una macchina; l’ “intelligenza” è più complicata da definire.<sup>14</sup>

Partiamo dall'**intelligenza umana**, e arriviamo a confrontarla con l'intelligenza artificiale.

Si può far ragionare la classe tramite degli esempi: una persona impara a suonare uno strumento e si migliora con la pratica, riesce a parlare una o più lingue, sa decidere qual è la strada più breve per andare al parco giochi, calcola il resto quando paga in contanti, memorizza un errore di ortografia in modo da non sbagliare di nuovo quella parola in futuro, ricorda un film che ha visto o la lezione di storia per la verifica del giorno dopo...

Tutti questi esempi possono essere scritti alla lavagna per poi essere sintetizzati così:

Un modo per definire l'intelligenza umana consiste nell'includere le seguenti abilità.

- Imparare dall'esperienza
- Ragionare e risolvere problemi
- Ricordare informazioni<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> Citazione ripresa da [1], pagina 1. Testo originale: «Artificial, of course, refers to something made by humans, such as a machine. Intelligence is trickier to define.» [trad. mia].

<sup>15</sup> Citazione ripresa da [1], pagina 2. Testo originale: «One way to define human intelligence is to include the following abilities.

- To learn from experience
- To reason and solve problems
- To remember information» [trad. mia].

Una macchina può avere le stesse abilità di un essere umano?

Gli scienziati e i ricercatori non sono tutti dello stesso parere, infatti si dividono in due grandi categorie di pensiero:

1. **IA DEBOLE**
2. **IA FORTE**

Nel seguente video [15] vengono spiegate le differenze tra i due tipi di IA:

<https://www.youtube.com/watch?v=uXKzip4RPkA>

Possiamo perciò riassumere dicendo che:

- nella IA debole, per macchina intelligente, si intende una macchina che svolge "bene" (ovvero come lo svolgerebbe un essere umano) un determinato compito. Quindi, non ha una sua capacità di pensiero autonoma, ma esegue solamente l'azione per cui è stato programmato; molto spesso queste azioni sono infatti troppo complesse per una persona (richiedono molta memoria o molto tempo), per questo vengono sfruttate le macchine;
- nella IA forte invece, per macchina intelligente ci si riferisce a una macchina che replica completamente l'intelligenza umana (per quanto riguarda il pensiero e il comportamento, cioè le azioni che decide di intraprendere) e che potrebbe arrivare addirittura a superarla. Quindi una macchina cosciente di sé e sapiente. Una macchina di questo tipo è molto difficile da creare, per questo non ci sono ancora degli esempi concreti; inoltre vi è un acceso dibattito sulle possibili regole che dovrebbero essere rispettate per lo sviluppo di queste macchine.

Nelle pagine successive vengono mostrati alcuni video e immagini di macchine intelligenti; il compito degli studenti è quello di individuare quali di essi siano esempi di IA debole (e qual è il compito per cui sono stati programmati) e quali di IA forte.

- Un robot che gioca a scacchi (costituito anche da un braccio meccanico per muovere i pezzi sulla scacchiera)<sup>16</sup>:



*E' un esempio di IA debole, in quanto è stato programmato per il solo compito di giocare a scacchi. Si tratta di un'evoluzione del supercomputer Deep Blue, creato dalla IBM, il quale nel 1997 vinse contro il campione mondiale di scacchi Garry Kasparov.<sup>17</sup>*



*Deep Blue aveva la memoria e la potenza di calcolo e la velocità per considerare miliardi di mosse possibili. Quindi, poteva scegliere quella con la migliore probabilità di vittoria.<sup>18</sup> Tutto ciò risulta impossibile per una persona!*

*Non avendo un braccio meccanico, spettava a una seconda persona muovere i pezzi sulla tastiera in base alle decisioni di Deep Blue.*

---

<sup>16</sup> Immagine reperita da: <https://www.flickr.com/photos/ddebold/26902686680> e distribuita secondo licenza: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

<sup>17</sup> Immagine reperita da:  
<https://spectrum.ieee.org/the-institute/ieee-history/how-ibms-deep-blue-beat-world-champion-chess-player-garry-kasparov>

<sup>18</sup> Citazione ripresa da [1], pagina 5. Testo originale: «Deep Blue had the memory and the processing power and speed to consider billions of possible moves. Then, it could pick the one with the best chance of winning.» [trad. mia].

- Il robot C-3PO dalla saga di Star Wars<sup>19</sup>:



Se gli studenti non conoscono il personaggio, si consiglia questo breve video [16]:

[https://www.youtube.com/watch?v=dAGW\\_gUQnOA](https://www.youtube.com/watch?v=dAGW_gUQnOA)

*Si tratta ovviamente di una IA forte, in quanto è in grado di elaborare ed esprimere i propri pensieri in maniera autonoma, come se fosse una persona.*

- Un robot che sposta scatole in una fabbrica, visionabile al seguente link [17]:  
[https://www.youtube.com/watch?v=5iV\\_hB08Uns](https://www.youtube.com/watch?v=5iV_hB08Uns)

*Si tratta di un tipico esempio di IA debole, siccome il robot ha un unico compito da svolgere: prendere un pacco alla volta e spostarlo nel luogo specificato (su un carrello manuale oppure su un nastro trasportatore). Queste macchine permettono alle persone di risparmiare tempo e lavoro.*

Ovviamente, non è detto che una macchina di questo tipo debba svolgere un unico compito per sempre: possono essere riprogrammate per nuovi compiti a seconda delle necessità. La stessa azienda produttrice del robot nel video precedente (la Boston Dynamics), per l'inizio del 2021, ha organizzato un balletto eseguito dai propri robot (normalmente usati per altre attività) [18]:

<https://www.youtube.com/watch?v=fn3KWM1kuAw&feature=youtu.be>

---

<sup>19</sup> Immagine reperita da: <https://pixabay.com/it/photos/c-3po-robot-starwars-aktionfigur-2697682/> e distribuita secondo licenza: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

- WALL-E<sup>20</sup>:



*Il protagonista dell'omonimo film della Pixar Animation Studios, inizialmente, si comporta come una IA debole: il suo compito, infatti, è quello di compattare in blocchi tutti i rifiuti abbandonati sul pianeta Terra dagli esseri umani nei secoli precedenti, in modo da ripulirlo in vista di un loro futuro ritorno. Tuttavia, col tempo inizia ad acquisire coscienza di sé e una propria personalità: raccoglie oggetti che ritiene particolarmente interessanti (conservandoli nella sua "casa") e si accorge di provare delle emozioni quando il robot Eve arriva sulla Terra. Diventa perciò un esempio di IA forte.*

A questo punto, si possono fare interagire gli studenti chiedendo, per alzata di mano, chi ritenga che la IA debole sia più utile e chi invece favorisca la IA forte.

Con l'attività sul test di Turing appena svolta, si vuole dimostrare che una macchina è intelligente nel senso della IA forte, perché simula il comportamento e il pensiero umano. Vediamo con questa nuova attività se il concetto di intelligenza cambia.

---

<sup>20</sup> Immagine reperita da: <https://www.flickr.com/photos/jasp/2753159440> e distribuita secondo licenza: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

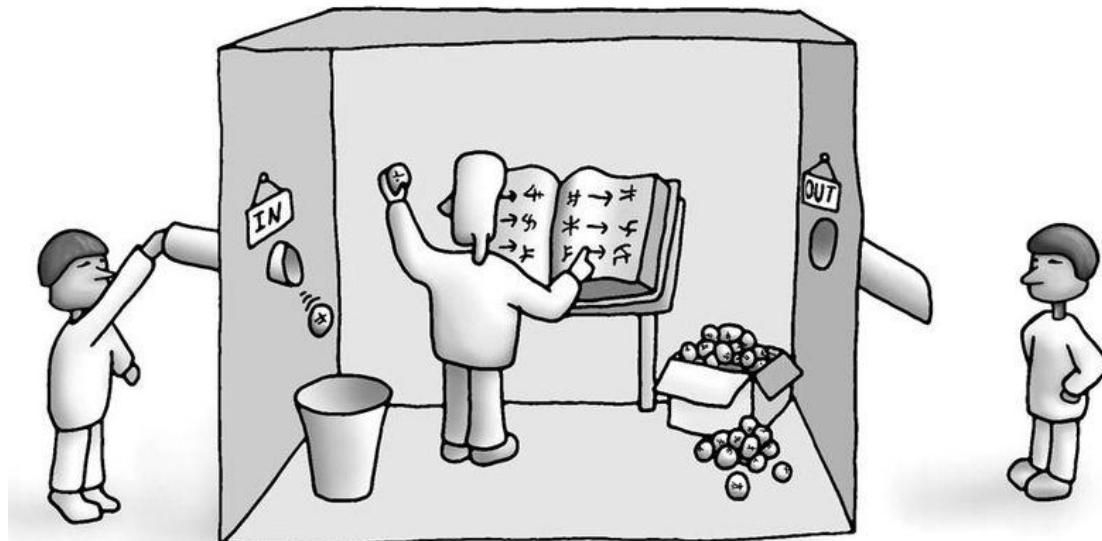
## Attività 1 - La stanza cinese

**Materiale necessario:** almeno una copia della scheda con le domande per l'attività della stanza cinese, una singola copia della scheda con sia le domande che le risposte e qualche foglio di carta.

**Età:** a partire dai 9 anni.

**Numero di giocatori:** si può realizzare questa attività con tutta la classe e c'è bisogno di una persona esterna alla classe.

**Competenze acquisite a fine attività:** lo studente comprende l'esperimento della stanza cinese<sup>21</sup> proposto da Searle e le sue conclusioni.



**Preparazione:**

1. La persona esterna (che può essere un collaboratore scolastico o un altro insegnante) si trova in un'aula a parte. I bambini non devono essere a conoscenza dell'identità di questa persona.
2. Distribuite le copie della scheda con le domande agli studenti. Invece, alla persona nell'altra aula, va fornita la copia della scheda con le domande e le risposte.

<sup>21</sup> Immagine reperita da: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2-chinese-room.jpg> e distribuita secondo licenza: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

#### Descrizione dell'attività - istruzioni:

1. Spiegare agli studenti l'obiettivo dell'attività: si tratta di indovinare se nell'altra aula vi sia una persona che sappia parlare il cinese oppure no, basandosi esclusivamente sulle risposte ricevute alle domande poste dalla classe.
2. Gli studenti decidono quale domanda porre, una alla volta, alla persona nell'altra aula, scegliendole dalla scheda con le domande (che ne riporta anche la traduzione in italiano).
3. L'insegnante scrive su un foglio la domanda scelta.
4. L'insegnante porta il foglio con la domanda alla persona esterna.
5. La persona esterna consulta la scheda con le domande e le risposte in cinese, ricercando la domanda che l'insegnante le ha consegnato.
6. La persona esterna scrive su un foglio la risposta associata alla domanda dell'insegnante.
7. L'insegnante riporta quindi la risposta alla classe.
8. Per verificare la correttezza della risposta, si può utilizzare un traduttore online (ad esempio Google Traduttore, ma ricordarsi di tradurre in cinese semplificato e non in quello tradizionale).

Ovviamente, con la nostra tastiera non è possibile riprodurre gli ideogrammi cinesi, quindi l'insegnante può fare “copia e incolla” delle risposte dal testo di questa attività, facendo attenzione a non proiettare il testo davanti ai bambini (magari usando direttamente il proprio smartphone per la traduzione).

Se i bambini presentano l'obiezione che anche la persona esterna potrebbe aiutarsi con un traduttore online, rassicurarli del fatto che non sta usando nessun dispositivo elettronico o nessun dizionario.

9. L'attività termina quando tutta la classe è concorde sulla risposta o quando sono finite le domande.
10. A questo punto, chiamare in classe l'altra persona e notare le reazioni dei bambini.
11. Infine, avviare la seguente discussione conclusiva.

#### Discussione:

Spiegare ai bambini che quella persona è in grado di parlare correttamente il cinese poichè ha a disposizione la scheda in cui, ad ogni domanda (*input*), è associata una risposta di senso compiuto (*output*). Ma è evidente che quella persona non conosce veramente la lingua cinese e soprattutto, non *comprende* il significato degli ideogrammi cinesi che legge e che scrive.

Questo esperimento, proposto da John Searle negli anni '90, vuole essere una critica al test di Turing e alla IA forte. Se infatti, come detto prima, Turing sostiene che una macchina è intelligente se riesce a “fingersi” con successo un essere umano (comportandosi e pensando allo stesso modo), al contrario, Searle sostiene che una macchina (che nell'esperimento è rappresentata dalla persona esterna alla classe) non potrà mai comportarsi come un essere umano, in quanto, anche se produce lo stesso output (le risposte in cinese), non *comprende* veramente il significato di ciò che sta facendo, ma esegue solo in maniera automatica le istruzioni che le sono state fornite.

Concludere l'attività chiedendo agli studenti chi sostenga ancora l'idea di Turing (IA forte) e chi quella di Searle (una IA forte non sarà mai realizzabile, quindi è solo possibile una IA debole).

**Variante:**

La stessa attività può essere proposta con le domande e le risposte in un'altra lingua, nel caso in cui vi sia uno studente straniero in classe. L'insegnante può tradurre e adattare le domande e le risposte presenti in questa attività nella lingua scelta ma, invece di sfruttare un traduttore online quando arriva la risposta, può essere più coinvolgente per i bambini farla tradurre direttamente al compagno straniero.

## Attività 2 - Un robot su Marte

**Materiale necessario:** più copie della scheda della mappa<sup>22</sup> per il robot (che può anche essere riprodotta su un foglio o un cartone grande).

**Età:** a partire dai 9 anni.

**Numero di giocatori:** almeno uno studente per ogni scheda; se si vuole dividere la classe in squadre, è consigliabile che le squadre siano composte da massimo 5 studenti.

**Competenze acquisite a fine attività:**

- Lo studente apprende i concetti di base dell'Intelligenza Artificiale.
- Lo studente apprende come un agente possa utilizzare la propria intelligenza per risolvere un determinato problema.
- Obiettivi di apprendimento al termine della classe terza della scuola primaria

Ambito dati e informazione:

- O-P3-D-2. definire l'interpretazione degli oggetti utilizzati per rappresentare l'informazione (legenda).
- Obiettivi di apprendimento al termine della classe quinta della scuola primaria

Ambito algoritmi:

- O-P5-A-2. risolvere problemi mediante la loro scomposizione in parti più piccole.

**Preparazione:**

Si può consegnare una fotocopia ad ogni studente, oppure farli lavorare in gruppi. Per rendere più coinvolgente l'attività, si può pensare di riprodurre la mappa su dei fogli più grandi, che possono essere posizionati a terra. I bambini vengono suddivisi in squadre e ogni squadra si siede attorno al proprio foglio.

**Descrizione dell'attività:**

Introdurre i bambini all'attività leggendo questo testo:

Bot il robot si trova su Marte per portare a termine una missione: cercare e portare sulla Terra una pietra preziosa di colore viola, affinché possa essere studiata dagli scienziati.

---

<sup>22</sup> Di seguito sono riportati i riferimenti per le immagini nella mappa:

- per il robot: immagine reperita da: <https://www.freepik.com/search?dates=any&format=search&page=1&query=robot%20drawing%20&sort=popular>
- per le pozze d'acqua: immagine reperita da: <https://www.istockphoto.com/it/search/2/image?phrase=puddle%20drawing>
- per gli ufo: immagine reperita da: <https://pixy.org/1571958/> e distribuita secondo licenza: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- per le montagne: immagine reperita da: <https://www.istockphoto.com/it/search/2/image?phrase=mountain%20to%20color>
- per le rocce: immagine reperita da: <https://pixabay.com/it/images/search/rocks%20drawing/>
- per le pietra rossa, arancione, gialla e viola: immagine reperita da: <https://pixy.org/4366011/> e distribuita secondo licenza: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Tuttavia la strada per raggiungere questa pietra non è per niente facile: sulla strada si trovano altre piccole pietre preziose, massi, montagne, pozze d'acqua e persino qualche ufo!

Ovviamente a Bot non piace molto questo pianeta sconosciuto, quindi vuole trovare il prima possibile la strada più veloce per raggiungere la pietra viola. Per farlo, ha a disposizione una mappa della regione in cui si trova.

Bot è provvisto di una videocamera, una ruota per spostarsi, due braccia meccaniche (per raccogliere piccole pietre) e ha un contenitore dove ripone ciò che raccoglie.

Bot è stato programmato per eseguire i seguenti movimenti:

- spostarsi di una posizione in avanti
- spostarsi di una posizione indietro
- spostarsi di una posizione a sinistra
- spostarsi di una posizione a destra
- spostarsi di una posizione in diagonale
- raccogliere un oggetto

Ad ogni azione (e ad ogni ostacolo) corrisponde un costo in termini temporali (l'unità di misura (ore, minuti...) non è specificata in quanto, trovandosi su un pianeta nello spazio, è difficile intendere il tempo nello stesso modo in cui lo intendiamo sulla Terra):

- tutti gli spostamenti (avanti, indietro, sinistra, destra, diagonale) hanno un costo pari a 1
- raccogliere una pietra costa 2
- attraversare ogni gruppo di massi ha un costo pari a 5 (per ogni casella con dei massi).

Infine, Bot deve assolutamente evitare le pozze d'acqua (non è un robot resistente all'acqua), le montagne (non riesce a superarle arrampicandosi come può fare coi massi) e gli ufo (meglio non fidarsi...).

Riuscite ad aiutare Bot nella sua impresa? Quanto tempo impiega per arrivare alla pietra viola?

Lasciare agli studenti circa 10 minuti per risolvere il problema.

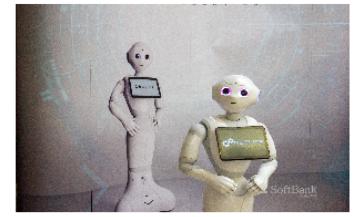
#### Discussione:

Prima di verificare se gli studenti abbiano risolto correttamente il gioco, avviare questa discussione conclusiva, avente lo scopo di spiegare i concetti chiave nell'ambito dell'Intelligenza Artificiale, con riferimento all'attività appena svolta, affinchè la loro comprensione sia più immediata.

E' fondamentale, nell'Intelligenza Artificiale, saper distinguere tra agente e ambiente:

- l'**agente** indica un oggetto che vogliamo programmare.

Alcuni esempi di agente vengono mostrati nella figura sottostante (da proiettare alla classe); partendo dalla prima riga in alto e da sinistra abbiamo: uno smartphone<sup>23</sup>, un navigatore gps<sup>24</sup>, dei robot umanoidi<sup>25</sup> (ormai usati in moltissimi campi, dalla sanità all'istruzione), un robot aspirapolvere<sup>26</sup>, i treni della metropolitana di Torino<sup>27</sup> (che sono a guida autonoma, ovvero non sono manovrati da persone a bordo dei treni) e un veicolo<sup>28</sup> sempre a guida autonoma:



- l'**ambiente** indica invece il luogo in cui l'agente si muove e agisce; ovviamente non possiamo modificarlo a nostro piacimento come facciamo per l'agente, dobbiamo quindi adattarci e programmare l'agente di conseguenza.

Far interagire gli alunni chiedendo quale sia l'ambiente di ognuno degli agenti elencati in precedenza, di seguito vengono riportate le risposte:

- per lo smartphone: *non ha un ambiente specifico, dipende dalla sua funzione: se deve fornire indicazioni stradali, allora l'ambiente sarà lo stesso del navigatore gps (si veda al punto successivo), se deve scattare foto sott'acqua allora l'ambiente*

<sup>23</sup> Immagine reperita da: <https://pixabay.com/it/photos/smartphone-fotografia-foresta-mano-5844157/> e distribuita secondo licenza: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

<sup>24</sup> Immagine reperita da: <https://www.flickr.com/photos/xurble/244671618> e distribuita secondo licenza: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

<sup>25</sup> Immagine reperita da: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pepper\\_a\\_humanoid\\_robot.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pepper_a_humanoid_robot.jpg) e distribuita secondo licenza: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

<sup>26</sup> Immagine reperita da: <https://www.flickr.com/photos/thebetterday4u/45904044964> e distribuita secondo licenza: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

<sup>27</sup> Immagine reperita da: <https://torinonews24.it/news/torino-lavori-urgenti-sulla-linea-1-della-metro-domani-servizio-navetta-bus-tutte-le-info/>

<sup>28</sup> Immagine reperita da: <https://www.flickr.com/photos/smoothgroover22/15104006386> e distribuita secondo licenza: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

*diventerà una piscina o il mare... inoltre, deve poter resistere a temperature piuttosto fredde o anche elevate, a seconda del luogo in cui si trova il suo utilizzatore;*

- per il navigatore gps: l'abitacolo dell'automobile, quindi deve essere resistente ad eventuali sobbalzi del veicolo, a brusche accelerazioni e frenate improvvise;*
- per i robot umanoidi: un edificio o qualche stanza specifica all'interno dell'edificio (ad esempio, delle sale ospedaliere per i robot mirati all'assistenza sanitaria o delle aule per i robot usati nelle scuole);*
- per il robot aspirapolvere: una casa o anche solo una specifica stanza;*
- per i treni della metropolitana di Torino: le ferrovie sotterranee della metropolitana;*
- per il veicolo a guida autonoma: le strade della città in cui si muove.*

Chiedere inoltre alla classe se conoscono altri esempi di agenti artificiali e se riescono a collocarli nel rispettivo ambiente.

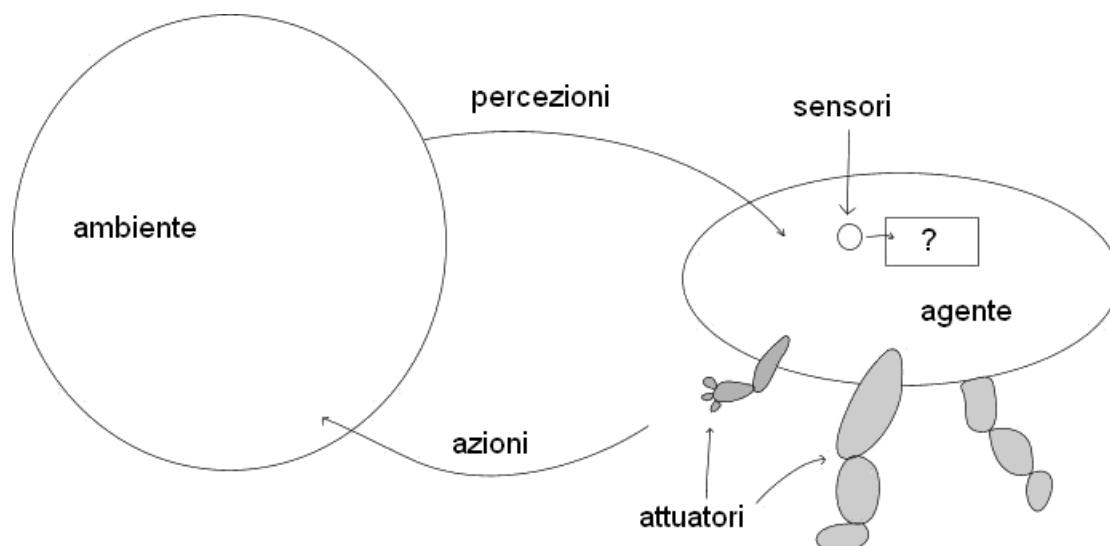
Proseguendo con la spiegazione, un agente utilizza dei **sensori** per *percepire* la realtà che lo circonda, ed esegue le **azioni** che ha deciso di compiere tramite degli **attuatori**.

Provare, con l'aiuto degli studenti, a definire quali siano i sensori e quali gli attuatori per gli esempi di agenti visti prima:

- per lo smartphone:*
  - sensori: la fotocamera e la videocamera (sensori visivi), il microfono per percepire le parole del suo utilizzatore, un sensore di temperatura, un sensore tattile per percepire il tocco delle dita, lo stesso ricevitore usato dal navigatore gps;*
  - attuatori: le casse integrate per riprodurre i suoni, lo schermo per mostrare i contenuti scelti dall'utente, la scheda telefonica per poter effettuare e ricevere chiamate e per connettersi alla rete Internet della compagnia telefonica, lo stesso trasmettitore usato dal navigatore gps;*
- per il navigatore gps:*
  - sensori: il microfono per percepire le parole del suo utilizzatore, un sensore tattile per percepire il tocco delle dita, un ricevitore per i segnali radio ottenuti dalla stazione artificiale in orbita;*
  - attuatori: un trasmettitore per inviare i segnali radio sulla sua posizione alla stazione artificiale in orbita, le casse integrate per riprodurre i suoni, lo schermo per mostrare il percorso da seguire;*
- per i robot umanoidi:*
  - sensori: dei sensori visivi per osservare l'ambiente circostante, un microfono per percepire le parole pronunciate, un sensore tattile se dispongono di un tablet incorporato (come quelli nella figura);*
  - attuatori: delle ruote per spostarsi e/o delle braccia meccaniche, le casse integrate per riprodurre i suoni, lo schermo se dispongono di un tablet;*
- per il robot aspirapolvere:*
  - sensori: dei sensori visivi per osservare l'ambiente e rilevare quindi dove sia lo sporco, oltre che per evitare e aggirare gli ostacoli lungo il percorso;*
  - attuatori: delle ruote per spostarsi e delle spatole incorporate per raccogliere lo sporco;*
- per i treni della metropolitana di Torino:*
  - sensori: dei sensori visivi per capire quando rallentare, fermarsi e accelerare e dei rilevatori di presenza per vedere quando chiudere le porte (quando non vi sono persone che stanno ancora salendo o scendendo dal treno);*

- attuatori: *le ruote, i freni, le porte automatiche;*
- per il veicolo a guida autonoma:
  - sensori: *dei sensori visivi per capire quando rallentare, fermarsi e accelerare e dei rilevatori di presenza per evitare ostacoli o persone lungo il percorso;*
  - attuatori: *le ruote, i freni.*

La figura sottostante<sup>29</sup> può essere riprodotta alla lavagna o proiettata per riassumere i concetti espressi finora.



A questo punto, domandare agli alunni se hanno capito quale sia l'agente nel gioco appena terminato, e in quale ambiente esso agisce. L'agente è ovviamente Bot il robot, mentre l'ambiente è il pianeta Marte; infatti Bot è stato programmato per potersi muovere e operare sul pianeta: si sposta in specifiche direzioni, supera alcuni ostacoli e altri li evita, raccoglie piccoli sassi...

Quali sensori usa? Usa solamente un sensore visivo (una videocamera) per capire dove spostarsi e per rilevare il tipo di ostacolo che incontra.

Utilizza degli attuatori? Sì, la ruota per muoversi e le braccia meccaniche per raccogliere piccoli sassi.

Continuiamo con la spiegazione: come può un agente utilizzare la sua intelligenza?  
In questa attività abbiamo visto un particolare tipo di agente, l'**agente risolutore di problemi**.

Gli agenti risolutori di problemi usano la loro intelligenza per risolvere un certo problema.

Prima di tutto, bisogna descrivere il problema in termini di:

- **stati**: ogni stato rappresenta una porzione della realtà che stiamo osservando in quel momento (quindi una porzione del problema che bisogna risolvere);
- **azioni**: servono per passare da uno stato all'altro;
- **obiettivo o goal**: è il risultato finale che si vuole raggiungere.

<sup>29</sup> Immagine reperita da: [https://it.wikipedia.org/wiki/Agente\\_intelligente](https://it.wikipedia.org/wiki/Agente_intelligente)

Quindi, in un problema, si parte da uno stato iniziale (la situazione di partenza) ed, eseguendo determinate azioni, si raggiungono altri stati, fino allo stato obiettivo (il quale indica che si è raggiunto l'obiettivo richiesto dal problema).

Ovviamente ci possono essere più soluzioni possibili per raggiungere lo stato obiettivo partendo dallo stato iniziale.

Per questo si definisce la **funzione costo** (ovvero quanto costa una soluzione piuttosto che un'altra) e si sceglierà la soluzione col costo più basso.

In che modo si possono applicare queste definizioni al gioco?

Vediamole una alla volta (porre per ognuna di essi la domanda ai bambini, di fianco è riportata la risposta):

- qual è il problema espresso in questo esercizio? *Raggiungere la pietra viola nel minor tempo possibile*;
- cosa sono gli stati? *Sono le varie caselle della griglia, che possono essere indicate con la lettera e il numero corrispondente (ad esempio A1, B5...);*
- quali sono le azioni? *Spostarsi (sempre di una posizione) in avanti, indietro, a sinistra, a destra, in diagonale, raccogliere un oggetto;*
- qual è l'obiettivo? *Raccogliere la pietra viola;*
- qual è lo stato iniziale? *La casella A0;*
- qual è lo stato obiettivo? *La casella L6;*
- infine, qual è la funzione costo? *E' la somma dei costi (in termini di tempo) per ogni percorso che si sceglie sulla mappa.*

#### Soluzione:

Dopo aver concluso la spiegazione, verificare quali studenti abbiano individuato la soluzione corretta per l'attività. La soluzione a costo minimo consiste nel passare dalla pietra rossa e da quella gialla, quindi nel seguire il percorso: A0-B1-B2-C3-D3-E3-F4-G5-H6-I6-L6.

La funzione costo di questa soluzione è data dalla somma:  $1+1+1+1+2+1+1+2+1+2=13$  (l'ultimo costo è pari a 2 perchè bisogna comunque raccogliere la pietra viola).

# Capitolo 2 - Risoluzione di problemi

## Sommario:

Lo studente apprende il funzionamento di alcuni algoritmi rilevanti nell’Intelligenza Artificiale.

## Competenze richieste:

E’ richiesto che lo studente abbia già imparato i concetti di algoritmo, funzione, parametro, istruzione condizionale e ciclo. E’ quindi consigliato svolgere prima in classe le seguenti attività [12] [13] [14] [11]:

<https://programmailfuturo.it/media/docs/Lezione-04-Programmazione-su-carta-a-quadretti-v2016.pdf>

<https://programmailfuturo.it/media/docs/Lezione-08-Funzioni.pdf>

<https://programmailfuturo.it/media/docs/Lezione-10-Istruzioni-condizionali.pdf>

<https://curriculum.code.org/it-it/csf-1718/coursec/7/>

E’ anche raccomandato aver già svolto l’attività 2 (“Un robot su Marte”) dal capitolo “Introduzione all’Intelligenza Artificiale”.

Inoltre, lo studente deve sapere:

- contare;
- confrontare i numeri;
- applicare la visualizzazione spaziale.

## Età:

A partire dai 6 anni.

## Materiale:

- per l’attività 1: la scheda degli 8 polpi
- per l’attività 2: 46 mattoncini o fogli di carta; almeno 2 fogli di carta aggiuntivi e 2 biro
- per l’attività 3: la scheda sugli ombrelloni e i secchielli
- per l’attività 4: il gioco “Penguins Parade” della Smart Games

## Vocabolario:

- Algoritmo: una serie di passi che descrivono come portare a termine un compito.<sup>30</sup>
- Funzione: una parte di codice alla quale è associato un nome e che può essere chiamata più volte.<sup>31</sup>
- Parametro: informazione aggiuntiva che può essere passata ad una funzione per personalizzarne il comportamento.<sup>32</sup>
- Variabile: un nome per un valore che può cambiare.<sup>33</sup>
- Valore di ritorno: il risultato fornito da una funzione.

<sup>30</sup> Definizione tratta da [12], pagina 1

<sup>31</sup> Definizione tratta da [12], pagina 1

<sup>32</sup> Definizione tratta da [12], pagina 1

<sup>33</sup> Definizione tratta da [13], pagina 2

- Istruzione condizionale: un'istruzione che richiede la verifica di una condizione.<sup>34</sup>
- Istruzione “se”: un'istruzione che determina se eseguire o meno altre istruzioni.<sup>35</sup>
- Altrimenti: un altro modo per dire “in caso contrario”.<sup>36</sup>
- Ciclo: l'azione di ripetere qualcosa più e più volte.<sup>37</sup>
- Istruzione “ripeti finchè”: esegui di nuovo le istruzioni successive fino a quando non diventa vera la condizione.

## 2.1 - Algoritmi non informati

### Attività 1 - Gli otto polpi

**Materiale necessario:** una copia della scheda degli 8 polpi<sup>38</sup> per ogni studente.

**Età:** a partire dai 7 anni.

**Numero di giocatori:** attività individuale.

**Competenze acquisite a fine attività:**

Obiettivi di apprendimento al termine della classe quinta della scuola primaria

Ambito algoritmi:

- O-P5-A-1. utilizzare il ragionamento logico per spiegare il funzionamento di alcuni semplici algoritmi;
- O-P5-A-2. risolvere problemi mediante la loro scomposizione in parti più piccole.

Ambito programmazione:

- O-P5-P-2. scrivere cicli per ripetere una stessa azione mentre permane una condizione verificabile in modo semplice;
- O-P5-P-3. riconoscere che una sequenza di istruzioni può essere considerata come un'unica azione oggetto di ripetizione o selezione;
- O-P5-P-5. esplorare l'uso della selezione a due vie per attuare azioni mutuamente esclusive all'interno di programmi semplici.

Obiettivi di apprendimento al termine della classe terza della scuola secondaria di primo grado

Ambito programmazione

- O-M-P-2. scrivere programmi che usano l'annidamento di cicli e selezioni.

<sup>34</sup> Definizione tratta da [14], pagina 1

<sup>35</sup> Definizione tratta da [14], pagina 1

<sup>36</sup> Definizione tratta da [14], pagina 1

<sup>37</sup> Definizione tratta da [11], pagina 1

<sup>38</sup> In ogni scheda, l'immagine del polpo è stata reperita da:

<https://pixabay.com/it/illustrations/search/octopus/> e distribuita secondo licenza:

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>;

l'immagine degli scogli da: <https://pixy.org/4317351/> e distribuita secondo licenza:

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

#### Preparazione:

Per questo gioco sono stati pensati tre diversi livelli di difficoltà: facile (che corrisponde alla prima scheda, in cui vi sono 3 scogli), intermedio (la seconda scheda con 2 scogli) e per esperti (la terza scheda senza alcuno scoglio). E' comunque consigliato partire dal livello facile e, se gli studenti non presentano troppe difficoltà, si può allora proseguire con le schede successive.

Consegnate ad ogni alunno una scheda del livello di difficoltà scelto.

#### Descrizione dell'attività - istruzioni:

1. Spiegare agli studenti lo scopo del rompicapo: consiste nel posizionare 8 polpi sulla griglia tenendo conto di questo vincolo: nessun polpo deve "acchiapparne" un altro (si immagina infatti che i polpi possano prendersi a vicenda usando i propri tentacoli). Per "acchiappa" si intende:

*prendere un altro polpo che si trova sulla stessa linea orizzontale, verticale o diagonale.*

Se tra due polpi si trova uno scoglio, allora questi non riescono ad acchiapparsi, e possono quindi stare sulla stessa linea.

2. Lasciare che gli studenti provino da soli a trovare una soluzione (da notare che ci possono essere più soluzioni possibili per una stessa griglia), lasciando all'incirca un quarto d'ora di tempo.
3. Allo scadere del tempo, valutare se le soluzioni fornite dagli studenti sono corrette.
4. Far ragionare la classe sull'approccio utilizzato avviando la seguente discussione conclusiva.

#### Discussione:

Vediamo un esempio di soluzione per la prima scheda (difficolà facile). Capirne il meccanismo porterà la classe ad elaborare un algoritmo corretto per risolvere il rompicapo degli 8 polpi.

Innanzitutto, posizioniamo il primo polpo in A7 (partiamo dall'angolo in alto a destra). Sfruttando lo scoglio in D4, possiamo posizionare un secondo polpo in B4 e un terzo in E4. Abbiamo quindi la seguente situazione:

	0	1	2	3	4	5	6	7
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								

Fino a questo punto nessun problema.

Vediamo come posizionare il quarto polpo: proviamo ad esempio a metterlo in E1:

	0	1	2	3	4	5	6	7
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								

Notiamo però che il quarto polpo acchiappa quello in B4 (il secondo inserito). Cerchiamo quindi una posizione alternativa: in F1 non crea nessuna difficoltà:

	0	1	2	3	4	5	6	7
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								

Pensiamo ora al quinto polpo: se lo posizioniamo in G4 va bene (grazie allo scoglio in F4, non acchiappa il polpo in E4):

	0	1	2	3	4	5	6	7
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								

Mettiamo ora il sesto polpo in H6 e il settimo in C0, in modo da non avere problemi:

	0	1	2	3	4	5	6	7
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								

Manca solamente un polpo: tuttavia non sappiamo dove posizionarlo! Se non vogliamo che acchiappi nessun polpo di tutti quelli già posizionati (senza considerare gli ultimi due inseriti), restano solo queste posizioni: D0, F6, H0, H2 (verificare sulla griglia, per aiutarsi scartare le caselle in cui si sa a priori che non è possibile inserire un polpo; ovvero, ogni volta che si posiziona un nuovo polpo, si scartano le caselle sulle stesse linee orizzontali, verticali e diagonali). Nessuna di queste posizioni ci è però d'aiuto, perché un nuovo polpo verrà acchiappato dal sesto e/o dal settimo polpo!

Come fare? Si applica un meccanismo chiamato **backtracking** (dall'inglese “tornare indietro”): ritorno al polpo precedente (il settimo, in questo caso) e provo a cercare una posizione alternativa in modo che si riesca a posizionare l'ultimo senza problemi. Se non trovo nessuna posizione alternativa allora provo col polpo ancora prima (il sesto) e così via... fino a quando non riuscirò a sistemerli tutti senza che si acchiappino!

Quindi, proviamo a spostare il settimo (che ora è in C0): l'unica posizione alternativa possibile è in D0, ma non risolve il problema (non si riesce ancora a posizionare l'ottavo polpo).

Allora concentriamoci sul sesto polpo; ci sono tre posizioni alternative possibili:

- in H0: ma viene acchiappato dal settimo (in C0);
- in F6 o in H2: finalmente non crea problemi!

Perciò se sceglieremo di mettere il sesto polpo in F6, avremo il settimo in C0 e l'ottavo in H2 (viceversa, se decidiamo di posizionare il sesto in H2, allora il settimo sarà in C0 e l'ottavo in F6).

Abbiamo risolto il gioco!

Spiegare alla classe che questo tipo di approccio si chiama **visita in profondità con backtracking**:

- visita in profondità: perché si continuano a posizionare polpi fino a quando non si è bloccati;
- quando non si riesce a proseguire, entra in gioco il backtracking: si “ritorna indietro”, ovvero, ci si focalizza sull’ultimo polpo inserito e si cercano altre posizioni possibili che possano risolvere il blocco; se non se ne trova nessuna, si ritorna al penultimo polpo inserito, si cercano altre posizioni... e così via, fino a quando non si riesce a posizionarli tutti correttamente.

La visita in profondità con backtracking è un esempio di **algoritmo non informato**.

Si tratta di algoritmi che non sfruttano informazioni aggiuntive per gli stati, ma si basano solo sulla definizione data del problema.

Il meccanismo della visita in profondità con backtracking può essere sintetizzato con un algoritmo. Si può decidere di far lavorare gli studenti a gruppi in modo che provino a scrivere l’algoritmo per conto loro, se hanno una buona conoscenza delle istruzioni condizionali e dei cicli.

In caso contrario, scrivere l’algoritmo seguente alla lavagna e spiegare le parti che gli studenti faticano a comprendere, basandosi sulla spiegazione dell’esempio appena terminata:

#### ALGORITMO PER GLI 8 POLPI:

```
1.finchè non hai inserito tutti gli 8 polpi {  
    2.inserisci un nuovo polpo  
    3.se il polpo appena inserito non ne acchiappa nessun altro {  
        4.inserisci il polpo successivo e ripeti dall’istruzione 2.  
    }  
    5.altrimenti {  
        6.prova a spostare il polpo in un’altra posizione finchè non trovi una posizione  
        adatta  
        7.se non trovi una posizione adatta {  
            8. ritorna al polpo precedente e ripeti dall’istruzione 6.  
        }  
    }  
}
```

L’istruzione 2 viene effettuata ogni volta che si posiziona un nuovo polpo.

Le istruzioni 3 e 4 corrispondono, ad esempio, alla parte della soluzione in cui posizioniamo il primo e il secondo polpo (o il secondo e il terzo).

Le istruzioni 5 e 6 sono eseguite nel momento in cui si prova a inserire il quarto polpo prima in E1, per poi correggere inserendolo in F1.

Infine, il backtracking coincide con le istruzioni 7 e 8.

Per concludere, come nell'attività 2 del capitolo di introduzione, si possono porre queste domande alla classe:

- qual è il problema espresso in questo esercizio? *Disporre gli 8 polpi sulla griglia senza che si acchiappino*;
- cosa sono gli stati? *Sono le varie caselle della griglia*;
- quali sono le azioni? *Posizionare un polpo sulla griglia e spostarlo*;
- qual è l'obiettivo (e quindi lo stato obiettivo)? *Nessuno degli 8 polpi deve essere acchiappato da un altro*;
- qual è lo stato iniziale? *La griglia vuota*;
- qual è la funzione costo? *Ogni posizionamento e ogni spostamento hanno lo stesso costo (che possiamo supporre sia uguale a 1)*.

## 2.2 - Algoritmi informati

### Attività 2 - Le gru informate

Materiale necessario: 46 mattoncini o fogli di carta; almeno 2 fogli di carta aggiuntivi e 2 biro.

**Età:** a partire dai 10 anni.

Numero di giocatori: 11.

**Competenze acquisite a fine attività:**

Obiettivi di apprendimento al termine della classe quinta della scuola primaria

Ambito algoritmi:

- O-P5-A-1. utilizzare il ragionamento logico per spiegare il funzionamento di alcuni semplici algoritmi;
- O-P5-A-2. risolvere problemi mediante la loro scomposizione in parti più piccole.

Ambito programmazione:

- O-P5-P-2. scrivere cicli per ripetere una stessa azione mentre permane una condizione verificabile in modo semplice;
- O-P5-P-3. riconoscere che una sequenza di istruzioni può essere considerata come un'unica azione oggetto di ripetizione o selezione;
- O-P5-P-5. esplorare l'uso della selezione a due vie per attuare azioni mutuamente esclusive all'interno di programmi semplici.

Obiettivi di apprendimento al termine della classe terza della scuola secondaria di primo grado

Ambito programmazione

- O-M-P-2. scrivere programmi che usano l'annidamento di cicli e selezioni;
- O-M-P-3. utilizzare in modo semplice meccanismi modulari, come funzioni e procedure;
- O-M-P-4. scrivere programmi anche utilizzando variabili di tipo semplice.

### **Preparazione:**

E' consigliato svolgere questa attività all'aperto (ad esempio nel cortile della scuola) oppure in palestra.

1. Introdurre la classe all'attività spiegando che le gru<sup>39</sup> sono uccelli migratori dell'Africa e che, in questo contesto, due gru sono appena arrivate in una nuova regione mai visitata prima. Siccome in Africa predomina la savana, le due gru hanno bisogno di trovare un'oasi per potersi abbeverare. Vogliono perciò scoprire la strada più breve per raggiungere l'oasi. Per fortuna, lungo il percorso incontrano altre gru le quali, vivendo in quella regione da più tempo, conoscono il luogo e sanno quindi fare una stima della distanza (in chilometri) dal punto in cui si trovano fino all'oasi (quindi, una stima dei chilometri rimanenti per raggiungere l'oasi).



2. Per questa attività è necessario scegliere 11 studenti della classe, oppure formare più squadre da 11 studenti ognuna. Di questi 11, due corrispondono alle due gru protagoniste della storia, mentre gli altri nove alle gru che incontrano lungo i loro spostamenti e che forniscono loro le stime (quindi, "le gru informate").

### **Descrizione dell'attività:**

L'attività si divide in due parti, da eseguire nell'ordine in cui vengono presentate.

#### *Prima parte:*

### **Preparazione:**

1. Disporre i bambini secondo lo schema indicato nella pagina successiva. Nella figura, ogni cerchio si chiama **nodo** e ogni linea tra due nodi viene denominata **arco**: per comodità, i nodi vengono indicati con una lettera maiuscola (ad esempio A,B...), gli archi con le lettere maiuscole dei due estremi (come AB, BE...).

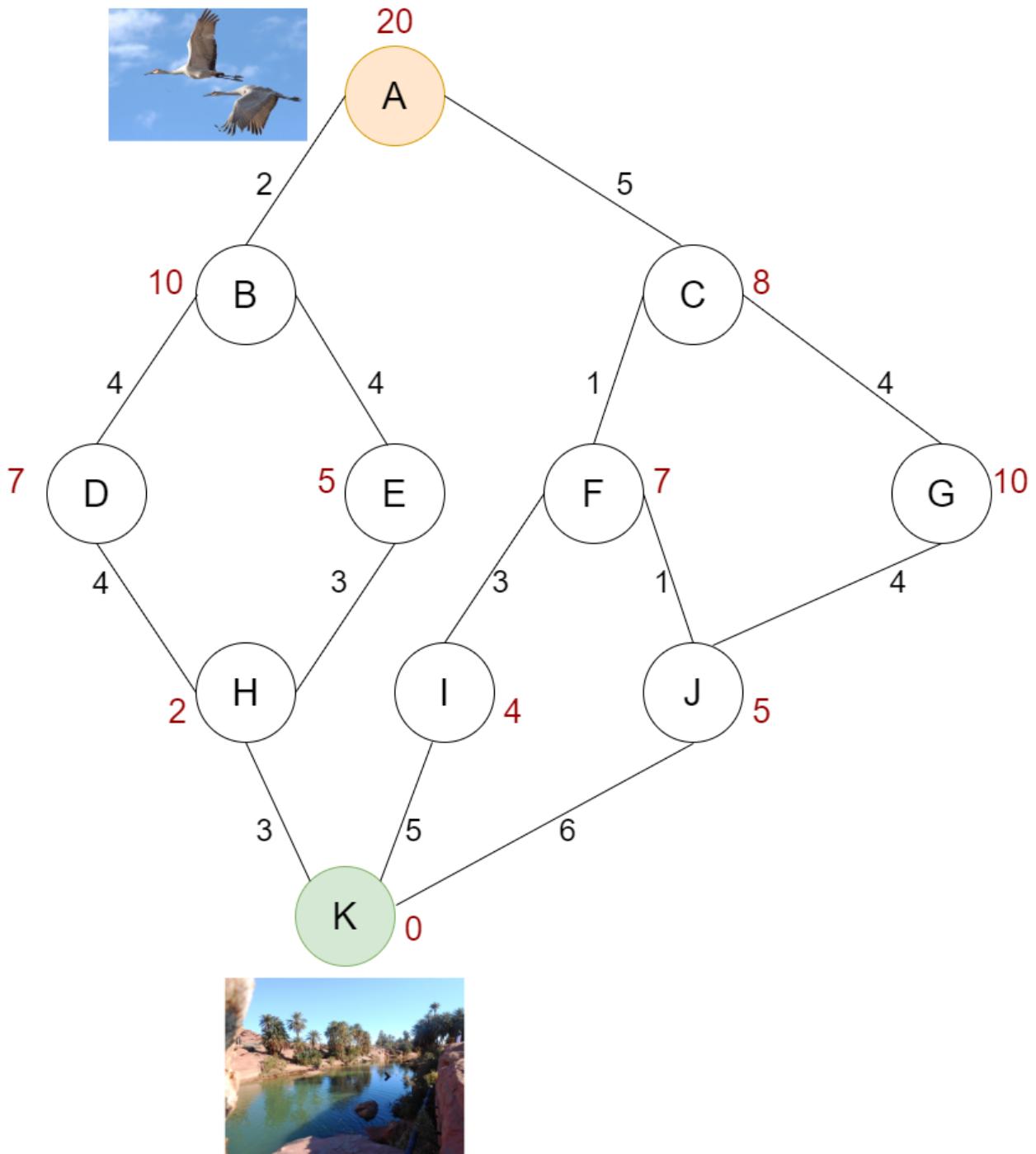
Nel nodo A si trovano dunque i due bambini che impersonificano le gru protagoniste, mentre il nodo K rappresenta l'oasi<sup>40</sup> (la si può indicare con un foglio di carta o altri oggetti). Perciò, i restanti 9 bambini ("le gru informate") si posizionano in corrispondenza dei nodi B,C,D,E,F,G,H,I,J (le lettere servono solo per indicare dove collocare gli alunni e per facilitare la spiegazione, i bambini non devono ricordare la propria lettera).

<sup>39</sup> L'immagine delle due gru è stata reperita da:

<https://pixabay.com/it/photos/gru-di-sandhill-uccelli-natura-2645334/> e distribuita secondo licenza:

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

<sup>40</sup> L'immagine dell'oasi è stata reperita da: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oasis\\_Tiout.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oasis_Tiout.JPG) e distribuita secondo licenza: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



2. Ogni bambino ha associato un numero (indicati in rosso nella figura), che deve memorizzare, eventualmente scrivendolo su un foglio. Spiegare che questi numeri indicano la stima della distanza in chilometri dal punto in cui si trova quella specifica gru fino all'oasi.

Un'ulteriore osservazione riguarda i numeri associati al nodo A e al nodo K: cosa rappresentano? Spiegare ai bambini che la cifra associata al nodo A indica la stima iniziale delle due gru: secondo loro l'oasi dista 20 Km dal punto di partenza.

Invece in K vi è il numero 0 perchè ormai si è arrivati a destinazione, quindi la stima della distanza è nulla (siccome in K non c'è nessun bambino che possa memorizzare quel numero, lo si può scrivere su un foglio lasciato a terra).

3. Spiegare che ogni arco ha un numero a esso associato (sono i numeri di colore nero): questo numero indica la distanza (sempre espressa in chilometri) tra una gru informata e l'altra. Le gru protagoniste infatti, ogni volta che percorrono un tratto di strada (cioè un arco), sono a conoscenza di quanti chilometri abbiano effettivamente percorso. Posizionare quindi, lungo ogni arco, tanti mattoncini (o fogli di carta, a seconda di cosa si preferisca usare) quanto è il numero indicato nella figura sottostante (ad esempio tra A e B dovranno essere disposti 2 mattoncini, tra B e D 4 mattoncini e così via...).

Far notare che le stime (i numeri in rosso) potrebbero non essere del tutto precise (cioè corrispondenti alla lunghezza esatta della strada rimanente per l'oasi).

Ad esempio, la gru in H dice che secondo lei mancano 2 Km all'oasi, ma in realtà la lunghezza effettiva è di 3 Km (data dall'arco HK); la gru in F è convinta che all'oasi, dal punto in cui si trova, manchino 7 Km, ma se si sommano le distanze delle due possibili strade, ovvero  $FI+IK=3+5=8$  km e  $FJ+JK=1+6=7$  km, si nota che la stima non è sempre del tutto esatta.

Tuttavia, questo non è un problema per arrivare alla soluzione corretta del gioco, siccome le stime si avvicinano comunque alla distanza precisa (le gru informate non dicono numeri completamente a caso). Anche la stima iniziale, pari a 20 Km, si scoprirà essere inesatta (del resto, è difficile per le due gru indovinare la distanza corretta, non conoscendo il percorso).

4. Consegnare ai due bambini che rappresentano le gru un foglio e una biro a testa.

#### Istruzioni:

Spiegare ai bambini che si trovano nel nodo A che, per arrivare all'oasi tramite la strada più breve, devono seguire questi passi:

1. Siccome da ogni nodo partono non più di due archi, uno dei due bambini procede lungo l'arco alla sua sinistra e interroga il bambino che incontra al nodo successivo, il quale gli risponderà con la propria stima.
2. L'altro bambino fa la medesima cosa, seguendo però l'arco sulla destra.
3. I bambini confrontano poi i due numeri ottenuti e decidono di spostarsi nel nodo in cui si trova il bambino che ha fornito la stima più bassa, riportandone il numero sul foglio; e così via fino ad arrivare all'oasi.

(Ovviamente, se da un nodo parte un solo arco, entrambi i bambini devono passare obbligatoriamente per quell'arco e scrivono sul foglio la stima fornita dal bambino incontrato al nodo successivo).

4. Alla fine è richiesto quale percorso è stato scelto.

#### Soluzione:

Confrontare il risultato fornito dai due bambini con la soluzione riportata di seguito.

La stima iniziale, pari a 20, non va considerata, in quanto si parte obbligatoriamente dal punto A. Si sceglie quindi l'arco alla sinistra dei bambini, arrivando in C (siccome la stima in C è pari a 8 e quella in B è 10, quindi  $8 < 10$ ). Seguendo lo stesso principio, da C si sceglie

l'arco di destra, spostandosi perciò in F (la stima in F è 7, mentre in G è 10). Da F si prosegue in I (perchè la stima in I è 4, in J è 5) e infine si arriva in K, ovvero all'oasi (siccome da I parte un unico arco diretto in K). La sequenza percorsa è perciò ACFIK. Spiegare agli studenti che la lunghezza effettiva del percorso è data dalla somma dei mattoncini che sono stati superati, quindi  $AC+CF+FI+IK = 5+1+3+5 = 14$  Km.

Fare notare agli studenti che questa non è la migliore soluzione a costo minimo che si possa ottenere (dove con "costo", in questo esercizio, ci si riferisce al numero dei chilometri): la soluzione ottimale è data dalla sequenza ABEHK, con una lunghezza uguale a  $AB+BE+EH+HK = 2+4+3+3 = 12$  Km.

Tuttavia, applicando il meccanismo spiegato non si potrà mai ricavare questa soluzione in quanto si è obbligati a scegliere C invece che B al primo passo. Si può fare di meglio? Sì, con il nuovo approccio illustrato nella seconda parte del gioco.

### *Seconda parte*

#### **Istruzioni:**

A questo punto, il meccanismo che devono adottare i due bambini cambia: bisogna anche tenere conto della distanza già percorsa. Per semplificare, chiamiamo i due bambini Alice e Mattia. Perciò, le istruzioni che devono seguire sono le seguenti:

1. Se vi sono due possibili alternative, Alice sceglie di andare a sinistra ed esegue le seguenti azioni:
  - a. somma la lunghezza dell'arco davanti a sè con la lunghezza della strada già percorsa (cioè il numero dei mattoncini già superati)
  - b. chiede al bambino che vede al nodo successivo la sua stima per l'oasi.
  - c. la risposta a quest'ultima domanda va sommata al calcolo del punto a.

Le somme possono essere effettuate sul foglio che è stato fornito (dove è consigliato anche annotare le lunghezze degli archi attraversati).

2. Mattia esegue le stesse azioni ma seguendo l'arco a destra.
3. In seguito, i due bambini si consultano e scelgono di proseguire lungo l'arco da cui è stata ricavata la somma più bassa.

(Se invece vi fosse un solo arco, entrambi i bambini proseguono lungo quell'arco, sommando la sua lunghezza al numero dei mattoncini già superati e alla stima fornita dal bambino incontrato al nodo successivo).

4. Alla fine, bisogna comunicare quale percorso è stato scelto e la sua lunghezza.

Per facilitare la comprensione, di seguito viene spiegata nel dettaglio la parte iniziale del gioco: Alice e Mattia partono dal nodo A.

1. Alice decide di proseguire lungo l'arco alla sua sinistra (quello che porta al nodo C). A questo punto:
  - a. segna sul foglio la lunghezza dell'arco AC, pari a 5; non deve sommare questo numero ai mattoncini già attraversati, in quanto non si è ancora spostata dal nodo iniziale
  - b. chiede al bambino che si trova in C quanto dista l'oasi: la risposta è 8
  - c. quindi Alice esegue la somma  $5+8=13$ , sempre sul suo foglio
2. Nel frattempo, Mattia sceglie l'arco a destra (che permette di arrivare al nodo B):
  - a. scrive perciò sul proprio foglio la lunghezza dell'arco AB (uguale a 2) e, come per Alice, non deve aggiungere il numero dei mattoncini già superati, per lo stesso motivo

- b. domanda al bambino nel nodo B quale sia la sua stima per l'oasi: la risposta è 10
  - c. il calcolo da eseguire è dunque  $2+10=12$
3. Alice e Mattia si consultano e capiscono che l'arco di destra è più conveniente, poiché 12 (il numero ottenuto dal calcolo di Mattia, il quale aveva scelto l'arco di destra) è minore di 13 (la somma ricavata da Alice per l'arco di sinistra). Entrambi si spostano quindi nel nodo B.

Vediamo ancora una parte del procedimento.

- 4. Alice sceglie l'arco alla sua sinistra (quindi verso il nodo E):
  - a. scrive sul foglio che l'arco BE è lungo 4. Questo numero va sommato al numero dei mattoncini già superati, che per il momento è pari a 2 (ovvero alla lunghezza dell'arco AB, l'unico già attraversato), ottenendo quindi  $4+2=6$ .
  - b. domanda al bambino in E la sua stima per l'oasi: la risposta è 5
  - c. quindi Alice esegue la somma  $6+5=11$ , sempre sul suo foglio
- 5. Intanto, Mattia opta per l'arco alla sua destra (che porta al nodo D):
  - a. scrive sul proprio foglio che la lunghezza dell'arco BD è pari a 4, la quale va sommata al numero dei mattoncini già attraversati (che è uguale a 2, come visto per Alice). Quindi la somma da fare è  $4+2=6$
  - b. chiede al bambino nel nodo D la sua stima per l'oasi, il quale gli risponde che è uguale a 7
  - c. Mattia esegue perciò la somma  $6+7=13$
- 6. Alice e Mattia si confrontano e scelgono di proseguire lungo l'arco alla loro sinistra, siccome 11 (la somma ottenuta da Alice) è minore di 13 (il totale ricavato da Mattia). Entrambi si spostano quindi nel nodo E.

In seguito si prosegue sempre secondo questo meccanismo (la soluzione è comunque riportata nella sezione successiva). Da tenere presente (per i bambini potrebbe non essere intuitivo) che si deve sommare sempre e solo la nuova stima, mentre le stime dei nodi già attraversati non vengono più considerate.

#### Soluzione:

Verificare se i due bambini (Alice e Mattia), per arrivare alla soluzione, hanno seguito il seguente ragionamento.

- Innanzitutto, nel nodo A non è stato ancora percorso nessun chilometro, quindi l'operazione da fare sarebbe  $0+20=20$  (questa operazione è superflua siccome, come spiegato prima, nei passi successivi non si terrà conto delle stime precedenti, ma solo delle lunghezze degli archi già percorsi).
- A questo punto, Alice sceglie l'arco alla sua sinistra (verso C) e Mattia quello alla sua destra (verso B) e ognuno di essi chiede la stima al bambino situato nel nodo che raggiungono. Mattia effettua il calcolo  $2+10$  (dove 2 è la lunghezza dell'arco AB, 10 la stima del bambino in B), che fa 12. Alice invece ottiene  $5+8=13$ . Si prosegue quindi verso B, siccome  $12 < 13$ .
- Trovandosi in B, Mattia prosegue verso D (effettuando il calcolo  $2+4+7=13$ , dove 2 è la lunghezza dell'arco AB, 4 la lunghezza di BD e 7 la stima del bambino in D), Alice verso E (ricavando  $2+4+5=11$ , con 2 che è la lunghezza di AB, 4 quella di BE, 5 la stima del bambino in E). Poiché  $11 < 13$ , ci si sposta in E.
- Da E c'è un'unica strada possibile verso H e il calcolo sarebbe:  $2+4+3+2=11$  (2 è la lunghezza di AB, 4 di BE, 3 di EH, 2 la stima del bambino in H).

- Arrivati in H, si prosegue verso K (la destinazione finale) lungo l'unico arco presente (effettuando il calcolo  $2+4+3+3+0=12$ , dove 0 è la stima nel nodo K).

La soluzione ottimale è perciò la sequenza ABEHK, che ha una lunghezza effettiva pari a  $2+4+3+3=12$  Km.

Far notare alla classe che con questo secondo meccanismo, che considera anche le distanze già percorse, si è riusciti ad ottenere la strada più breve per l'oasi, quando col procedimento introdotto nella prima parte risultava impossibile!

#### Discussione finale:

Riassumere velocemente i meccanismi dell'attività, scrivendo alla lavagna il testo in corsivo:

1. nella prima parte, ad ogni passo, i due bambini seguono questo ragionamento:

*scegli il nodo con la stima più bassa tra quelli che hai davanti*

2. nella seconda parte l'approccio cambia: oltre alla stima del nuovo nodo, si deve anche tenere conto della distanza già percorsa.

Il calcolo che effettua lo studente ad ogni passo si può quindi esprimere con la seguente formula:

*(somma degli archi già percorsi) + la lunghezza dell'arco davanti a sè + la stima del prossimo nodo*

E, confrontandosi con l'altro studente, si sceglie ogni volta il risultato minore.

Spiegare agli studenti che i due meccanismi corrispondono a due tipologie di **algoritmi informati** (molto importanti nell'ambito dell'Intelligenza Artificiale).

A differenza degli algoritmi non informati (come la visita in profondità con backtracking studiata nell'attività “Gli otto polpi”), quelli informati possono trovare una soluzione migliore usando della conoscenza specifica del problema, chiamata **funzione di valutazione**.

In un algoritmo di questo tipo, ogni stato del problema ha una sua funzione di valutazione e, di volta in volta, si seleziona lo stato con la funzione di valutazione minima (nel caso delle gru informate, gli stati corrispondono ai vari nodi in cui si posizionano i bambini).

A seconda del meccanismo utilizzato nell'attività, la funzione di valutazione ha una definizione differente (nella pagina successiva sono riportate le spiegazioni nel dettaglio dei due approcci).

Una componente della funzione di valutazione è l'**euristica**: è il costo stimato della soluzione più conveniente che, dal nodo (o stato) in cui ci si trova, conduce all'obiettivo.

Spiegare alla classe che, nell'attività, l'euristica corrisponde alla stima della distanza che separa una specifica gru dall'oasi (quindi la stima fornita da ogni gru informata).

Il primo approccio corrisponde a una classe di algoritmi informati detti **algoritmi golosi** (“greedy” in inglese), il secondo a uno specifico algoritmo informato chiamato **A\*** (si legge “A star”).

1. Gli algoritmi golosi sono chiamati così perchè, ad ogni passo, scelgono sempre lo stato più promettente per raggiungere l'obiettivo (in quanto si pensa che così facendo, si arrivi all'obiettivo più velocemente). Perciò:

$$\text{funzione di valutazione} = \text{euristica}$$

ovvero questi due concetti coincidono, negli algoritmi golosi.

Dunque nell'attività, lo stato più promettente corrisponde al nodo in cui la gru informata fornisce la stima per l'oasi (quindi l'euristica) più bassa. Infatti i due bambini sceglievano sempre di proseguire verso il nodo con la stima inferiore (se avevano due nodi tra cui scegliere).

Questo tipo di algoritmi però non è sempre ottimale: abbiamo visto nella prima parte del gioco che questo procedimento obbliga i bambini a percorrere la sequenza ACFIK, invece che la sequenza ABEHK (che risulta essere la strada più breve), proprio perchè gli algoritmi golosi si basano esclusivamente sull'euristica (cioè su quanto un nodo sia promettente per arrivare alla destinazione).

2. L'algoritmo A\* è più preciso degli algoritmi golosi, in quanto tiene anche in considerazione il costo (cioè la distanza in chilometri) per raggiungere il nodo in cui ci si trova nello specifico momento, oltre all'euristica. Ovvero:

$$\text{funzione di valutazione} = \text{costo del percorso dal nodo iniziale al nodo attuale} + \text{euristica}$$

Quindi, nella seconda parte, si sceglieva il nodo con la funzione di valutazione minima perché i due bambini decidevano di spostarsi nel nodo in cui la somma dei mattoncini già superati e della stima fornita era inferiore. Così facendo, si riusciva ad arrivare all'oasi lungo la strada effettivamente più breve (quindi ABEHK), in quanto la stima che si otteneva ogni volta era più esatta rispetto a quella calcolata nel primo approccio.

Volendo, come attività finale, si può organizzare la classe in gruppi affinchè provino a scrivere le funzioni per i due meccanismi del gioco, se gli studenti conoscono a sufficienza i concetti di funzione, parametro, variabile, istruzione condizionale e ciclo.

La seguente funzione esprime in maniera semplice e intuitiva il primo approccio (anche se alcune istruzioni sono ripetitive):

**GOLOSO(S,G) {**

- 1.positionati in S
- 2.nuova\_stima = 0
- 3.finché tu e il tuo compagno non siete arrivati in G {
- 4.se davanti a te c'è più di un arco {
- 5.scegli un arco diverso da quello del tuo compagno
- 6.prosegui lungo l'arco scelto
- 7.chiedi al bambino nel nodo raggiunto la sua stima per l'oasi
- 8.riferisci la stima al tuo compagno

```

    9.scegliete la stima più bassa
}10.altrimenti {
    11.scegliete entrambi lo stesso arco
    12.proseguite lungo l'arco scelto
    13.chiedete al bambino nel nodo raggiunto la sua stima per l'oasi
}
    14.segna sul foglio la stima ottenuta
    15.nuova_stima = la stima appena scritta sul foglio
    16.posizionati nel nodo con la stima scelta
}
17. comunica la strada percorsa (data dalle lettere dei nodi attraversati)
}

```

Il parametro S indica il nodo iniziale, lo start (nel gioco, il nodo A), il parametro G invece si riferisce al goal (quindi l'oasi, posizionata in corrispondenza del nodo K).

Si utilizza la variabile *nuova\_stima*, che indica la stima ricavata dal bambino appena interrogato nel nuovo nodo (le variabili usate vanno sempre inizializzate a 0 all'inizio di una funzione).

In particolare, si è pensato di usare un'istruzione condizionale per distinguere il caso in cui vi siano due archi tra cui scegliere (quindi un bambino andrà in quello di sinistra, l'altro in quello di destra), dal caso in cui ve ne sia uno solo (dunque tutti e due i bambini proseguono lungo quell'arco). Per rendere l'algoritmo più compatto e meno ripetitivo, si può pensare di non trattare separatamente i due casi, ma di considerare solo quello più generico:

```

GOLOSO(S,G) {
    1.posizionati in S
    2.nuova_stima = 0
    3.finché tu e il tuo compagno non siete arrivati in G {
        4.scegli un arco tra quelli davanti a te
        5.prosegui lungo l'arco scelto
        6.chiedi al bambino nel nodo raggiunto la sua stima per l'oasi
        7.riferisci la stima al tuo compagno
        8.scegliete la stima più bassa
        9.segna sul foglio la stima ottenuta
        10.nuova_stima = la stima appena scritta sul foglio
        11.posizionati nel nodo con la stima scelta
    }
    12. comunica la strada percorsa (data dalle lettere dei nodi attraversati)
}

```

Una possibile funzione per il secondo meccanismo può essere la seguente:

```
A*(S,G) {  
    1.posizionati in S  
    2.nuova_stima = 0, totale = 0, nuovo_arco = 0  
    3.finché tu e il tuo compagno non siete arrivati in G {  
        4.se davanti a te c'è più di un arco {  
            5.scegli un arco diverso da quello del tuo compagno  
            6.prosegui lungo l'arco scelto  
            7.conta il numero dei mattoncini lungo l'arco  
            8.chiedi al bambino nel nodo raggiunto la sua stima per l'oasi  
            9.aggiungi il numero dei mattoncini calcolato all'istruzione 7. e la stima  
            ottenuta nell'istruzione 8. a totale  
            10.riferisci il valore di totale al tuo compagno  
            11.scegliete il valore di totale più basso  
        }12.altrimenti {  
            13.scegliete entrambi lo stesso arco  
            14.proseguite lungo l'arco scelto  
            15.contate il numero dei mattoncini lungo l'arco  
            16.chiedete al bambino nel nodo raggiunto la sua stima per l'oasi  
            17.aggiungete il numero dei mattoncini calcolato all'istruzione 15. e la  
            stima ottenuta nell'istruzione 16. a totale  
        }  
        18.segna sul foglio il numero dei mattoncini usato per calcolare totale  
        19.nuovo_arco = il numero appena scritto sul foglio  
        20.segna sul foglio la stima usata per calcolare totale  
        21.nuova_stima = la stima appena scritta sul foglio  
        22.sottrai nuova_stima da totale  
        23.segna sul foglio il valore di totale  
        24.posizionati nel nodo su cui hai calcolato il valore di totale  
    }  
    25.comunica il valore di totale  
}
```

I parametri sono sempre *S* e *G*, mentre, oltre a *nuova\_stima*, sono state aggiunte le variabili *totale* (per memorizzare il risultato della somma dei mattoncini già percorsi e della nuova stima) e *nuovo\_arco* (che indica il numero dei mattoncini lungo l'arco appena percorso). Nelle istruzioni 9 e 17 si aggiorna il valore di *totale* (sommmando al suo valore precedente il numero dei mattoncini nell'arco appena percorso e la stima appena ottenuta); i valori di *nuovo\_arco* e *nuova\_stima* vengono aggiornati dopo le istruzioni condizionali siccome, nel caso if, non è detto che il totale appena calcolato sia effettivamente il minimo, va prima confrontato con il compagno. In particolare, all'istruzione 22, è necessario sottrarre *nuova\_stima* da *totale*, in quanto, ad ogni passo, bisogna considerare soltanto la stima del nuovo bambino, non tutte le precedenti (quindi si rimuove già il valore della stima attuale in preparazione al passo successivo). Concludendo, all'istruzione 25 si ritorna il valore di *totale*.

Anche in questo caso, possiamo ottenere una funzione più concisa evitando di separare il caso in cui davanti a sè si vedano due archi, da quello in cui se ne veda solo uno. Di seguito è riportata la nuova funzione.

```
A*(S,G) {
    1.posizionati in S
    2.nuova_stima = 0, totale = 0, nuovo_arco = 0
    3.finché tu e il tuo compagno non siete arrivati in G {
        4.scegli un arco tra quelli davanti a te
        5.prosegui lungo l'arco scelto
        6.conta il numero dei mattoncini lungo l'arco
        7.chiedi al bambino nel nodo raggiunto la sua stima per l'oasi
        8.aggiungi il numero dei mattoncini calcolato all'istruzione 6. e la stima
           ottenuta nell'istruzione 7. a totale
        9.riferisci il valore di totale al tuo compagno
        10.scegliete il valore di totale più basso
        11.segna sul foglio il numero dei mattoncini usato per calcolare totale
        12.nuovo_arco = il numero appena scritto sul foglio
        13.segna sul foglio la stima usata per calcolare totale
        14.nuova_stima = la stima appena scritta sul foglio
        15.sottrai nuova_stima da totale
        16.segna sul foglio il valore di totale
        17.posizionati nel nodo su cui hai calcolato il valore di totale
    }
    18.comunica il valore di totale
}
```

Per concludere, come nell'attività degli 8 polpi, si possono porre queste domande alla classe:

- qual è il problema espresso in questo gioco? *Trovare la strada più breve per l'oasi;*
- cosa sono gli stati? *Sono i nodi in cui vengono posizionati i bambini;*
- quali sono le azioni? *Spostarsi da un nodo all'altro percorrendo un arco;*
- qual è l'obiettivo? *Arrivare all'oasi attraverso la strada più breve;*
- qual è lo stato iniziale? *Il nodo A;*
- qual è lo stato obiettivo? *Il nodo K;*
- qual è la funzione costo? *Il costo corrisponde al numero dei chilometri (e quindi dei mattoncini) percorsi.*

## 2.3 - Problemi di soddisfacimento dei vincoli

### Introduzione:

Questo capitolo contiene due attività (la seconda per studenti di età inferiore), basate sui problemi di soddisfacimento dei vincoli.

### Attività 3 - Ombrelloni e secchielli

**Materiale necessario:** una copia della scheda<sup>41</sup> sugli ombrelloni e i secchielli per ogni studente.

**Età:** a partire dai 10 anni.

**Numero di giocatori:** attività individuale.

#### Competenze acquisite a fine attività:

Obiettivi di apprendimento al termine della classe terza della scuola primaria

Ambito dati e informazione:

- O-P3-D-2. definire l'interpretazione degli oggetti utilizzati per rappresentare l'informazione (legenda).

Obiettivi di apprendimento al termine della classe quinta della scuola primaria

Ambito algoritmi:

- O-P5-A-1. utilizzare il ragionamento logico per spiegare il funzionamento di alcuni semplici algoritmi;
- O-P5-A-2. risolvere problemi mediante la loro scomposizione in parti più piccole.

#### Preparazione:

Consegnate ad ogni studente una copia della scheda sugli ombrelloni e i secchielli.

#### Descrizione dell'attività-istruzioni:

1. Spiegare alla classe l'obiettivo del gioco: posizionare sulla griglia 18 secchielli, seguendo delle regole specifiche.
2. Scrivere quindi alla lavagna le seguenti regole, in modo che siano chiare alla classe e i bambini possano consultarle al momento del bisogno:
  - a. ogni ombrellone deve avere vicino (in orizzontale o in verticale) il suo secchiello
  - b. i secchielli non possono essere posizionati vicini (in orizzontale, in verticale e nemmeno in diagonale).

---

<sup>41</sup> Il rompicapo è una rivisitazione del seguente gioco: <http://dkmgames.com/Tents/>.

L'immagine dell'ombrellone è stata reperita da:

<https://pixabay.com/it/illustrations/search/beach%20umbrella/> e distribuita secondo licenza: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Come aiuto, ai lati della griglia sono indicati dei numeri: indicano quanti secchielli bisogna inserire in quella specifica riga o colonna (ad esempio, nella prima riga partendo dall'alto è segnato un 2, perciò in quella riga si dovranno posizionare due secchielli, rispettando le regole elencate prima).

La soluzione è una sola (ed è mostrata nella scheda successiva a quella da consegnare ai bambini).

3. Lasciare un quarto d'ora alla classe per provare a risolvere il rompicapo.
4. Allo scadere del tempo, proiettare la soluzione<sup>42</sup> in modo che gli alunni possano valutare se hanno risolto correttamente il gioco o se hanno commesso degli errori.
5. Al termine, avviare la discussione finale.

#### Risoluzione del gioco:

Spiegare alla classe che esistono 3 meccanismi principali per risolvere il rompicapo, elencati di seguito, e chiedere quali siano stati sfruttati completamente o anche solo in parte.

1. Un primo approccio, molto semplice, è quello di posizionare in maniera casuale tutti e 18 i secchielli, preoccupandosi *poi* di controllare se le regole del gioco sono state rispettate. E' intuitibile che questo meccanismo sia inefficiente (e nessun bambino dovrebbe averlo usato), siccome è molto difficile "indovinare" la corretta disposizione di ben 18 secchielli entro pochi tentativi.
2. Nel secondo criterio, ogni volta che si posiziona un secchiello, si controlla se esso rispetta le regole:
  - se le rispetta, si può proseguire e sistemare un altro secchiello
  - altrimenti: si prova a sistemare quel secchiello in un'altra casella:
    - se nella nuova casella rispetta le regole, si può andare avanti posizionando un nuovo secchiello
    - altrimenti, se non si riesce a sistemare quel secchiello in nessun'altra posizione: si prova a spostare il secchiello ancora precedente e così via....

Si tratta di un approccio sicuramente più efficiente del primo, in quanto permette di risparmiare molti tentativi inutili: ogni volta che si sceglie dove mettere un secchiello si controlla se le regole del gioco sono state mantenute, in caso contrario si provvede subito a risolvere il problema.

3. Il terzo meccanismo riprende il secondo, ma con l'aggiunta di alcuni "accorgimenti", o "trucchetti". Coinvolgere la classe chiedendo quali dei seguenti accorgimenti siano stati utilizzati:
  - A. innanzitutto, ancora prima di provare a posizionare dei secchielli, si possono scartare tutte le caselle di una riga o di una colonna a cui è associato il numero 0: sicuramente in nessuna di quelle caselle ci sarà un secchiello.  
Nella figura seguente, le caselle scartate sono colorate di rosso chiaro:

---

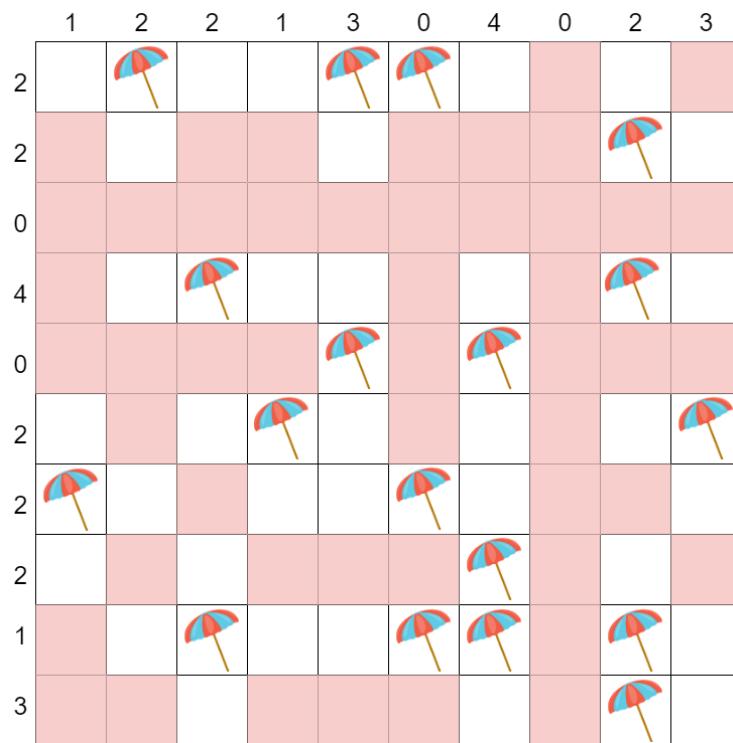
<sup>42</sup> L'immagine del secchiello è stata reperita da: <https://pixy.org/445770/> e distribuita secondo licenza: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

1	2	2	1	3	0	4	0	2	3
2									
2									
0									
4									
0									
2									
2									
2									
1									
3									

- B. Ricordando la prima regola (*ogni ombrellone deve avere vicino, in orizzontale o in verticale, il suo secchiello*), si possono scartare le caselle che si trovano “in diagonale” tra gli ombrelloni, in quanto nessun ombrellone avrà il suo secchiello su una casella in diagonale, ma solo in orizzontale o in verticale. Inoltre, si possono anche eliminare le caselle che non si trovano vicino a nessun ombrellone:

1	2	2	1	3	0	4	0	2	3
2									
2									
0									
4									
0									
2									
2									
2									
1									
3									

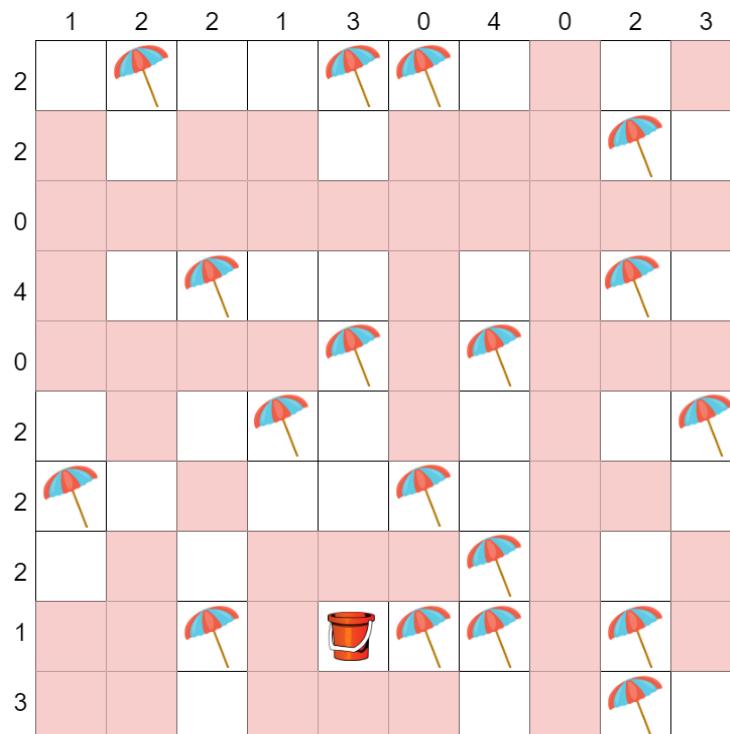
Combinando le caselle eliminate in questa immagine con quelle eliminate nell'immagine precedente, si ottiene:



Quindi, abbiamo scartato numerose caselle ancora *prima* di posizionare i secchielli!

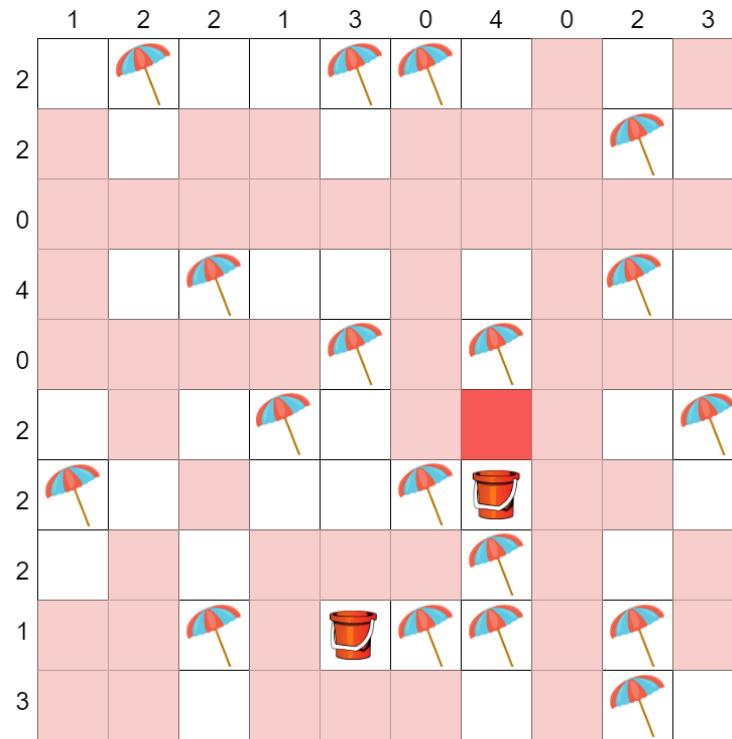
C. In aggiunta, quando è stata completata una riga o una colonna (cioè sono stati posizionati tanti secchielli quanto è il numero indicato), se vi sono rimaste delle caselle vuote, queste possono essere tranquillamente scartate.

Partendo dalla situazione dell'ultima immagine, possiamo inserire un secchiello con certezza nella penultima riga (partendo dall'alto), quinta colonna (partendo da sinistra). Infatti, l'ombrellone alla sua destra ha un'unica casella disponibile per poter posizionare il suo secchiello. Di conseguenza, siccome quella riga ha associato il numero 1 ed è già stato collocato un secchiello, le altre caselle non ancora occupate possono essere eliminate:



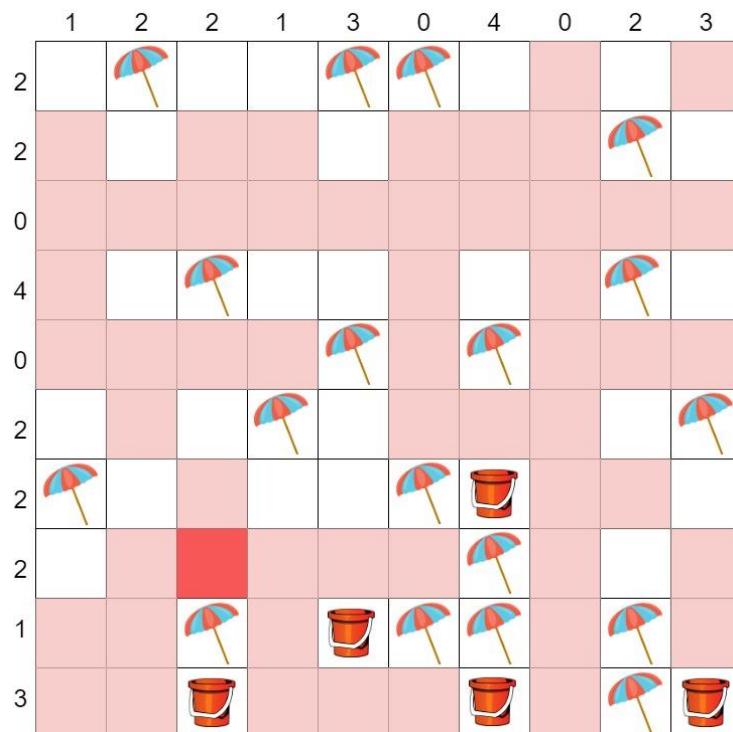
D. Basandosi sulla seconda regola (*i secchielli non possono essere posizionati vicini, in orizzontale, in verticale e nemmeno in diagonale*), ogni volta che si colloca un secchiello in una certa casella, si possono di conseguenza eliminare le caselle vicine (orizzontalmente, verticalmente e diagonalmente).

Proseguendo dalla situazione della figura precedente, si nota che l'ombrellone nella terzultima riga (dall'alto) e settima colonna (da sinistra), ha un'unica casella disponibile per il secchiello, alla riga superiore. Per questo motivo, la casella colorata in rosso scuro (sopra il secchiello) può essere scartata a priori:



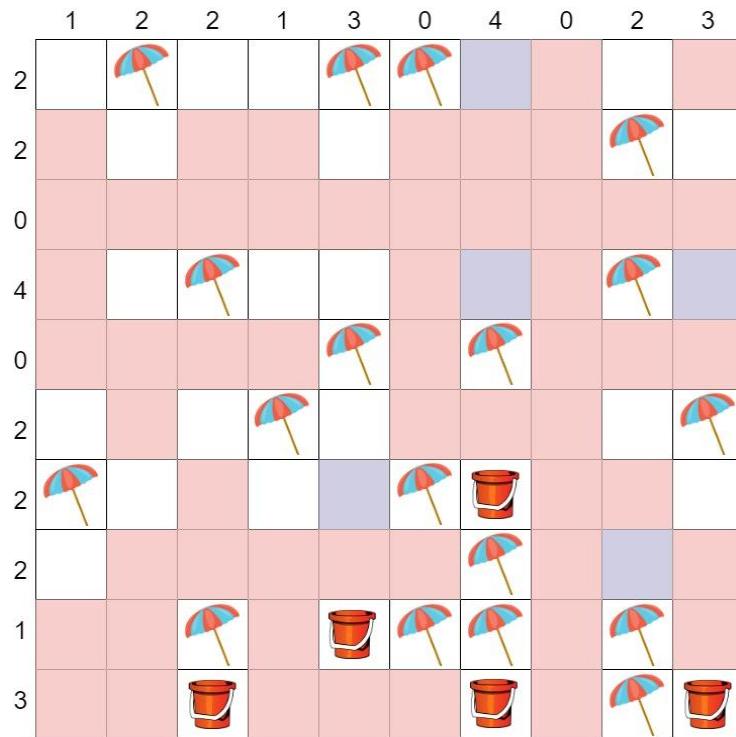
E. Inoltre, dopo aver associato un secchiello a un ombrellone, si possono rimuovere le caselle vuote attorno a quest'ultimo (sia in orizzontale che in verticale, sfruttando quindi la prima regola del gioco), facendo attenzione che non vi siano altri ombrelloni vicini che potrebbero avere un secchiello in una di quelle caselle.

Nell'esempio sottostante, dopo aver posizionato i 3 secchielli nell'ultima riga (si va sul sicuro siccome vi sono solo tre caselle libere e il numero indicato per quella riga è proprio 3), si può eliminare la casella (colorata di rosso scuro) sopra all'ombrellone sulla sinistra (penultima riga dall'alto, terza colonna da sinistra), siccome non vi sono altri ombrelloni nelle prossimità che potrebbero avere un secchiello proprio in quella casella:



F. Infine, si può sfruttare questo criterio molto intuitivo: sicuramente diventa più semplice risolvere il rompicapo se si dispongono prima i secchielli degli ombrelloni con meno caselle libere attorno (altrimenti la probabilità di sbagliare aumenta).

Nella figura che segue, si riprende lo stato precedente e in violetto sono evidenziate tutte le caselle in cui vi sono sicuramente dei secchielli, poiché i relativi ombrelloni hanno vicino un'unica casella libera:



In seguito, se nessun altro secchiello ha solo una casella in cui essere posizionato, ci si focalizzerà su quelli che ne hanno due e così di seguito.

Si può quindi concludere che, grazie a questi "trucchetti", si riesce a risolvere il rompicapo molto più velocemente, avendo numerosi tentativi in meno da provare!

Discussione:

Spiegare alla classe cos'è un **problema di soddisfacimento dei vincoli** (detto anche **CSP**, dall'inglese "Constraint Satisfaction Problem"): si tratta di un problema in cui sono esplicitamente rappresentati dei **vincoli** e questi ultimi devono essere sempre rispettati.

In particolare, un CSP ha 3 componenti:

- un insieme di **variabili**
- un insieme di **domini** (uno per ogni variabile), dove un dominio comprende un certo numero di valori possibili
- un insieme di **vincoli**.

Quindi, lo scopo del CSP è fare degli **assegnamenti**: ad ogni variabile va assegnato un valore appartenente al suo dominio (e si parla in questo caso di un **assegnamento completo**), facendo attenzione a rispettare i vincoli imposti dal problema (ottenendo un **assegnamento consistente**). Se valgono entrambi i tipi di assegnamento, si ottiene una soluzione per il CSP.

Per quanto riguarda il nostro gioco, possiamo chiamare **vincoli** le due regole scritte alla lavagna (e anche la regola che afferma che in ogni riga e in ogni colonna ci devono essere tanti secchielli quanto è il numero indicato).

Le **variabili** del problema sono i 18 secchielli e i loro **domini** sono tutte le caselle della griglia in cui possono essere posizionati i secchielli (quindi tutte le caselle dove non si trova già un ombrellone o un altro secchiello). Un **assegnamento**, perciò, consiste nell'associare ad ogni secchiello una casella della griglia. Si arriva alla soluzione quando tutti i 18 secchielli sono stati assegnati ad una casella nel rispetto dei vincoli.

Esporre quindi alla classe i seguenti tre algoritmi per la risoluzione di un CSP, che corrispondono ai tre meccanismi elencati nella parte di risoluzione del gioco.

#### *Primo algoritmo*

L'algoritmo per il primo meccanismo è detto **Generate and Test** ed è un algoritmo di **forza bruta** (che significa semplicemente che si provano tutte le soluzioni in maniera casuale, fino a quando non si arriva alla soluzione corretta).

#### *Secondo algoritmo*

Il secondo meccanismo corrisponde alla **visita in profondità con backtracking** (già approfondita nell'attività "Gli otto polpi"). Si tratta di un meccanismo migliore del Generate And Test, siccome, a differenza di quest'ultimo, i vincoli vengono verificati ogni volta che si posiziona un secchiello, non dopo averli sistemati tutti e 18.

#### *Terzo algoritmo*

Il terzo approccio (che è poi quello maggiormente usato nei CSP e che permette di risolvere al meglio il gioco), si basa sulla visita in profondità con backtracking con l'inserimento di una particolare fase di **inferenza**, detta **propagazione dei vincoli**.

Il termine "inferenza" significa, genericamente, "ricavare una conclusione da un insieme di dati" ed è un concetto sfruttato non solo nell'Intelligenza Artificiale, ma anche in altre discipline come la Logica e la Statistica.

Nei CSP si fa inferenza tramite la propagazione dei vincoli: ovvero, si sfruttano i vincoli del problema per ridurre il numero dei valori possibili che possono essere assegnati ad una variabile, la quale a sua volta può ridurre i valori possibili di un'altra variabile e così di seguito.

Nel gioco degli ombrelloni e dei secchielli la propagazione dei vincoli si può utilizzare in diverse occasioni, che corrispondono agli accorgimenti A, B e C visti nella sezione di risoluzione del gioco.

Da notare che, rispetto all'algoritmo del Generate and Test e alla visita in profondità con backtracking (senza inferenza), con questi accorgimenti si sfruttano i vincoli *prima* di posizionare i secchielli; negli altri due algoritmi invece, si controllava se i vincoli erano rispettati *dopo* aver posizionato i secchielli.

Chiedere alla classe quale dei due ragionamenti è il più vantaggioso e perchè.

La risposta è che, analizzando i vincoli prima degli assegnamenti (ovvero prima di posizionare un secchiello in una casella), si possono scartare già molti valori (quindi molte caselle), evitando assegnamenti inutili e magari anche sbagliati, perciò l'approccio con la propagazione dei vincoli è più efficiente.

Per l'inferenza si può sfruttare l'approccio del **forward checking**: quando si fa una scelta di un assegnamento di un valore a una variabile, si propaga questa scelta alle variabili immediatamente vicine.

Nel nostro gioco, il forward checking si applica nei trucchetti D ed E.

Si può fare un ultimo confronto con gli studenti riguardo alle **euristiche di scelta**: si tratta di *scelte* (di variabili o valori su cui focalizzarsi) che vengono effettuate durante la visita in profondità con backtracking per arrivare prima alla soluzione.

Tra le tante euristiche di scelta, una che può risultare utile al nostro gioco è l'**euristica MRV** (dall'inglese “Minimum Remaining Values”): consiste nel preferire le variabili (quindi i secchielli) con il minor numero di valori (in termini di caselle disponibili) rimasti nel proprio dominio (ovvero non ancora scartate).

L'euristica MRV viene applicata nell'accorgimento F, infatti ci si concentra prima sui secchielli che hanno un'unica casella disponibile, poi si passerà a quelli con due caselle disponibili e così di seguito.

Come ultima osservazione è importante ricordare che l'inferenza e le euristiche di scelta si applicano alla visita in profondità con backtracking: quindi, se si raggiunge un punto in cui non si sa dove posizionare un secchiello per un certo ombrellone, si ritorna all'ombrellone precedente e si prova a spostare il relativo secchiello in un'altra locazione e così via.

## Attività 4 - La parata dei pinguini

**Materiale necessario:** uno o più giochi “Penguins Parade” della Smart Games, a seconda della disponibilità.

**Età:** a partire dai 7 anni.

**Numero di giocatori:** attività individuale.

### Competenze acquisite a fine attività:

Obiettivi di apprendimento al termine della classe terza della scuola primaria

Ambito algoritmi:

- O-P3-A-2. comprendere che problemi possono essere risolti mediante la loro scomposizione in parti più piccole.

Ambito dati e informazione:

- O-P3-D-2. definire l'interpretazione degli oggetti utilizzati per rappresentare l'informazione (legenda).

### Preparazione:

Consegnare a ogni bambino il gioco Penguins Parade. Se non ci sono abbastanza giochi, si può suddividere la classe in gruppi di massimo due o tre alunni.

### Descrizione dell'attività - istruzioni:

Per questa attività si usano le istruzioni riportate all'interno del gioco Penguins Parade. Per comodità, vengono riportate di seguito.

Il gioco consiste nel completare le sfide scelte, tra le 48 disponibili, ordinate per livello di difficoltà crescente (per questa attività sono state scelte delle sfide dai livelli “Starter” e “Junior”).

L'obiettivo del gioco è quello di posizionare i quattro blocchi coi pinguini in modo che i pinguini siano disposti l'uno vicino all'altro in orizzontale, verticale o diagonale.

Quindi, per ogni sfida, seguire le seguenti istruzioni:

1. far posizionare sulla griglia i pezzi del puzzle (i due bianchi ed eventualmente alcuni con i pinguini disegnati sopra), come indicato nella sfida selezionata;
2. spiegare ai bambini che devono provare a mettere sulla griglia i pezzi del puzzle rimasti seguendo queste regole:
  - a. i 4 pinguini devono essere collocati sulla stessa linea orizzontale, verticale o diagonale, uno accanto all'altro, senza caselle vuote tra di loro;
  - b. i 4 pinguini devono essere “dritti”, cioè con le zampe rivolte verso il basso;
  - c. i pezzi del puzzle non devono sovrapporsi l'un l'altro o sul bordo.

Lasciare ai bambini 10 minuti per risolvere ogni sfida.

3. Allo scadere del tempo, mostrare ai bambini la soluzione. Per ogni sfida c'è una sola soluzione, mostrata nella parte posteriore del foglio illustrativo delle sfide.
4. Alla fine, avviare la discussione conclusiva.

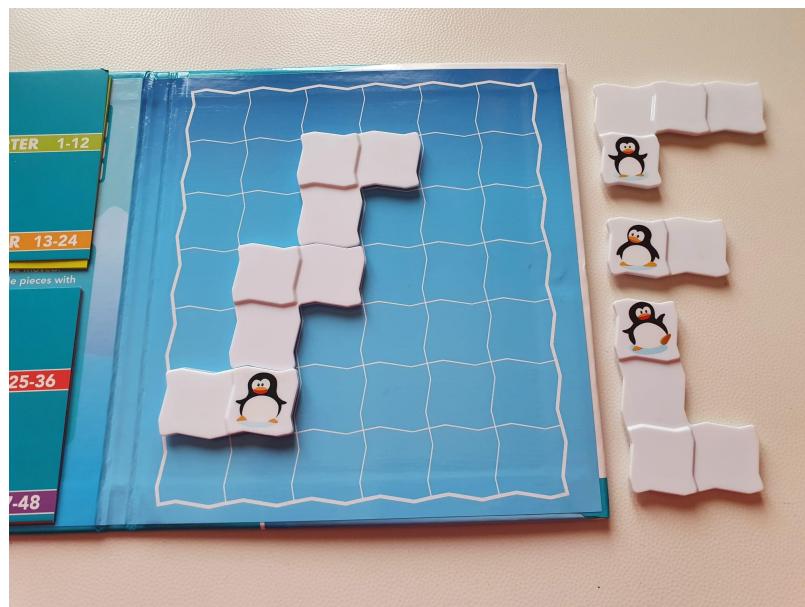
Per questa attività, sono consigliate le sfide numero 10, 17 e 21.

Se si avanza del tempo e se i bambini non presentano molte difficoltà, si possono proporre altre sfide (anche dal livello “Expert”).

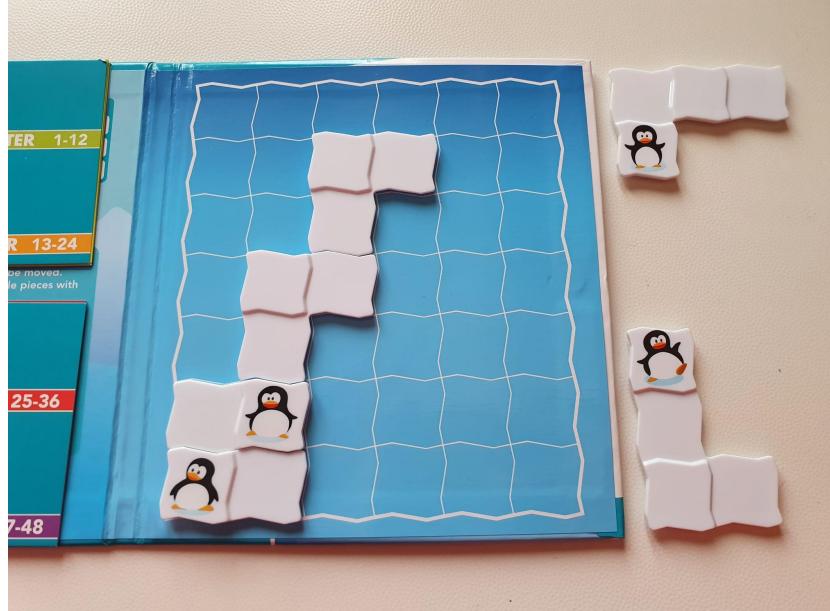
## Risoluzione del gioco:

Vediamo in dettaglio la risoluzione della sfida numero 17.

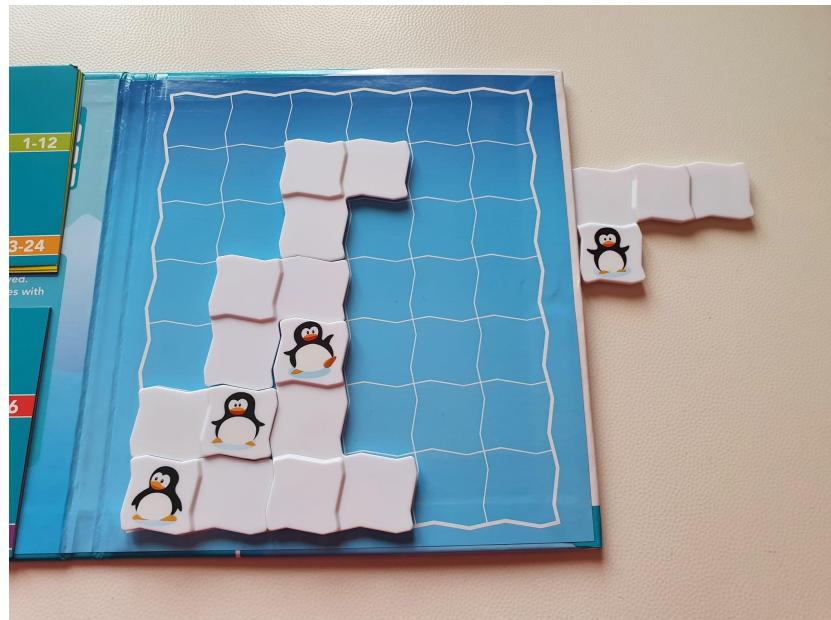
1. Posizioniamo i pezzi del puzzle come indicato dalla sfida:



2. Notiamo che la maggior parte delle caselle libere si trovano a destra nella griglia. Possiamo quindi escludere a priori che i pinguini siano da disporre in verticale (osservando la posizione del primo pinguino) e in orizzontale (siccome i pinguini devono essere posizionati in piedi, ci si accorge subito che il pezzo più in basso fuori dal puzzle non può essere messo sulla stessa riga del primo pinguino). L'unica possibilità è quindi una disposizione in diagonale.  
Inseriamo il pezzo del puzzle costituito da solo due blocchi al di sotto del primo pinguino, in modo che i due pinguini si trovino sulla stessa diagonale:



3. A questo punto, si può inserire un altro pezzo del puzzle in modo che il nuovo pinguino si trovi sulla stessa diagonale degli altri due:



4. Infine, posizioniamo l'ultimo pinguino, sempre sulla diagonale:



Abbiamo completato la sfida!

#### Discussione:

Spiegare alla classe che un argomento di fondamentale importanza nell'ambito dell'Intelligenza Artificiale è costituito dai **problemi di soddisfacimento dei vincoli** (chiamati anche **CSP**, dall'inglese “Constraint Satisfaction Problem”).

Come suggerisce il nome, in questi problemi bisogna rispettare dei **vincoli** già noti all'inizio, per poter arrivare a una soluzione corretta.

Lo scopo di un CSP è fare degli **assegnamenti**: *ogni variabile* deve essere assegnata a un **valore, rispettando i vincoli**.

Vediamo come si applicano questi termini al gioco Penguins Parade:

- i vincoli corrispondono alle regole elencate al passo 2 delle istruzioni dell'attività, ovvero:
  - i 4 pinguini devono essere collocati sulla stessa linea orizzontale, verticale o diagonale, uno accanto all'altro, senza caselle vuote tra di loro;
  - i 4 pinguini devono essere “dritti”, cioè con le zampe rivolte verso il basso;
  - i pezzi del puzzle non devono sovrapporsi l'un l'altro o sul bordo.
- Anche la disposizione iniziale dei pezzi del puzzle (come indicato dalla sfida specifica) rappresenta un vincolo.  
Se non si rispettano questi vincoli, non si può arrivare alla soluzione della sfida scelta.
- Le variabili sono i pezzi del puzzle con i pinguini che bisogna posizionare sulla griglia (escludendo quelli già indicati dalla sfida).
- Un assegnamento consiste nel posizionare un pezzo del puzzle con il pinguino (variabile) sulle caselle corrette della griglia (l'insieme di queste caselle è un possibile valore per quella variabile).  
Quindi, si risolve il gioco quando *tutti* i pezzi con i pinguini sono stati assegnati alle caselle corrette, *controllando che tutti i vincoli siano stati rispettati*.

Perciò, dopo aver risolto correttamente una sfida, ogni pezzo del puzzle con un pinguino (variabile) occupa determinate caselle della griglia (valori), sempre nel rispetto dei vincoli del problema.

# Capitolo 3 - Rappresentazione della conoscenza

## Sommario:

Lo studente impara cosa sia una “tassonomia” e come questa possa essere sfruttata per rappresentare della conoscenza comune.

## Competenze richieste:

Lo studente deve sapere leggere un testo e ricavarne le informazioni principali.

## Età:

A partire dai 9 anni.

## Materiale:

Il libro “Enciclopedia degli animali per piccoli lettori” della Sassi Junior, dei fogli di carta.

## Attività 1 - L'enciclopedia degli animali

**Materiale necessario:** il libro “Enciclopedia degli animali per piccoli lettori” della Sassi Junior (una o più copie, a seconda della disponibilità), una decina di fogli di carta.

**Età:** a partire dai 9 anni.

**Numero di giocatori:** attività per tutta la classe.

### Competenze acquisite a fine attività:

Obiettivi di apprendimento al termine della classe terza della scuola primaria

Ambito dati e informazione:

- O-P3-D-2. definire l'interpretazione degli oggetti utilizzati per rappresentare l'informazione (legenda).

### Preparazione:

1. Dividere la classe in sei gruppi e far sedere vicini i bambini di ogni gruppo.
2. Consegnare ad ogni gruppo qualche foglio di carta ed una copia del libro. Se non ci sono sufficienti copie, ogni gruppo può tenere il libro per circa un quarto d'ora per poi passarlo al gruppo successivo.
3. Chiedere ad ogni gruppo di scegliere uno o due bambini che si occuperanno di scrivere sui fogli consegnati.
4. Far scegliere ad ogni gruppo una tra queste specifiche classi di animali: mammiferi, uccelli, pesci, anfibi, rettili oppure gli invertebrati. Ricordare alla classe che le prime cinque classi rientrano nei vertebrati. Ogni gruppo deve quindi avere associata una classe diversa da quella degli altri gruppi.

#### Descrizione dell'attività - istruzioni:

1. Spiegare alla classe che si vuole far memorizzare a un ipotetico computer parte di un'enciclopedia relativa al mondo animale. Prima di caricare le informazioni nel computer, bisogna però strutturarle e schematizzarle opportunamente, ed è questo lo scopo dell'attività.
2. Ogni gruppo apre il libro in corrispondenza della classe di animali scelta, quindi:
  - a. mammiferi: pagine 4-5
  - b. uccelli: pagine 16-17
  - c. pesci: pagine 22-23
  - d. anfibi: pagine 26-27
  - e. rettili: pagine 28-29
  - f. invertebrati: pagine 36-37
3. I componenti del gruppo leggono le due pagine, magari suddividendosi le parti.
4. Sui fogli bisogna quindi elencare:
  - a. i *concetti*: ovvero il nome della classe animale scelta e gli esempi di animali per quella classe. Inoltre, ad ogni concetto va assegnata una breve frase che lo descriva (riferita alla classe di animali a cui appartiene), ad esempio: invertebrati: classe degli animali, pesci: classe dei vertebrati, anfibi: classe dei vertebrati, lepre europea: specie di mammifero, tartaruga leopardo: specie di rettile, e così via...
  - b. le *proprietà*: ad ogni concetto corrispondono delle proprietà specifiche, da ricercare nelle due pagine che il gruppo deve leggere. Ad esempio, gli uccelli hanno il becco e le piume (queste sono due delle proprietà degli uccelli), il pavone ha una coda vistosa e voluminosa; gli anfibi depongono le uova, la raganella ha un colore verde brillante...  
Spiegare ai bambini che si devono considerare soltanto le proprietà essenziali, tralasciando descrizioni o dati inutili. Per riconoscere determinate proprietà, possono essere d'aiuto anche le immagini degli animali nel libro.
5. Infine, avviare la discussione conclusiva.

#### Risoluzione del gioco:

Vediamo passo passo come dovrebbe lavorare il gruppo che ha scelto la classe dei mammiferi (per gli altri gruppi il procedimento è analogo).

I *concetti* da elencare, con la relativa descrizione, sono i seguenti:

- mammifero: classe dei vertebrati
- lepre europea: specie di mammifero
- volpe rossa: specie di mammifero
- ornitorinco: specie di mammifero
- koala: specie di mammifero
- delfino delle Amazzoni: specie di mammifero
- volpe volante malese: specie di mammifero

Di seguito vengono riportate le *proprietà* di ogni *concetto*:

- mammifero (le proprietà sono state ricavate dal testo in basso a pagina 4):
  - beve il latte materno
  - ha il pelo
  - i piccoli nascono già sviluppati ed autonomi
- lepre europea:
  - i piccoli, alla nascita, trascorrono un paio di settimane al riparo nella loro tana

- volpe rossa:
  - è un'abile cacciatrice
  - mangia un po' di tutto
  - è un animale curioso
- ornitorinco:
  - ha un becco
  - ha quattro zampe palmate
  - depone le uova
- koala:
  - dopo la nascita, i piccoli si nascondono nel marsupio della mamma
- delfino delle Amazzoni:
  - non ha il pelo
  - vive in acqua ma per respirare deve salire in superficie
- volpe volante malese:
  - è in grado di volare
  - l'apertura alare può arrivare a un metro e mezzo

E' possibile che i bambini abbiano aggiunto altre proprietà, magari basandosi sulle immagini degli animali (per esempio la lepre europea ha le orecchie lunghe, la volpe rossa ha una folta coda rossa): sono proprietà corrette finchè descrivono in maniera sintetica ed efficace l'animale, senza riportare dati superflui. Non sono delle proprietà, ad esempio, il fatto che il gruppo dei mammiferi sia molto diversificato (è una frase troppo generica che non spiega nulla di preciso), che l'ornitorinco sia un animale buffo oppure ancora che la volpe rossa non sia per niente schizzinosa.

#### Discussion:

Con questa attività si vuole spiegare il meccanismo della **concettualizzazione**.

Spiegare alla classe che un ramo dell'Intelligenza Artificiale è la **rappresentazione della conoscenza**, la quale esamina il funzionamento del pensiero umano. Questo settore si pone l'obiettivo di rappresentare la realtà che ci circonda (per come viene analizzata da una persona) in un linguaggio semplice e chiaro per un computer (siccome queste informazioni possono essere sfruttate in svariate applicazioni).

Un essere umano ragiona in termini di concetti e relazioni quando si rapporta col mondo: per *concetto* si intende qualsiasi oggetto, inanimato (un pallone, una biro, una casa...), ma anche animato (un bambino, un cane, un fiore...); le *relazioni* indicano come i vari concetti interagiscono gli uni con gli altri (ad esempio un bambino calcia un pallone).

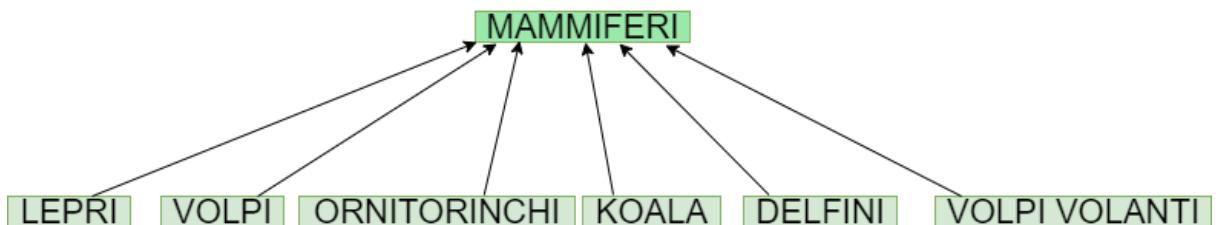
Possiamo quindi definire che:

la concettualizzazione è un procedimento che permette di rappresentare dei concetti (nella realtà che si sta esaminando) e le relazioni tra questi concetti.

Il processo di concettualizzazione produce un'**ontologia**, ovvero un insieme di concetti e delle loro relazioni.

Attraverso questa attività, otteniamo un'ontologia semplificata, detta **tassonomia**, per un'encyclopedia sugli animali. Questo perché ci si focalizza solo sui *concetti*, tralasciando le *relazioni*.

A questo punto, riprodurre lo schema sottostante alla lavagna, in cui i nomi degli animali sono stati abbreviati per motivi di spazio:



Spiegare alla classe che questo schema riproduce una tassonomia, poichè:

- ogni casella rappresenta un concetto
- si può esprimere in termini di *categorie* e *sottocategorie*: ogni casella viene chiamata categoria e può avere delle sottocategorie (che sono le caselle al di sotto, da cui partono delle frecce verso la casella in questione).  
Nell'esempio, mammiferi è una categoria e ha come sottocategorie: lepri, volpi, ornitorinchi, koala, delfini e volpi volanti. Ognuna di queste caselle è a sua volta una categoria, ma non hanno nessuna sottocategoria.

La relazione di categoria-sottocategoria, nell'ingegneria della conoscenza, prende il nome di **Is\_a** (dall'inglese, letteralmente, “è un”) e si scrive in questo modo:

`Is_a(sottocategoria, categoria)`

Alcuni esempi: `Is_a(lepri, mammiferi)`, ovvero la lepre è un mammifero

`Is_a(koala, mammiferi)`, ovvero il koala è un mammifero  
e così via...

Ogni categoria ha delle proprietà specifiche: ad esempio, la volpe “mangia un po’ di tutto”, l’ornitorinco “ha un becco”.

Una regola importante afferma che:

ogni sottocategoria ha le stesse proprietà della categoria a cui si riferisce

Dunque, nel nostro esempio, tutte le proprietà dei mammiferi (“beve il latte materno”, “ha il pelo”, “i piccoli nascono già sviluppati ed autonomi”) appartengono anche alle sottocategorie (lepri, volpi, ornitorinchi, koala, delfini, volpi volanti).

E’ per questo motivo che non abbiamo inserito tra le proprietà dell’ornitorinco il fatto di avere la pelliccia (nonostante ci fosse scritto a pagina 5): una proprietà dei mammiferi è proprio quella di avere già il pelo! La stessa cosa vale per il koala: abbiamo tralasciato la proprietà che i piccoli vengono nutriti con il latte materno perché è già una caratteristica dei mammiferi.

Eppure non è detto che *tutte* le proprietà di una categoria debbano valere per *tutte* le sottocategorie. Si possono cioè avere delle “eccezioni”.

Vediamo alcuni esempi:

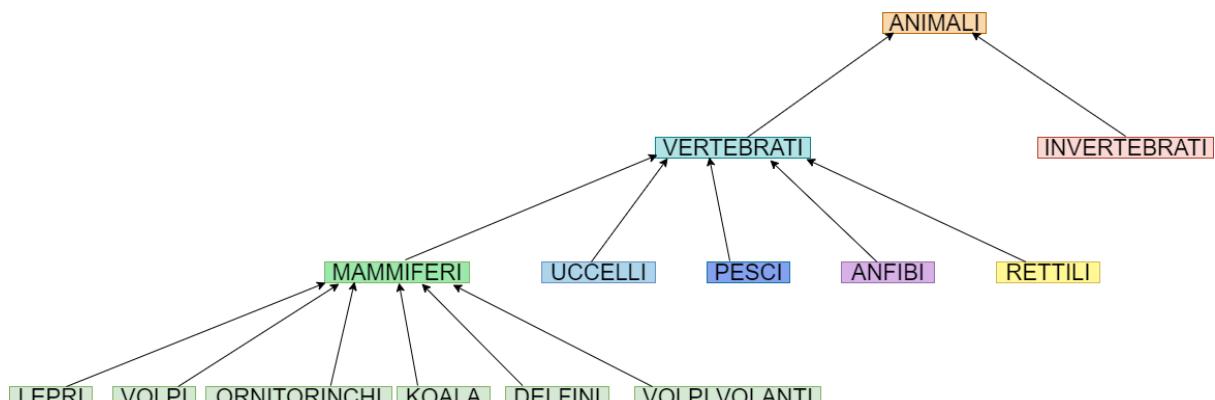
- una proprietà della lepre europea è che “i piccoli, alla nascita, trascorrono un paio di settimane al riparo nella loro tana”, in contrasto con la proprietà dei mammiferi che afferma che “i piccoli nascono già sviluppati ed autonomi”. Stesso discorso per il koala, infatti “dopo la nascita, i piccoli si nascondono nel marsupio della mamma”;
- il delfino delle Amazzoni “non ha il pelo”, a differenza della proprietà dei mammiferi secondo cui “hanno il pelo”.

A questo punto, lasciare del tempo agli altri gruppi affinché provino a disegnare lo schema delle categorie e delle sottocategorie relativo alla loro classe animale, basandosi su quello appena visto per i mammiferi.

Unendo i vari schemi prodotti, si ottiene il grafico finale mostrato di seguito.

E’ importante ricordare che i mammiferi, gli uccelli, i pesci, gli anfibi e i rettili sono vertebrati, e vanno quindi distinti dagli invertebrati.

Infine, si aggiunge un’unica grande categoria che include sia i vertebrati che gli invertebrati, ovvero la categoria “Animali”.



Da notare che, per motivi di spazio, sono state omesse le specie degli uccelli, pesci, anfibi, rettili e invertebrati, ma il meccanismo è identico a quello dei mammiferi.

# Capitolo 4 - Apprendimento automatico

## Sommario:

Lo studente apprende i concetti alla base dell'Apprendimento Automatico e viene a conoscenza di un particolare tipo di classificatore: gli alberi di decisione.

## Competenze richieste:

E' richiesto che lo studente sia in grado di:

- contare;
- confrontare i numeri;
- rilevare le caratteristiche principali nell'aspetto di un personaggio.

E' inoltre consigliato che lo studente conosca le istruzioni condizionali, svolgendo prima in classe la seguente attività [14]:

<https://programmailfuturo.it/media/docs/Lezione-10-Istruzioni-condizionali.pdf>

## Età:

A partire dai 7 anni.

## Materiale:

- per le attività 1 e 2: le 5 schede con le immagini dei Pokémon<sup>43</sup>, la scheda delle caratteristiche, le 3 schede dei Pokémon per l'insegnante e dei fogli di brutta; forbici ed eventualmente colla e dei fogli di cartoncino.

## Vocabolario:

- Macchina: sinonimo di computer.
- Istruzione condizionale: un'istruzione che richiede la verifica di una condizione.<sup>44</sup>
- Istruzione "se": un'istruzione che determina se eseguire o meno altre istruzioni.<sup>45</sup>
- Altrimenti: un altro modo per dire "in caso contrario".<sup>46</sup>

---

<sup>43</sup> Le immagini dei Pokémon sono state reperite dai seguenti link: [poliwag](#), [charmander](#), [chikorita](#), [raichu](#), [vaporeon](#), [dewgong](#), [roserade](#), [dedenne](#), [dragonite](#), [cubone](#), [sceptile](#), [gastly](#), [staraptor](#), [drifloon](#), [pidgeotto](#), [shuppet](#), [chansey](#), [gyarados](#), [staravia](#), [seel](#), [pikachu](#), [swanna](#), [meganium](#), [larvitar](#), [mismagius](#), [rattata](#), [piplup](#)

<sup>44</sup> Definizione tratta da [14], pagina 1

<sup>45</sup> Definizione tratta da [14], pagina 1

<sup>46</sup> Definizione tratta da [14], pagina 1

## Introduzione:

Le attività di questo capitolo sono relative al mondo dei Pokémon. Qualora alcuni studenti non li conoscessero, spiegare che si tratta di creature immaginarie in grado di eseguire specifiche mosse durante le sfide contro altri Pokémon.

Per le attività è sufficiente sapere che:

- ogni Pokémon, oltre ad un suo *nome* specifico, possiede sempre almeno un *tipo* (per non rendere troppo complesse le attività, si è scelto di riportarne solo uno per ogni Pokémon). Pokémon dello stesso *tipo* hanno aspetto e abilità simili;
- alcuni Pokémon, col passare del tempo, possono *evolversi*, ovvero mutano in una nuova specie (assumono quindi un nuovo nome ma mantengono lo stesso tipo).

L'aspetto di un Pokémon evoluto non si differenzia molto dalla sua forma precedente.

Ricordare agli alunni che, per lo svolgimento del gioco, devono esclusivamente basarsi sui Pokémon che sono stati loro forniti, nel caso in cui avessero una conoscenza più approfondita sulle specie o sui tipi.

## 4.1 - Introduzione all'Apprendimento Automatico

### Attività 1 - Pokémon ed evoluzioni

**Materiale necessario:** una copia delle 5 schede con le immagini dei Pokémon, almeno una ventina di copie della scheda delle caratteristiche e una copia della prima scheda dei Pokémon per l'insegnante; forbici ed eventualmente colla e una quindicina di fogli di cartoncino.

**Età:** a partire dai 7 anni.

**Numero di giocatori:** attività per tutta la classe.

#### Competenze acquisite a fine attività:

Obiettivi di apprendimento al termine della classe terza della scuola primaria

Ambito dati e informazione:

- O-P3-D-2. definire l'interpretazione degli oggetti utilizzati per rappresentare l'informazione (legenda).

Ambito consapevolezza digitale:

- O-P3-N-1. riconoscere usi dell'informatica e delle sue tecnologie nella vita comune.

#### Preparazione:

1. Ritagliare i Pokémon dalle 5 schede e anche dalla scheda per l'insegnante, seguendo le linee tratteggiate. Volendo, possono poi essere incollati su dei pezzi di cartoncino della stessa misura, in modo da ricordare delle carte da gioco. E' consigliato che questa parte venga svolta dall'insegnante, in quanto i bambini non devono vedere altri Pokémon oltre a quello che verrà loro fornito.

2. Scegliere un volontario dalla classe che condurrà il gioco; è preferibile che si sieda alla cattedra oppure che stia in piedi vicino alla lavagna in modo da essere ben visibile per gli altri bambini.
3. A questo punto, consegnare ad ogni bambino (tranne al volontario) la carta di un Pokémon (*attenzione*: i Pokémon dalla prima scheda per l'insegnante non devono essere dati o mostrati alla classe! Per questa attività verranno usati soltanto "Staravia", "Seel" e "Pikachu"). Spiegare che la propria carta va tenuta il più possibile nascosta, in modo che i vicini non vengano a conoscenza del proprio Pokémon.  
Se alcuni bambini restano senza carte, allora si può scegliere di far lavorare alcuni alunni a coppie.
4. In seguito, informare gli studenti che su ogni carta, oltre all'immagine del Pokémon, in basso ne sono riportati il nome e il tipo.
5. Infine, distribuire ad ogni bambino (o coppia di bambini) la scheda delle caratteristiche.

#### **Descrizione dell'attività - istruzioni:**

1. Ogni studente deve compilare la scheda delle caratteristiche basandosi sul Pokémon disegnato sulla propria carta. Lasciare circa 10 minuti di tempo.
2. Intanto, consegnare al bambino volontario la carta con il Pokémon chiamato "Staravia" dalla scheda per l'insegnante e anche una copia della scheda delle caratteristiche.
3. Quindi, anche il volontario completa la propria scheda delle caratteristiche, basandosi su "Staravia".
4. Nel frattempo, passare tra i banchi e controllare che i bambini compilino correttamente le schede delle caratteristiche (nella sezione di risoluzione del gioco sono presenti le soluzioni per ogni Pokémon).
5. Spiegare alla classe che l'obiettivo è trovare l'*evoluzione* del Pokémon del bambino volontario (senza mai lasciare intendere di quale Pokémon si tratti) tra tutte le carte che i bambini hanno ricevuto.
6. Al termine dei 10 minuti, il volontario legge le caratteristiche del proprio Pokémon (potrebbe quindi dire: "il mio Pokémon ha una coda, ha un becco, il suo colore principale è il grigio...", escludendo quelle caratteristiche la cui risposta è negativa). Ogni volta chiede alla classe chi abbia un Pokémon con la stessa caratteristica. I bambini rispondono per alzata di mano, senza mai comunicare il nome o mostrare l'immagine del proprio Pokémon.  
Alla lavagna, dopo aver scritto il nome di tutti gli alunni (incluso il volontario) e delle coppie che possiedono una carta, l'insegnante scrive la caratteristica in questione sotto il nome di chi ha alzato la mano.
7. Dopo che il volontario ha finito di leggere, si contano le caratteristiche scritte sotto ogni nome alla lavagna e si scrive il numero di fianco al nome.
8. Il bambino o la coppia di bambini il cui numero di caratteristiche comuni si avvicina di più a quello del volontario, ha il Pokémon cercato. Per verificare che il procedimento abbia funzionato correttamente, si mostrano alla classe i due Pokémon, quello del volontario e quello appena scoperto. Si deduce che si tratti di un'evoluzione dal tipo (deve essere lo stesso) e dall'aspetto (i due Pokémon non devono essere completamente diversi).

Lo stesso procedimento (perciò i passi dal numero 2 al numero 8) va ripetuto consegnando al bambino volontario il Pokémon “Seel” e infine “Pikachu” (ogni volta assieme a una nuova scheda delle caratteristiche). E’ importante seguire questo ordine.

9. Al termine, avviare la discussione finale.

**Risoluzione del gioco:**

Esaminiamo quindi nel dettaglio le soluzioni delle 3 evoluzioni (“Staravia”, “Seel” e “Pikachu”), ma prima riportiamo le caratteristiche di ogni Pokémon, che potrebbero essere utili nel caso di problemi in fase di verifica della soluzione. Per evitare fraintendimenti, la caratteristica “fluttua nell’aria” è intesa come la capacità di restare sospesi nell’aria senza però usare delle ali (quindi è diverso dal “volare”).

Nelle pagine successive è riportato l’elenco delle caratteristiche per ogni Pokémon.

- POLIWAG:
  - ha una coda
  - il suo colore principale è il blu
  - ha delle pinne
- CHARMANDER:
  - ha una coda
  - il suo colore principale è l’arancione
  - ha i denti appuntiti
  - ha una fiamma
  - ha degli artigli
- CHIKORITA:
  - ha una coda
  - il suo colore principale è il verde
  - ha una foglia
- RAICHU:
  - ha una coda
  - ha delle orecchie
  - il suo colore principale è l’arancione
  - ha dei cerchi sulle guance
- VAPOREON:
  - ha una coda
  - il suo colore principale è l’azzurro (o il blu)
  - ha delle pinne
- DEWGONG:
  - ha una coda
  - il suo colore principale è il bianco
  - ha i denti appuntiti
  - ha un corno
  - ha delle pinne

- ROSEADE:
  - il suo colore principale è il verde
  - ha dei fiori
  
- DEDENNE:
  - ha una coda
  - ha delle orecchie
  - il suo colore principale è l'arancione
  - ha dei cerchi sulle guance
  
- DRAGONITE:
  - ha una coda
  - il suo colore principale è l'arancione
  - ha delle ali
  - ha un corno
  - ha degli artigli
  
- CUBONE:
  - ha una coda
  - il suo colore principale è il marrone
  - ha delle zanne (lo si capisce dalla forma del teschio che gli ricopre la testa)
  - ha due corni (lo si capisce dalla forma del teschio che gli ricopre la testa)
  - custodisce qualche oggetto (un osso)
  
- SCEPTILE:
  - ha una coda
  - il suo colore principale è il verde
  - ha delle foglie
  - ha degli artigli
  
- GASTLY:
  - il suo colore principale è il viola
  - ha i denti appuntiti
  - fluttua nell'aria
  
- STARAPTOR:
  - ha una coda
  - ha un becco
  - il suo colore principale è il grigio
  - ha delle ali
  - ha degli artigli
  - ha delle piume
  
- DRIFLOON:
  - il suo colore principale è il viola
  - fluttua nell'aria

- PIDGEOTTO:
  - ha una coda
  - ha un becco
  - il suo colore principale è il giallo
  - ha delle ali
  - ha degli artigli
  - ha delle piume
  
- SHUPPET:
  - il suo colore principale è il viola
  - ha un corno
  - fluttua nell'aria
  
- CHANSEY:
  - ha una coda
  - il suo colore principale è il rosa
  - custodisce qualche oggetto (un uovo)
  
- GYARADOS:
  - ha una coda
  - il suo colore principale è il blu
  - ha i denti appuntiti
  - ha dei corni
  - ha delle pinne

Dalle schede per l'insegnante:

- STARAVIA:
  - ha una coda
  - ha un becco
  - il suo colore principale è il grigio
  - ha delle ali
  - ha degli artigli
  - ha delle piume
  
- SEEL:
  - ha una coda
  - il suo colore principale è il bianco
  - ha delle zanne (anche se piccole)
  - ha un corno
  - ha delle pinne
  
- PIKACHU:
  - ha una coda
  - ha delle orecchie
  - il suo colore principale è il giallo
  - ha dei cerchi sulle guance

- SWANNA:
  - ha una coda
  - ha un becco
  - il suo colore principale è il bianco
  - ha delle ali
  - ha delle piume
  
- MEGANIUM:
  - ha una coda
  - il suo colore principale è il verde
  - ha un fiore
  - ha degli artigli
  
- LARVITAR:
  - ha una coda
  - il suo colore principale è il verde
  - ha un corno
  
- MISMAGIUS:
  - il suo colore principale è il viola
  - fluttua nell'aria
  
- RATTATA:
  - ha una coda
  - ha delle orecchie
  - il suo colore principale è il viola
  - ha i denti appuntiti
  - ha degli artigli
  
- PIPLUP:
  - ha una coda
  - ha un becco
  - il suo colore principale è l'azzurro (o il blu)
  - ha delle pinne

Vediamo quindi le soluzioni alle 3 evoluzioni nel dettaglio.

#### *Prima evoluzione - “Staravia”*

Staravia ha 6 caratteristiche: ha una coda, ha un becco, il suo colore principale è il grigio, ha delle ali, ha degli artigli e ha delle piume. Bisogna quindi trovare un Pokéémon, tra tutti quelli consegnati alla classe, che abbia un numero di caratteristiche comuni il più alto possibile. Si avvicinano Dragonite, con 3 caratteristiche comuni (ha una coda, ha delle ali, ha degli artigli) e Pidgeotto, con 5 caratteristiche comuni (ha una coda, ha un becco, ha delle ali, ha degli artigli, ha delle piume), ma si nota che Staraptor ha esattamente tutte e 6 le caratteristiche di Staravia. Perciò l’evoluzione di Staravia è Staraptor (è facile accorgersene anche dall’aspetto e dal nome, che risultano essere molto simili).

### *Seconda evoluzione - "Seel"*

Seel ha le seguenti 5 caratteristiche: ha una coda, il suo colore principale è il bianco, ha delle zanne, ha un corno e ha delle pinne. Tra tutti i Pokémon, quelli con più caratteristiche in comune sono Gyarados (con 3 caratteristiche: ha una coda, ha dei corni e ha delle pinne. Non importa il numero dei corni, siccome la domanda è espressa in questo modo: "ha uno o più corni?"), Cubone (anche lui con 3 caratteristiche: ha una coda, ha delle zanne, ha due corni) e Dewgong (con ben 4 caratteristiche comuni: ha una coda, il suo colore principale è il bianco, ha un corno e ha delle pinne). L'evoluzione corretta di Seel è quindi Dewgong. Non è dunque obbligatorio che l'evoluzione abbia esattamente tutte le caratteristiche della forma precedente: in questo caso Seel ha delle zanne, mentre Dewgong ha i denti appuntiti.

### *Terza evoluzione - "Pikachu"*

Le caratteristiche di Pikachu sono 4: ha una coda, ha delle orecchie, il suo colore principale è il giallo e ha dei cerchi sulle guance. Si nota che i Pokémon che hanno il maggior numero di caratteristiche comuni con Pikachu sono Raichu e Dedenne. Entrambi hanno questi 3 aspetti in comune con Pikachu: hanno una coda, hanno delle orecchie e hanno dei cerchi sulle guance. Come capire qual è la corretta evoluzione tra le due? Verrà spiegato nella discussione conclusiva.

#### **Discussione:**

Con questa attività si vuole introdurre la classe all'**Apprendimento Automatico**, uno tra i settori principali dell'Intelligenza Artificiale. In questa disciplina, un computer viene programmato in modo tale da saper analizzare correttamente nuovi dati, basandosi su una fase di apprendimento iniziale.

Definiamo dunque i seguenti concetti:

1. **LEARNING SET** (abbreviato **LS** e tradotto significa "insieme di apprendimento"): è l'insieme dei dati che vengono forniti all'inizio al computer (da parte di una persona). Ad ogni dato è associata una **classe** specifica.

Nella fase di apprendimento iniziale, il computer impara quale classe è stata associata ad ogni dato e cerca di capirne il perchè (ovvero si domanda: "perchè quell'elemento è stato assegnato proprio a quella classe e non a quest'altra?").

La macchina prova a darsi una risposta basandosi sulle **caratteristiche** di ogni dato (fa quindi dei ragionamenti di questo tipo: "quell'elemento è stato assegnato a quella classe perchè ho notato che tutti gli elementi in quella classe hanno queste 3 caratteristiche comuni..."). E' evidente che più dati vengono forniti al computer in questa fase, più *apprende meglio*.

2. **TEST SET** (abbreviato **TS** e tradotto significa "insieme di prova"): si tratta di un insieme di *nuovi* esempi che vengono forniti al computer dopo la fase di apprendimento.

A questo punto la macchina esegue una fase di **classificazione**: sulla base di quanto ha appreso nel LS, deve assegnare le classi corrette ai nuovi esempi.

Non è detto che classifichi sempre senza errori: dipende se ha imparato a sufficienza nella fase precedente, o se si poteva fare di meglio (quindi dare al computer ancora più dati o dati più specifici).

L'Apprendimento Automatico è un campo in continua evoluzione e ha molte applicazioni, una tra queste il **riconoscimento facciale** (in cui il computer distingue una persona da un'altra basandosi sulle caratteristiche del volto, quindi la forma della bocca, del naso, il colore degli occhi...). Perciò, anche in questo caso parliamo di Learning Set e Test Set:

- il computer esegue una fase di apprendimento iniziale con i dati del Learning Set: riceve un insieme di foto di persone, e ad ognuna è associato un nome (il nome, in questo esempio, indica la classe). Il computer apprende a quale classe è associata ogni foto basandosi sui particolari del volto di ogni persona;
- in seguito, la macchina dovrà classificare i dati del Test Set, ovvero "riconoscere" una persona presente in una nuova foto assegnandola alla classe corretta (quindi dice come si chiama quella persona). Se si tratta di una persona che non era presente nel Learning Set, il computer non è in grado di riconoscerla.

Come spiegato prima, il computer potrebbe sbagliarsi e non riconoscere una persona la cui foto le era stata fornita nel Learning Set oppure potrebbe confondere alcuni individui piuttosto simili... insomma, la bravura del computer dipende sempre dalla quantità e dalla qualità dei dati che usa per fare apprendimento!

In questa attività si è voluto riprendere il meccanismo alla base del riconoscimento facciale nel caso specifico dei legami di parentela (cioè la macchina è in grado di riconoscere due componenti dello stesso nucleo familiare basandosi sulle loro foto e sulle relative somiglianze). In particolare, un certo Pokémon e la sua rispettiva evoluzione sono intesi come parenti (si può pensare che il genitore corrisponda al Pokémon evoluto, mentre il figlio al Pokémon nella forma precedente).

Quindi, nel gioco, il Learning Set è rappresentato dalle carte dei Pokémon consegnate alla classe, il Test Set invece consiste nelle carte Pokémon usate dal volontario, tratte dalla prima scheda per l'insegnante.

Nel caso di Staravia la sua evoluzione veniva riconosciuta molto facilmente siccome aveva le sue stesse caratteristiche. Anche per Seel non vi erano particolari difficoltà, in quanto solo una caratteristica cambiava tra la forma base e la sua evoluzione, mentre tutti gli altri Pokémon avevano un numero minore di caratteristiche comuni.

Invece con Pikachu si ha un esempio di apprendimento non efficiente: la sua evoluzione (ovvero Raichu) viene confusa con Dedenne, poiché hanno caratteristiche identiche, quindi un ipotetico computer non riconoscerebbe nessuna differenza tra i due e non capirebbe qual è l'evoluzione corretta. La soluzione consiste nel migliorare la fase di apprendimento iniziale: si potrebbe aggiungere una caratteristica più specifica (che hanno soltanto Raichu e Pikachu, ma non Dedenne), come le orecchie a punta oppure la coda di due colori diversi.

## 4.2 - Alberi di decisione

### Attività 2 - Classificazione di Pokémon

**Materiale necessario:** una copia delle 5 schede con le immagini dei Pokémon, almeno una ventina di copie della scheda delle caratteristiche, uno o due fogli di brutta per ogni studente e una copia delle 3 schede dei Pokémon per l'insegnante; forbici ed eventualmente colla e una quindicina di fogli di cartoncino.

**Età:** a partire dai 9 anni.

**Numero di giocatori:** attività per tutta la classe.

#### Competenze acquisite a fine attività:

Obiettivi di apprendimento al termine della classe terza della scuola primaria

Ambito algoritmi:

- O-P3-A-2. comprendere che problemi possono essere risolti mediante la loro scomposizione in parti più piccole.

Ambito dati e informazione:

- O-P3-D-2. definire l'interpretazione degli oggetti utilizzati per rappresentare l'informazione (legenda).

Obiettivi di apprendimento al termine della classe quinta della scuola primaria

Ambito programmazione:

- O-P5-P-5. esplorare l'uso della selezione a due vie per attuare azioni mutuamente esclusive all'interno di programmi semplici.

#### Preparazione:

1. Ritagliare i Pokémon dalle 5 schede e anche dalla scheda per l'insegnante, seguendo le linee tratteggiate. Volendo, possono poi essere incollati su dei pezzi di cartoncino della stessa misura, in modo da ricordare delle carte da gioco. E' consigliato che questa parte venga svolta dall'insegnante, in quanto i bambini non devono vedere altri Pokémon oltre a quello che verrà loro fornito.
2. A questo punto, consegnare ad ogni bambino la carta di un Pokémon (**attenzione:** i Pokémon dalle schede per l'insegnante non devono essere dati o mostrati alla classe!). Spiegare che la propria carta va tenuta il più possibile nascosta, in modo che i vicini non vengano a conoscenza del proprio Pokémon.  
Se alcuni bambini restano senza carte, allora si può scegliere di far lavorare alcuni alunni a coppie.
3. In seguito, informare gli studenti che su ogni carta, oltre all'immagine del Pokémon, in basso ne sono riportati il nome e il tipo.
4. Fornire ad ogni bambino uno o due fogli di brutta, a seconda della disponibilità.
5. Infine, distribuire ad ogni bambino (o coppia di bambini) la scheda delle caratteristiche.

#### Descrizione dell'attività - istruzioni:

1. Ogni studente deve compilare la scheda delle caratteristiche basandosi sul Pokémon disegnato sulla propria carta. Lasciare circa 10 minuti di tempo.
2. Nel frattempo, passare tra i banchi e controllare che i bambini compilino correttamente le schede delle caratteristiche (nella parte di risoluzione dell'attività “Pokémon ed evoluzioni” sono presenti le soluzioni per ogni Pokémon).
3. Spiegare alla classe che l'attività consiste nel disegnare dei “grafici” che raggruppino, in modo efficiente, tutte le caratteristiche di un Pokémon di un determinato tipo (ricordare che Pokémon di uno stesso tipo hanno alcune caratteristiche in comune).
4. Al termine dei 10 minuti, si chiede alla classe chi possiede un Pokémon di tipo “erba”. Alla lavagna l'insegnante scrive dunque il nome di questi Pokémon con, al di sotto, l'elenco delle loro caratteristiche.
5. Per questo primo tipo, si disegna alla lavagna il suo grafico, leggendo la relativa spiegazione (il tutto è riportato nella sezione di risoluzione del gioco). In questo modo i bambini capiscono come devono procedere.
6. In seguito, gli alunni devono provare, ognuno sul proprio foglio di brutta, a disegnare il grafico relativo al tipo “spettro”. Quindi, come alle istruzioni precedenti, bisogna prima chiedere chi abbia un Pokémon di tale tipo e se ne riporta il nome con le relative caratteristiche alla lavagna. A questo punto, gli studenti possono procedere da soli a riprodurre il grafico.
7. Dopo circa 10 minuti, riportare la soluzione del grafico alla lavagna e confrontarla con i disegni dei bambini, motivando e correggendo eventuali errori (il commento per ogni grafico è sempre riportato nella parte di risoluzione del gioco).
8. Seguire lo stesso identico procedimento per il tipo “volante” (questo grafico è più complesso, quindi è normale che i bambini abbiano delle difficoltà).
9. Infine, avviare la discussione conclusiva.

#### Risoluzione del gioco:

L'idea alla base di ogni grafico è quella di verificare se tutte le caratteristiche (individuate per il tipo in questione) valgono; se anche solo una di queste non si verifica, allora non si tratta di un Pokémon del tipo specificato. Perciò, ogni grafico è costituito da una successione di domande sulle varie caratteristiche in cui, a seconda delle risposte (che possono essere affermative o negative), si arriva a una certa conclusione.

E' importante sottolineare che, per ogni tipo, bisogna considerare solo le caratteristiche comuni a *tutti* i Pokémon di quel tipo.

La struttura generale di ogni grafico è la seguente:

- si legge dall'alto verso il basso;
- ogni pallino corrisponde a una domanda relativa a una certa caratteristica;
- al di sotto di ogni pallino partono due frecce, in cui quella a sinistra corrisponde sempre alla risposta negativa e quella destra alla risposta affermativa;
- i rettangoli in basso (chiamati *etichette*) indicano il risultato ottenuto, ovvero se un Pokémon appartiene al tipo in esame oppure no.

Per ognuno dei tre tipi, dopo aver spiegato il grafico, si fa uso di Pokémon dalle schede per l'insegnante per verificare se tale grafico è corretto o se dovrebbe essere migliorato. E' consigliato quindi proiettare le immagini di questi Pokémon oppure fare passare le relative carte tra i banchi.

Vediamo i grafici per i tre tipi richiesti.

### Primo tipo - “Erba”

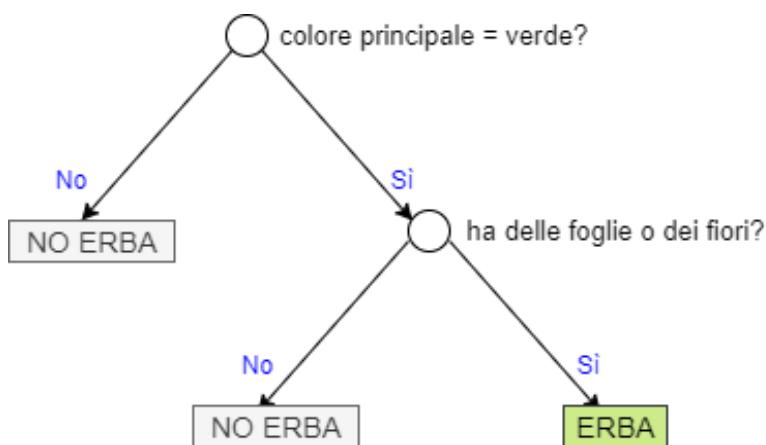
Innanzitutto, gli unici 3 Pokémon di tipo erba presenti nel gioco sono: Chikorita, Roserade e Sceptile. Le caratteristiche che bisogna considerare per il tipo erba saranno perciò:

- il loro colore principale è il verde
- hanno delle foglie o dei fiori

Si tralascia la caratteristica di avere una coda siccome soltanto Chikorita e Sceptile ce l'hanno, non Roserade (non si tratta dunque di una caratteristica comune a tutti i tipi erba).

Per lo stesso motivo, non si considera il fatto che Sceptile abbia gli artigli.

Proiettare (o riprodurre alla lavagna) il seguente grafico:



Esaminando il grafico in dettaglio si nota che al primo pallino in alto viene chiesto se il colore principale del Pokémon sia il verde: se non lo è, sappiamo a priori che non si tratta di un Pokémon di tipo erba. Se invece il suo colore principale è effettivamente il verde, si prosegue al pallino successivo, in cui si chiede se il Pokémon abbia delle foglie o dei fiori: se la risposta è negativa non si tratta di un pokémon di tipo erba, invece, in caso affermativo, abbiamo verificato che il Pokémon è di tipo erba!

(Ovviamente, l'ordine delle domande per le caratteristiche può essere diverso).

Studiamo il comportamento del grafico con alcuni Pokémon dalle schede per l'insegnante. Vediamo che per Meganium otteniamo il risultato corretto: il suo colore principale è il verde, dunque scendiamo a destra; ci chiediamo se abbia delle foglie o dei fiori (e nel suo caso ha un fiore), quindi scendiamo di nuovo a destra e arriviamo all'etichetta “erba”.

Se proviamo con un altro Pokémon, ad esempio Larvitar, alla prima domanda scendiamo a destra (il suo colore principale è il verde), ma in seguito ci viene chiesto se abbia delle foglie o dei fiori, e la risposta è negativa. Otteniamo quindi l'etichetta “no erba”, infatti si tratta di un Pokémon di tipo terra.

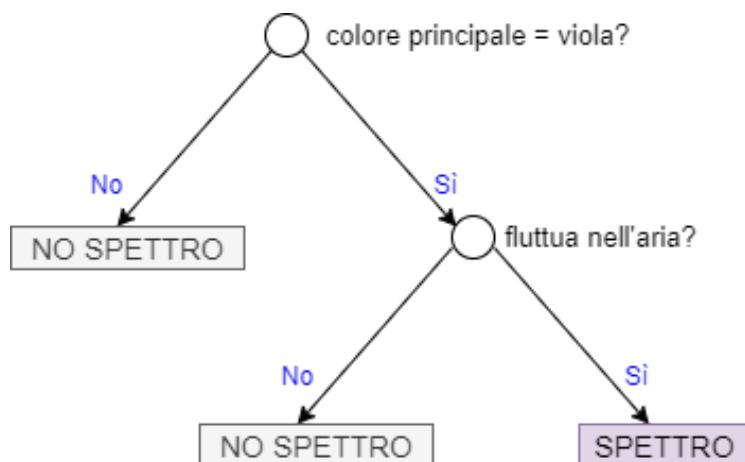
### *Secondo tipo - “Spettro”*

I Pokémon di tipo spettro consegnati alla classe sono 3: Gastly, Drifloon e Shuppet. Notiamo che le caratteristiche comuni a tutti sono le seguenti:

- il loro colore principale è il viola
- fluttuano nell'aria

Tralasciamo dunque il fatto che Gastly abbia i denti appuntiti e che Shuppet abbia un corno.

Il grafico corretto è riportato di seguito:



E' molto simile al grafico per i tipi erba (se vi sono dei dubbi, basarsi dunque sulla precedente spiegazione), cambiano solo i nomi delle etichette e le domande in corrispondenza dei due pallini (questa volta relative alle caratteristiche dei tipi spettro).

Come esempi tratti dalle schede per l'insegnante, vediamo che Mismagius è identificato correttamente come un tipo spettro: il suo colore principale è il viola, perciò scendiamo a destra; la domanda seguente chiede se Mismagius fluttui nell'aria e la risposta è affermativa, perciò si scende di nuovo a destra e si arriva all'etichetta “spettro”.

Proviamo invece con Rattata: il suo colore principale è il viola, quindi scendiamo a destra e arriviamo al pallino successivo. A questo punto ci viene chiesto se fluttui nell'aria: la risposta è ovviamente negativa e perciò otteniamo che Rattata non è un Pokémon di tipo spettro.

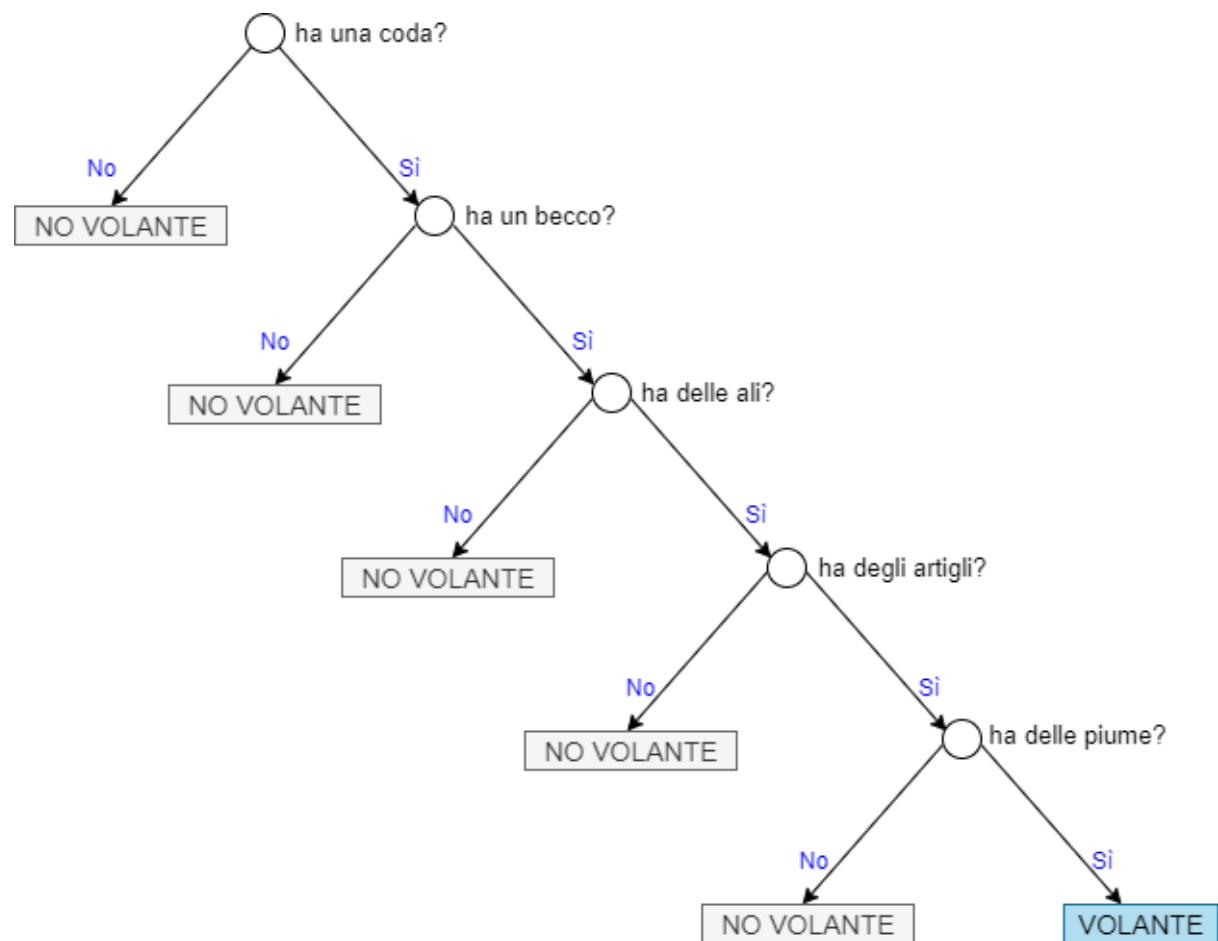
### Terzo tipo - "Volante"

Gli unici Pokémon di tipo volante che sono stati forniti ai bambini sono Staraptor e Pidgeotto.

Ecco l'elenco delle loro caratteristiche comuni:

- hanno una coda
- hanno un becco
- hanno delle ali
- hanno degli artigli
- hanno delle piume

Invece, i loro colori principali sono diversi, quindi non andremo a considerare questo aspetto. Si ottiene un grafico più lungo dei precedenti, ma il ragionamento alla base è il medesimo (non è un errore se le domande per le caratteristiche sono state scritte in un altro ordine):



Quindi, ad ogni pallino corrisponde sempre una domanda relativa ad una caratteristica e da esso partono due frecce: quella a sinistra corrisponde alla risposta negativa (e quindi all'etichetta "no volante", cioè non si tratta di un Pokémon di tipo volante), quella a destra ad una nuova domanda oppure all'etichetta "volante" (quindi il Pokémon è effettivamente di tipo volante).

Analizziamo come si comporta il grafico con alcuni Pokémon presenti nelle schede per l'insegnante.

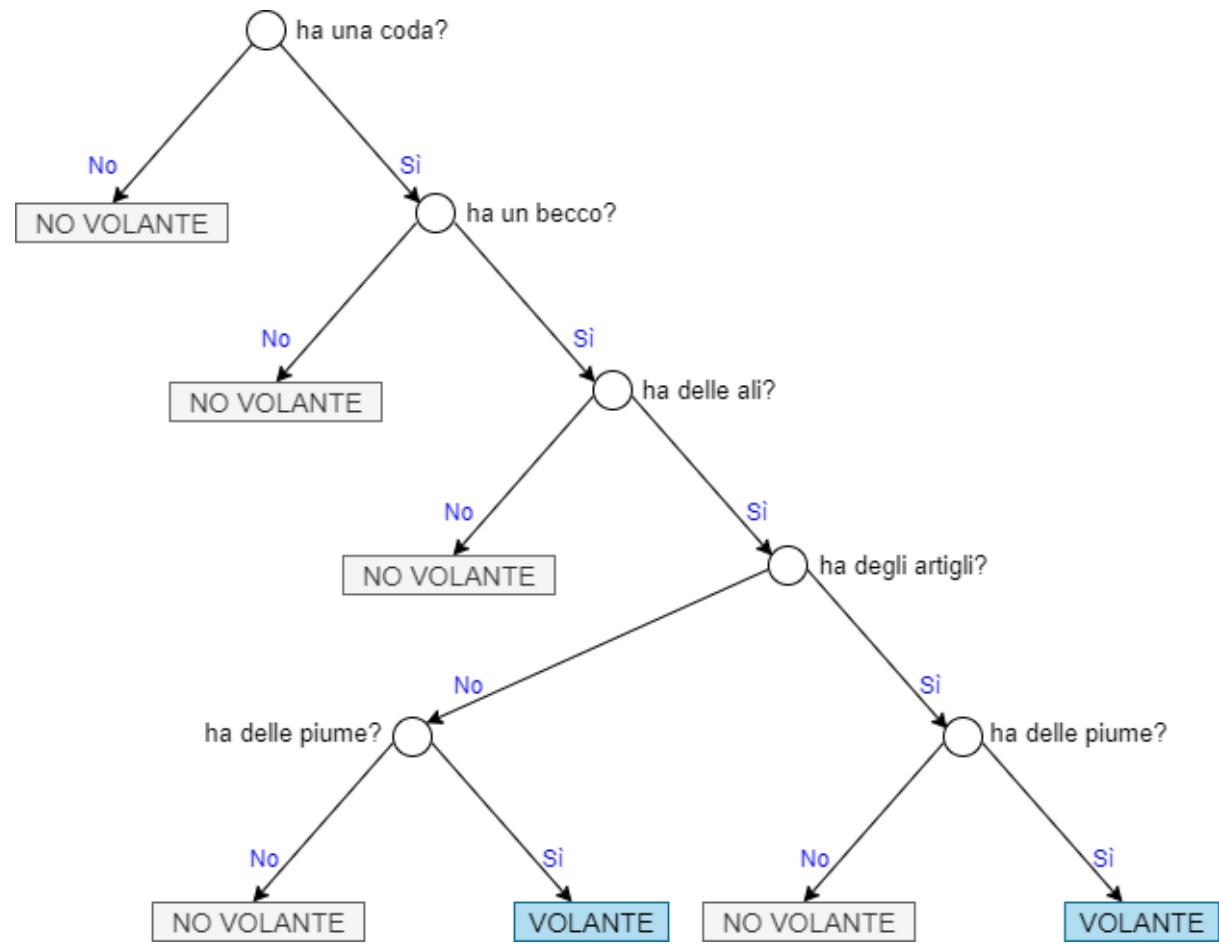
Con Staravia, il grafico restituisce il risultato atteso: infatti risponde affermativamente a tutte le domande, e quindi si ottiene un Pokémon di tipo volante.

Se invece testiamo il funzionamento del grafico con Piplup, vediamo che alla domanda "ha una coda?" risponde affermativamente, dunque si scende a destra. Alla seconda domanda, ovvero "ha un becco?" risponde di nuovo con un "sì" e quindi si prosegue a destra. Alla terza domanda ("ha delle ali?") risponde però con un "no" e quindi si deduce che non si tratta di un tipo volante (infatti è un Pokémon di tipo acqua).

A questo punto, l'insegnante mostra la carta relativa a Swanna, il quale è a tutti gli effetti di tipo volante. Il grafico precedente risulta ancora valido?

Evidentemente no: risponde affermativamente alle prime tre domande (perchè ha una coda, un becco e delle ali), ma non ha degli artigli, quindi viene classificato come un Pokémon non di tipo volante. E' evidente che il grafico vada modificato per poter includere Swanna ed eventuali altri Pokémon di tipo volante senza artigli.

Mostrare quindi alla classe il grafico precedente corretto:



In questo modo, anche se si risponde negativamente alla domanda "ha degli artigli?", in seguito viene ancora chiesto se il Pokémon in questione abbia delle piume, e da lì si deduce, come nel grafico precedente, se si tratti di un tipo volante oppure no. Ora Swanna è classificato in modo esatto, poiché ha delle piume.

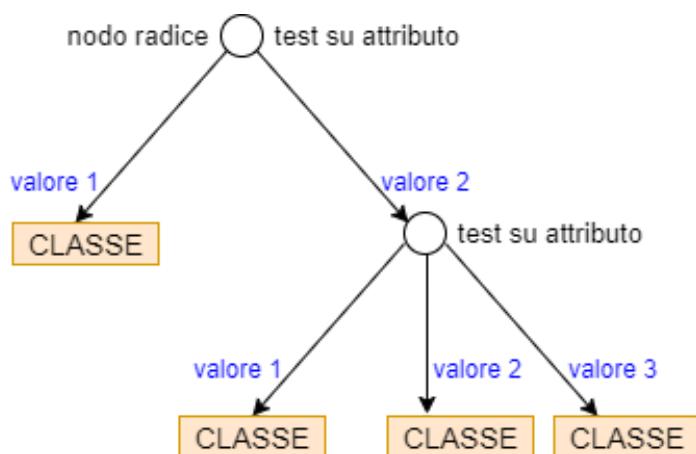
### Discussione:

Nell'attività “Pokémon ed evoluzioni”, si è parlato di Learning Set e Test Set, quindi della fase di apprendimento iniziale e della successiva fase di testing su nuovi esempi che il computer esegue.

In particolare, il risultato della fase di apprendimento iniziale è chiamato **modello**, il quale consiste in una rappresentazione astratta del Learning Set.

Il compito di un modello è fare una **classificazione**: ogni esempio che viene fornito nel Test Set deve poi essere associato alla classe corretta.

In questa attività si è voluto introdurre un particolare tipo di modello: gli **alberi di decisione**. I grafici che bisognava riprodurre per i vari tipi di Pokémon ne costituiscono degli esempi. Un albero di decisione ha questa struttura:



Ogni “pallino” prende il nome di **nodo**; in particolare, il primo nodo in alto è chiamato **nodo radice**, proprio perché questo grafico è da intendersi come un albero “rovesciato”, in cui la radice si trova in alto e, mano a mano che si scende lungo le frecce (**rami**), si arriva alle **foglie** (che corrispondono ai rettangoli finali).

Ogni nodo è un punto di scelta, in cui si esegue un **test su un attributo** specifico. Nel nostro gioco, gli attributi corrispondevano alle caratteristiche per lo specifico tipo di Pokémon: infatti, ad ogni nodo si chiedeva se una certa caratteristica fosse valida.

I **valori** numerati associati ad ogni freccia indicano le possibili risposte ad ogni test. Nel nostro caso erano sempre due in quanto le domande presupponevano una risposta di tipo sì/no, ma possono essere anche molti di più (ad esempio con una domanda del tipo “qual è il suo colore principale?” avremo almeno una decina di valori, uno per ogni possibile colore). Infine, i rettangoli in basso corrispondono alle varie **classi** che possono essere assegnate ai nuovi dati del Test Set. Nell'attività, per ogni albero di decisione, le classi erano sempre due: la prima relativa al tipo di Pokémon in esame (ad esempio, la classe “spettro”) e la seconda, più generica, indicava semplicemente che si trattava di un altro tipo, senza specificare quale (come la classe “no spettro”).

In particolare, un albero di decisione è un **modello predittivo**, poiché il suo obiettivo è quello di indicare la classe corretta per dei nuovi dati mai visti prima.

Quindi, riassumendo:

- nella fase di apprendimento iniziale, il nostro ipotetico computer apprende dal Learning Set (ovvero dalle varie carte Pokémon consegnate alla classe) il tipo di ogni Pokémon e le relative caratteristiche. E' quindi in grado di produrre un albero di decisione per un tipo specifico, basandosi sulle caratteristiche comuni tra i Pokémon di quel tipo;
- nella fase di testing, il computer riceve un insieme di nuovi Pokémon (tutti tratti dalle schede per l'insegnante, che costituiscono il Test Set) e, tramite gli alberi di decisione disegnati nella fase precedente, associa ad ogni Pokémon un'etichetta che ne indica il tipo (questa operazione è detta classificazione).

Come si è visto per il tipo volante, può avvenire che un Pokémon non venga associato alla classe corretta, dunque bisogna intervenire e modificare l'albero di decisione.

# Conclusioni

Progettare le attività didattiche presenti in questa tesi è stato molto interessante: mi sono reso conto che è possibile spiegare agli studenti (della scuola primaria e secondaria di primo grado) le idee alla base dell’Intelligenza Artificiale in maniera divertente e coinvolgente, senza annoiarli con spiegazioni puramente teoriche. Infatti, lo scopo di ogni attività è di far interiorizzare, in un primo momento, un meccanismo o dei concetti agli studenti, per poi avviare una discussione conclusiva in cui si associano dei nomi tecnici alle nozioni assimilate. In questo modo l’apprendimento risulta molto più efficace.

Inoltre, gli alunni sono maggiormente stimolati se le attività includono delle sfide o dei giochi di gruppo, così da favorire il confronto con i compagni.

Per facilitare la comprensione delle attività, è importante scegliere dei contesti ben noti ai bambini, come ad esempio il mondo degli animali.

Ho potuto constatare che, qualora vi siano concetti più complessi da spiegare (come gli algoritmi nel capitolo “Risoluzione di problemi”), l’età minima consigliata deve aumentare. Si può cercare di semplificare la lezione sfruttando giochi da tavolo, libri educativi, carte o schede da ritagliare.

Infine, ritengo utile che l’insegnamento dell’Informatica e dell’Intelligenza Artificiale venga introdotto fin dalla scuola primaria, anche sotto forma di semplici attività unplugged, affinché lo studente sviluppi già un primo approccio a queste discipline. In particolare, l’Intelligenza Artificiale è un campo in continua evoluzione, quindi, educare i bambini a questa scienza renderà le nuove generazioni più consapevoli delle sue applicazioni e dei suoi rischi e ispirerà molti di loro a diventare dei futuri lavoratori in questo settore.

# Bibliografia e Sitografia

Russel S., Norvig P., *Intelligenza Artificiale. Un approccio moderno*, San Bonico (PC), Pearson Italia, 2010, terza edizione

[1] - Smibert A., *Artificial Intelligence: Thinking Machines and Smart Robots With Science Activities for Kids*, Altona, MB, Canada, Nomad Press, 2018

[2] - Teaching Artificial Intelligence for K-12, *What Is AI*

<<http://content.educate.ericsson.net.s3.eu-north-1.amazonaws.com/learning-about-ai/what-is-ai.html>>

[3] - Williams R., Won Park H., Oh L., Breazeal C., *PopBots: Designing an Artificial Intelligence Curriculum for Early Childhood Education*, Personal Robots Group, MIT Media Lab, 2019

[4] - Touretzky D., Gardner-McCune C., Martin F., Seehorn D., *Envisioning AI for K-12: What Should Every Child Know about AI?*, The Thirty-Third AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-19), 2019

[5] - Gruppo di Lavoro “Informatica e Scuola” del CINI (Consorzio Interuniversitario Nazionale per l’Informatica), *Proposta di Indicazioni Nazionali per l’insegnamento dell’Informatica nella Scuola*, Dicembre 2017

<<https://www.consortio-cini.it/images/Proposta-Indicazioni-Nazionali-Informatica-Scuola-numerata.pdf>>

[6] - Davoli R., Bianco G., Grossi P., *CS Unplugged. Imparare l’informatica senza alcun Computer. Una collezione di attività didattiche divertenti per gli studenti delle scuole primarie*, 2015

<<https://classic.csunplugged.org/wp-content/uploads/2016/02/csunplugged-it.2015.1.0.pdf>>

[7] - Programma il Futuro, *Lezioni Tradizionali*

<<https://programmailfuturo.it/come/primaria/lezioni-tradizionali>>

[8] - Code, *CS Fundamentals Unplugged*, 2020-2021

<<https://code.org/curriculum/unplugged>>

[9] - Code, *Flash Cards*, Versione Inglese

<<https://code.org/curriculum/docs/k-5/flashCards.pdf>>

[10] - Code, *Lezione 1: I miei amici robotici*, Versione Italiana, Ultimo aggiornamento: 03/02/2018

<<https://curriculum.code.org/it-it/csf-1718/coursee/1/>>

[11] - Code, *Lezione 7: Diventare ripetitivi*, Versione Italiana, Ultimo aggiornamento: 03/02/2018

<<https://curriculum.code.org/it-it/csf-1718/coursec/7/>>

[12] - Programma il Futuro, *Programmazione su Carta a Quadretti*, Versione Italiana, Revisione 2016

<<https://programmailfuturo.it/media/docs/Lezione-04-Programmazione-su-carta-a-quadretti-v-2016.pdf>>

[13] - Programma il Futuro, *Funzioni*, Versione Italiana

<<https://programmailfuturo.it/media/docs/Lezione-08-Funzioni.pdf>>

[14] - Programma il Futuro, *Istruzioni Condizionali*, Versione Italiana

<<https://programmailfuturo.it/media/docs/Lezione-10-Istruzioni-condizionali.pdf>>

[15] - Intelligenza Artificiale Italia, *La differenze tra intelligenza artificiale Forte e Debole | intelligenzaArtificialeItalia.net*, 6 novembre 2020

<<https://www.youtube.com/watch?v=uXKzip4RPkA>>

[16] - TBS Captures, *Anakin mostra C-3PO a Padmé - Star Wars Episodio I: La Minaccia Fanstasma [ITA]*, 19 dicembre 2019

<[https://www.youtube.com/watch?v=dAGW\\_gUQnOA](https://www.youtube.com/watch?v=dAGW_gUQnOA)>

[17] - Boston Dynamics, *Handle Robot Reimagined for Logistics*, 28 marzo 2019

<[https://www.youtube.com/watch?v=5iV\\_hB08Uns](https://www.youtube.com/watch?v=5iV_hB08Uns)>

[18] - Boston Dynamics, *Do you love me?*, 29 dicembre 2020

<<https://www.youtube.com/watch?v=fn3KWM1kuAw&feature=youtu.be>>

# Appendice

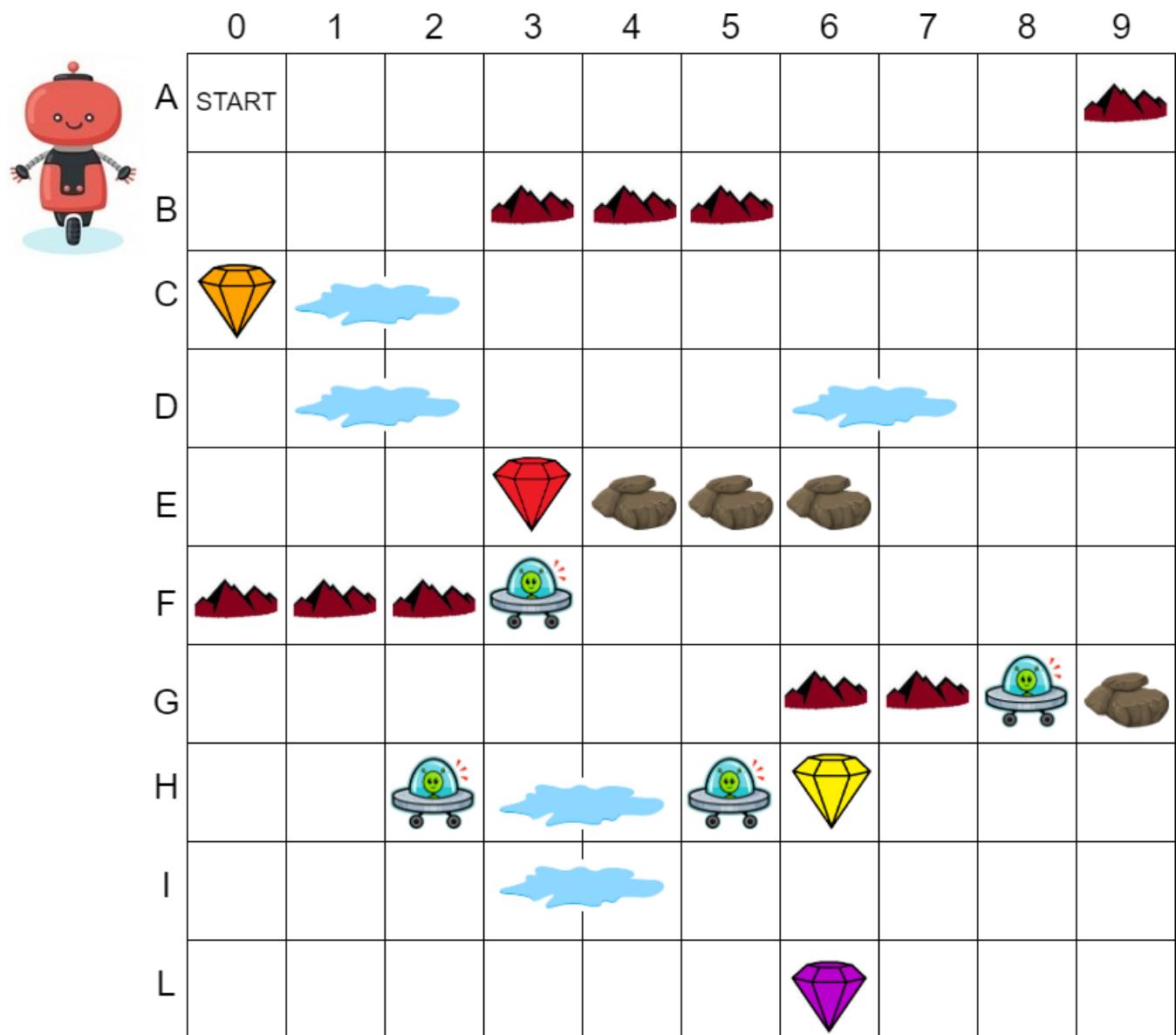
## Scheda con le domande per la stanza cinese

1. 你喜欢吃什么 (Nǐ xǐhuān chī shénme)  
Cosa ti piace mangiare?
2. 有多少人住在中国 (Yǒu duōshǎo rén zhù zài zhōngguó)  
Quante persone vivono in Cina?
3. 今天是星期几 (Jīntiān shì xīngqí jǐ)  
Che giorno della settimana è oggi?
4. 你在空闲时间做什么 (Nǐ zài kòngxián shíjiān zuò shénme)  
Cosa fai nel tuo tempo libero?
5. 秋天在每个月开始 (Qiūtiān zài năge yuè kāishǐ)  
In quale mese inizia l'autunno?
6. 巴西在哪里 (Bāxī zài nălǐ)  
Dove si trova il Brasile?
7. 你会说意大利语吗 (Nǐ huì shuō yìdàlì yǔ ma)  
Parli italiano?
8. 中国国旗是什么颜色 (Zhōngguó guóqí shì shénme yánsè)  
Di che colore è la bandiera cinese?

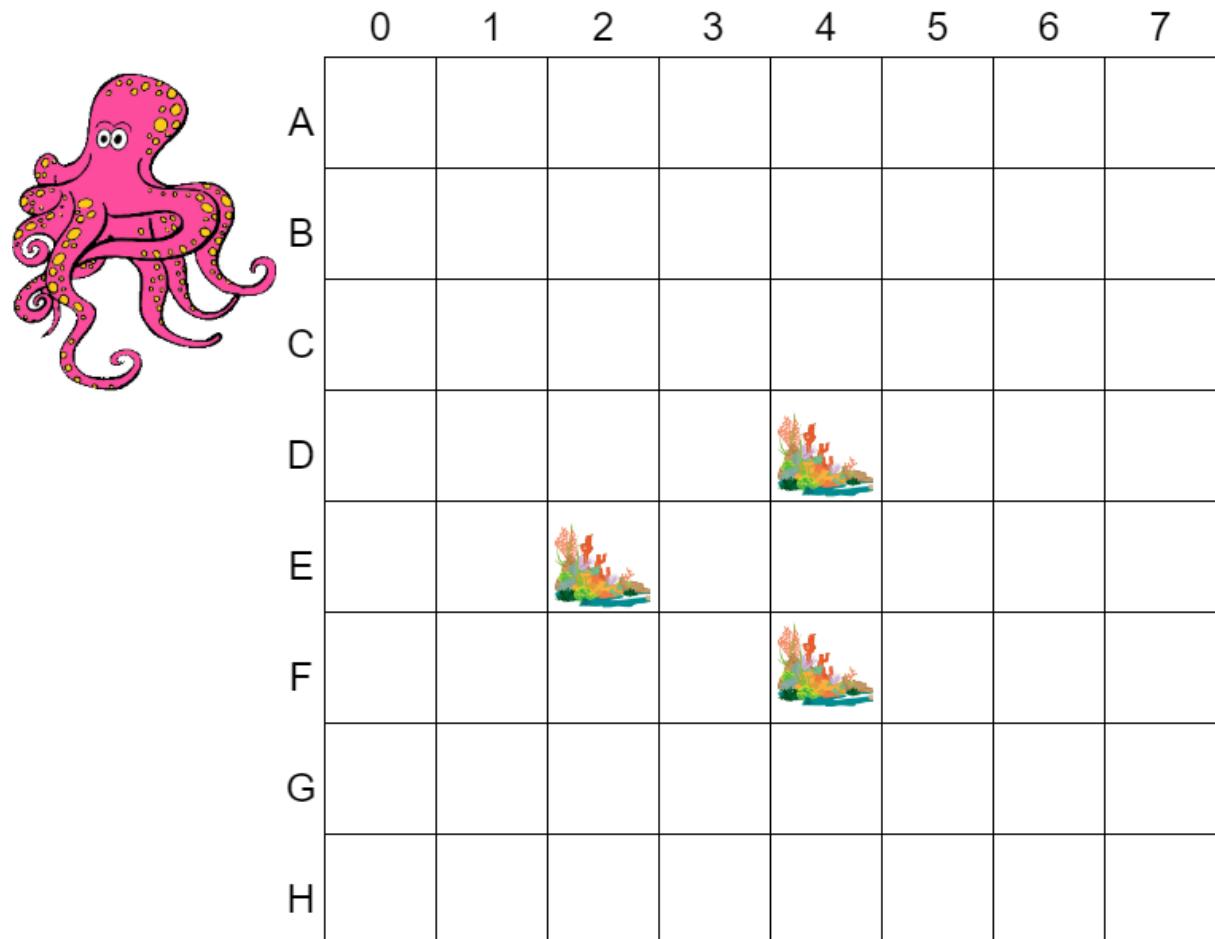
## Scheda con le domande e le risposte della stanza cinese

1. 你喜欢吃什么                                  rispondi: 春卷
2. 有多少人住在中国                                  rispondi: 约十亿
3. 今天是星期几  
  rispondi inserendo il giorno della settimana in data odierna:  
a. Lunedì: 星期一  
b. Martedì: 星期二  
c. Mercoledì: 星期三  
d. Giovedì: 星期四  
e. Venerdì: 星期五  
f. Sabato: 星期六  
g. Domenica: 星期日
4. 你在空闲时间做什么                                  rispondi: 我喜欢阅读
5. 秋天在哪个月份开始                                  rispondi: 九月
6. 巴西在哪里    rispondi: 在南美洲
7. 你会说意大利语吗    rispondi: 当然
8. 中国国旗是什么颜色    rispondi: 黄色和红色

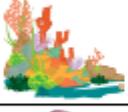
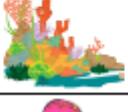
Mappa per l'attività “Un robot su Marte”



## Gli 8 polpi (prima griglia - difficoltà facile)



Gli 8 polpi (possibile soluzione alla prima griglia)

	0	1	2	3	4	5	6	7
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								

## Gli 8 polpi (seconda griglia - difficoltà intermedia)

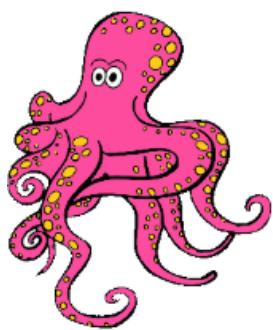


	0	1	2	3	4	5	6	7
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								

Gli 8 polpi (possibile soluzione alla seconda griglia)

	0	1	2	3	4	5	6	7
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								

Gli 8 polpi (terza griglia - per esperti)

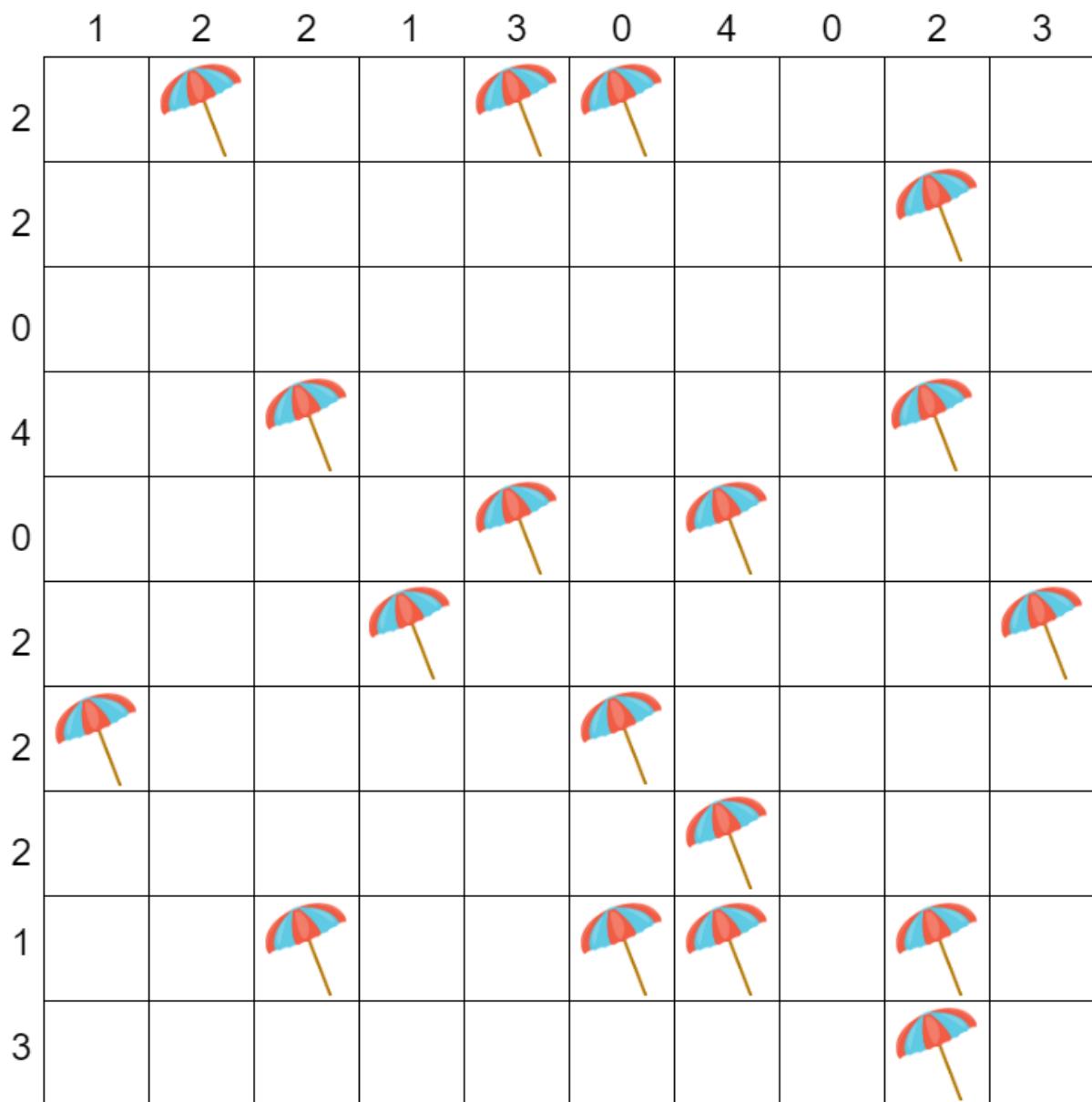


	0	1	2	3	4	5	6	7
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								

Gli 8 polpi (possibile soluzione alla terza griglia)

	0	1	2	3	4	5	6	7
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								

## Ombrelloni e secchielli



## Ombrelloni e secchielli (soluzione)

1	2	2	1	3	0	4	0	2	3
2									
2									
0									
4									
0									
2									
2									
2									
1									
3									

## Scheda delle caratteristiche dei Pokémon

Il tuo Pokémon...

- |                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| ● ha una coda?                     | Sì / No |
| ● ha delle orecchie?               | Sì / No |
| ● ha un becco?                     | Sì / No |
| ● qual è il suo colore principale? | .....   |
| ● ha i denti appuntiti?            | Sì / No |
| ● ha una fiamma?                   | Sì / No |
| ● ha delle ali?                    | Sì / No |
| ● ha delle foglie o dei fiori?     | Sì / No |
| ● ha delle zanne?                  | Sì / No |
| ● ha uno o più corni?              | Sì / No |
| ● ha delle pinne?                  | Sì / No |
| ● ha degli artigli?                | Sì / No |
| ● fluttua nell'aria?               | Sì / No |
| ● ha delle piume?                  | Sì / No |
| ● custodisce qualche oggetto?      | Sì / No |
| ● ha dei cerchi sulle guance?      | Sì / No |

## Scheda dei Pokémon (1)



POLIWAG - Tipo: ACQUA



CHARMANDER - Tipo: FUOCO



CHIKORITA - Tipo: ERBA



RAICHU - Tipo: ELETTRO

## Scheda dei Pokémon (2)



VAPOREON - Tipo: ACQUA



DEWGONG - Tipo: ACQUA

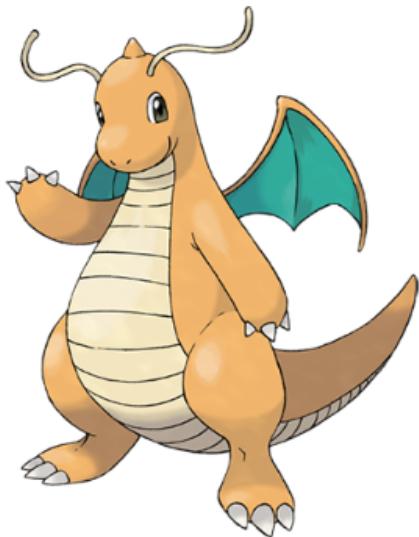


ROSERADE - Tipo: ERBA



DEDENNE - Tipo: ELETTRO

## Scheda dei Pokémon (3)



DRAGONITE - Tipo: DRAGO



CUBONE - Tipo: TERRA



SCEPTILE - Tipo: ERBA



GASTLY - Tipo: SPETTRO



## Scheda dei Pokémon (4)



STARAPTOR - Tipo: VOLANTE



DRIFLOON - Tipo: SPETTRO



PIDGEOTTO - Tipo: VOLANTE



SHUPPET - Tipo: SPETTRO



## Scheda dei Pokémon (5)



CHANSEY - Tipo: NORMALE



GYARADOS - Tipo: ACQUA

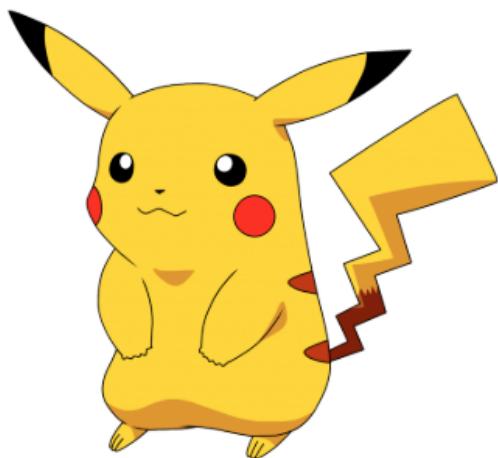
## Scheda dei Pokémon per l'insegnante (1)



STARAVIA - Tipo: VOLANTE



SEEL - Tipo: ACQUA



PIKACHU - Tipo: ELETTRICO



SWANNA - Tipo: VOLANTE



## Scheda dei Pokémon per l'insegnante (2)



MEGANIUM - Tipo: ERBA



LARVITAR - Tipo: TERRA



MISMAGIUS - Tipo: SPETTRO



RATTATA - Tipo: NORMALE



## Scheda dei Pokémon per l'insegnante (3)



PIPLUP - Tipo: ACQUA

X  
o