**Numeri (pseudo)casuali**

**Situazione di partenza/stimolo**

**Il gioco "base"**

Carlo e Antonia hanno inventato questo gioco:

* Carlo dice un numero intero tra 1 e 6 compresi
* Antonia lancia un dado
* se esce il numero detto da Carlo, Carlo fa un punto, se non esce ne fa 0
* si ripete per 10 volte, poi Carlo e Antonia si scambiano i ruoli
* alla fine dei 20 lanci, per stabilire la/il vincitrice/vincitore del gioco si vede chi ha fatto più punti.

**Domande**

* qual è, se c’è, la strategia per vincere al gioco?
* se tu dovessi scommettere, punteresti su Carlo o su Antonia?
* secondo te, è possibile prevedere quante volte indovinerà Carlo e quante Antonia?
* nei 20 lanci, ~~è~~ più probabile che esca il 3 o il 6? Perché?
* C’è un risultato che ha più probabilità di uscire degli altri?

**Prima variante del gioco**

Come nel gioco "base", ma si lanciano ogni volta due dadi e si deve indovinare la somma dei numeri ottenuti

**Domande**

* qual è, se c’è, la strategia per vincere?
* nei 20 lanci ~~è~~ più probabile che esca la somma 5, la 14 o la 10?
* secondo te, quante volte vincerà Carlo e quante Antonia?

**Seconda variante del gioco**

Carlo e Antonia sono andati in gita e hanno dimenticato a casa i dadi:

* pensi che potranno giocare lo stesso al gioco "base"?
* se pensi di sì, proponi un modo
* se pensi di no, spiega perché non potranno

Se le risposta sarà "sì", nascerà il **problema della generazione di numeri casuali**: approfittarne per

**aprire la discussione**.

* pericolo di cadere in ripetizioni "ritmiche"
* come evitare il pericolo
* per esempio, inventare un "calcolo" che dia come risultato dei numeri a caso
* ma se si devono eseguire calcoli, il computer sembra la macchina adatta, perché con esso si possono eseguire senza fatica calcoli difficili.
* va bene, ma il computer è una macchina deterministica: come fa a generare numeri "a caso"?

All'ultima domanda la risposta è una sola: non può!

Si può però fare in modo che generi numeri che sembrano casuali, ma che cosa significa "che sembrano"? In tal caso si parla di ***numeri pseudocasuali*** (cioè "falsi numeri casuali")

Inventare qualche criterio di casualità (i numeri appaiono con uguale frequenza; dato un numero non si può prevedere quello che segue; …)

**Metodi di generazione di numeri pseudocasuali "a macchina"**

**Metodo Middle square, inventato da John von Neumann**

[Budapest](http://it.wikipedia.org/wiki/Budapest), [28 dicembre](http://it.wikipedia.org/wiki/28_dicembre) [1903](http://it.wikipedia.org/wiki/1903) – [Washington](http://it.wikipedia.org/wiki/Washington), [8 febbraio](http://it.wikipedia.org/wiki/8_febbraio) [1957](http://it.wikipedia.org/wiki/1957), [matematico](http://it.wikipedia.org/wiki/Matematico), [fisico](http://it.wikipedia.org/wiki/Fisico) e [informatico](http://it.wikipedia.org/wiki/Informatico) [ungherese](http://it.wikipedia.org/wiki/Ungheria) [naturalizzato](http://it.wikipedia.org/wiki/Naturalizzazione) [statunitense](http://it.wikipedia.org/wiki/Stati_Uniti_d%27America)

Il metodo funziona così:

* si prende un numero di 4 cifre, per esempio 9317
* si calcola il suo quadrato (ecco lo "square", che vuol dire proprio "quadrato"), nell'esempio 21587489. Se si ottiene un numero con meno di 8 cifre si aggiungono 0 a sinistra
* si guardano le quattro cifre centrali (ecco il "middle", che vuol dire "in mezzo"), nell'esempio 5874, e questo è il primo numero pseudocasuale ottenuto
* si ricomincia con il numero ottenuto, nell'esempio 58742 = 34503876, da cui 5038
* si continua così fin che si vuole.

È chiaro che tutto dipende dal primo numero scelto e, se quando ricominci, prendi un numero già generato in precedenza, da lì in avanti otterrai la stessa sequenza ottenuta prima.

In pratica, nessuno usa più il metodo: lo si ricorda solo per motivi storici.

**Metodo congruenziale moltiplicativo**

Non lasciarti impressionare dalle parole: due numeri si dicono ***congruenti modulo k*** se divisi per k danno lo stesso resto. Tutto qui.

Per esempio

13 e 43 sono congruenti modulo 6, perché 13 : 6 = 2 e ***resto 1***, e anche 43 : 6 = 7 e ***resto 1***.

Il metodo funziona così:

* si sceglie un numero
* lo si moltiplica per un altro numero, fissato una volta per tutte, per esempio 13
* si divide il risultato per un altro numero, anche lui fissato una volta per tutte, per esempio 29
* si prende in considerazione solo il resto, e questo è il primo numero pseudocasuale
* si ricomincia con il numero ottenuto
* si va avanti fin che si vuole

Per esempio

scelgo 21 ; 21 × 13 = 273 ; 273 : 29 = 9 e resto 12 ; I nro. pseudocasuale: 12

 12 × 13 = 156 ; 156 : 29 = 6 e resto 11 ; II nro. pseudocasuale: 11

 11 × 13 = 143 ; 143 : 29 = 4 e resto 27 ; III nro. pseudocasuale: 27

 … … …

Se ci pensi un attimo, capirai che i resti possibili dividendo per 29 sono ***al massimo*** 29, cioè

0 , 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , … , … , 28

In realtà, la sequenza è questa:

12 , 11 , 27 , 3 , 10 , 14 , 8 , 17 , 18 , 2 , 26, 19 ,15 , 21

e 21 è il numero da cui siamo partiti: la sequenza si ripeterà con 12 , 11 , 27 , …

(v. Metodo congruenziale Agorà.xlsx)

Quindi è importante scegliere bene i due numeri fissati una volta per tutte.

Per esempio, in questo sito

<http://blia.it/utili/casuali/>

al posto di 13 c'è 1'103'515'245 e al posto di 29 c'è 2'147'483'647 (= 231-1)

Eh, sì: generare numeri pseudocasuali è una faccenda complicata!

Ma si possono benissimo creare dei buoni numeri pseudo-casuali con metodi “fatti in casa”.

Per esempio, prendere una sequenza di n cifre decimali di un numero irrazionale (per esempio  o π).

**Perché generare numeri pseudocasuali?**

Alcuni fenomeni, fisici, chimici o d'altro genere, si possono descrivere con metodi matematici "abbastanza semplici", anche se bisogna intendersi su che cosa sia un metodo "abbastanza semplice".

Altri invece sono talmente complicati che con la matematica non vai molto lontano.

Pensa, per esempio, ad una frana, composta di migliaia e migliaia di pezzi di vario tipo (sassi piccoli e grossi, terra asciutta o umida o intrisa d'acqua, rami, alberi interi e chissà che altro ancora) che si stacca in fretta o adagio, da un pendio ripido o no, eccetera. Eppure è importante prevedere che cosa capiterà quando si sarà staccata.

O a come si mescolano la sabbia e il cemento in una betoniera: se vuoi ottenere una miscela affidabile, cioè più meno sempre la stessa, devi dare la forma giusta all'interno della betoniera. Sì, ma quale è la forma più adatta?

O a come le automobili arrivano ad un semaforo: se non vuoi creare troppe code, bisogna sapere quante ne arrivano e da che strada. Ma gli automobilisti non si mettono d'accordo tra di loro: giungono al semaforo in modo casuale.

O a come devi disegnare il profilo di un'auto da corsa perché offra la minore resistenza alla penetrazione nell'aria. Ma l'aria è fatta di miliardi e miliardi di molecole di ossigeno, azoto, di ossido di carbonio, di particelle fini e meno fini, ognuna delle quali si muove come le pare.

O a altro, che la tua fantasia può scoprire.

Ecco: nei casi esemplificati si ricorre a ***simulazioni***, e nelle simulazioni entrano i numeri pseudocasuali.

Talvolta si usano simulazioni anche dove non sarebbero strettamente necessarie.

Se lanci 5 monete per un migliaio di volte, quante volte ti aspetti che escano 5 "teste", o 3 "croci"?

La simulazione con Monete Agorà.xlsx può aiutarti.

Se giochi alla roulette molte volte, ti aspetti che vincerai soldi o che ne perderai?

La simulazione con Roulette Agorà.xlsx può aiutarti.

C'è un modo di giocare alla roulette che si chiama "Salto del delfino" che qualche giocatore definisce vincente. Il modo consiste in questo: parti con una certa somma di danaro, diciamo 100 CHF. Se li perdi, smetti e torni a casa ma se a un certo momento ti ritrovi più di 100 CHF, prendi quello che hai e torni a casa. È davvero un metodo vincente?

La simulazione con Roul-delfino Agorà.xlsx può aiutarti.

C'è persino una simulazione che ti dà una buona approssimazione di pigreco: la puoi vedere in

Pigreco Agorà.xlsx.

Altre simulazione le vedrai in altri posti della mostra.

**Sitografia**

<http://wwwservizi.regione.emilia-romagna.it/generatore/>

<http://randomnumbergenerator.intemodino.com/it/>

<http://it.wikipedia.org/wiki/Numero_casuale>

<http://it.wikipedia.org/wiki/Numeri_pseudo-casuali>

<http://it.wikipedia.org/wiki/Simulazione>

<http://phet.colorado.edu/sims/plinko-probability/plinko-probability_en.html>