



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea triennale in Ingegneria Informatica e dell'Automazione

**Identificazione degli apprendimenti durante attività di robotica educativa in
classe: modellazione e analisi delle relazioni sociali**

**Modeling learning during Educational Robotics activities: the analysis of social
relationship in the classroom**

Relatore:

Prof. David Scaradozzi

Tesi di Laurea di:

Antonello Trippini

Matr. N. 1078377

Correlatore:

Ing. Laura Screpanti

A.A. 2020 / 2021

Sommario

Introduzione.....	4
1. Stato dell'Arte.....	6
1.1 Robotics in Education.....	6
1.2 Social Network Analysis.....	8
1.3 Indici.....	10
1.4 Robotica educativa e teamwork.....	12
2. Materiali e Metodi.....	13
2.1 Partecipanti.....	13
2.2 Attività di classe.....	13
2.3 Raccolta dati.....	14
2.4 Preparazione dei dati.....	16
2.5 Analisi dati.....	17
3. Risultati.....	19
3.1 Classe A.....	20
3.2 Classe B.....	32
4. Discussioni e Conclusioni.....	44
Bibliografia.....	46
Appendice.....	49
Wilcoxon Test.....	49
Test di Kruskal-Wallis.....	49
Ringraziamenti.....	51

Introduzione

Questa tesi ha lo scopo di analizzare l'effetto di un intervento di robotica educativa sulle relazioni sociali all'interno di gruppi di studenti di scuola primaria.

La robotica educativa a scuola, sin dalla primaria, avvicina gli studenti allo studio delle materie STEM (cioè quelle materie che ricadono nell'ambito di Scienza, Tecnologia, Ingegneria e Matematica) e della robotica in particolare tramite attività laboratoriali svolte in piccoli gruppi, quali programmazione e costruzione di robot. La comunicazione e la relazione tra pari viene stimolata dalle attività di gruppo; la risoluzione di sfide ed esercizi diventa un processo collaborativo che mira ad aumentare la capacità di apprendere e collaborare.

In questo contesto, si è inteso valutare l'efficacia della robotica educativa come strumento per modificare la struttura delle relazioni in classe attraverso lo studio della rete sociale delle classi, con particolare attenzione alle relazioni interne ai gruppi.

La tesi sarà così suddivisa:

- Capitolo 1: verrà descritto lo stato dell'arte, analizzando gli studi e le esperienze esistenti nell'ambito della robotica educativa e delle reti sociali.
- Capitolo 2: verranno illustrati gli strumenti, i metodi e le procedure messe in atto per valutare l'efficacia della robotica educativa come strumento per modificare la struttura delle relazioni in classe; verranno descritti i partecipanti al laboratorio di robotica, l'attività svolta dagli studenti ed il modo in cui sono stati raccolti, manipolati ed analizzati i dati.
- Capitolo 3: verranno riportati i risultati dell'analisi delle reti sociali tramite grafici e tabelle riassuntive.
- Capitolo 4: dopo una prima discussione dei risultati, verranno proposti futuri lavori per approfondire l'argomento della tesi.

1. Stato dell'Arte

1.1 Robotics in Education

Col termine Robotics in Education (RiE) si intende l'utilizzo della robotica nell'istruzione (Scaradozzi, Screpanti, Cesaretti, 2019). In base allo scopo per cui vengono utilizzati gli strumenti robotici nelle attività, possiamo distinguere quattro campi di applicazione:

- 1 Robot assistivi (Assistive Robots): l'utilizzo di strumenti robotici per aiutare studenti con disabilità fisica. Questi robot assistivi non sono stati creati per uso educativo ma per uso medico, ossia per aiutare le persone nel compiere attività di vita quotidiana, però possono essere utilizzate anche in ambito scolastico.
- 2 Robot sociali assistivi (Assistive Social Robots): robot impegnati nell'aiutare studenti con disabilità sociali. Sono definiti robot sociali assistivi poiché sono in grado di assistere gli utenti attraverso un'iterazione sociale piuttosto che fisica, per esempio aiutare nell'apprendimento un bambino con un disturbo dello spettro acustico.

- 3 Robot sociali (Social Robots): uso dei robot nell'istruzione come compagni di apprendimento o come istruttori. Questi possono essere utilizzati nell'insegnamento in diverso modo (Belpaeme, Kennedy, Ramachandran, Scassellati e Tanaka, 2018): come pari da cui apprendere e con cui collaborare o come insegnante o tutor. Sono chiamati robot sociali perché sono progettati per interagire con le persone in modo naturale e interpersonale per svolgere una varietà di compiti, incluso l'apprendimento e l'insegnamento.

- 4 Robot educativi (Educational Robots): i robot vengono utilizzati come mezzi per studiare la robotica attraverso attività laboratoriali, durante le quali di solito bisogna costruire e programmare, e anche per sviluppare abilità trasversali, come il lavoro di squadra. I robot educativi vengono utilizzati non solo per apprendere e conoscere i vari aspetti della robotica, ma anche per migliorare i rapporti tra gli alunni ed incentivare l'inclusione di bambini o ragazzi più isolati o introversi oppure di bambini o ragazzi diversamente abili (Mattioli , De Paoli , Margiotta , Molina , Fagnini , 2013).

Questa tesi si focalizzerà su esperienze di Robotica educativa, che fanno uso di robot educativi per analizzare le relazioni personali all'interno di un gruppo di studenti e valutare se il lavoro svolto abbia modificato tali relazioni.

1.2 Social Network Analysis

La necessità di studiare le relazioni tra studenti ha suggerito l'utilizzo della Social Network Analysis (SNA), o Analisi delle Reti Sociali, una moderna metodologia di analisi delle relazioni sociali, come metodo per valutare l'efficacia della ER nel favorire la nascita di relazioni sociali in classe.

I laboratori di robotica vengono così studiati attraverso l'uso di Sociogrammi (Moreno, 1956).

Come primo approccio all'analisi delle reti sociali a scuola sono stati utilizzati lavori di cooperazione per poter migliorare le relazioni all'interno di un gruppo, e valutare se ci sia stato un effettivo cambiamento dovuto all'attività svolta (Manzato, 2017).

Alcuni lavori di ricerca presenti nella letteratura scientifica hanno inteso descrivere le esperienze di lavoro derivanti da laboratori di ER mediante tecniche di SNA, studiando sia l'efficacia dei temi trattati sugli studenti, se gli insegnamenti ricevuti siano stati apprezzati o meno, sia le relazioni sociali di quel gruppo e gli eventuali cambiamenti in esso (Coding for Inclusion, 2019; Ponticorvo, Rubinacci, Marocco, Truglio, Miglino, 2020; Screpanti, Cesaretti, Storti e Scaradozzi, 2021).

Ogni tipo di aggregazione sociale può essere rappresentato in termini di unità che compongono questa aggregazione e relazioni tra queste unità. Questo tipo di rappresentazione di una struttura sociale si chiama "Social Network".

Il Social Network Analysis è un approccio ampiamente utilizzato in psicologia, come nelle scienze sociali, nell'economia e in altri campi (Martino, 2006). La particolarità di questa prospettiva è che si concentra

non sugli individui o su altre unità sociali, ma sulla relazione tra loro.

I primi studi furono realizzati da Jacob Moreno, psichiatra di origini rumene, il quale ha teorizzato un metodo di ricerca sull'analisi delle reti sociali attraverso i Sociogrammi. Questo metodo si basa su uno strumento utile per analizzare una rete sociale e per comprendere le relazioni tra i componenti della rete: la teoria dei grafi (Konig, 1936).

Usata come metodo per rappresentare una rete sociale, la teoria dei grafi si basa sulla rappresentazione grafica formata da *nodi* (i componenti della rete) ed *archi* (i collegamenti tra i vari nodi). Ogni rete sociale è descritta da una *matrice di adiacenza*, una matrice $n \times n$ in cui in ogni riga i e in ogni colonna j vengono rappresentati i nodi della rete. L'elemento della matrice di posto (i, j) è 1 se esiste nel grafo un collegamento che va dal vertice i al vertice j , altrimenti è 0.

A partire dalla matrice di adiacenza è possibile rappresentare visivamente l'informazione attraverso un "grafo" (esempio in Figura 1).

E' possibile inoltre, a partire dalla matrice di adiacenza, descrivere le proprietà delle reti tramite indici.

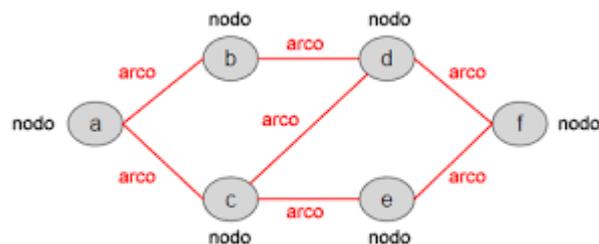


Figura 1: Un grafo con 6 nodi e 7 archi

1.3 Indici

Creata il grafico, bisogna calcolare degli indici che descrivono i nodi e gli archi della rete analizzata ossia gli indici di centralità (Iacobucci, 2018; Gramiano, 2021), nello specifico sono stati utilizzati:

- 1 **Degree Centrality**: indica quanti collegamenti fatti o ricevuti ha quello specifico nodo. Misura l'abilità di un nodo di comunicare direttamente con altri nodi:

$$k_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} = (e^T A)_i = (Ae)_i$$

dove A è la matrice di adiacenza, a_{ij} è l'elemento della matrice nella riga i e colonna j e l'elemento e rappresenta un vettore di soli 1.

Quando si usa un grafo orientato, ossia un grafo dove si fa distinzione tra collegamenti fatti e ricevuti, il grado di centralità viene calcolato in due modi diversi:

- $k_i^{in} = \sum_{j=1}^n a_{ji} = (A^T e)_i$ **In-Degree**

- $k_i^{out} = \sum_{j=1}^n a_{ij} = (Ae)_i$ **Out-Degree**

- 2 **Closeness Centrality** : indica quanto è vicino agli altri nodi della rete. È misurata in termini di cammino più breve: si calcola dividendo la grandezza della rete analizzata, data dal fattore $n-1$, per la somma di tutte le distanze $d(i, j)$ che il nodo deve percorrere per raggiungere tutti gli altri nodi della rete:

$$Cc(i) = \frac{n-1}{\sum_{j=1, i \neq j}^n d(i, j)}$$

Come nel caso del grado, anche qui se abbiamo un grafo orientato avremo due diversi indici di vicinanza:

- **In-Closeness** indica quanto un nodo è vicino a quelli da cui riceve le informazioni.
- **Out-Closeness** indica quanto un nodo è vicino a quelli a cui invia le informazioni.

- 3 **Betweenness Centrality**: indica quanto un nodo è importante nella comunicazione tra diverse parti della rete, ossia se è un punto centrale per l'unione di più sottogruppi della rete. Viene calcolato sommando tutti i rapporti tra il numero di cammini più brevi tra i due nodi che collegano il nodo j ed il nodo k passando anche per il nodo i , di cui stiamo calcolando l'indice, con il numero di cammini più brevi che collegano i due nodi.

$$Bc(i) = \sum_j \sum_k \frac{p(i, j, k)}{p(j, k)}, i \neq j \neq k$$

A differenza del degree e del closeness, non c'è una distinzione in base alla presenza di un grafo orientato, ma semplicemente $p(i, j, k)$ si riferisce ai cammini si riferisce al numero di cammini orientati dal nodo j al nodo k che passano per il nodo i, e $p(i)$ al numero totale di cammini orientati dal nodo j al nodo k.

1.4 Robotica educativa e teamwork

Un aspetto molto importante nella robotica ed in generale nell'ambito scientifico è la capacità di collaborare in gruppo.

A questo proposito si è cercato attraverso diversi tipi di laboratori di impronta scientifica di far crescere l'entusiasmo e le *social skill* per lavorare al meglio in teamwork. Con studenti di classi elementari, laboratori mirati all'educazione STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) hanno portato ottimi risultati nell'attitudine riguardo la matematica come anche nell'attitudine generale alle discipline STEM, inoltre è stata riscontrata una maggiore connessione tra gli studenti e una maggiore attitudine verso il lavoro di gruppo (Ching, Yang, Wang, Baek, Swanson, Chittoori, 2019).

Anche per gli studenti della scuola secondaria di primo grado si riportano risultati simili sia per l'entusiasmo verso le materie STEM, sia per la collaborazione e l'attitudine verso i lavori di gruppo (Arís, Orcos, 2019).

Risultati differenti invece li otteniamo studiando classi di studenti di età maggiori, come quelli delle superiori dove, dopo 8 mesi di laboratori di robotica educativa con anche l'ausilio di un gruppo di controllo, è stato evidenziato un positivo effetto riguardo le social skills e il teamwork mentre l'attitudine alle materie scientifiche non è cambiata significativamente (Kandlhofer, Steinbauer, 2015).

2. Materiali e Metodi

2.1 Partecipanti

Al fine di valutare l'efficacia della RE (robotica educativa) nel promuovere relazioni sociali all'interno della classe si è scelto di realizzare un laboratorio di RE in due classi di una scuola primaria italiana del quarto anno. Con l'aiuto degli insegnanti delle due classi, un educatore esterno si è occupato di svolgere il laboratorio di RE a 26 studenti (divisi in 7 gruppi) della classe A e a 22 studenti (divisi in 7 gruppi) della classe B.

2.2 Attività di classe

Gli studenti delle due classi, in primo luogo, sono stati coinvolti in attività legate alla riflessione sulle tematiche ambientali, come ad esempio la raccolta differenziata e la conservazione delle foreste. Dopo questa fase preliminare, gli studenti di ciascuna classe sono stati divisi in gruppi di lavoro (7 per ogni classe) composti da tre o quattro membri a scelta delle insegnanti di ciascuna delle due classi sulla base della loro esperienza pregressa con gli studenti.

Successivamente all'assegnazione dei gruppi, gli studenti sono stati coinvolti in attività di assemblaggio e programmazione di robot in 4 lezioni da 2 ore ciascuna con Scratch (<https://scratch.mit.edu/>) e Lego WeDo 1 (<https://education.lego.com/en-us/product-resources/retired-products/wedo/getting-started>), dove è stato possibile approfondire le tematiche

legate alla robotica (struttura meccanica di un robot, differenza tra robot e macchine, sensori e motori) e della programmazione (solo istruzioni sequenziali) assemblando e programmando robot educativi.

Alla fine del breve corso di robotica, hanno avuto le competenze necessarie per drammatizzare attraverso i robot una storia di loro invenzione sui temi ambientali. L'invenzione di una storia, frutto delle loro riflessioni sulle tematiche ambientali, e la rappresentazione della stessa attraverso i robot, frutto della loro competenza robotica, sono stati poi portati all'attenzione dell'intera comunità scolastica in un evento finale, valorizzando l'esperienza vissuta dagli studenti attraverso la condivisione e la partecipazione.

2.3 Raccolta dati

Agli studenti è stato chiesto di completare un questionario e un test sociometrico all'inizio (BL) e alla fine del progetto (PT). L'insegnante ha fornito le istruzioni necessarie per far comprendere le istruzioni sul foglio agli studenti.

Il test sociometrico è costituito dalle seguenti quattro domande:

- Scrivi i nomi e cognomi dei compagni di classe che vorresti come compagni di studio per una determinata materia scolastica. Puoi scrivere quanti nomi vuoi.
- Scrivi i nomi e cognomi di quei compagni di classe che non vorresti come compagni di studio per una determinata materia scolastica. Puoi scrivere quanti nomi vuoi.
- Scrivi i nomi e i cognomi dei compagni di classe che vorresti come compagni di giochi. Puoi scrivere quanti nomi vuoi.

- Scrivi i nomi e i cognomi di quei compagni di classe che non vorresti come compagni di giochi. Puoi scrivere quanti nomi vuoi.

Il test sociometrico è un metodo utilizzato per ottenere una descrizione delle relazioni interpersonali all'interno di un gruppo e per sottolineare lo stato sociale di ciascun membro. Si focalizza principalmente sulla prospettiva affettivo-relazionale (gioco) e sulla prospettiva di un gruppo che lavora per un obiettivo comune (studio).

I dati infine usando il software MS Excel sono stati registrati e inseriti in tabelle sotto forma di matrice (*matrice di adiacenza*).

Con le relative risposte si sono create quattro matrici di adiacenza (con la stessa struttura) per classe:

- scelte/rifiuti in ambito di gioco pre laboratorio (Tabella 1)
- scelte/rifiuti in ambito di gioco post laboratorio (Tabella 2)
- scelte/rifiuti in ambito di studio pre laboratorio (Tabella 3)
- scelte/rifiuti in ambito di studio post laboratorio (Tabella 4)

Tabella 1: scelte/rifiuti in ambito di gioco pre laboratorio

soggetto	4A1	4A2	4A3	4A4	4A5	4A6	4A7	4A8	4A9	4A10	4A11	4A12	4A13	4A14	4A15	4A16	4A17	4A18	4A19	4A20	4A21	4A22	4A23	4A24	4A25	4A26
4A1	99	0	-1	0	1	0	1	-1	-1	-1	99	-1	0	-1	-1	0	0	1	1	99	-1	0	-1	0	1	-1
4A2	99	0	0	0	1	0	-1	0	0	0	99	1	0	0	1	0	0	-1	0	99	0	0	0	0	0	0
4A3	99	1	0	-1	1	1	-1	1	-1	-1	99	-1	0	0	-1	0	-1	-1	1	99	1	1	1	0	0	-1
4A4	99	1	-1	0	-1	1	-1	0	-1	-1	99	-1	-1	0	-1	0	-1	-1	-1	99	-1	-1	0	0	1	0
4A5	99	1	-1	0	0	-1	1	0	-1	1	99	0	0	0	-1	0	-1	-1	1	99	0	0	-1	-1	0	0
4A6	99	1	-1	1	-1	0	-1	0	-1	-1	99	1	0	0	-1	0	-1	-1	-1	99	0	-1	0	0	1	0
4A7	99	1	-1	0	0	0	-1	-1	1	1	99	0	0	0	1	0	-1	1	-1	99	0	0	0	1	0	-1
4A8	99	1	1	-1	1	0	1	0	-1	1	99	1	0	0	-1	0	-1	1	1	99	0	1	1	0	-1	0
4A9	99	1	1	0	-1	0	-1	1	0	0	99	1	0	1	0	-1	1	0	1	99	1	1	1	-1	0	1
4A10	99	0	-1	0	1	0	1	-1	0	0	99	0	0	0	1	0	-1	0	1	99	0	-1	0	1	0	0
4A11	99	0	0	1	0	0	0	-1	0	0	99	0	0	0	-1	0	0	1	1	99	0	0	0	0	0	0
4A12	99	1	1	0	-1	1	1	1	1	1	99	0	0	1	1	1	1	1	1	99	1	1	1	1	1	1
4A13	99	-1	-1	-1	-1	1	0	0	0	-1	99	-1	0	0	-1	0	0	0	1	99	0	1	1	0	0	0
4A14	99	0	0	0	-1	-1	-1	0	-1	1	99	1	0	0	1	1	1	0	1	99	0	0	-1	-1	1	1
4A15	99	1	-1	0	1	0	1	0	0	1	99	0	0	1	0	0	-1	1	1	99	1	0	0	1	0	0
4A16	99	1	-1	0	1	-1	1	-1	-1	1	99	1	0	1	-1	0	1	-1	1	99	0	0	0	-1	0	1
4A17	99	1	-1	0	-1	0	-1	-1	1	1	99	1	0	1	1	0	0	-1	1	99	0	0	0	0	0	1
4A18	99	1	-1	1	-1	0	-1	0	0	-1	99	0	0	0	1	0	0	0	1	99	0	0	0	1	1	0
4A19	99	0	-1	0	-1	0	1	0	-1	1	99	0	0	0	-1	0	-1	-1	0	99	0	0	0	0	0	0
4A20	99	-1	1	0	0	0	1	1	0	0	99	1	0	0	0	0	0	-1	0	99	0	0	1	0	0	0
4A21	99	1	1	0	1	1	1	1	1	1	99	1	0	1	1	1	1	1	0	99	0	1	1	0	0	1
4A22	99	1	1	0	0	0	1	1	0	1	99	1	1	-1	-1	0	-1	1	1	99	-1	0	0	0	0	1
4A23	99	1	1	0	1	1	1	1	1	-1	99	1	1	0	1	0	1	1	1	99	0	1	0	0	1	0
4A24	99	-1	-1	0	-1	0	1	-1	-1	-1	99	0	0	-1	-1	0	-1	0	-1	99	-1	-1	0	0	0	1
4A25	99	1	1	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	99	0	1	0	1	0	-1	1	1	99	0	0	-1	0	0	1
4A26	99	1	-1	0	1	1	1	-1	1	1	99	1	0	1	1	0	1	-1	-1	99	1	0	1	1	1	0

Tabella 2: scelte/rifiuti in ambito di gioco post laboratorio

sogge	4A1	4A2	4A3	4A4	4A5	4A6	4A7	4A8	4A9	4A10	4A11	4A12	4A13	4A14	4A15	4A16	4A17	4A18	4A19	4A20	4A21	4A22	4A23	4A24	4A25	4A26		
target	4A1	0	0	0	1	1	1	1	0	-1	-1	-1	0	1	-1	0	0	-1	0	-1	-1	-1	0	0	1	0	0	
	4A2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	4A3	0	0	0	-1	1	0	-1	1	-1	-1	0	-1	1	0	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	
	4A4	1	0	-1	0	-1	0	-1	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	0	-1	
	4A5	1	0	-1	0	0	-1	-1	1	0	1	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	0	1	
	4A6	1	0	1	0	-1	0	-1	0	-1	1	0	0	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	
	4A7	0	0	-1	0	1	0	0	-1	0	1	0	-1	0	1	0	-1	1	0	-1	-1	0	0	0	1	0	1	
	4A8	-1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	-1	1	1	0	0	1	1	-1	-1	1	
	4A9	0	0	1	1	-1	1	-1	1	0	0	1	1	0	-1	0	0	1	-1	1	0	1	1	1	1	0	1	
	4A10	0	0	0	0	1	0	1	-1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	-1	1	0	0	1	0	0	
	4A11	-1	0	0	0	-1	1	1	1	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	
	4A12	1	0	1	0	-1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	-1	1	1	1	0	1
	4A13	-1	0	-1	-1	-1	-1	1	-1	0	-1	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	0	1	-1	0	-1
	4A14	-1	0	0	0	1	0	1	0	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	
	4A15	1	0	1	1	1	0	1	-1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
	4A16	1	0	1	1	-1	-1	1	0	0	0	1	1	0	-1	0	0	1	1	1	0	1	-1	0	1	0	1	
	4A17	0	0	0	0	1	0	0	-1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	-1	-1	0	-1	0	1	0	1	
	4A18	1	0	1	1	-1	0	1	1	0	-1	0	0	1	0	-1	0	1	0	1	1	-1	-1	1	1	1	0	
	4A19	0	0	1	-1	-1	-1	1	0	0	-1	1	0	1	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	0	1	0	-1	
	4A20	-1	0	1	-1	0	-1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	-1	1	0	1	1	0	1	0	1	
	4A21	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
	4A22	0	0	1	0	-1	-1	1	0	0	-1	0	0	1	0	-1	0	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	-1	
	4A23	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	-1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	
	4A24	0	0	0	0	-1	0	1	-1	0	-1	0	0	0	-1	1	0	0	0	-1	-1	0	0	-1	0	0	1	
	4A25	0	0	1	0	-1	0	-1	0	-1	1	0	-1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	-1	
	4A26	1	0	1	0	1	0	1	-1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	-1	0	1	1	0	1	1	0	

Tabella 3: scelte/rifiuti in ambito di studio pre laboratorio

soggetto	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26		
target	A1	0	0	-1	0	-1	1	1	-1	-1	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	0	0	-1	0	1	0		
	A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	
	A3	0	0	0	-1	0	0	-1	1	-1	-1	0	-1	0	0	-1	0	0	-1	1	0	1	0	1	-1	0	-1	
	A4	0	1	-1	0	-1	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	-1	1	0	0	0	-1	-1	0	0	
	A5	0	0	-1	0	0	0	-1	1	-1	1	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	-1	-1	0	0	
	A6	0	1	-1	1	-1	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	1	-1	1	-1	
	A7	0	0	-1	-1	-1	0	-1	-1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	1	0	0	
	A8	0	1	1	-1	0	1	1	0	-1	1	0	1	1	0	-1	-1	0	0	1	0	1	0	1	0	-1	0	
	A9	0	0	1	0	1	0	-1	1	0	0	1	0	1	-1	-1	1	1	1	0	-1	0	0	-1	0	1	0	
	A10	0	0	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	A11	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	A12	0	0	1	0	-1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	-1	0	0	0	0	1	
	A13	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
	A14	0	0	1	0	-1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	-1	0	0	1	0	-1	-1	1	1	
	A15	0	0	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	
	A16	0	0	-1	1	1	0	1	-1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	1	
	A17	0	0	-1	0	0	0	1	-1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	1
	A18	0	1	1	1	-1	1	0	1	-1	-1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	
	A19	0	0	-1	1	-1	0	1	1	-1	1	0	0	0	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	0	1	0	0	0	
	A20	0	-1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0
	A21	0	0	1	0	0	0	-1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	A22	0	0	1	0	0	0	1	0	-1	1	0	1	0	0	-1	-1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
	A23	0	1	1	0	1	0	-1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	
	A24	0	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	-1	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	
	A25	0	1	1	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	A26	0	0	-1	0	-1	1	1	-1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	

Tabella 4: scelte/rifiuti in ambito di studio post laboratorio

	soggetto	4A1	4A2	4A3	4A4	4A5	4A6	4A7	4A8	4A9	4A10	4A11	4A12	4A13	4A14	4A15	4A16	4A17	4A18	4A19	4A20	4A21	4A22	4A23	4A24	4A25	4A26
target	4A1	0	0	0	1	0	1	1	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0
	4A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4A3	0	0	0	-1	-1	0	1	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	-1	0	0	0
	4A4	0	0	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0	-1	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0
	4A5	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	1	-1	0	-1	-1	0	0	0	-1	-1	-1	0	-1	0	-1	0	0
	4A6	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
	4A7	0	0	-1	0	1	-1	0	-1	0	1	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	1	0	0
	4A8	-1	0	0	0	1	0	-1	0	1	-1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	-1	-1	1
	4A9	1	0	0	0	-1	0	-1	-1	0	0	0	1	0	-1	0	-1	1	0	0	1	-1	1	0	-1	0	-1
	4A10	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	-1	0	1	0	0
	4A11	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	4A12	1	0	0	0	-1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	-1	1	0	1	0
	4A13	-1	0	-1	-1	1	-1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	-1	-1	0	0
	4A14	-1	0	0	1	1	-1	1	0	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	-1	-1	1	-1
	4A15	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	-1	0	1	0	0
	4A16	0	0	0	0	-1	-1	1	0	0	0	0	1	0	-1	0	0	1	-1	1	1	1	-1	0	1	0	0
	4A17	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	-1
	4A18	1	0	0	1	-1	1	1	1	0	-1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
	4A19	0	0	0	-1	-1	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	4A20	-1	0	0	-1	-1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1
	4A21	0	0	1	0	-1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	-1
	4A22	0	0	0	0	-1	-1	-1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
	4A23	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
	4A24	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	-1	0	0	-1	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	-1
	4A25	0	0	0	0	-1	0	1	0	-1	1	0	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
	4A26	0	0	0	0	-1	0	1	-1	1	-1	0	1	1	1	0	1	1	-1	-1	0	-1	1	1	1	1	0

Come illustrano le tabelle (Tabella 1,Tabella 2,Tabella 3,Tabella 4),per ogni bambino è stata assegnata una colonna, dove vengono riportate le sue scelte effettuate o rifiuti effettuati, ed una riga, nella quale sono riportare le scelte o i rifiuti che gli altri bambini hanno effettuato nei suoi confronti.

Gli elementi interni alla matrice di adiacenza che ci descrivono lo stato del test sociometrico possono assumere quattro valori distinti:

- Valore 1 : indica una scelta
- Valore -1 : indica un rifiuto
- Valore 0 : indica che non è avventa né una scelta né un rifiuto
- Valore 99: indica in corrispondenza della colonna l'eventuale studente assente che quindi non ha effettuato il test sociometrico (evidenziato inoltre nelle tabelle (Tabella 1,Tabella 2,Tabella 3,Tabella 4) dalle colonne e righe evidenziate).

2.4 Preparazione dei dati

Poiché sono risultati assenti 3 bambini del gruppo A durante la compilazione del test sociometrico BL, 1 bambino del gruppo A durante il test sociometrico PT ed un bambino non ha partecipato ai lavori di gruppo, è stato necessario eliminare dalle matrici di adiacenza le righe e le colonne corrispondenti ai 5 bambini assenti sia nel test BL sia in PT in entrambi gli ambiti (gioco e studio). Questa pulizia ha modificato il numero dei bambini del gruppo A, portandoli ad un totale di 21 studenti divisi sempre in 7 gruppi . Non è stato alterato il numero dei bambini del gruppo B.

2.5 Analisi dati

I dati sono stati importati e processati tramite l'uso del linguaggio R (<https://www.r-project.org/>), un linguaggio di programmazione specifico per l'analisi statistica dei dati, all'interno dell'ambiente di sviluppo Rstudio (<https://www.rstudio.com/>), un ambiente di sviluppo nel quale poter eseguire righe di codice usando i più comuni linguaggi di programmazione come Python, usando la funzione `read_excel()` del pacchetto "`readxl`" che si utilizza per scegliere il file excel da importare, quale pagina del file usare ed il numero di colonne da considerare.

Grazie ad "`igraph`" (<https://igraph.org/>), un pacchetto per la creazione di grafici e la manipolazione di grafici e l'analisi delle reti, è stato possibile creare i sociogrammi ed infine usando il comando `plot()` del pacchetto "`base`" sono stati stampati i grafici per ogni gruppo e delle classi generali nei quali ogni nodo del sociogramma identifica il bambino (colori diversi in base al gruppo di cui facevano parte)

L'obiettivo della tesi è di valutare come si modificano le relazioni all'interno della classe e all'interno dei gruppi dopo aver svolto il laboratorio di robotica.

A questo scopo sono stati selezionati questi indici che descrivono la rete di relazioni sociali delle classi e dei gruppi attraverso i suoi collegamenti: *Degree Centrality (In Degree ed Out Degree)*, *Closeness Centrality (In Closeness ed Out Closeness)* e *Betweenness Centrality*.

Per calcolare il *degree*, il *closeness* ed il *betweenness* si utilizzano rispettivamente le funzioni *centr_degree()*, *centr_clo()* e *centr_betw()* del pacchetto "*igraph*", salvando ogni risultato dei vari indici in appositi dataframe divisi in base ai gruppi.

Per calcolare nello specifico *l'in-degree* e *l'out-degree* si adopera l'argomento "mode" della funzione *centr_degree()* settandolo su "in" per *l'in-degree* e su "out" per *l'out-degree*. Per *l'in-closeness* e *l'out-closeness* vi è la stessa procedura con la funzione *centr_clo()*.

Si è inoltre constatato con il test non parametrico di Wilcoxon (tramite *wilcox.test()* del pacchetto "base" di R), in ciascuna classe e per ogni ambito (gioco, studio), se le differenze riscontrate tra gli indici di centralità nelle condizioni (BL e PT), fossero statisticamente rilevanti o se non si potesse escludere una differenza dovuta al caso. In aggiunta si è voluto testare e mettere in evidenza differenze statistiche tra gioco e studio in ogni classe, tra scelte e rifiuti in ogni classe e tra classe A e classe B per ogni ambito (gioco e studio).

In particolare i confronti con il test di Wilcoxon sono stati i seguenti:

- Gli indici BL e gli indici PT delle classi (Wilcoxon per valori appaiati)
 - Gli indici gioco e gli indici studio delle classi (Wilcoxon per valori appaiati)
- Gli indici della classe A e gli indici della classe B per ogni modalità (Wilcoxon per valori non appaiati)

- Gli indici delle scelte e gli indici dei rifiuti per ogni classe (Wilcoxon per valori appaiati)

Si è infine voluto verificare se i 7 gruppi della classe facessero parte della stessa popolazione, e che quindi avessero stessa mediana, Per effettuare quest'ultima verifica si è utilizzato il test statistico non parametrico di *Kruskal Wallis* (mediante la funzione *kruskal.test()* del pacchetto "base" di R)

3. Risultati

Nella Figura 2 è possibile visionare i grafici a barre di entrambe le classi prima e dopo il laboratorio e in entrambe le condizioni (gioco/studio).

I colori stanno a indicare l'appartenenza a uno dei 7 gruppi.

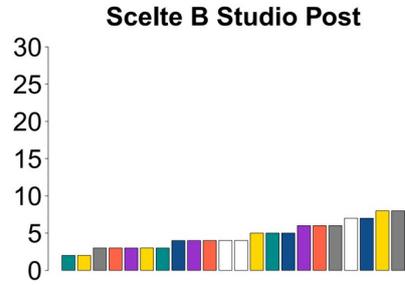
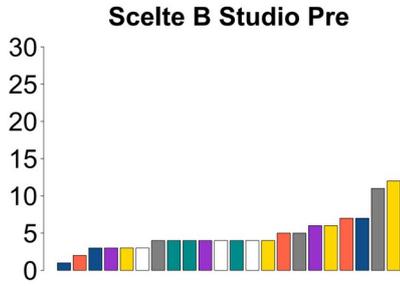
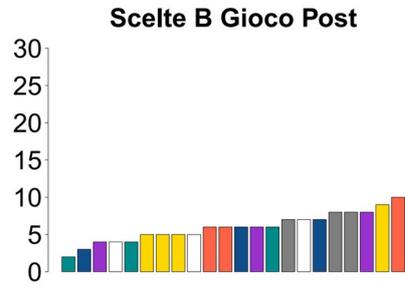
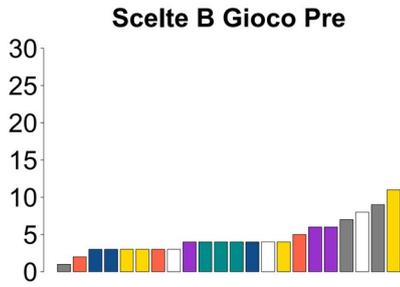
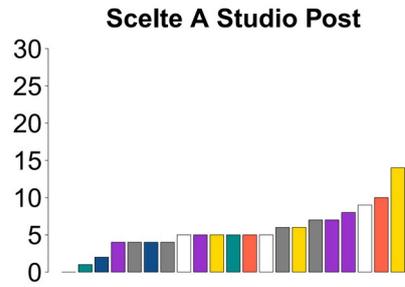
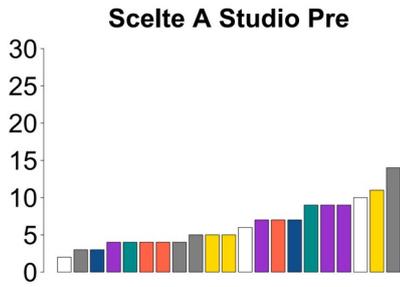
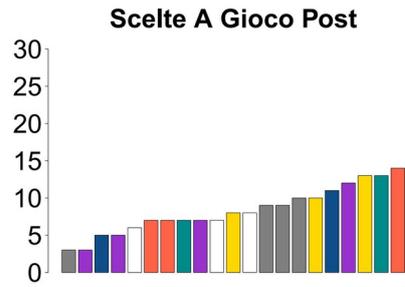
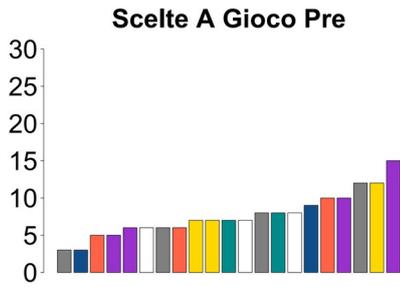


Figura 2: barplot scelte

3.1 Classe A

3.1.1 Classe

I seguenti sociogrammi, Figura 3, rappresentano le scelte e i rifiuti nei vari ambiti (gioco e studio) dove ogni elemento rappresenta uno studente e i colori rappresentano i 7 gruppi di lavoro.

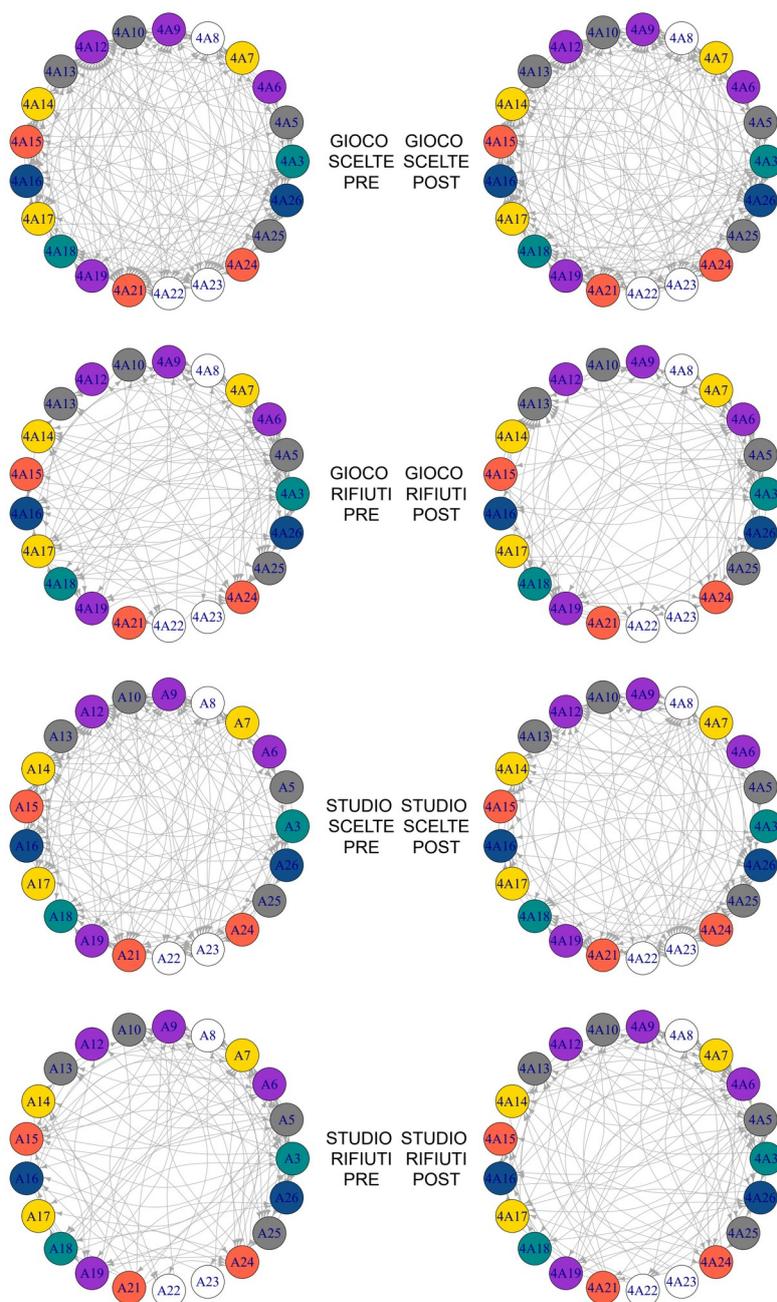


Figura 3: sociogrammi scelte/rifiuti

La successiva tabella (Tabella 5) riporta media, deviazione standard e mediana dei cinque indici scelti per l'analisi della rete dove per facilitarne la lettura è stato scelto il colore verde chiaro per evidenziare i casi in cui è stato registrato un aumento della media del indice tra prima e dopo il laboratorio, e l'arancione chiaro per simboleggiare i casi in cui i valori hanno avuto un decremento dal pre al post laboratorio.

Tabella 5: indici classe A

		CLASSE A							
		SCELTE				RIFIUTI			
		Gioco		Studio		Gioco		Studio	
		pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
In Degree	MEDIA	7,619	8,286	6,286	5,524	5,095	4,524	4,81	4,571
	SD	4,566	3,888	3,703	4,546	2,844	3,415	2,358	2,181
	MEDIANA	7	9	6	4	5	4	5	5
Out Degree	MEDIA	7,619	8,286	6,286	5,524	5,095	4,524	4,81	4,571
	SD	2,958	3,133	3,085	3,076	3,7	2,228	3,907	2,481
	MEDIANA	7	8	5	5	4	4	4	5
In Closeness	MEDIA	0,588	0,617	0,532	0,254	0,337	0,463	0,266	0,336
	SD	0,149	0,1	0,129	0,165	0,083	0,147	0,03	0,076
	MEDIANA	0,588	0,625	0,541	0,345	0,345	0,488	0,263	0,345
Out Closeness	MEDIA	0,564	0,614	0,508	0,14	0,337	0,328	0,48	0,336
	SD	0,093	0,09	0,087	0,076	0,08	0,034	0,179	0,075
	MEDIANA	0,556	0,625	0,513	0,107	0,333	0,323	0,5	0,357
Betweenness	MEDIA	16,381	13,286	20,429	8,857	18	22,571	17,905	17,762
	SD	15,95	11,374	19,031	11,157	19,661	23,749	21,452	20,814
	MEDIANA	11,382	9,355	12,545	2,517	8,783	20,468	9,224	13,5

Di seguito vengono riportate le tabelle che fanno riferimento agli indici del test statistico non parametrico di Wilcoxon-Mann-Whitney per valori appaiati.

Prima e dopo il laboratorio:

- Nella Tabella 6 si riportano gli indici e si evidenziano solo quelli significativi (in verde solo gli indici risultati significativi quindi con p-value inferiore a 0,05).
- Nella Tabella 7 si rende visibile quali tra gli indici risultati significativi siano aumentati (+) o diminuiti (-) dopo il laboratorio. Inoltre la colorazione verde, nella sezione scelte sta a significare un aumento del valore, mentre nella sezione rifiuti, una diminuzione, viceversa la colorazione arancione nella sezione scelte sta a significare una diminuzione del valore, mentre nella sezione rifiuti rappresenta un incremento.

Tabella 6

		CLASSE A			
		Scelte		Rifiuti	
		gioco	studio	gioco	studio
In Degree	V	50	128,5	98,5	100,5
	P-VALUE	0,2146	0,1798	0,1166	0,5202
Out Degree	V	95	103	77,5	88
	P-VALUE	0,7206	0,4542	0,6394	0,5352
In Closeness	V	55	231	3	19
	P-VALUE	0,1914	6,41E-05	0,0001511	0,001413
Out Closeness	V	48	231	142	196
	P-VALUE	0,03492	6,41E-05	0,173	0,005426
Betweenness	V	137	198	74	111
	P-VALUE	0,4654	0,00437	0,2549	0,8894

Tabella 7

		CLASSE A			
		Scelte		Rifiuti	
		gioco	studio	gioco	studio
In Degree					
Out Degree					
In Closeness			-	+	+
Out Closeness	+		-		-
Betweenness			-		

Tra gioco e studio:

- Nella Tabella 8 si riportano gli indici e si evidenziano solo quelli significativi (in verde solo gli indici risultati significativi quindi con p-value inferiore a 0,05).
- Nella Tabella 9 si rende visibile quali tra gli indici risultati significativi siano più alti (+) o più bassi (-) nello studio rispetto al gioco.

Tabella 8

		CLASSE A			
		Scelte		Rifiuti	
		pre	post	pre	post
In Degree	V	144	193,5	96	87
	P-VALUE	0,04842	0,000967	0,3585	0,7614
Out Degree	V	148	176	58	53
	P-VALUE	0,03153	0,001123	0,931	0,4401
In Closeness	V	140	231	210	202,5
	P-VALUE	0,01867	6,41E-05	0,001086	0,00264
Out Closeness	V	159,5	231	20	53
	P-VALUE	0,01	6,41E-05	0,001607	0,05448
Betweenness	V	99	160	114	142
	P-VALUE	0,5781	0,1262	0,751	0,3662

Tabella 9

		CLASSE A			
		Scelte		Rifiuti	
		pre	post	pre	post
In Degree		-	-		
Out Degree		-	-		
In Closeness		-	-	-	-
Out Closeness		-	-	+	
Betweenness					

Tra scelte e rifiuti:

- Nella Tabella 10 si riportano gli indici e si evidenziano solo quelli significativi (in verde solo gli indici risultati significativi quindi con p-value inferiore a 0,05).
- Nella Tabella 11 si rende visibile quali tra gli indici risultati significativi siano più alti (+) o più bassi (-) nei rifiuti rispetto alle scelte.

Tabella 10

		CLASSE A			
		Gioco		Studio	
		pre	post	pre	post
In Degree	V	157	149,5	142,5	119,5
	P-VALUE	0,1527	0,02961	0,3557	0,5997
Out Degree	V	183,5	185	143,5	84
	P-VALUE	0,01835	0,0003014	0,1544	0,1799
In Closeness	V	206	178	229	64
	P-VALUE	0,0001755	0,006797	8,57E-02	0,2197
Out Closeness	V	231	231	112	0
	P-VALUE	6,40E-02	6,40E-02	0,8083	9,57E-02
Betweenness	V	111	85	122	64
	P-VALUE	0,8894	0,2971	0,8348	0,1305

Tabella 11

		CLASSE A			
		Gioco		Studio	
		pre	post	pre	post
In Degree			-		
Out Degree		-	-		
In Closeness		-	-		
Out Closeness					
Betweenness					

3.1.2 Gruppi

I seguenti sociogrammi (Figura 4, Figura 5, Figura 6, Figura 7) rappresentano le scelte e i rifiuti nei vari ambiti (gioco e studio) prima e dopo il laboratorio, dove ogni elemento rappresenta uno studente e i colori rappresentano i 7 gruppi di lavoro:

• Scelte

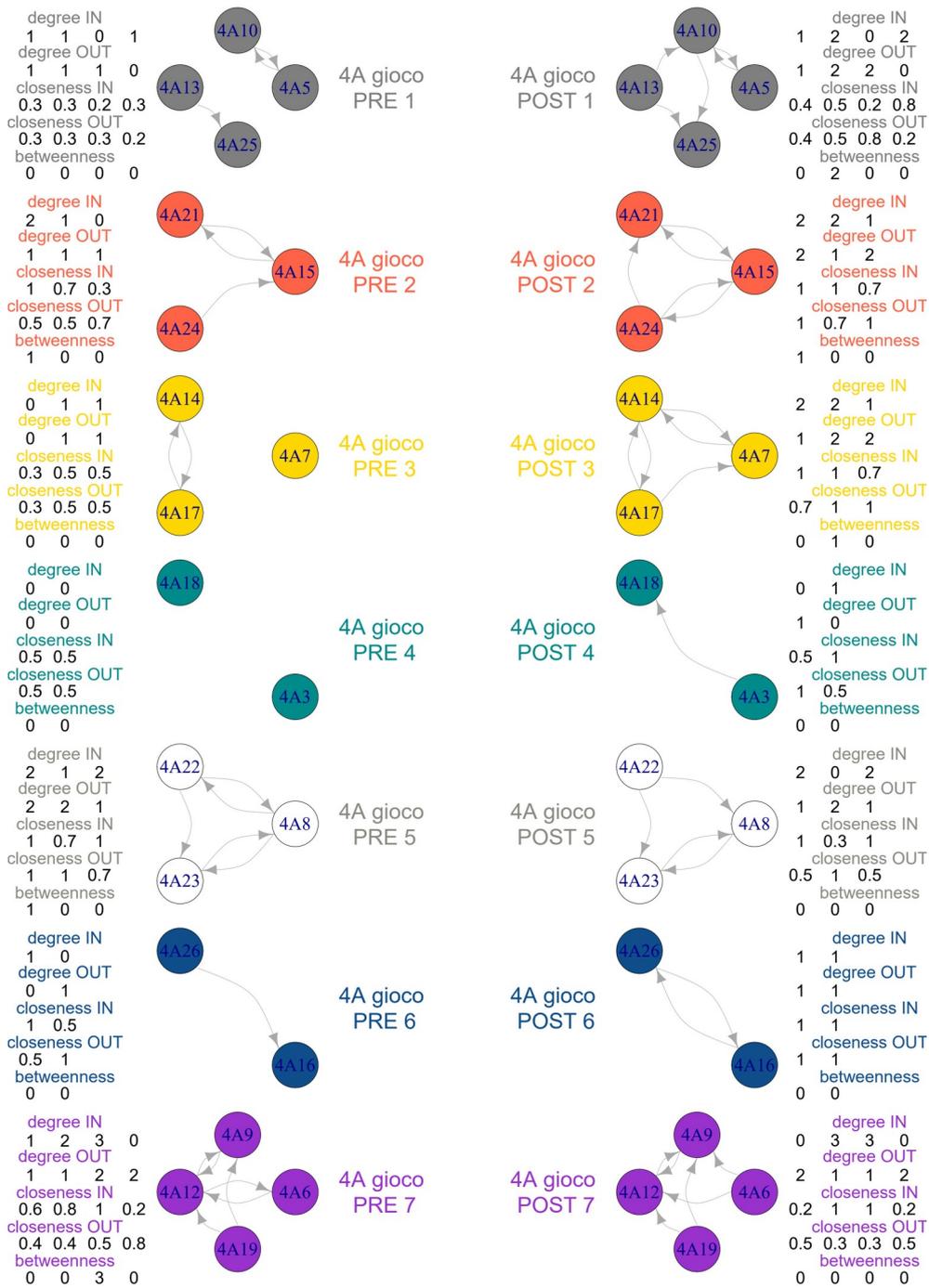


Figura 4: sociogrammi gruppi classe A gioco scelte

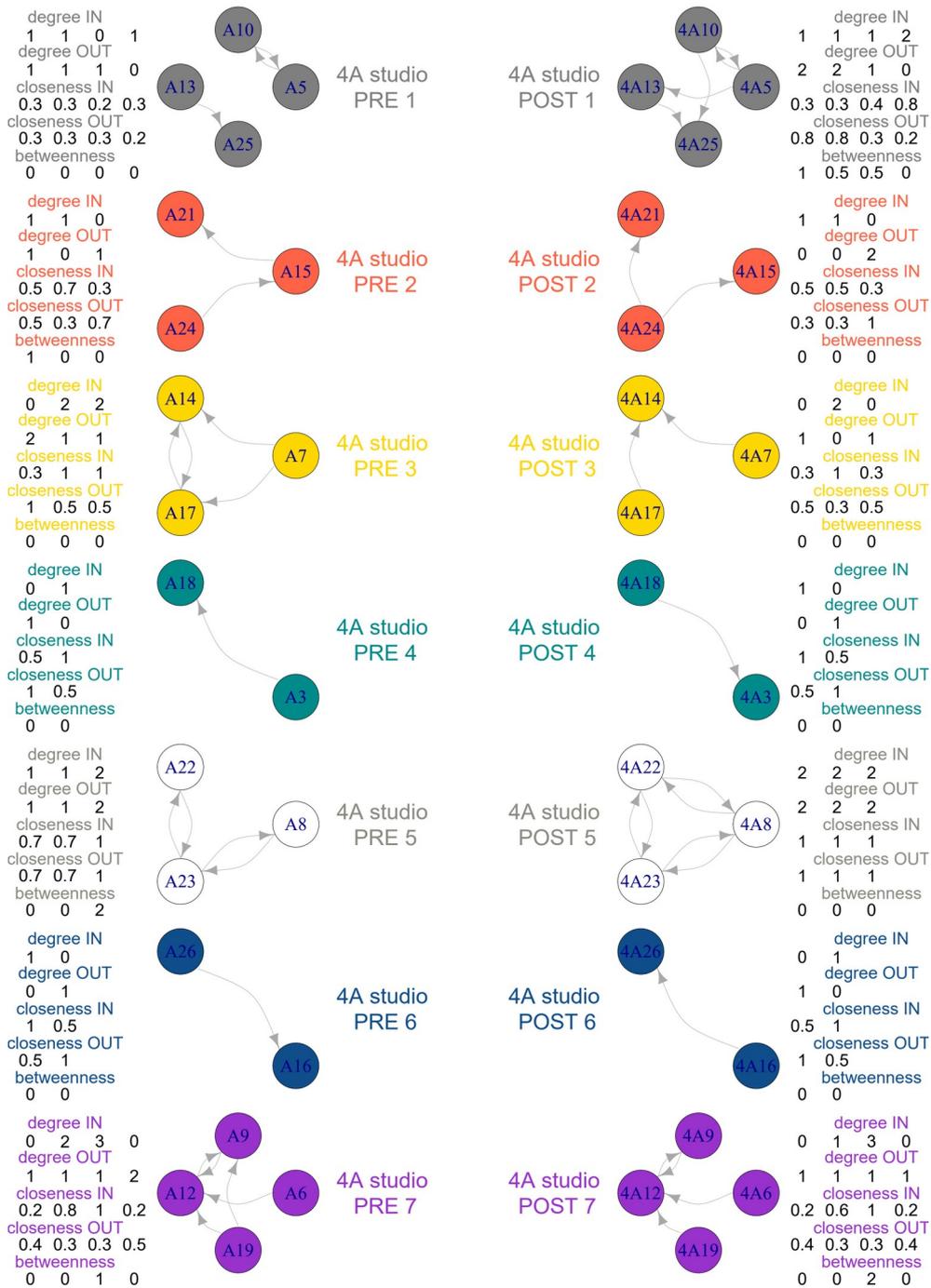


Figura 5: sociogrammi gruppi classe A studio scelte

• **Rifiuti**

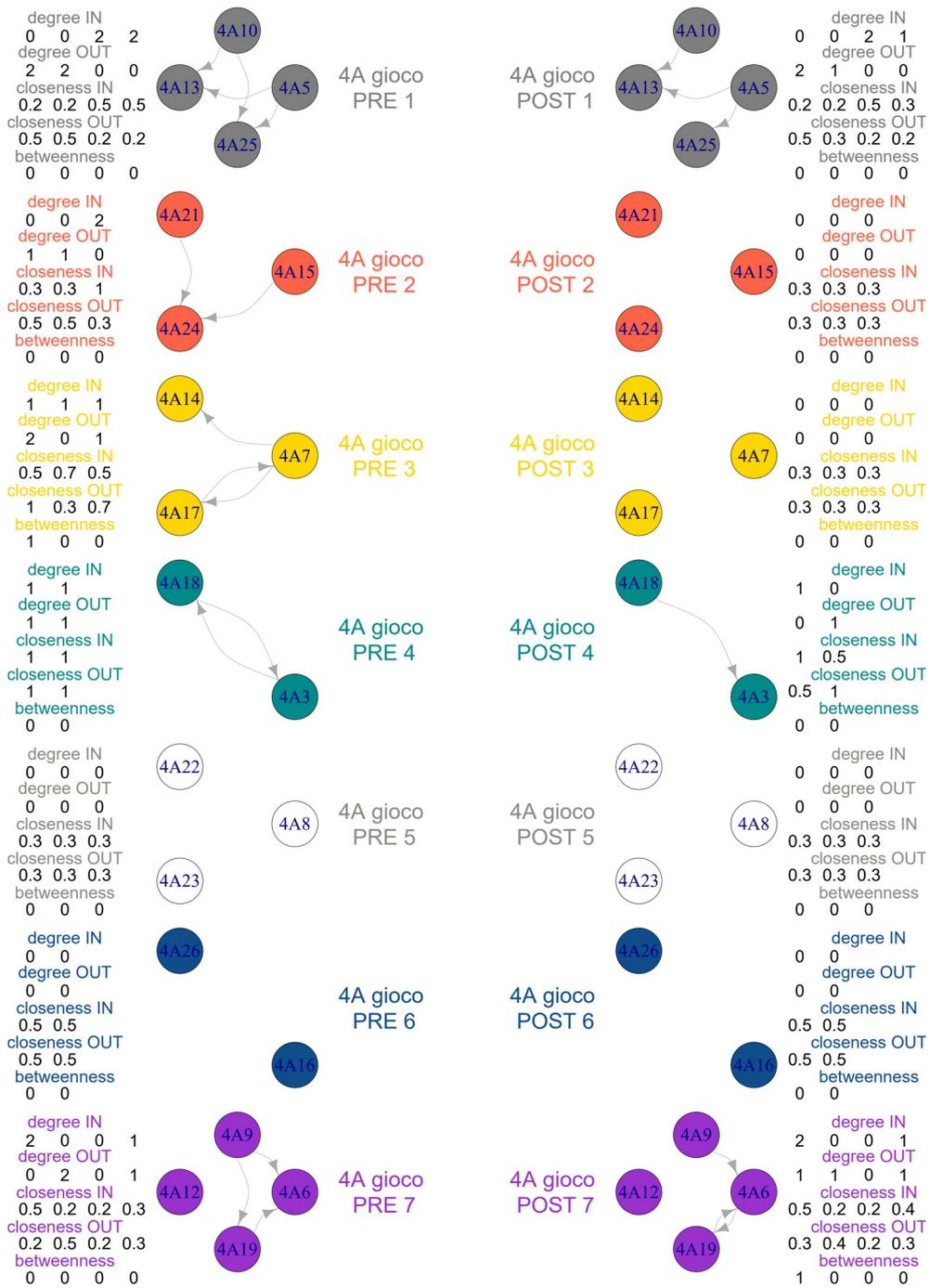


Figura 6: sociogrammi gruppi classe A gioco rifiuti

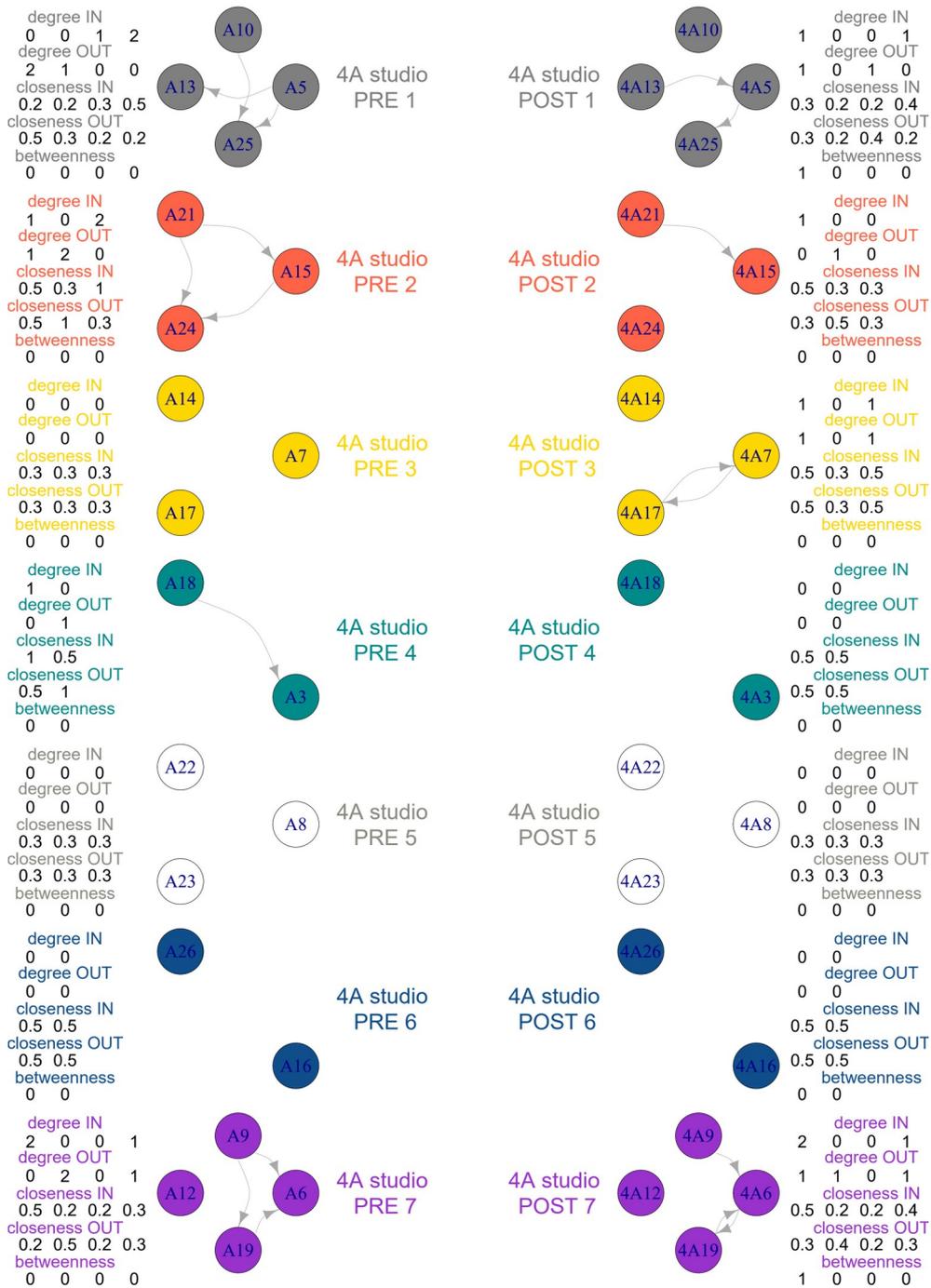


Figura 7: sociogrammi gruppi classe A studio rifiuti

Nella Tabella 12 si riportano i risultati ottenuti attraverso il test non parametrico di *Kruskal Wallis* che ha come compito quello di stabilire se i 7 gruppi della classe presentano la stessa (o simile) mediana per ogni indice, quindi per verificare che facciano parte della stessa popolazione, in giallo gli indici in cui i 7 gruppi non presentano la stessa mediana.

Tabella 12: *Kruskal Wallis*

		CLASSE A							
		SCELTE				RIFIUTI			
		Gioco		Studio		Gioco		Studio	
		pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
In Degree		chi-squared = 7.3111, df = 6, p-value = 0.293	chi-squared = 2.8268, df = 6, p-value = 0.8303	chi-squared = 3.0373, df = 6, p-value = 0.8042	chi-squared = 6.9191, df = 6, p-value = 0.3284	chi-squared = 6.2824, df = 6, p-value = 0.3923	chi-squared = 6.7836, df = 6, p-value = 0.3413	chi-squared = 6.2916, df = 6, p-value = 0.3913	chi-squared = 5.6183, df = 6, p-value = 0.4673
Out Degree		chi-squared = 11.989, df = 6, p-value = 0.06222	chi-squared = 5.2313, df = 6, p-value = 0.5145	chi-squared = 7.0674, df = 6, p-value = 0.3147	chi-squared = 8.1944, df = 6, p-value = 0.2242	chi-squared = 5.6601, df = 6, p-value = 0.4623	chi-squared = 9.0938, df = 6, p-value = 0.1684	chi-squared = 6.2916, df = 6, p-value = 0.3913	chi-squared = 7.5481, df = 6, p-value = 0.2731
In Closeness		chi-squared = 10.319, df = 6, p-value = 0.1118	chi-squared = 6.4441, df = 6, p-value = 0.3753	chi-squared = 7.5916, df = 6, p-value = 0.2696	chi-squared = 7.5682, df = 6, p-value = 0.2715	chi-squared = 10.627, df = 6, p-value = 0.1006	chi-squared = 9.0651, df = 6, p-value = 0.17	chi-squared = 10.028, df = 6, p-value = 0.1235	chi-squared = 9.6538, df = 6, p-value = 0.14
Out Closeness		chi-squared = 14.514, df = 6, p-value = 0.02439	chi-squared = 12.407, df = 6, p-value = 0.05348	chi-squared = 13.822, df = 6, p-value = 0.03169	chi-squared = 9.7799, df = 6, p-value = 0.1342	chi-squared = 10.529, df = 6, p-value = 0.1041	chi-squared = 10.778, df = 6, p-value = 0.09548	chi-squared = 10.028, df = 6, p-value = 0.1235	chi-squared = 11.429, df = 6, p-value = 0.076
Betweenness		chi-squared = 3.6827, df = 6, p-value = 0.7195	chi-squared = 3.6827, df = 6, p-value = 0.7195	chi-squared = 3.8713, df = 6, p-value = 0.6941	chi-squared = 9.7925, df = 6, p-value = 0.1337	chi-squared = 6, df = 6, p-value = 0.4232	chi-squared = 4.25, df = 6, p-value = 0.6429	chi-squared = NaN, df = 6, p-value = NA	chi-squared = 3.4211, df = 6, p-value = 0.7544

3.2 Classe B

3.2.1 Classe

I seguenti sociogrammi, Figura 8, rappresentano le scelte e i rifiuti nei vari ambiti (gioco e studio) dove ogni elemento rappresenta uno studente e i colori rappresentano i 7 gruppi di lavoro.

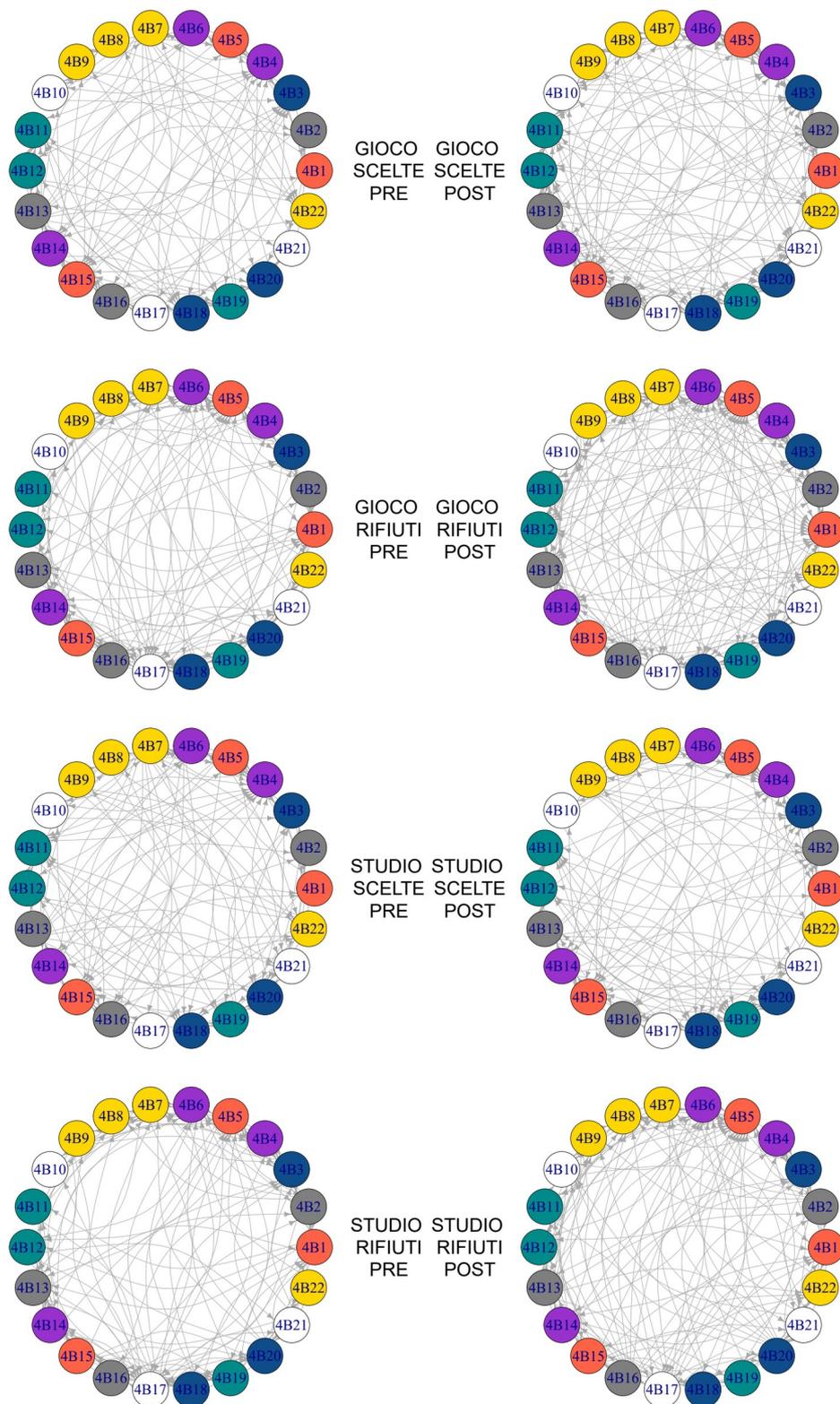


Figura 8: sociogrammi scelte/rifiuti

La successiva tabella (Tabella 13) riporta media, deviazione standard e mediana dei cinque indici scelti per l'analisi della rete dove per facilitarne la lettura è stato scelto il colore verde chiaro per evidenziare i casi in cui è stato registrato un aumento della media del indice tra prima e dopo il laboratorio, e l'arancione chiaro per simboleggiare i casi in cui i valori hanno avuto un decremento dal pre al post laboratorio.

Tabella 13: indici classe B

CLASSE B									
SCELTE				RIFIUTI					
Gioco		Studio		Gioco		Studio			
pre	post	pre	post	pre	post	pre	post		
4,59	5,95	4,82	4,636	4,95	6,23	5,18	5,64	MEDIA	In Degree
2,13	2,13	2,67	2,682	3,42	2,79	2,7	3	SD	
4	6,5	5	4	4	6	5	5	MEDIANA	
4,59	5,95	4,82	4,636	4,95	6,23	5,18	5,64	MEDIA	Out Degree
2,38	1,96	2,61	1,814	2,84	3,64	3,05	3,82	SD	
4	6	4	4	4	5,5	5	5	MEDIANA	
0,434	0,469	0,463	0,261	0,498	0,536	0,503	0,491	MEDIA	In Closeness
0,073	0,088	0,095	0,21	0,097	0,079	0,083	0,09	SD	
0,443	0,472	0,467	0,097	0,494	0,532	0,5	0,478	MEDIANA	
0,439	0,466	0,457	0,295	0,495	0,544	0,508	0,506	MEDIA	Out Closeness
0,091	0,08	0,085	0,194	0,089	0,107	0,098	0,126	SD	
0,42	0,477	0,447	0,412	0,5	0,532	0,519	0,489	MEDIANA	
28,59	25,36	26,41	16,91	22,68	19	21,91	23,27	MEDIA	Betweenness
25,28	23,94	22,62	15,02	31,09	21,11	29,21	25,35	SD	
23,41	18,78	21,73	10,33	12,69	8,92	12,34	11,77	MEDIANA	

di seguito vengono riportate le tabelle che fanno riferimento agli indici del test statistico non parametrico di Wilcoxon-Mann-Whitney per valori appaiati.

Prima e dopo il laboratorio:

- Nella Tabella 14 si riportano gli indici e si evidenziano solo quelli significativi (in verde solo gli indici risultati significativi quindi con p-value inferiore a 0,05).
- Nella Tabella 15 si rende visibile quali tra gli indici risultati significativi siano aumentati (+) o diminuiti (-) dopo il laboratorio. Inoltre la colorazione verde, nella sezione scelte sta a significare un aumento del valore, mentre nella sezione rifiuti, una diminuzione, viceversa la colorazione arancione nella sezione scelte sta a significare una diminuzione del valore, mentre nella sezione rifiuti rappresenta un incremento.

Tabella 14

CLASSE B					
Scelte		Rifiuti			
gioco	studio	gioco	studio		
29	112,5	33,5	76	In Degree	V
0,004378	0,486	0,02373	0,6926		P-VALUE
42	98,5	51,5	72	Out Degree	V
0,03293	0,9025	0,07821	0,5695		P-VALUE
55	223	47,5	131	In Closeness	V
0,03703	0,001828	0,01896	0,3411		P-VALUE
96	214	48	107	Out Closeness	V
0,3301	0,004735	0,03492	0,9553		P-VALUE
134	187	144	118	Betweenness	V
0,8202	0,05142	0,581	0,7951		P-VALUE

Tabella 15

CLASSE B				
Scelte		Rifiuti		
gioco	studio	gioco	studio	
+		+		In Degree
+				Out Degree
+	-	+		In Closeness
	-	+		Out Closeness
				Betweenness

Tra gioco e studio:

- Nella Tabella 16 si riportano gli indici e si evidenziano solo quelli significativi (in verde solo gli indici risultati significativi quindi con p-value inferiore a 0,05).
- Nella Tabella 17 si rende visibile quali tra gli indici risultati significativi siano più alti (+) o più bassi (-) nello studio rispetto al gioco.

Tabella 16

CLASSE B					
Scelte		Rifuti			
pre	post	pre	post		
38	138,5	64,5	128	In Degree	W
0,615	0,003297	0,5761	0,1837		P-VALUE
33	123,5	25	97	Out Degree	W
0,6632	0,02674	0,4918	0,1258		P-VALUE
29	230	114	152,5	In Closeness	W
0,01474	7,42E-05	0,6968	0,02179		P-VALUE
83,5	247	70,5	184	Out Closeness	W
0,2735	9,77E-05	0,334	0,0181		P-VALUE
145	161	129	99	Betweenness	W
0,559	0,2697	0,6514	0,3807		P-VALUE

Tabella 17

CLASSE B					
Scelte		Rifuti			
pre	post	pre	post		
	-			In Degree	
	-			Out Degree	
+			-	In Closeness	
	-		-	Out Closeness	
				Betweenness	

Tra scelte e rifiuti:

- Nella Tabella 18 si riportano gli indici e si evidenziano solo quelli significativi (in verde solo gli indici risultati significativi quindi con p-value inferiore a 0,05).
- Nella Tabella 19 si rende visibile quali tra gli indici risultati significativi siano più alti (+) o più bassi (-) nei rifiuti rispetto alle scelte.

Tabella 18

CLASSE B					
Gioco		Studio			
pre	post	pre	post		
107,5	88	103	90	In Degree	V
0,9402	0,7928	0,6757	0,3838		P-VALUE
78,5	83	58,5	81	Out Degree	V
776	0,9303	0,6391	0,3759		P-VALUE
63,5	54	79	29	In Closeness	V
0,04242	0,03399	0,2108	0,002795		P-VALUE
55	47	64	25	Out Closeness	V
0,03703	0,01032	0,07629	0,001759		P-VALUE
156	146	165	104	Betweenness	V
0,3464	0,5373	0,2173	0,4751		P-VALUE

Tabella 19

CLASSE B				
Gioco		Studio		
pre	post	pre	post	
				In Degree
				Out Degree
+	+		+	In Closeness
+	+		+	Out Closeness
				Betweenness

3.2.2 Gruppi

I seguenti sociogrammi (Figura 9, Figura 10, Figura 11, Figura 12) rappresentano le scelte e i rifiuti nei vari ambiti (gioco e studio) prima e dopo il laboratorio, dove ogni elemento rappresenta uno studente e i colori rappresentano i 7 gruppi di lavoro:

• Scelte

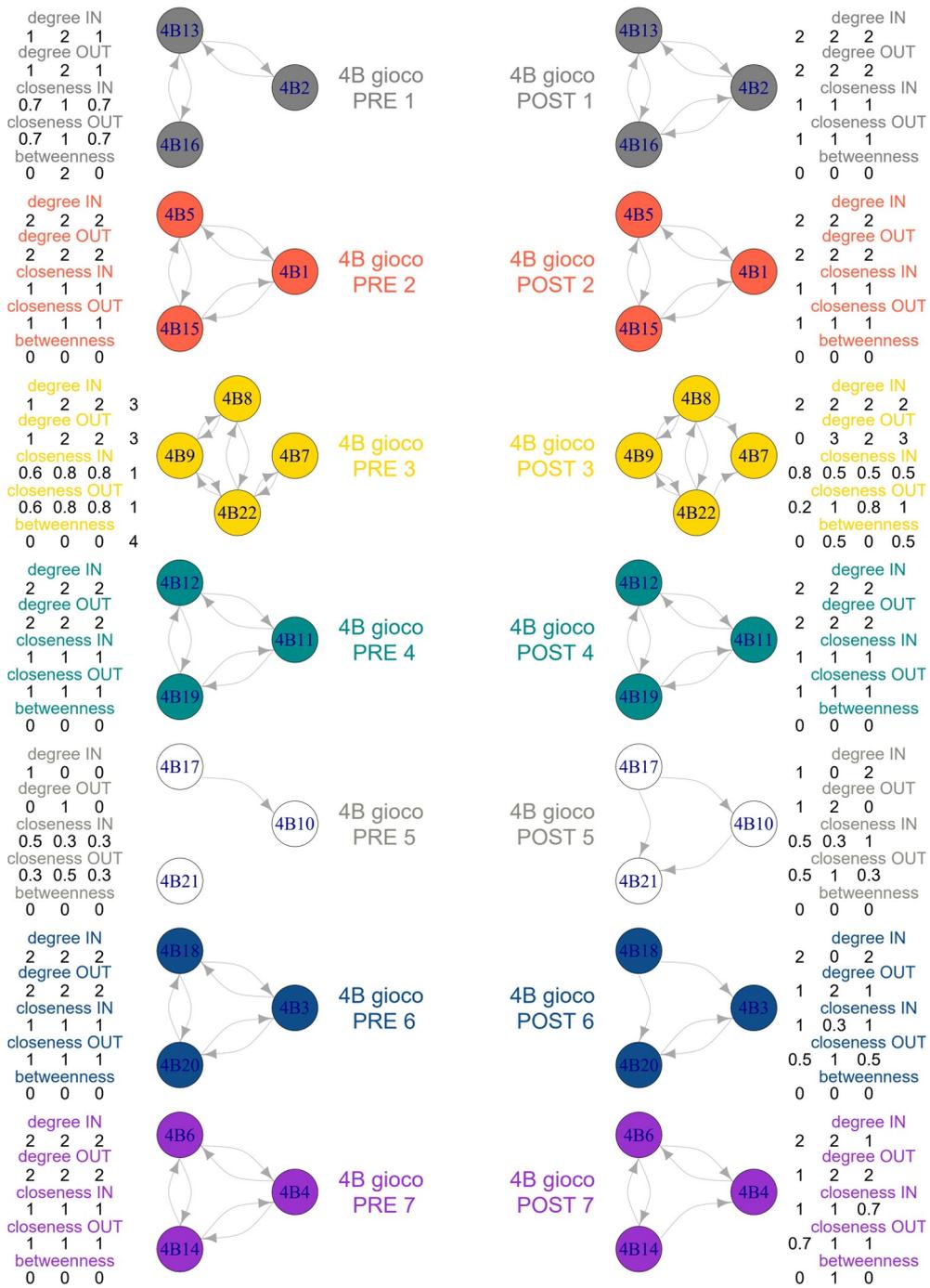


Figura 9: sociogrammi gruppi classe B gioco scelte

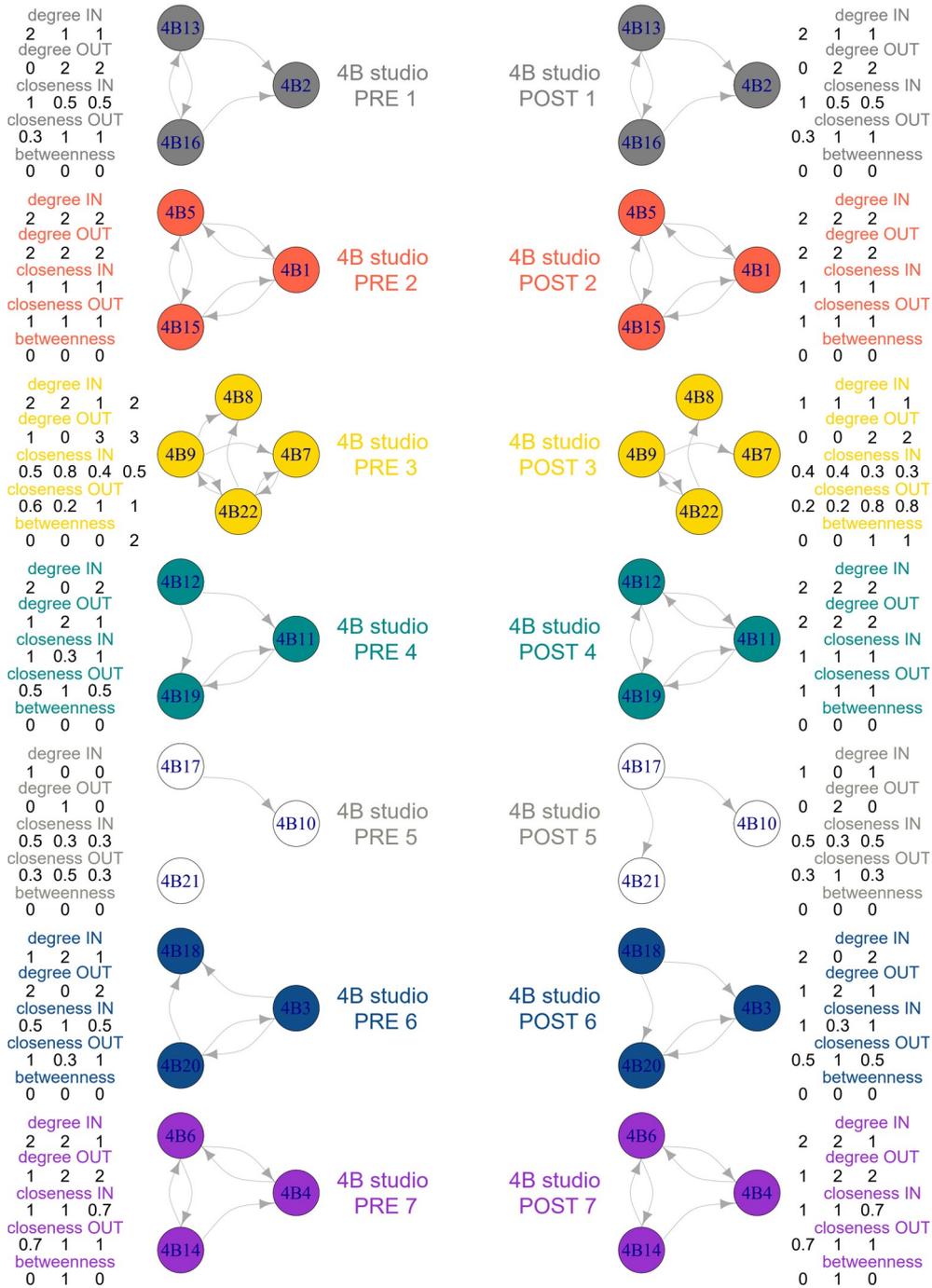


Figura 10: sociogrammi gruppi classe B studio scelte

• **Rifiuti**

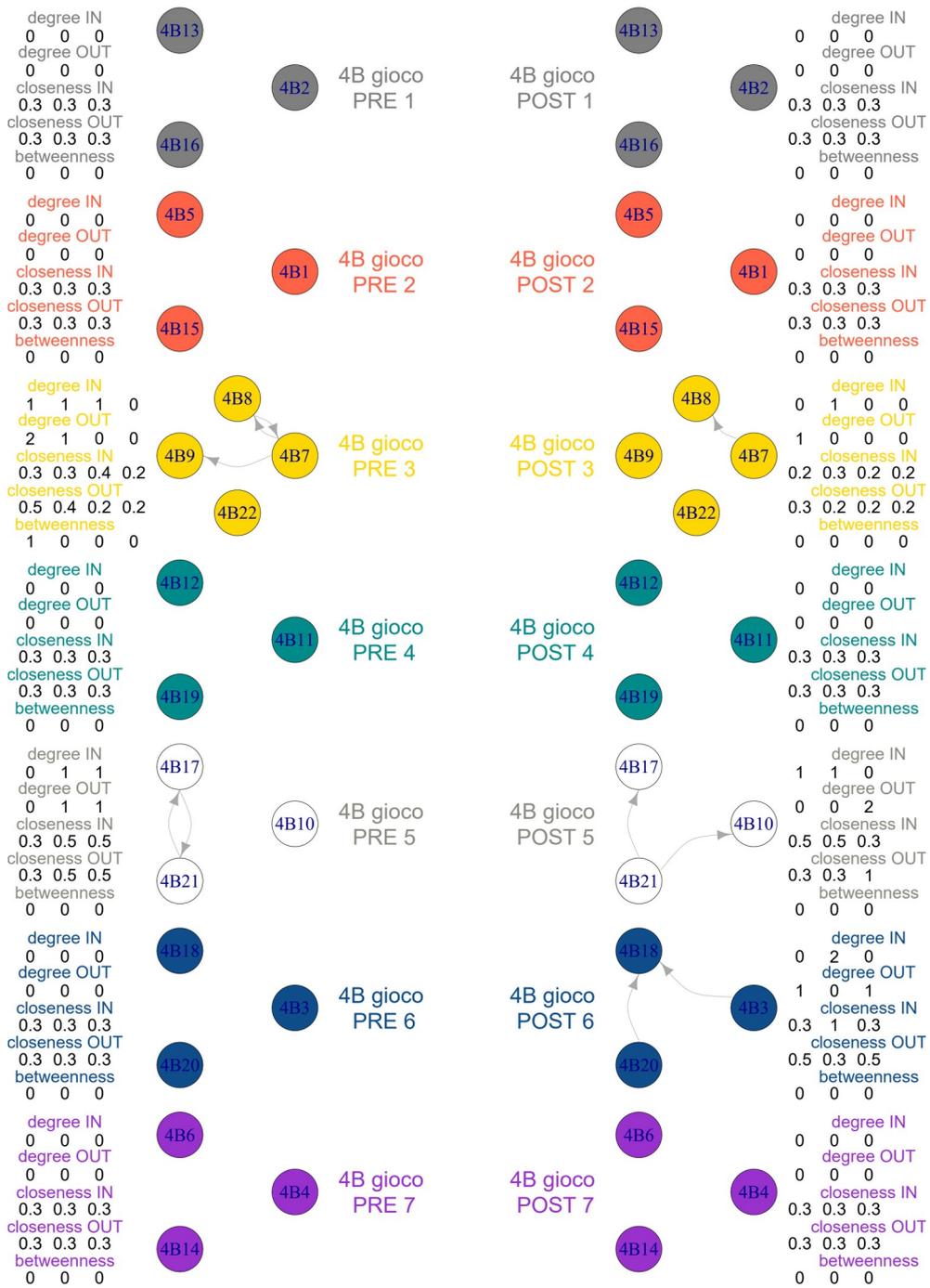


Figura 11: sociogrammi gruppi classe B gioco rifiuti

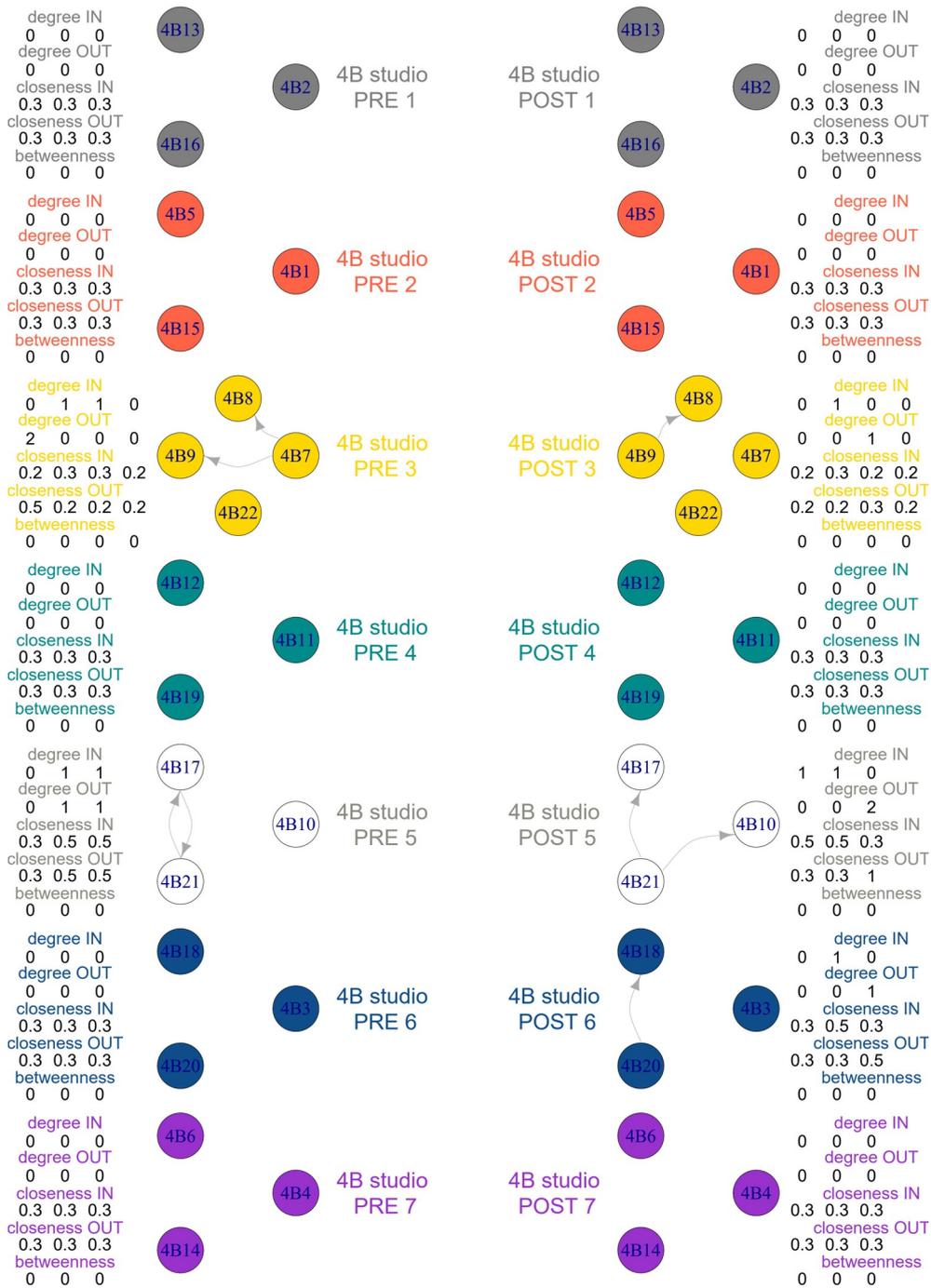


Figura 12: sociogrammi gruppi classe B studio rifiuti

Nella Tabella 20 si riportano i risultati ottenuti attraverso il test non parametrico di *Kruskal Wallis* che ha come compito quello di stabilire se i 7 gruppi della classe presentano la stessa (o simile) mediana per ogni indice, quindi per verificare che facciano parte della stessa popolazione, in giallo gli indici in cui i 7 gruppi non presentano la stessa mediana.

Tabella 20: *Kruskal Wallis*

CLASSE B									
SCELTE				RIFIUTI					
Gioco		Studio		Gioco		Studio			
pre	post	pre	post	pre	post	pre	post		
chi-squared = 13.305, df = 6, p-value = 0.03844	chi-squared = 8.12, df = 6, p-value = 0.2294	chi-squared = 9.0625, df = 6, p-value = 0.1701	chi-squared = 11.787, df = 6, p-value = 0.06688	chi-squared = 13.3, df = 6, p-value = 0.03851	chi-squared = 7.2971, df = 6, p-value = 0.2942	chi-squared = 10.306, df = 6, p-value = 0.1124	chi-squared = 7.6319, df = 6, p-value = 0.2663		In Degree
chi-squared = 13.305, df = 6, p-value = 0.03844	chi-squared = 6.3773, df = 6, p-value = 0.3823	chi-squared = 5.7431, df = 6, p-value = 0.4526	chi-squared = 6.0166, df = 6, p-value = 0.4213	chi-squared = 10.066, df = 6, p-value = 0.1219	chi-squared = 7.2971, df = 6, p-value = 0.2942	chi-squared = 8.9, df = 6, p-value = 0.1793	chi-squared = 4.1875, df = 6, p-value = 0.6513		Out Degree
chi-squared = 16.542, df = 6, p-value = 0.01112	chi-squared = 11.451, df = 6, p-value = 0.07539	chi-squared = 10.632, df = 6, p-value = 0.1004	chi-squared = 14.265, df = 6, p-value = 0.02681	chi-squared = 7.3059, df = 6, p-value = 0.2935	chi-squared = 13.451, df = 6, p-value = 0.0364	chi-squared = 12.25, df = 6, p-value = 0.05662	chi-squared = 13.708, df = 6, p-value = 0.03307		In Closeness
chi-squared = 16.542, df = 6, p-value = 0.01112	chi-squared = 8.0671, df = 6, p-value = 0.2332	chi-squared = 7.1213, df = 6, p-value = 0.3098	chi-squared = 9.998, df = 6, p-value = 0.1247	chi-squared = 4.8439, df = 6, p-value = 0.564	chi-squared = 13.451, df = 6, p-value = 0.0364	chi-squared = 8.1667, df = 6, p-value = 0.2261	chi-squared = 12.359, df = 6, p-value = 0.05443		Out Closeness
chi-squared = 4.5536, df = 6, p-value = 0.6022	chi-squared = 7.25, df = 6, p-value = 0.2983	chi-squared = 4.5536, df = 6, p-value = 0.6022	chi-squared = 7.4912, df = 6, p-value = 0.2778	chi-squared = 4.5, df = 6, p-value = 0.6093	chi-squared = NaN, df = NA	chi-squared = NaN, df = NA	chi-squared = NaN, df = NA		Betweenness

4. Discussioni e Conclusioni

Dallo studio effettuato è emerso che grazie al laboratorio di robotica si possono modificare le relazioni all'interno di una rete sociale: Nella classe A è possibile notare nella Tabella 5 come gli indici studiati siano cambiati rispetto al pre-laboratorio, infatti è possibile notare un generale aumento delle scelte nella condizione gioco, mentre si registrano risultati differenti nell'ambito studio dove gli indici hanno evidenziato una diminuzione delle scelte dopo il laboratorio. Per quanto riguarda i rifiuti invece, si può notare una lieve ma generale diminuzione in entrambi gli ambiti. I risultati della Tabella 5 però sono solo in parte confermati dall'analisi statistica (Tabella 6 e Tabella 7), dove si riscontra anche qui un lieve aumento delle scelte nell'ambito gioco e una diminuzione nell'ambito studio ma nella sezione rifiuti si evince una tendenza contraria, ovvero un aumento piuttosto che una diminuzione dei rifiuti. Per quanto riguarda l'analisi dei gruppi della classe A, si registra un generale aumento delle scelte in entrambi gli ambiti e un generale decremento dei rifiuti, come è possibile vedere in Figura 4, Figura 5, Figura 6, Figura 7.

Nella classe B, i risultati dello studio degli indici della Tabella 13 ci evidenziano un incremento delle scelte nell'ambito gioco e un decremento nell'ambito studio, mentre, a differenza della classe A i rifiuti presentano un lieve aumento in entrambi gli ambiti. Risultati quasi totalmente confermati dall'analisi statistica della Tabella 14 e della Tabella 15. Per quanto riguarda l'analisi dei gruppi della classe B, come risulta dai sociogrammi (Figura 9, Figura 10, Figura 11, Figura 12) tra il pre e il post la situazione risulta pressoché invariata.

Bisogna sempre tener conto dei limiti dello studio effettuato: un'esperienza di robotica educativa che è stata portata avanti per un periodo di tempo limitato e soprattutto la manipolazione dei dati originali dovuti all'assenza di 5 bambini della classe A, il che limita insieme al fatto delle poche classi prese in esame, la validità del nostro caso studio.

Sviluppi futuri di questo metodo includono un'analisi più approfondita sul legame tra divisione in gruppi e variazione della struttura delle relazioni sociali in classe. Inoltre si potrebbe ampliare il numero di studenti partecipanti, per poter permettere un'analisi statistica più accurata per la classe generale. Per quanto riguarda i gruppi di lavoro, aumentare il numero di studenti significherebbe uscire dalle modalità tradizionali di lavoro in gruppo usate nelle attività di robotica educativa, in cui si ritiene che avere più di 4 persone per gruppo vada a influire negativamente sul lavoro di gruppo. Si lascia per futuri sviluppi la possibilità di trovare metodi di analisi statistica per piccoli numeri. Va comunque tenuto in considerazione che la descrizione puntuale del gruppo attraverso il numero delle relazioni e un indice che descriva in modo sintetico l'andamento delle relazioni nel gruppo è di notevole interesse per l'educatore che nella classe sta seguendo il progredire dell'attività.

Bibliografia

- 1 Belpaeme T, Kennedy J, Ramachandran A, Scassellati B, Tanaka F. (2018). Social robots for education: A review. *Science Robotics*. 3. eaat5954. DOI: 10.1126/scirobotics.aat5954.
- 2 Coding for Inclusion – CODINC. (2019). WP4- Experimentation Report. Cyprus CODINC National Report. <https://codinc.fun/sites/default/files/2020-01/Experimentation%20report%20Nicosia%2C%20Cyprus.pdf>
- 3 Gramignano G, Rodriguez G.(2021). Analisi di reti complesse mediante indici di centralità. Tesi di Laurea Triennale in Ingegneria Elettrica, Elettronica, Informatica. Università degli studi di Cagliari. <http://bugs.unica.it/~gppe/did/tesi/21gramignano>
- 4 Iacobucci D., McBride R., Popovich D., Rouziou M. (2018). In Social Network Analysis, Which Centrality Index Should I Use?: Theoretical Differences and Empirical Similarities among Top Centralities. *Journal of Methods and Measurement in the Social Sciences*. 8. 72-99. DOI: 10.2458/v8i2.22991.
- 5 Kandlhofer M,Steinbauer G.(2015).Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical- and social-skills and science related attitudes.Graz,Austria

- 6 König, D. (1936). Theorie der endlichen und enendlichen Graphen. New York: Chelsea.
- 7 Manzato D.(2017). Una classe di relazioni:analisi sociometrica delle dinamiche di classe.Manno,Svizzera.
https://tesi.supsi.ch/1644/1/16091_Daniela_Manzato_lavoro_di_diploma_manza_to_291161_82012610.pdf
- 8 Martino F, Spoto A. (2006). Social Network Analysis: A brief theoretical review and further perspectives in the study of Information Technology. PsychNology Journal. 4. 53-86.
- 9 Mattioli C, De Paoli D, Margiotta R, Molina A, Fagnini F. (2013). Booklet-Robotica Educativa, la robotica per tutti. Fondazione Mondo Digitale.
www.mondodigitale.org/risorse/pubblicazioni/manuali-corso
- 10 Moreno, J.L. (1956). Sociometry And The Science of Man (pp. 275).New York: Beacon House.
- 11 Nuria Arís, Lara Orcos.(2019).Educational Robotics in the Stage of SecondaryEducation: Empirical Study on Motivation and STEM Skills.Rioja, Spain
- 12 Ponticorvo M, Rubinacci F, Marocco D, Truglio F, Miglino O. (2020). Educational Robotics to Foster and Assess Social Relations in Students' Groups. Frontiers in Robotics and AI. 7. DOI: 10.3389/frobt.2020.00078.

- 13 Scaradozzi D, Screpanti L, Cesaretti L. (2019). Towards a Definition of Educational Robotics: A Classification of Tools, Experiences and Assessments. In Smart Learning with Educational Robotics (pp.63-92). DOI: 10.1007/978-3-030-19913-5_3.

- 14 Screpanti, L., Cesaretti, L., Storti, M., Scaradozzi, D.: Educational robotics and social relationship in the classroom. In: Scaradozzi, D., Guasti, L., Di Stasio, Miotti, B., Monteriù, A., Blikstein, P. (eds.) Makers at School, Educational Robotics and Innovative Learning Environments—FabLearn Italy 2019. Springer (2021)

- 15 Yu-Hui Ching, Dazhi Yang, Sasha Wang, Youngkyun Baek, Steve Swanson, Bhaskar Chittoori.(2019).Elementary School Student Development of STEM Attitudesand Perceived Learning in a STEM Integrated Robotics Curriculum. Boise, ID, USA

Appendice

Wilcoxon Test

In caso si voglia confrontare due campioni non indipendenti, si può scegliere di utilizzare il *Wilcoxon Test*, l'equivalente non parametrico del Test di Student per campioni appaiati. Questo test si utilizza quando si vogliono confrontare due gruppi di valori, misurati per esempio a distanza di qualche ora o cambiando qualche elemento del lavoro analizzato, calcolati dallo stesso campione: per esempio il tempo medio di un gruppo di corridori nel correre 100 mt allenati da due allenatori differenti, avremo due gruppi di tempi differenti ma calcolati sullo stesso campione.

Per effettuare un *Wilcoxon Test* con R, si può la funzione `wilcox.test()`, mettendo come argomento "paired = TRUE".

Test di Kruskal-Wallis

il test di *Kruskal-Wallis* è un metodo non parametrico per verificare l'uguaglianza delle mediane di diversi gruppi; cioè per verificare che tali gruppi provengano da una stessa popolazione (o da popolazioni con uguale mediana).

Questo metodo è il corrispondente non parametrico dell'analisi di varianza in cui i dati vengono sostituiti dal loro rango, e viene solitamente usato quando non può essere assunta una distribuzione normale della popolazione.

Ringraziamenti

Giunto alla fine di questo percorso accademico, vorrei ringraziare tutte le persone che mi sono state vicine e che mi hanno sostenuto durante il percorso.

Innanzitutto vorrei ringraziare i miei genitori e famigliari che sono stati di forte ispirazione nel proseguimento dei miei studi e di grande aiuto per superare i momenti più difficili.

Un ringraziamento speciale va anche alla mia ragazza e collega che è stata un punto fisso durante il mio percorso ed è stata sempre capace di spronarmi e di farsi carico delle mie difficoltà.

Inoltre vorrei ringraziare gli amici di Ancona e di Pescara con cui ho condiviso traguardi ed esperienze, e che sia nei momenti di gioia che di dolore mi sono stati vicini dandomi la forza di andare avanti.

Infine, dei ringraziamenti speciali vanno al mio relatore David Scaradozzi e alla mia correlatrice Laura Screpanti, che con la loro passione e professionalità sono stati non solo di grande aiuto per la realizzazione della tesi ma anche di forte ispirazione per il completamento del mio percorso universitario.