

INFORMATICA “UNPLUGGED”: PERCORSI DIDATTICI TRA ALGEBRA COMPUTAZIONALE, CODING e ORIENTEERING

Salerno, 14/06/2017

Aaron Gaio

aaron.gaio.tn@gmail.com

Università degli Studi di Palermo - DMI

*Nel progetto il tema matematico
chiave è*

*Nel progetto il tema matematico
chiave è*

INFORMATICA



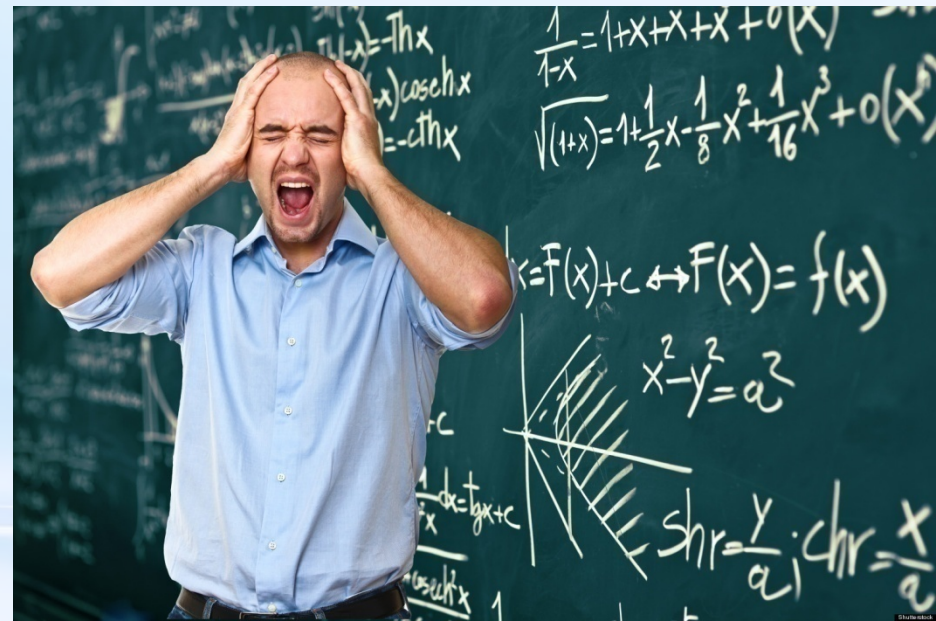
***Ma..che cos'è davvero
l' INFORMATICA
e come è vista nella scuola?***

***Ma..che cos'è davvero
l' INFORMATICA
e come è vista nella scuola?
Quali argomenti ci interessano?***

Ma..che cos'è davvero l' INFORMATICA e come è vista nella scuola?

Quali argomenti ci interessano?

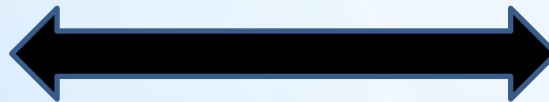
- Teoria dei Grafi
- Algoritmi
- Algebra Computazionale
- Crittografia
- MATEMATICA DISCRETA
- ...



“Informatica e tecnologia” a scuola:

“Informatica e tecnologia” a scuola:

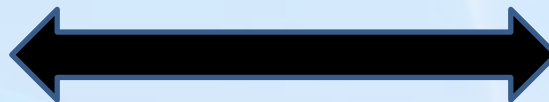
**Utilizzo della
Tecnologia**



**Pensiero
Computazionale**

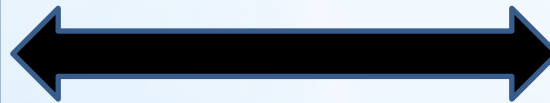
..in matematica diventa generalmente:

**Risoluzione di
ESERCIZI**



**Risoluzione di
PROBLEMI**

Risoluzione di
ESERCIZI



Risoluzione di
PROBLEMI

Gli **ESERCIZI** possono essere risolti utilizzando regole o nozioni già apprese ed in via di consolidamento e quindi rientrano nelle categorie di rafforzamento o verifica.

“Un **PROBLEMA** sorge quando un essere vivente ha una meta ma **non sa** come raggiungerla”
Karl Duncker, 1935

Una situazione per la quale devo trovare una strategia e non conosco necessariamente la via giusta a priori.

“Education should prepare young people for jobs that do not yet exist, using technologies that have not yet been invented, to solve problems of which we are not yet aware.”

Richard Riley



PUNTO DI PARTENZA:

***Com'è la situazione
nella scuola in Italia
riguardo questi temi?***



*Com'è la situazione
nella scuola in Italia
riguardo questi temi?*



QUESTIONARIO
rivolto agli insegnanti

QUESTIONARIO

*Conoscenze di matematica discreta
precedenti?*

Teachers in:	Knowledge	No formal knowledge
Primary school (1-5)	5.8 %	94.2 %
Middle school (6-8)	15.7 %	84.3 %
Secondary school (9-13)	65.3 %	34.7 %
Total	27.5 %	72.5 %

QUESTIONARIO

Interesse ad approfondirene alcuni argomenti?

Teachers in:	Interested	Don't know	Not Interested
Primary school (1-5)	57.2 %	25.7 %	17.1 %
Middle school (6-8)	84.2 %	5.3 %	10.5 %
Secondary school (9-13)	69.3 %	19.2 %	11.5 %
Total	67.5 %	18.75 %	13.75%

QUESTIONARIO

..alcune risposte raccolte:

“Non mi ritengo un esperto in questo campo, ma credo che alcune attività didattiche innovative possano essere apprezzate nella nostra scuola; contestualizzare argomenti matematici per renderli più accattivanti e insegnare cose utili e che allo stesso tempo danno una sensazione di essere reali potrebbe funzionare.”

QUESTIONARIO

..alcune risposte raccolte:

“Un progetto serio in questo campo manca. Le mie conoscenze basiche non bastano per insegnarlo. Spero che qualcuno faccia qualcosa per questo.”

Riferimenti principali:

- ***Computer Science Unplugged***



Computer Science without a computer

di Tim Bell, Ian Witten e Mike Fellows

CS Unplugged è un progetto del CS Education Research Group
alla University of Canterbury, NZ (aka "Department of Fun Stuff").

www.csunplugged.org

- ***This is Mega-Mathematics!***

di Nancy Casey e Mike Fellows

COMPUTER SCIENCE UNPLUGGED:

*La vera Computer Science, la scienza dei computer, è basata su **algoritmi**, risoluzione di **problemi** e **procedure** da completare.*

COMPUTER SCIENCE UNPLUGGED:

La vera Computer Science, la scienza dei computer, è basata su **algoritmi**, risoluzione di **problemi** e **procedure** da completare.

Il computer è il mezzo che ci permette di utilizzare l'informatica e renderla potente, ma il cuore scientifico della materia non è dipendente dal calcolatore disponibile.

Computer Science Unplugged - imparare
l'informatica divertendosi - incoraggia la
risoluzione di problemi!

Propone un approccio basato su storie da raccontare, giochi e problemi matematici ambientati nel mondo reale;



Computer Science Unplugged - imparare
l'informatica divertendosi - incoraggia la
risoluzione di problemi!

Propone un approccio basato su storie da raccontare, giochi e problemi matematici ambientati nel mondo reale;

gli algoritmi sono dappertutto in informatica e matematica e, se presentati in modo accattivante, possono essere l'approccio vincente per dare un'idea diversa ai bambini/studenti di queste ostiche materie.



Le attività sono correlate ad argomenti di matematica, per esempio l'esplorazione dei **numeri binari**, **mappe e grafi**, problemi di **riconoscimento** e di **ordinamento**, **crittografia**.

Altre attività riguardano argomenti di solito trattati in corsi di tecnologia, come per esempio l'apprendimento di come effettivamente **funzioni un computer**.

Il metodo di insegnamento proposto segue il modello della **Guided Reinvention of mathematics**.

Il metodo di insegnamento proposto segue il modello della **Guided Reinvention of mathematics**.

*La Guided Reinvention della matematica si basa sul concetto di Hans Freudenthal di **matematica come attività umana**. Egli ha dichiarato che gli studenti non dovrebbero essere considerati come destinatari passivi di nozioni matematiche già pronte, ma piuttosto che l'istruzione e l'insegnante debba guidare gli studenti verso una **riscoperta della matematica da fare in autonomia**, seppur guidati dall'insegnante esperto nella giusta direzione.*

COMPUTER SCIENCE UNPLUGGED:

Ma perché dovremmo farlo?

COMPUTER SCIENCE UNPLUGGED:

Ma perché dovremmo farlo?

- *Stand-alone activities*: potenzialmente attività brevi e facilmente contestualizzabili nei programmi scolastici
- *Divertente* per tutti e una variante all'insegnamento tradizionale
- *A prova di errori*
- Non sono necessari materiali specifici, nemmeno i computer; bastano carta e penna!

COMPUTER SCIENCE UNPLUGGED:

Ma perché dovremmo farlo?

- *Gli studenti sono coinvolti in attività che sviluppano le capacità di **risoluzione di problemi***
- ***Insegniamo competenze, non solo conoscenze!***
- *Aiuta ad accrescere le capacità di **comunicazione** e la **creatività***
- *Migliora il **pensiero computazionale** ed aiuta a imparare a ragionare*

COMPUTER SCIENCE UNPLUGGED:

Ma perché dovremmo farlo?

Tutto ciò è richiesto anche nelle indicazioni nazionali:

Favorire l'esplorazione e la scoperta, al fine di promuovere il gusto per la ricerca di nuove conoscenze. In questa prospettiva, la problematizzazione svolge una funzione insostituibile: sollecita gli alunni a individuare problemi, a sollevare domande, a mettere in discussione le conoscenze già elaborate, a trovare appropriate piste d'indagine, a cercare soluzioni originali.

COMPUTER SCIENCE UNPLUGGED:

Ma perché dovremmo farlo?

..e ancora:

- leggere e comprendere testi che coinvolgono aspetti logici;
- costruire ragionamenti, sostenendo le proprie idee e confrontandosi con il punto di vista degli altri;
- un atteggiamento positivo rispetto alla matematica, capendo come gli strumenti matematici siano utili per operare nella realtà.

COMPUTER SCIENCE UNPLUGGED:

Non dovete essere esperti di computer per potervi divertire nell'imparare i principi dell'informatica coi vostri allievi.

Il libro delle attività di Computer Science Unplugged è di facile lettura e disponibile online.

FRAMEWORK

RME

Il metodo di insegnamento proposto segue il modello della **Guided Reinvention of mathematics**.

*La Guided Reinvention della matematica si basa sul concetto di Hans Freudenthal di **matematica come attività umana**. Egli ha dichiarato che gli studenti non dovrebbero essere considerati come destinatari passivi di nozioni matematiche già pronte, ma piuttosto che l'istruzione e l'insegnante debba guidare gli studenti verso una **riscoperta della matematica da fare in autonomia**, seppur guidati dall'insegnante esperto nella giusta direzione.*

Realistic Mathematics Education (RME) is an instructional design theory which centers around the view of mathematics as a human activity (Freudenthal, 1991)

“The idea is to allow learners to come to regard the knowledge that they acquire as their own private knowledge, knowledge for which they themselves are responsible.” (Gravemeijer, 1999)

Obiettivo principale: *to develop a local (i.e. domain-specific) instructional theory (LIT) that will allow students to “[invent] the mathematics themselves” (Larsen, 2004).*

Questo richiede due passaggi:

- *Step 1: “students are engaged in activities designed to invoke **powerful informal understandings**” (Weber e Larsen, 2008)*
- *Step 2: “students are engaged in activities designed to support **reflection on these informal notions** in order to promote the development of **formal concepts**” (Weber e Larsen, 2008)*

METODOLOGIA **DESIGN (BASED) RESEARCH**

La metodologia di ricerca che ci stiamo orientando a scegliere è quella della **Design Research** (o Design-Based Research, la ricerca basata su progetti), come descritta da Brown (1992) e più contestualizzata in ambito matematico da Cobb (et al., 2003).

Una definizione di Educational **Design Research** è data in *An Introduction to Educational Design Research* da Plomp e Nieveen, 2007:

the systematic study of designing, developing and evaluating educational interventions (such as programs, teaching-learning strategies and materials, products and systems) as solutions for complex problems in educational practice, which also aims at advancing our knowledge about the characteristics of these interventions and the processes of designing and developing them.

Alcune caratteristiche essenziali della EDR sono:

- **approccio interventista**, per “calare” il mondo della ricerca nella scuola reale;

Alcune caratteristiche essenziali della EDR sono:

- **approccio interventista**, per “calare” il mondo della ricerca nella scuola reale;
- d’altra parte, il focus non è tanto sul prodotto, ma sul **processo**, il procedimento logico piuttosto che la conoscenza nozionistica finale;

Alcune caratteristiche essenziali della EDR sono:

- **approccio interventista**, per “calare” il mondo della ricerca nella scuola reale;
- d’altra parte, il focus non è tanto sul prodotto, ma sul **processo**, il procedimento logico piuttosto che la conoscenza nozionistica finale;
- **processo iterativo** con CICLI di esperimenti didattici; importanza data allo sviluppo prima e alla revisione dopo; “*changing for understanding and understanding for changing*”, Gravemeijer

Alcune caratteristiche essenziali della EDR sono:

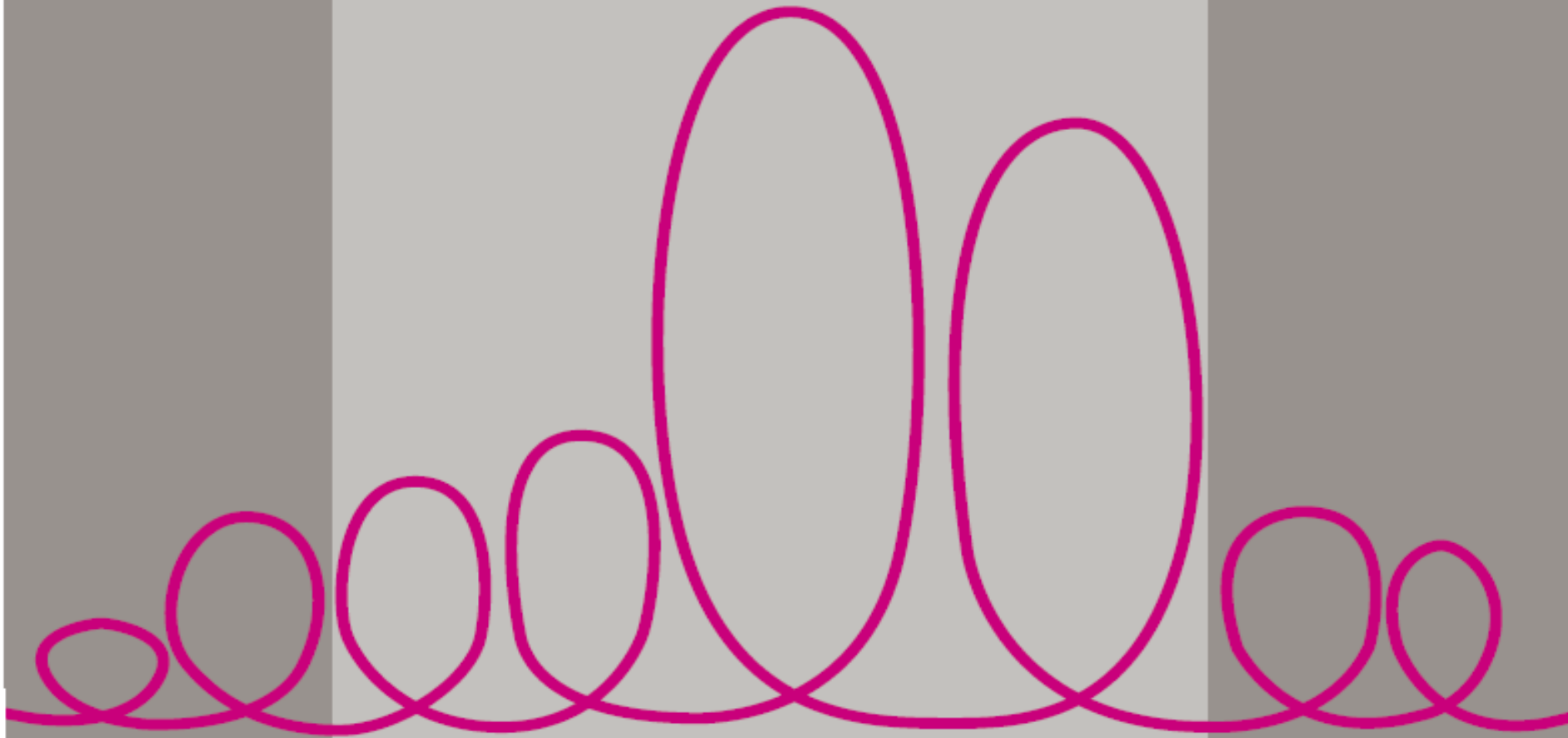
- **approccio interventista**, per “calare” il mondo della ricerca nella scuola reale;
- d’altra parte, il focus non è tanto sul prodotto, ma sul **processo**, il procedimento logico piuttosto che la conoscenza nozionistica finale;
- **processo iterativo** con CICLI di esperimenti didattici; importanza data allo sviluppo prima e alla revisione dopo; “*changing for understanding and understanding for changing*” (Gravemeijer)
- **partecipanti differenti** in un modello “multitiered”; forte **collaborazione tra insegnante e ricercatore**.

(Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). *Design experiments in educational research*. *Educational Researcher*, 32(1), 9–13)

needs & context
analysis

design, development & formative evaluation

semi-summative
evaluation



literature
review &
concept
validation

site
visits

prototype
1

prototype
2

prototype
3

prototype
4

final
evaluation

query

cycle width is proportional to time

La design research risulta appropriata *in un contesto in cui stiamo cercando una certa innovazione* (McCandliss, Kalchman & Bryant, 2003).

Abbiamo visto infatti come nella scuola italiana manchino totalmente materiali e attività sui temi della matematica discreta.

La design research risulta appropriata *in un contesto in cui stiamo cercando una certa innovazione* (McCandliss, Kalchman & Bryant, 2003).

Abbiamo visto infatti come nella scuola italiana manchino totalmente materiali e attività sui temi della matematica discreta.

Ancora aperta anche la questione di COME presentare questi argomenti con attività che insegnano crittografia, algoritmi e teoria dei grafi finì a sè stessi ed altre che utilizzano la teoria in questi campi per proporre altri tipi di questioni (problem solving più generale, pensiero computazionale, ...).

Diventa centrale l'attenzione al processo per arrivare allo sviluppo delle attività



ALCUNI ESEMPI DI ATTIVITÀ

Pre-Coding ed Orientamento Spaziale

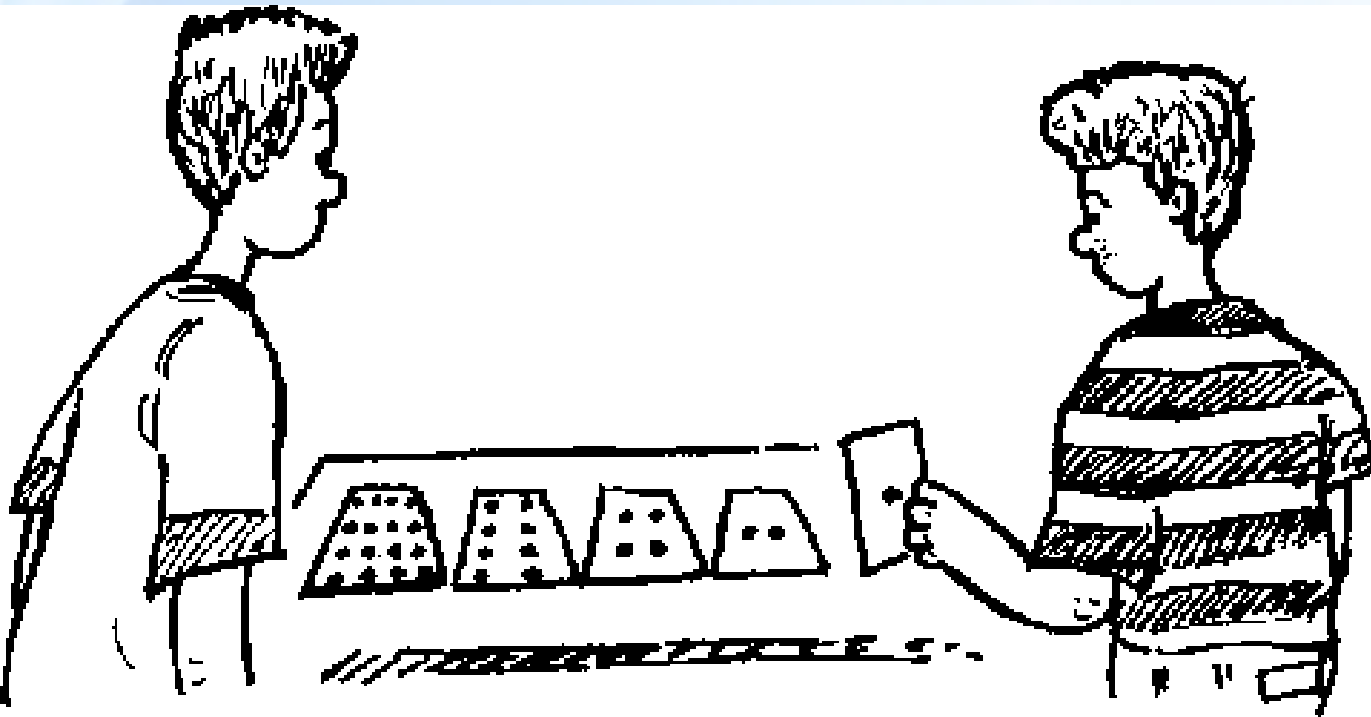
Introduzione al Computer





Pre-Coding ed Orientamento Spaziale

Introduzione al Computer

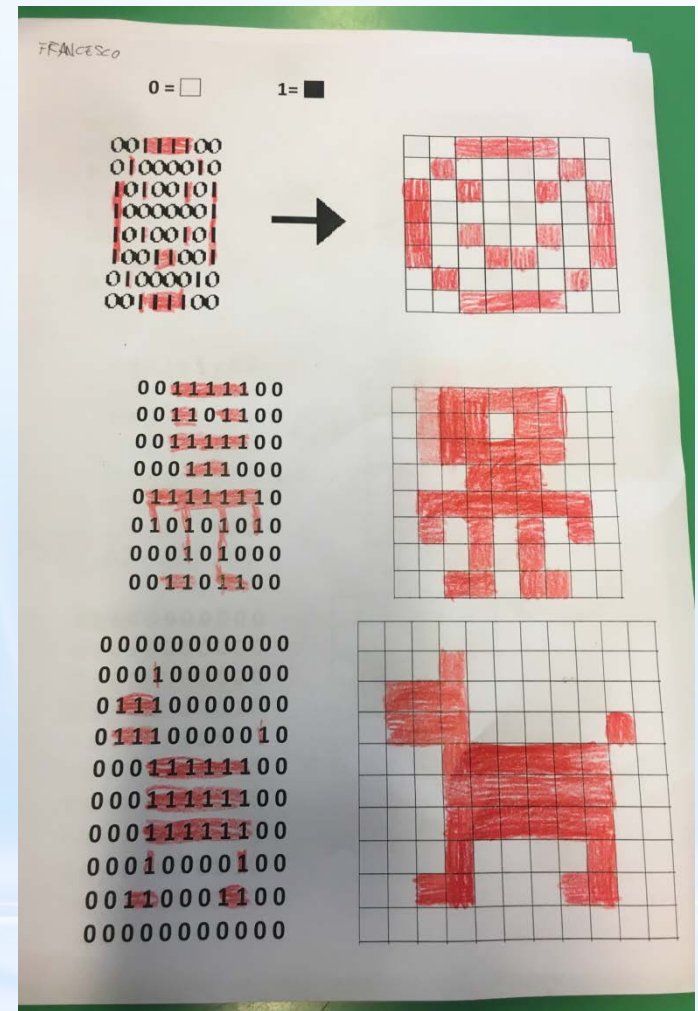


Codice Binario

Pre-Coding ed Orientamento Spaziale

Introduzione al Computer

Rappresentazione pixel



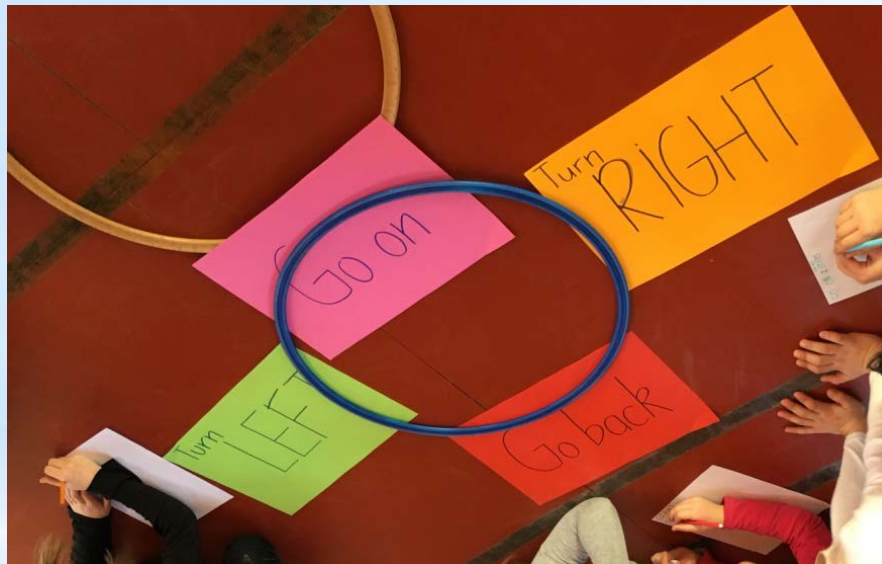
Pre-Coding ed Orientamento Spaziale

Attività per il pensiero computazionale



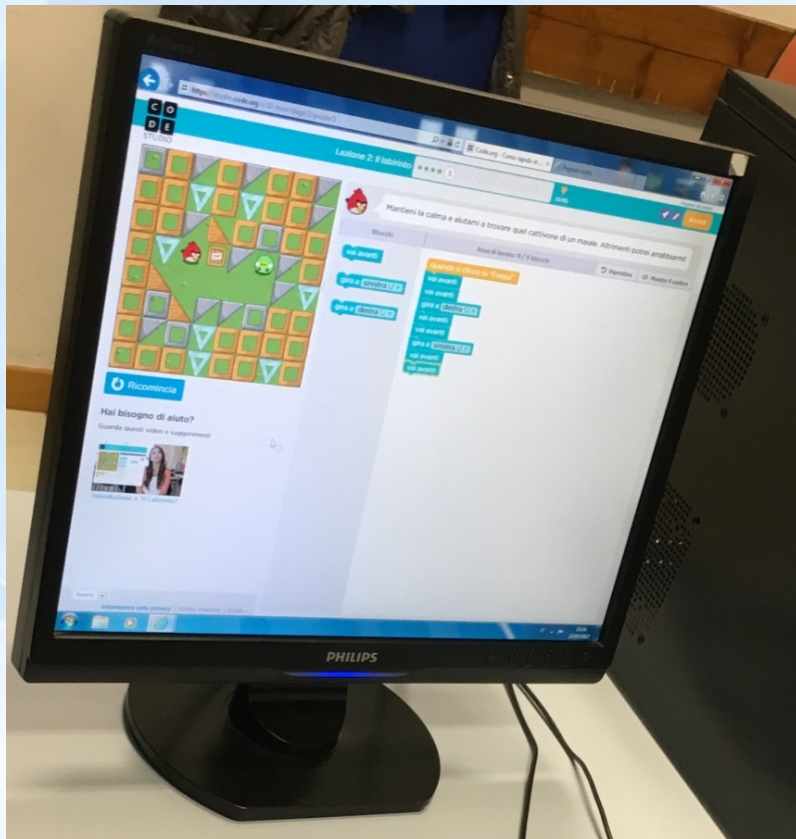
Pre-Coding ed Orientamento Spaziale

Attività per il pensiero computazionale



Pre-Coding ed Orientamento Spaziale

Attività per il pensiero computazionale



Computational Thinking

SCRATCH-BASED

VS.

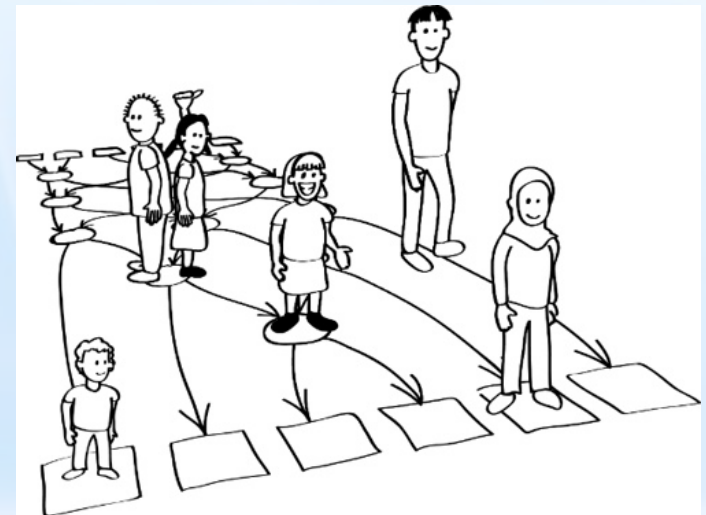
UNPLUGGED

SCRATCH



CS
UNPLUGGED

Computer Science without a computer



SCRATCH-BASED

vs.

UNPLUGGED

Astrazione

Aiuta molto nei processi di astrazione, possedendo un linguaggio semplice, pur allo stesso tempo “forzando” gli alunni ad astrarre (i.e. non possiamo vedere direttamente cosa sta facendo il programma)

Difficile per gli studenti mettere in relazione quello che stanno facendo nelle attività astratte con
→ quello che faranno con il calcolatore

SCRATCH-BASED

vs.

UNPLUGGED

Rilevamento di errori

Il computer esegue esattamente quello che gli viene detto, portando ad un rapido rilevamento di errori.

Essendo gli studenti i personaggi dei loro stessi giochi, a volte non riescono nemmeno a capire se la soluzione è giusta oppure no.

SCRATCH-BASED

vs.

UNPLUGGED

Correzione di errori

Non sempre facilissimo
invece rilevare DOVE si
trova l'errore

In un più immediato
approccio di causa-
effetto, in alcune
modalità i task portano al
rilevamento immediato
dell'errore

SCRATCH-BASED

vs.

UNPLUGGED

Iterazioni ed efficienza

Non capiscono perché
dovrebbero accorciare i
propri programmi

“Il lavoro lo fa il
computer”

Transizioni tra algoritmi
più lunghi e algoritmi
accorciati molto più
facile.

Risulta più immediato
capire che stanno
utilizzando “il loro
tempo”

Algoritmi di Ordinamento

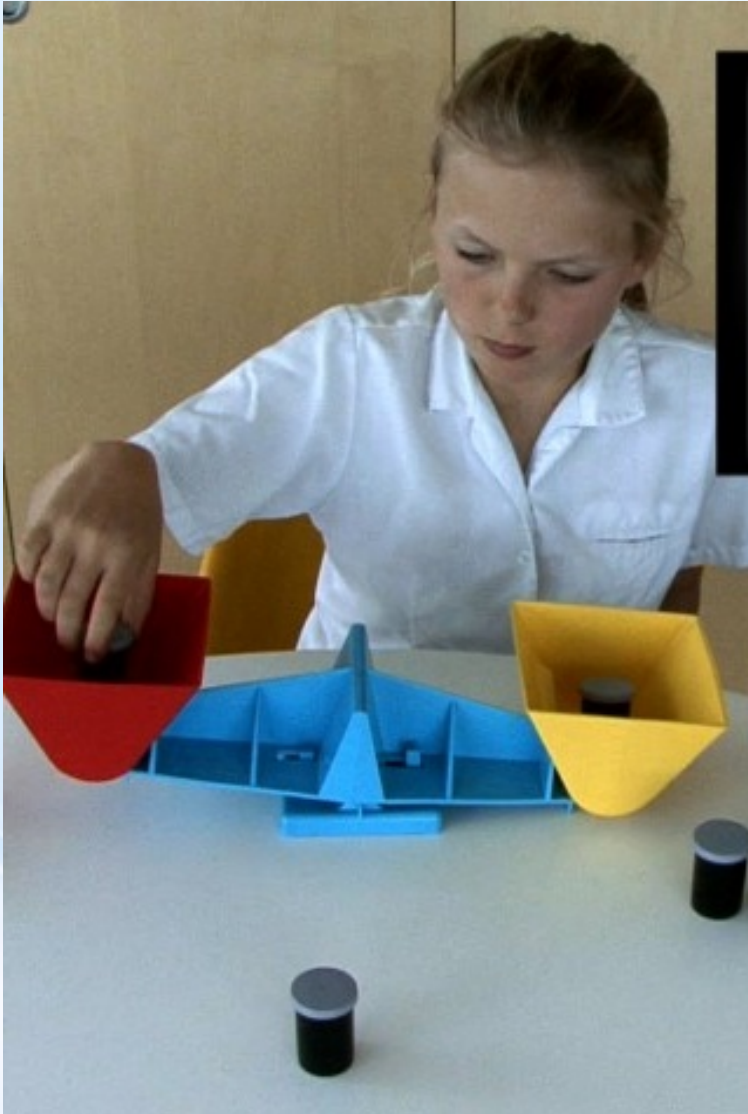


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PALERMO

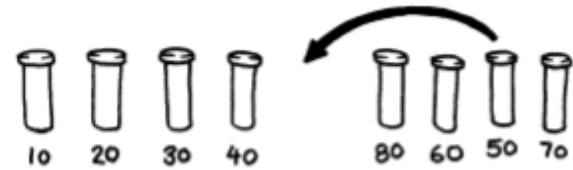
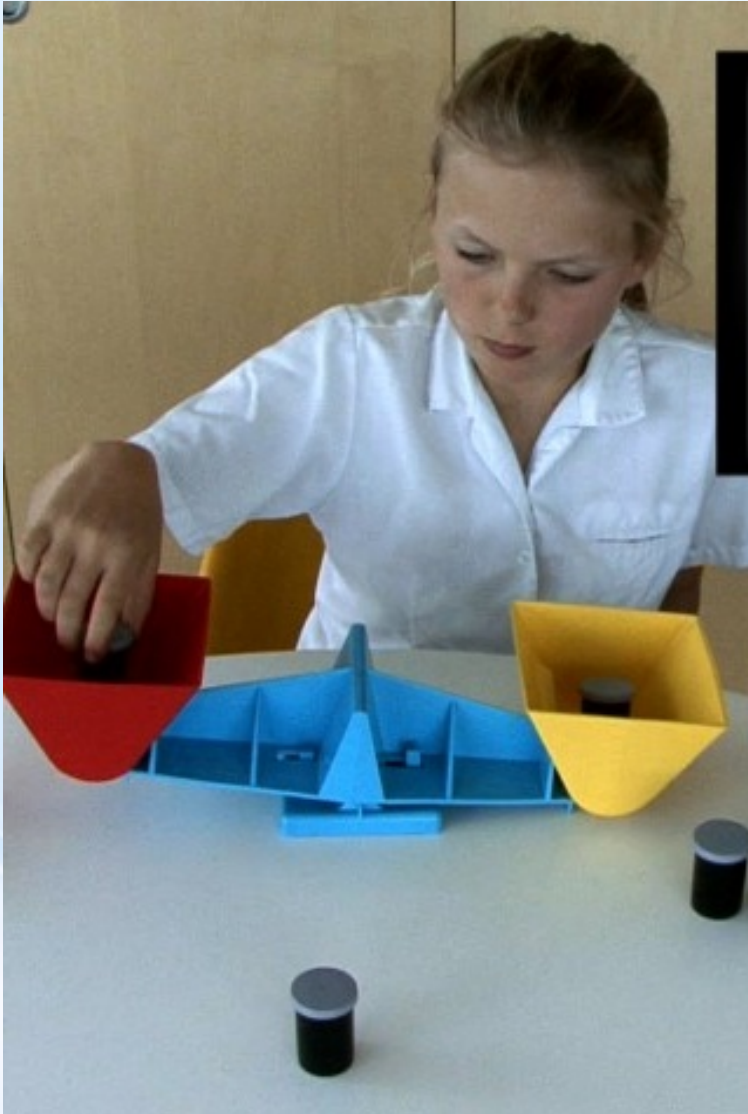
Algoritmi di Ordinamento



Algoritmi di Ordinamento



Algoritmi di Ordinamento



SELECTION SORT

Vs.

QUICKSORT

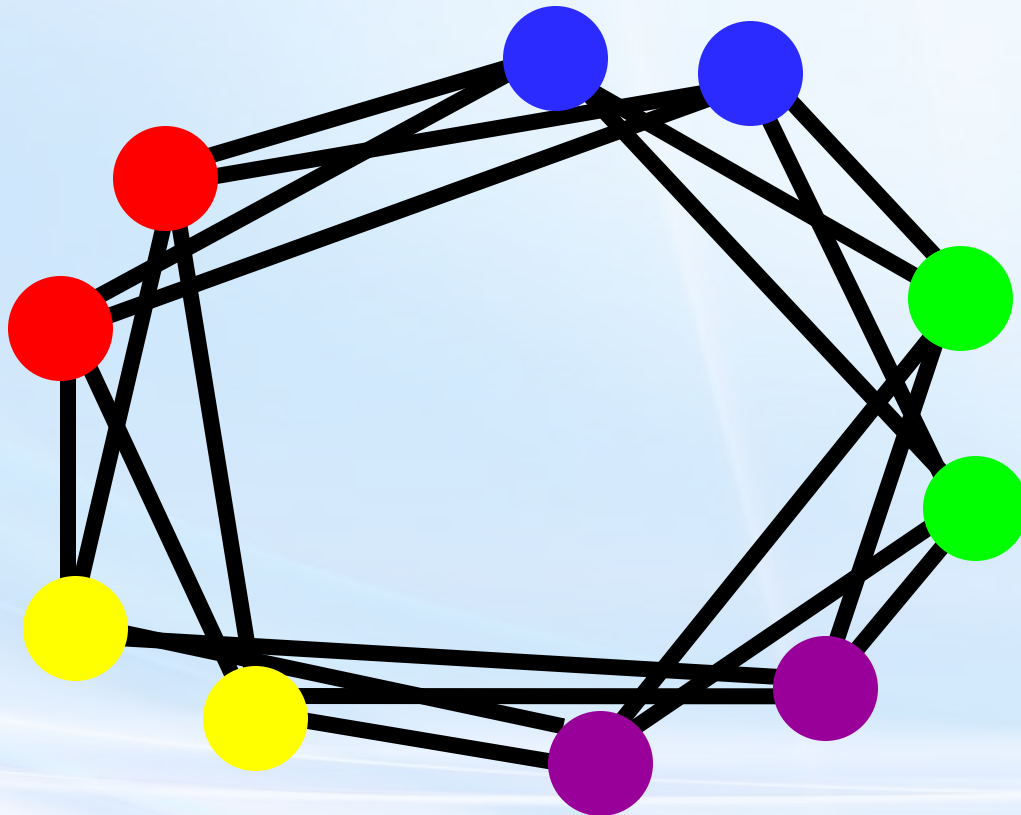


L'obiettivo del gioco è far passare le palline colorate in giro, per arrivare ad una situazione finale in cui ognuno ha in mano quelle del proprio colore.

L'obiettivo del gioco è far passare le palline colorate in giro, per arrivare ad una situazione finale in cui ognuno ha in mano quelle del proprio colore.

Due regole:

- una sola pallina in ogni mano.**
- una pallina può essere passata soltanto a chi ha una mano libera e solo da parte di uno degli immediati vicini, come posizione nel cerchio, che possono passare una delle due che hanno in mano.**



SORTING ALGORITHMS FOR 5th AND 6th GRADE STUDENTS: GREEDY OR COOPERATIVE?

Szeged, 06/08/2016

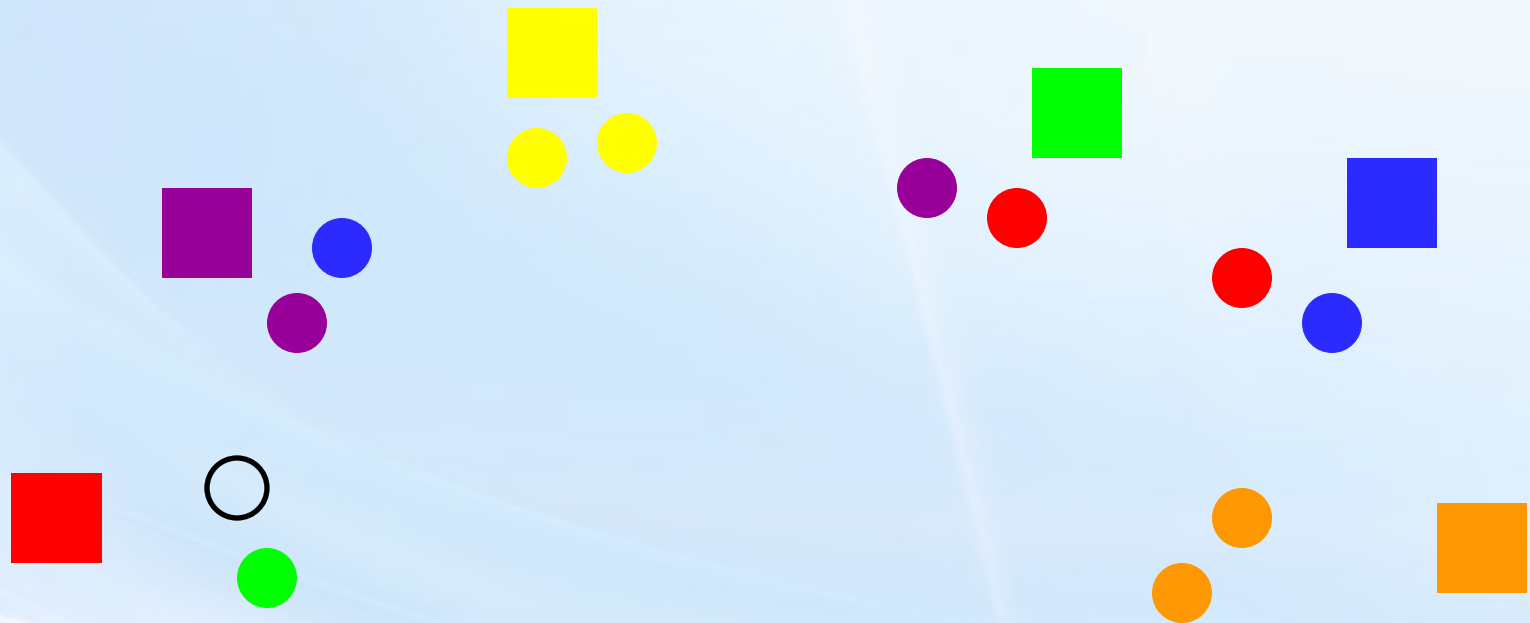
PME40

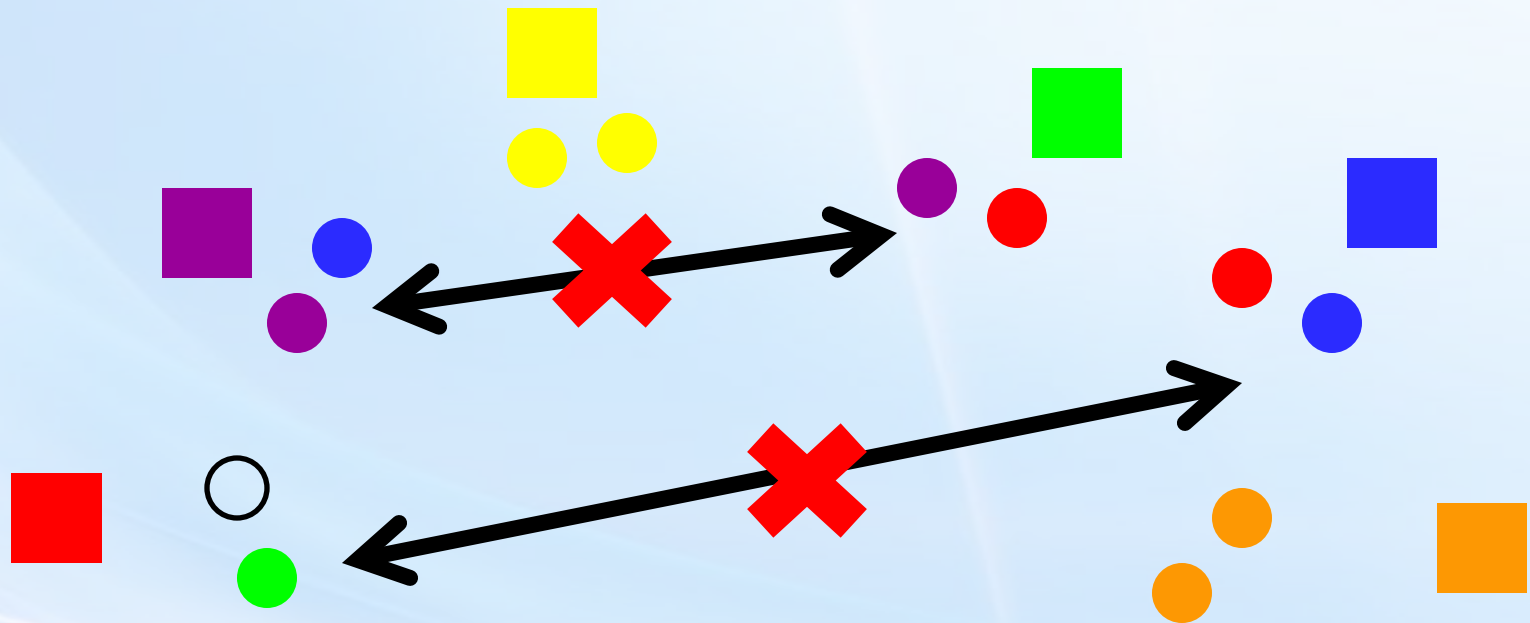
40th Conference of the International Group for the Psychology of
Mathematics Education

Aaron Gaio, Benedetto Di Paola

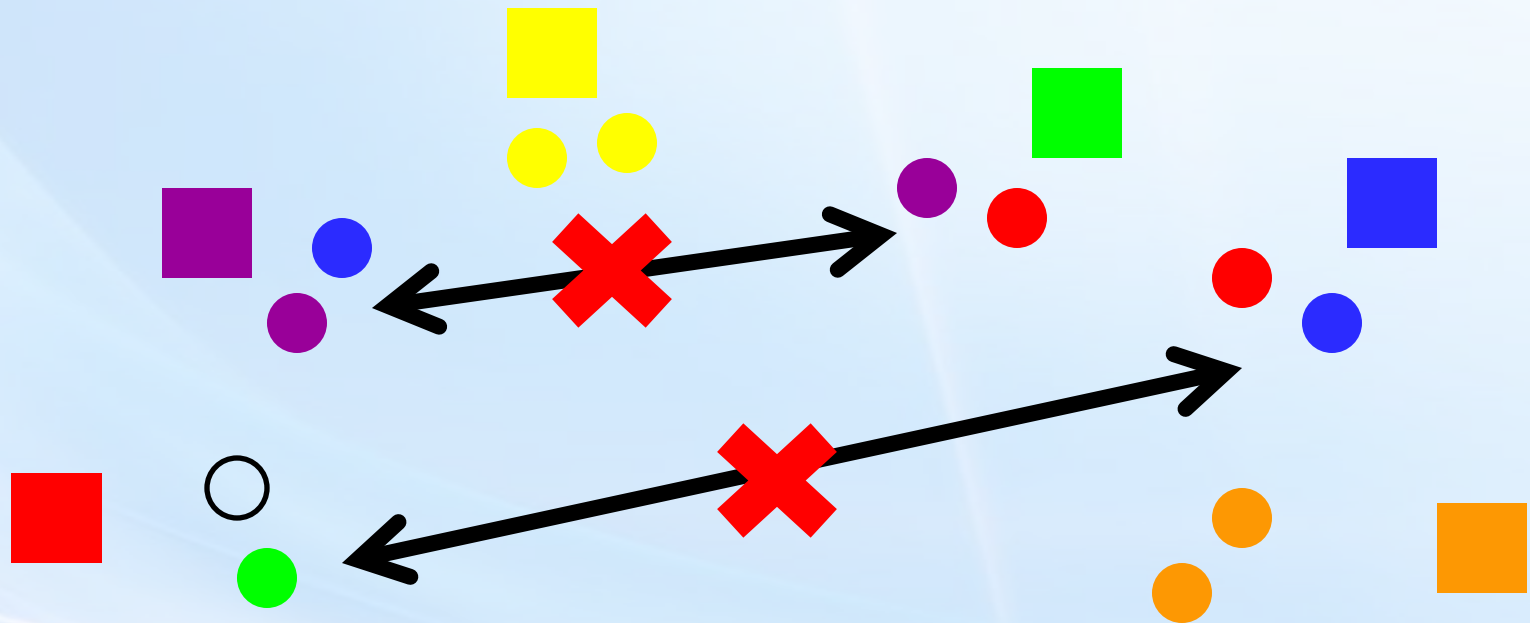
aaron.gaio@dmi.unict.it

University of Palermo - Italy
Department of Mathematics and Computer Science





VIDEO



We saw the moment in which students find out that if they are *greedy* - *or we might say use a greedy algorithm* - (holding their own colored ball as soon as they grasp them) then the group might not success in the final goal.

It may be necessary to emphasize that individuals don't win the game, but that the puzzle is solved when everyone has the correct color.

PART OF PME-40 PRESENTATION

A qualitative analysis of the results, through some videos recorded in the classroom, shows, according to Vygotsky's perspective on the zone of proximal development (Vygotsky, 1981),

the moment in which students, playing together, find out that if they are *greedy* - or we might say *use a greedy algorithm* - (holding their own colored ball as soon as they grasp them) then the group might not success in the final goal.

They realize therefore that being *greedy* does not give them much advantage in the final.

They are somehow “forced” to work in a *cooperative* way

Also, they usually recognize this by themselves and they can easily realize that this is the fastest (and usually the only) way to get a solution to this game.



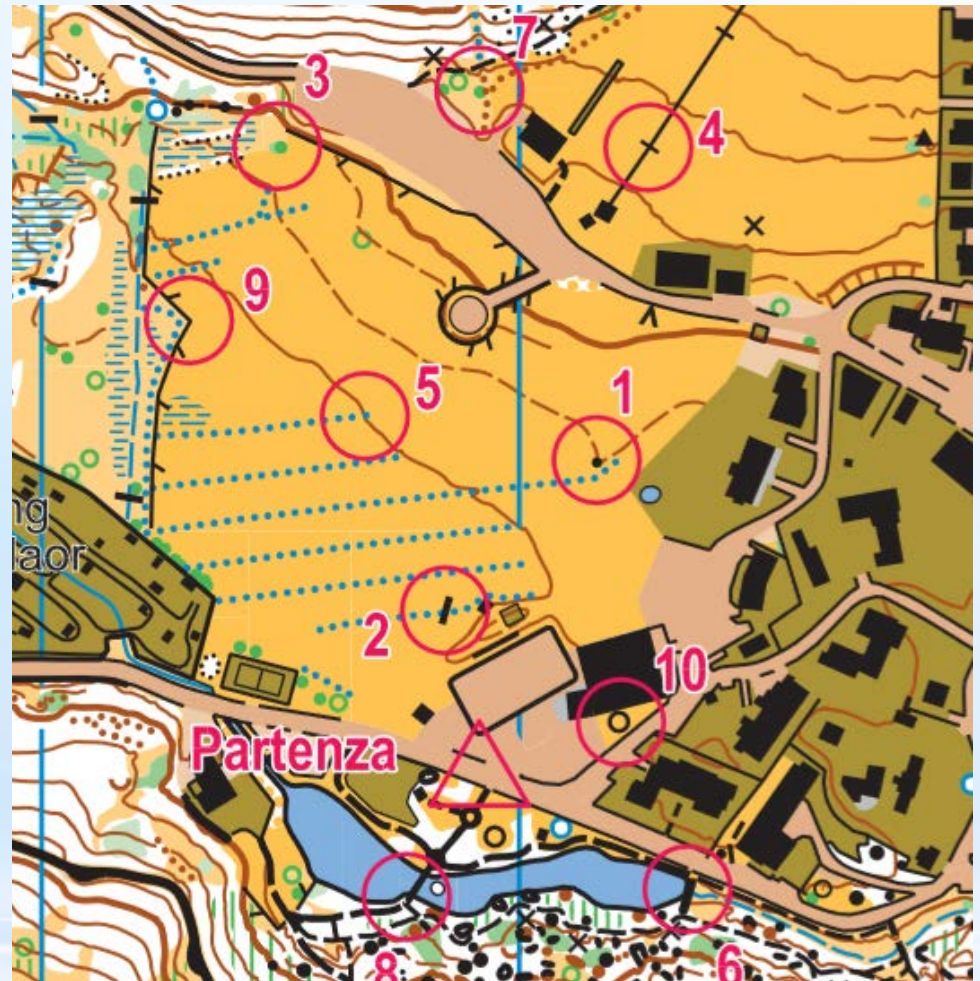
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PALERMO

Orienteering a sequenza libera

Il problema del commesso viaggiatore

Orienteering a sequenza libera

Il problema del commesso viaggiatore



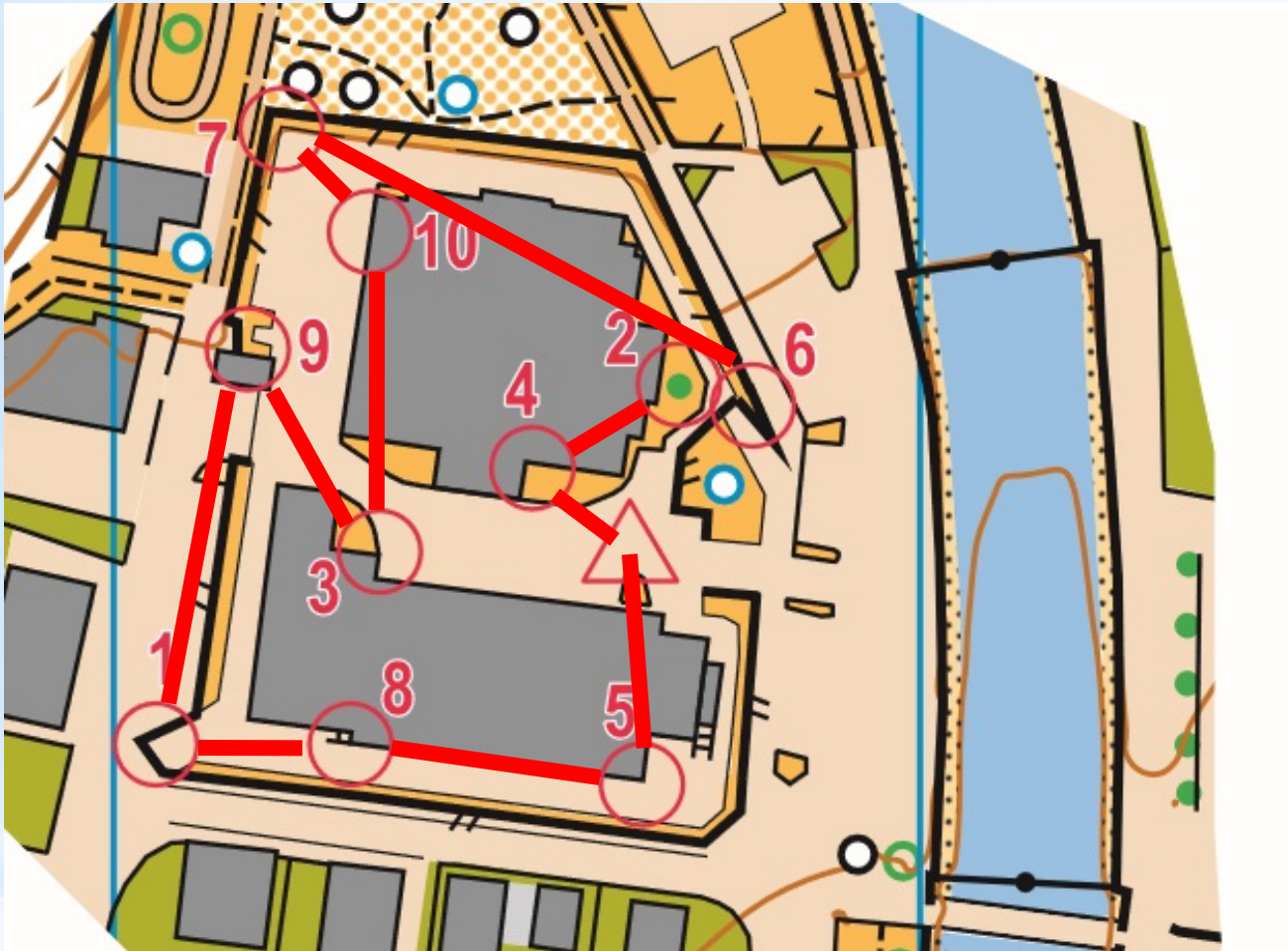
Orienteering a sequenza libera

Il problema del commesso viaggiatore



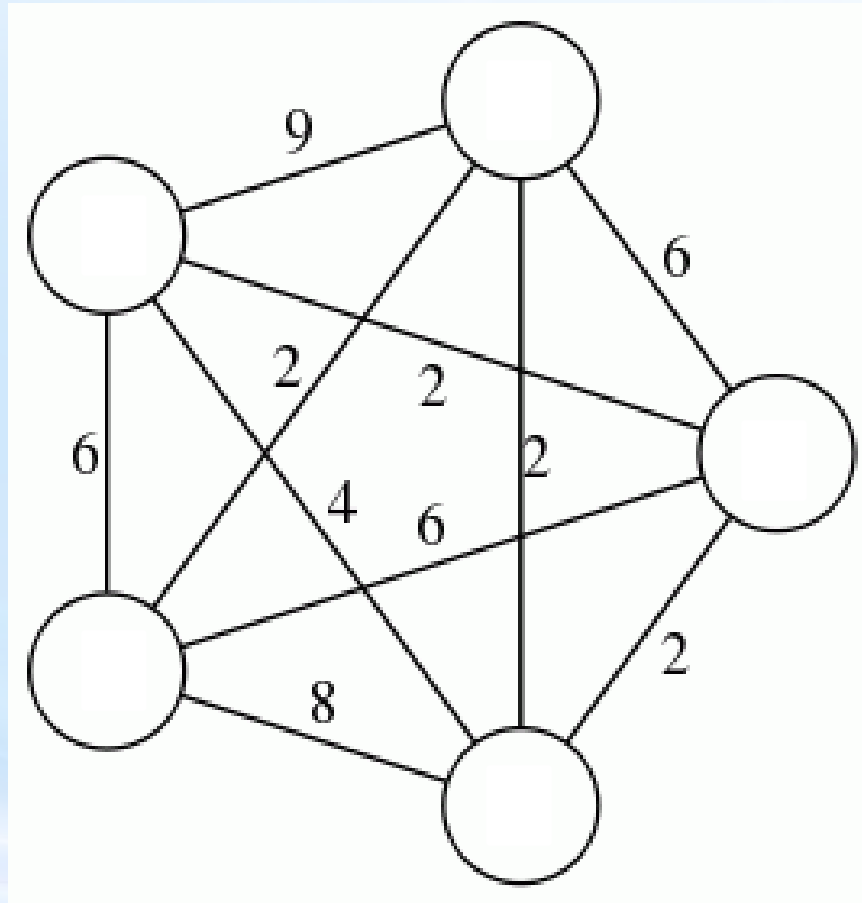
Orienteering a sequenza libera

Il problema del commesso viaggiatore



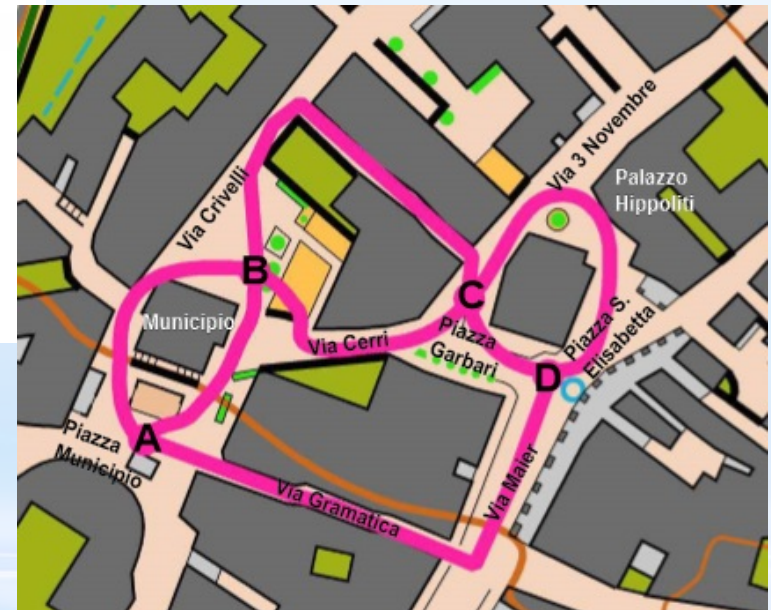
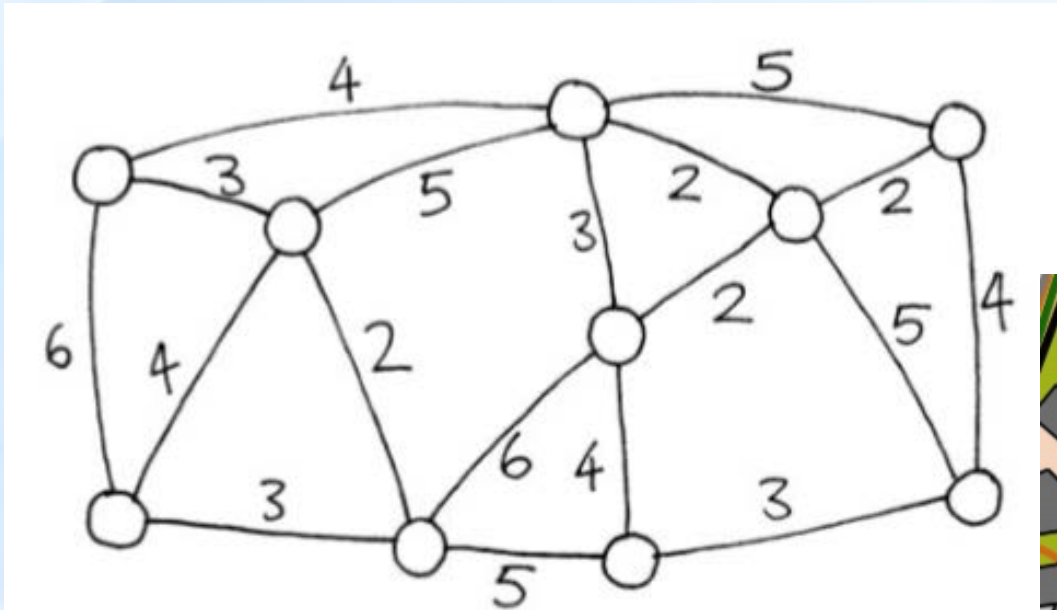
Orienteering a sequenza libera

Il problema del commesso viaggiatore

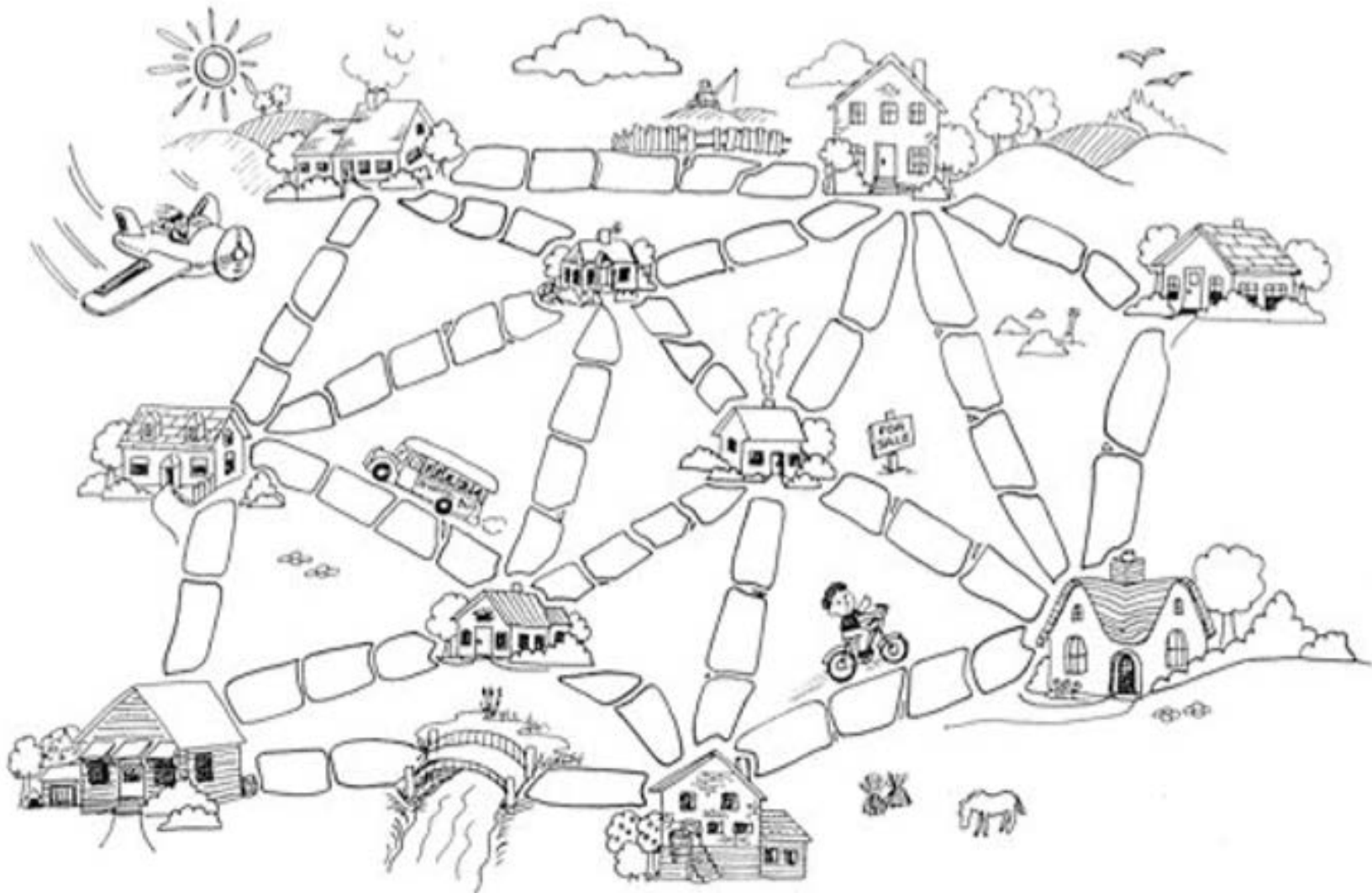


Teoria dei Grafi

Percorsi nello spazio



"La Città Fangosa"



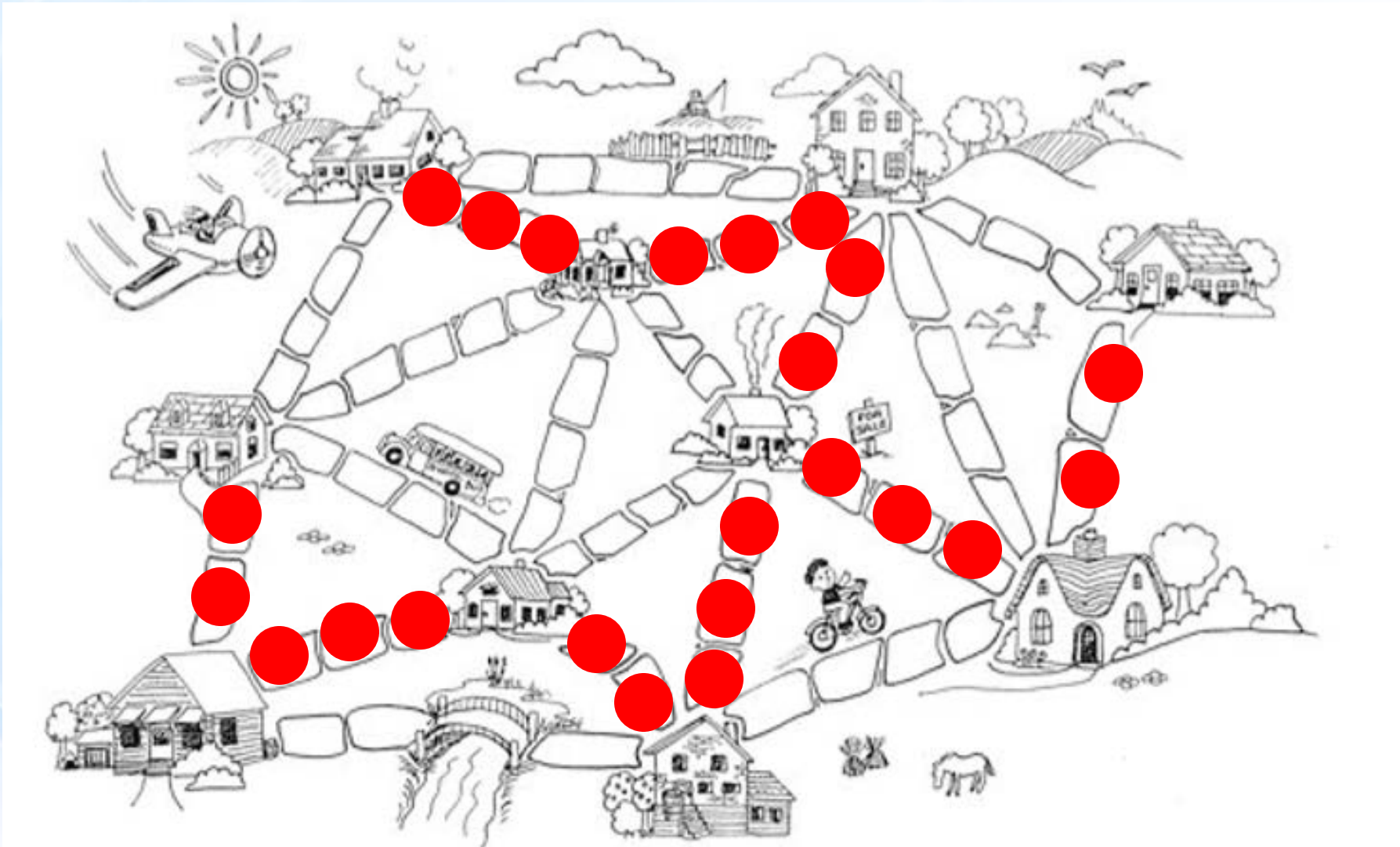
"La Città Fangosa"



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PALERMO



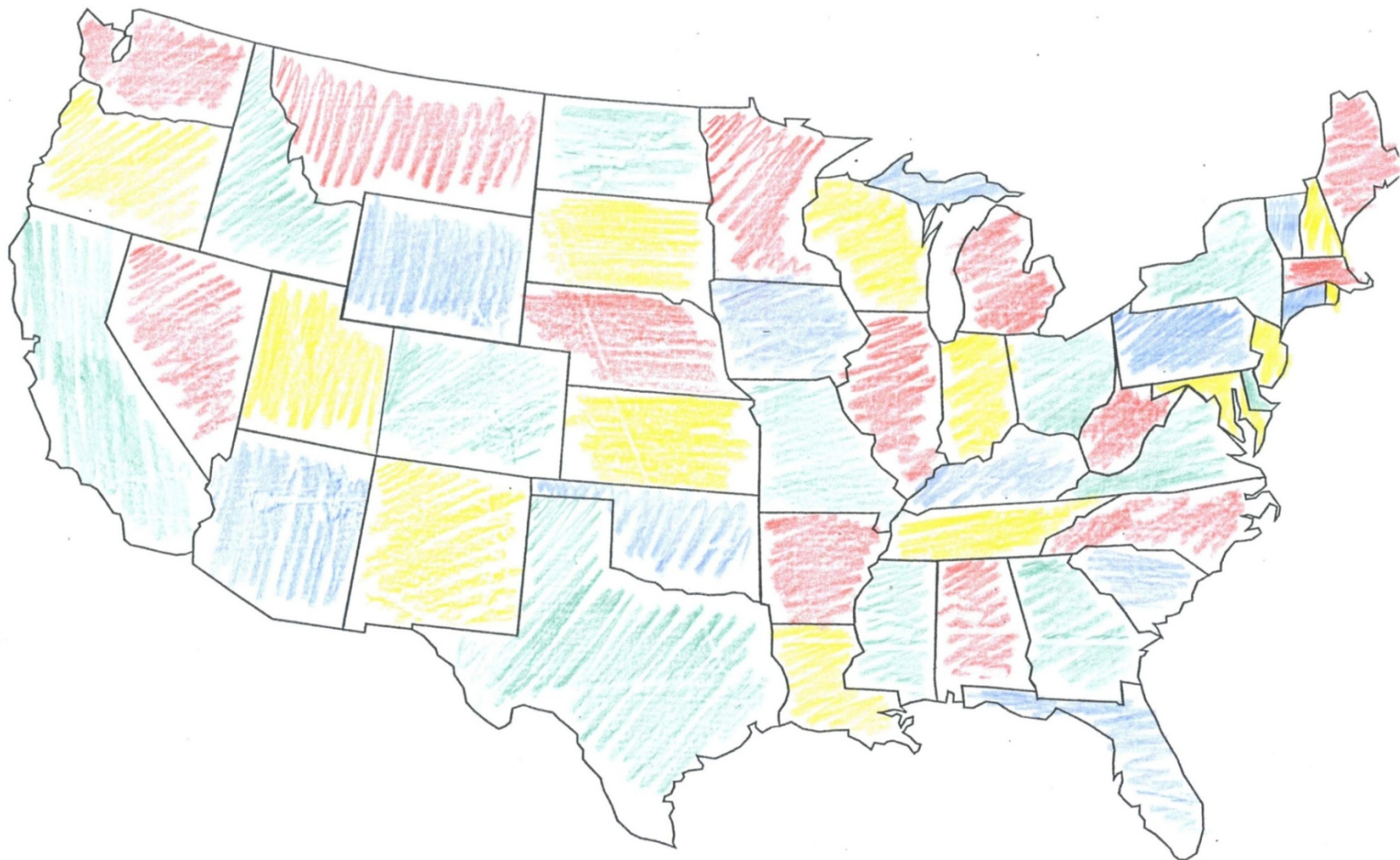
"La Città Fangosa"



Map Coloring



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PALERMO



Map Coloring

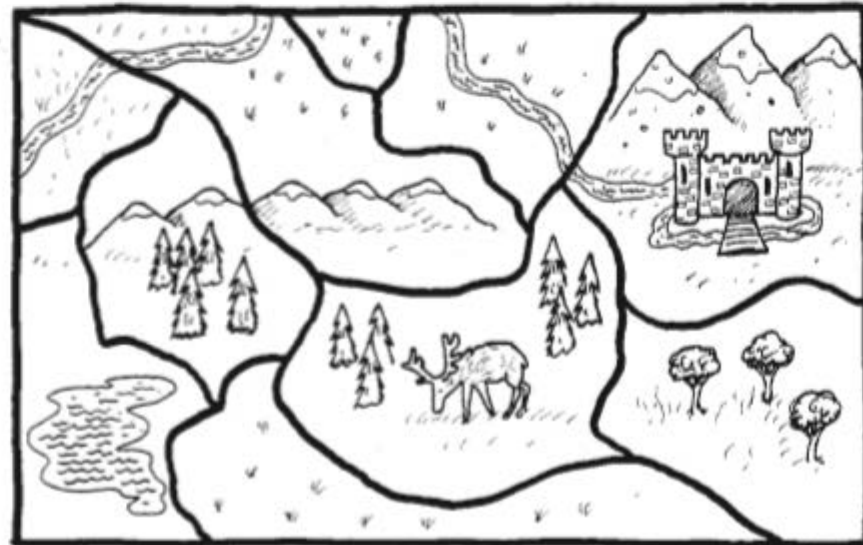
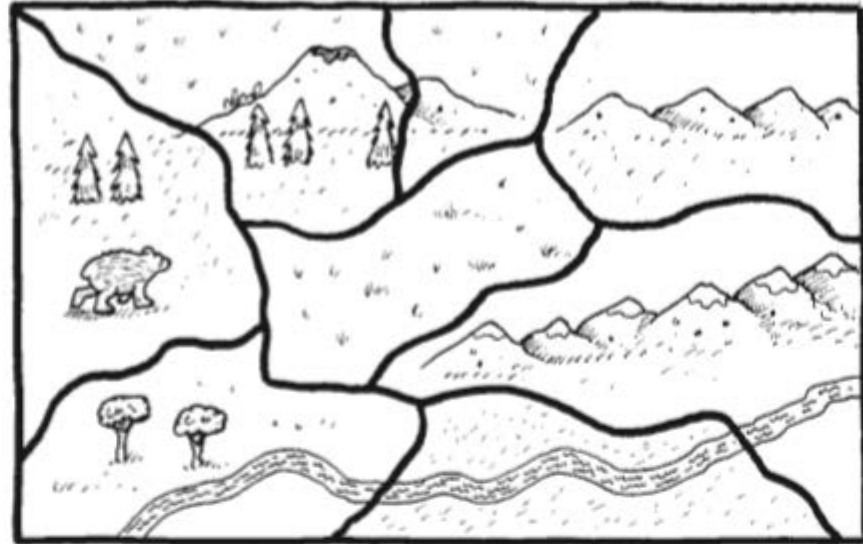


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PALERMO



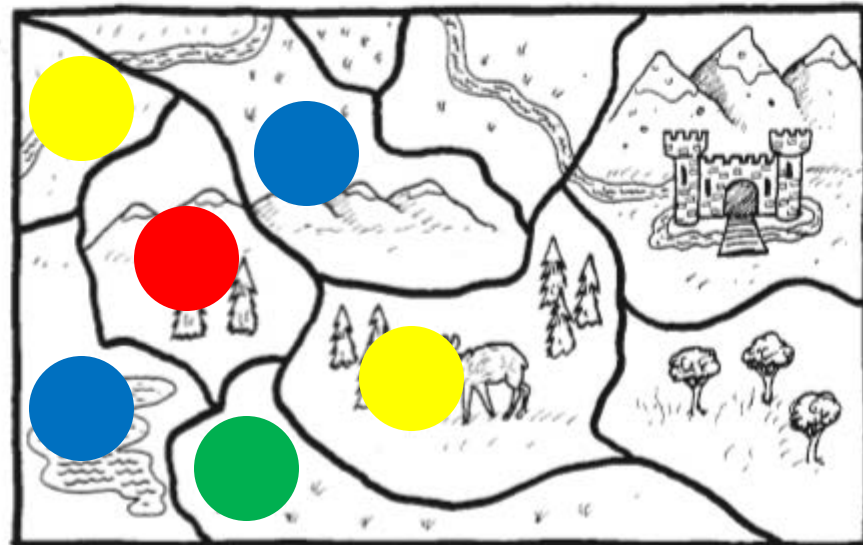
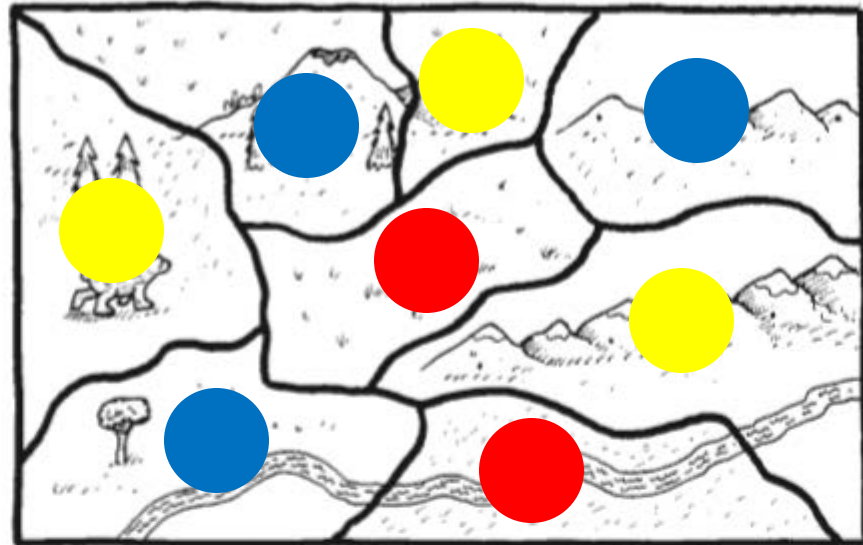
Mappe e colori!

Il nostro cartografo vuole colorare le regioni di questi 2 riquadri, cercando di utilizzare meno colori possibile. Attenzione, regioni confinanti non possono essere però dello stesso colore! Di quanti colori avrà bisogno? Cerchiamo di utilizzarne il meno possibile!



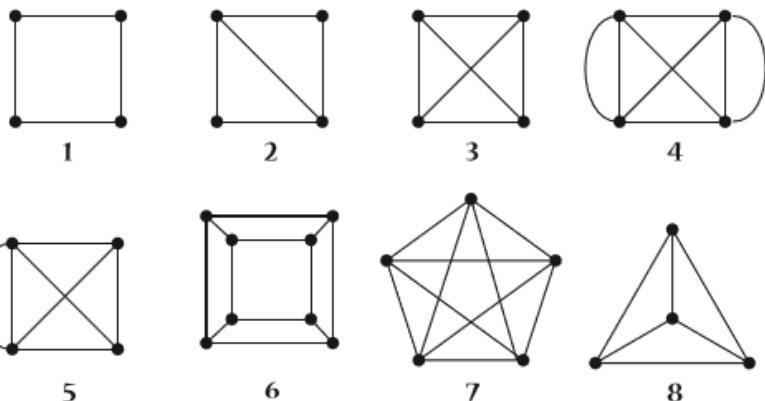
Mappe e colori!

Il nostro cartografo vuole colorare le regioni di questi 2 riquadri, cercando di utilizzare meno colori possibile. Attenzione, regioni confinanti non possono essere però dello stesso colore!
Di quanti colori avrà bisogno?
Cerchiamo di utilizzarne il meno possibile!



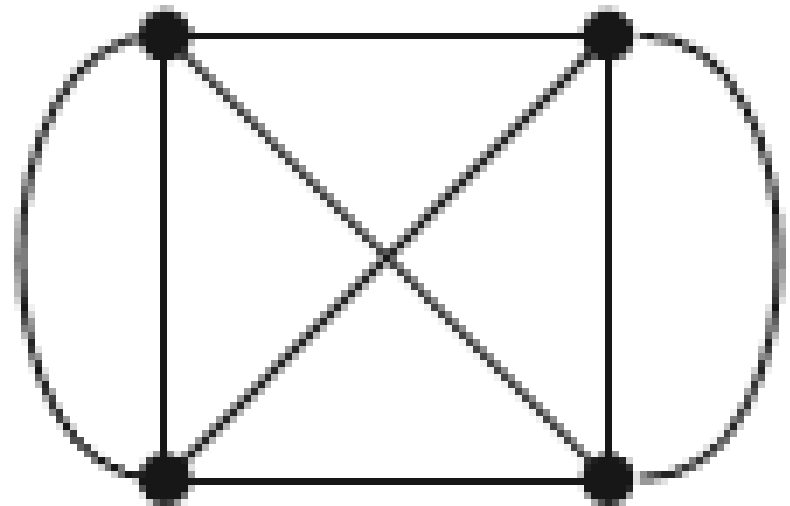
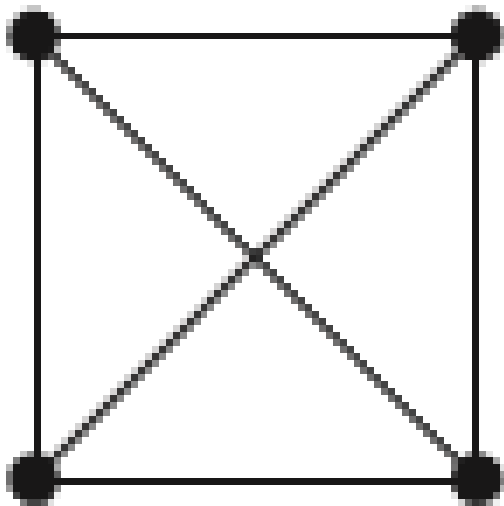
Percorsi e Circuiti "di Eulero"

Riesco a disegnare
"senza staccare
la matita dal
foglio"?



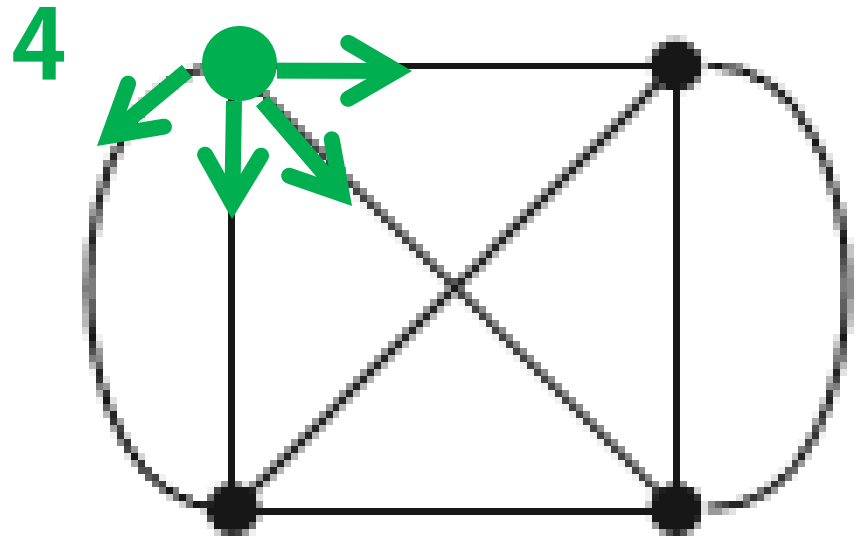
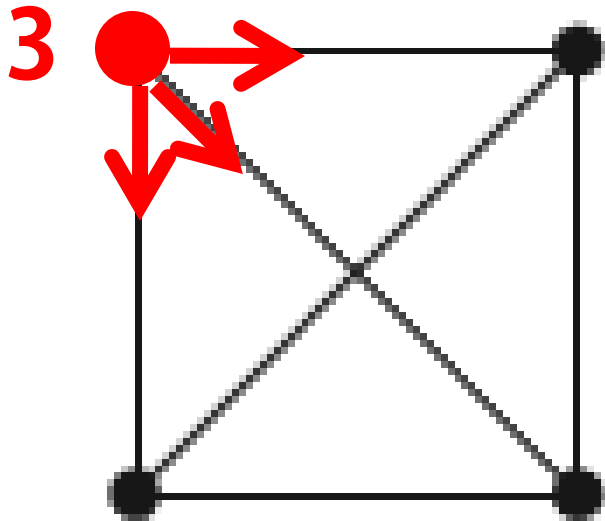
Percorsi e Circuiti "di Eulero"

Riesco a disegnare
"senza staccare
la matita dal
foglio"?

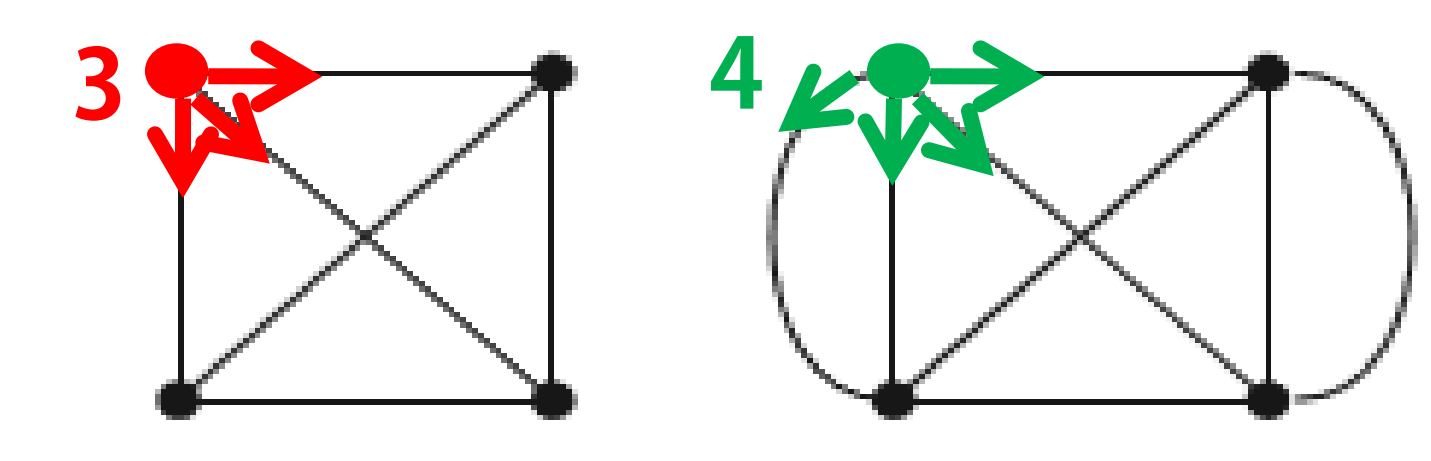
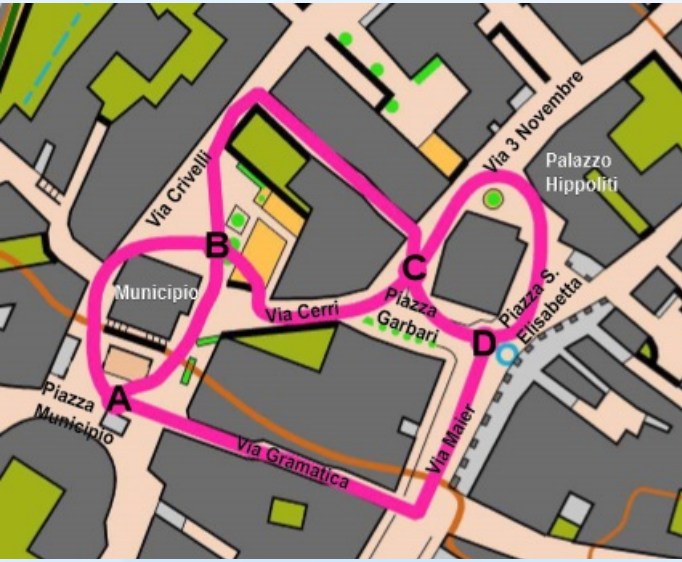


Percorsi e Circuiti "di Eulero"

Riesco a disegnare
"senza staccare
la matita dal
foglio"?



Percorsi e Circuiti "di Eulero"



Percorsi e Circuiti "di Eulero"



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PALERMO



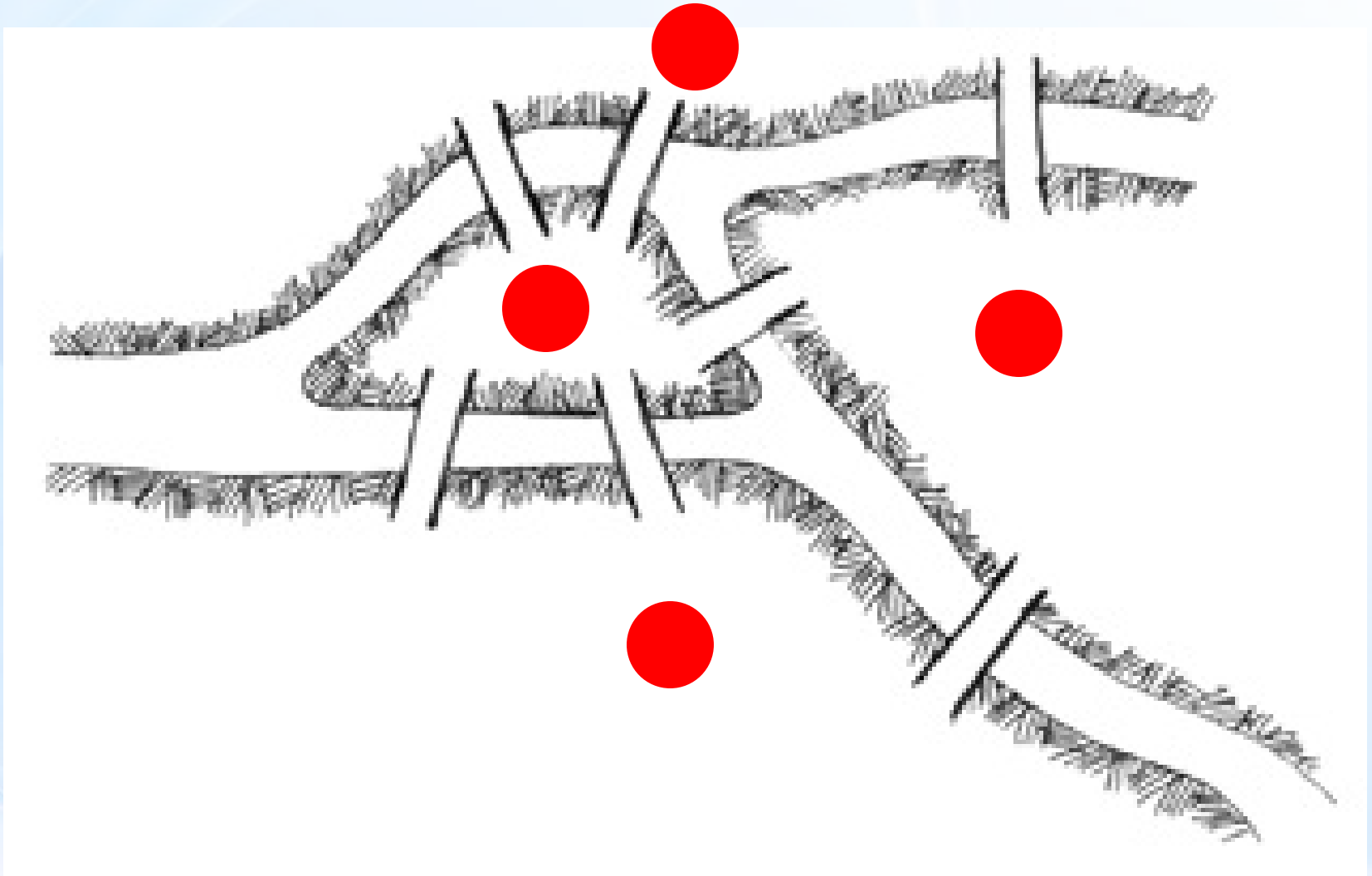
Percorsi e Circuiti "di Eulero"



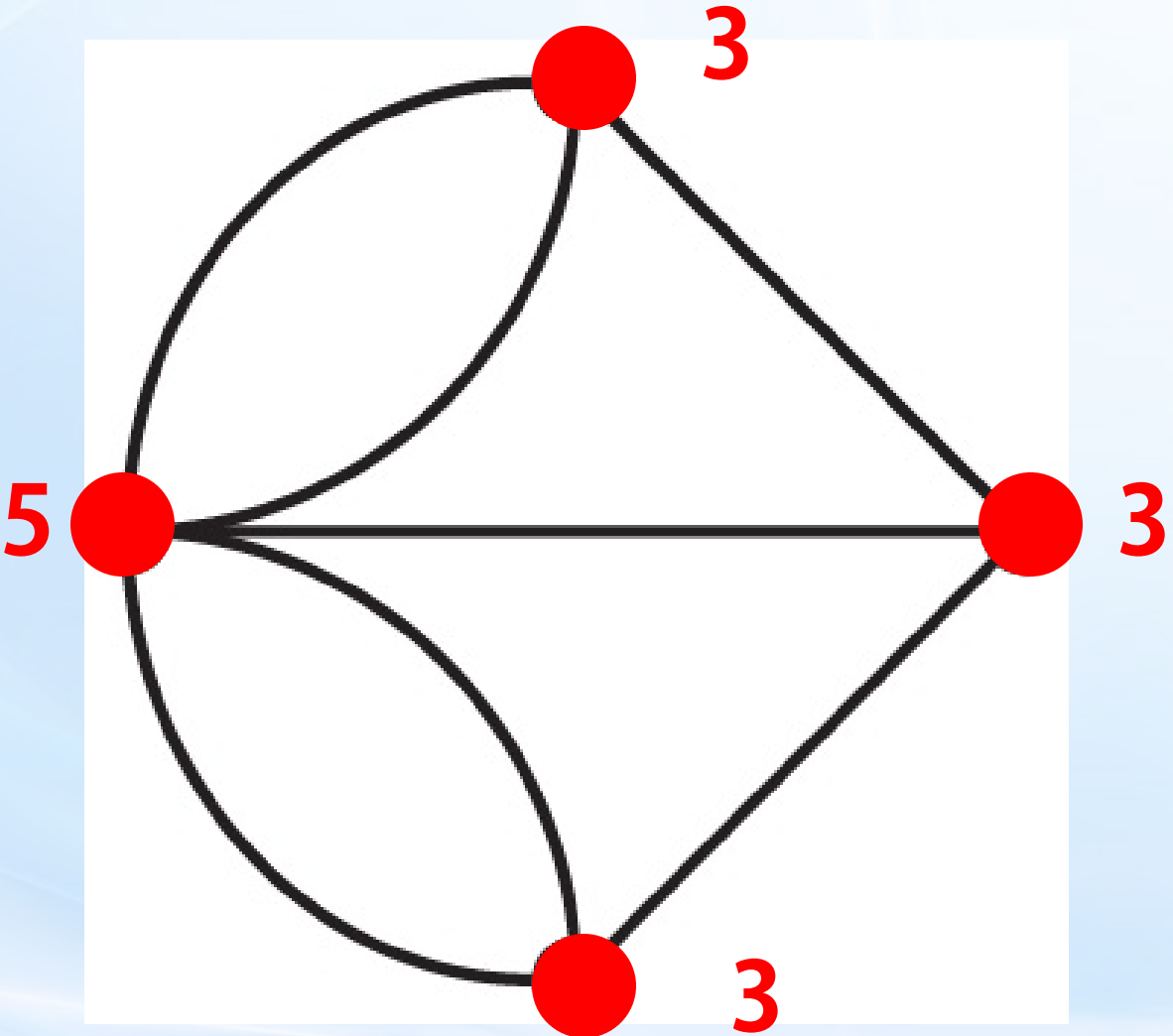
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PALERMO



Percorsi e Circuiti "di Eulero"



Percorsi e Circuiti "di Eulero"





Alcuni vantaggi di queste attività / approcci

- *Aiuta ad accrescere le capacità di **comunicazione** e la **creatività** di tutto il gruppo;*



Alcuni vantaggi di queste attività / approcci

- *Aiuta ad accrescere le capacità di **comunicazione** e la **creatività** di tutto il gruppo;*
- *Non sono generalmente necessari grossi **prerequisiti matematici** per poter svolgere queste attività (neanche per l'insegnante);*



Alcuni vantaggi di queste attività / approcci

- Aiuta ad accrescere le capacità di **comunicazione** e la **creatività** di tutto il gruppo;
- Non sono generalmente necessari grossi **prerequisiti matematici** per poter svolgere queste attività (neanche per l'insegnante);
- In accordo con la **zona di sviluppo prossimale** di Vygotsky, durante il lavoro di gruppo si arriva a realizzare cose che da soli non sarebbero state scoperte;



Alcuni vantaggi di queste attività / approcci

- Aiuta ad accrescere le capacità di **comunicazione** e la **creatività** di tutto il gruppo;
- Non sono generalmente necessari grossi **prerequisiti matematici** per poter svolgere queste attività (neanche per l'insegnante);
- In accordo con la **zona di sviluppo prossimale** di Vygotsky, durante il lavoro di gruppo si arriva a realizzare cose che da soli non sarebbero state scoperte;
- Anche l'individualista è **"costretto" alla collaborazione** per arrivare alle soluzioni ottimali.

BIBLIOGRAFIA

Bell, Timothy C., Ian H. Witten, and Mike Fellows. Computer Science Unplugged: Off-line activities and games for all ages. *Computer Science Unplugged*, 1998, 2015 review.

J.A. Bondy and U.S.R. Murty, *Graph theory with applications*, vol. 6, Macmillan London, 1976.

Brown, Ann L. Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The journal of the learning sciences* 2.2 (1992): 141-178.

Casey, Nancy and Mike Fellows, *This is mega-mathematics! stories and activities for mathematical thinking problem-solving and communication: The Los Alamos Workbook*, 1992.

Cobb, Paul, et al., Design experiments in educational research. *Educational researcher* 32.1 (2003)

Fellows, Michael R. and Neal Koblitz, Kid krypto, *Proceedings of the 12th Annual International Cryptology Conference on Advances in Cryptology* (London, UK, UK), CRYPTO '92, Springer-Verlag, 1993, pp. 371–389.

Krulik, Stephen and Robert E Reys, Problem solving in school mathematics, *vol. 28, Natl Council of Teachers of*, 1980.

Ministero della Pubblica Istruzione, *Indicazioni nazionali per il curricolo per la scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione*, 2012.

Plomp, Tjeerd, and N. Nieveen. An introduction to educational design research. *Proceedings of the seminar conducted at the East China Normal University, Shanghai (PR China)*, November 23–26. 2007.

[W+01] D.B. West et al., *Introduction to graph theory*, vol. 2, Prentice hall Upper Saddle River, 2001.