

# Il piccolo e il grande

---

## **Discussione**

I computer hanno spesso la necessità di ordinare liste di oggetti. Allo stesso modo, per noi, pensare a tutti i luoghi ove riporre e ritrovare gli oggetti ordinati è altrettanto importante. Cosa accadrebbe se questi oggetti non fossero in ordine?

I computer solitamente confrontano solo due oggetti alla volta. L'attività alla pagina successiva usa questa restrizione per dare ai bambini l'idea di cosa significhi ordinare oggetti.

## **Attività**

1. Dividete in gruppi di bambini.
2. Ciascun gruppo avrà bisogno di una copia della pagina dell'attività a pagina 96 oltre a pesi e bilance.
3. Lasciate che i bambini facciano l'attività, poi discutete assieme.

## Attività del foglio di lavoro: ordinare pesi

**Scopo:** trovare il miglior metodo per ordinare un insieme di pesi.

**Avrai bisogno di:** sabbia o acqua, 8 contenitori identici, bilance.

**Cosa fare:**

1. Riempite ciascun contenitore con un diverso quantitativo di sabbia o acqua. Chiudete bene.
2. Mescolate i contenitori così che non si possa riconoscere il loro peso.
3. Trovate il contenitore più leggero.

Nota: Potete usare solo la bilancia per pesare ciascun contenitore. Solo due contenitori possono essere confrontati alla volta.

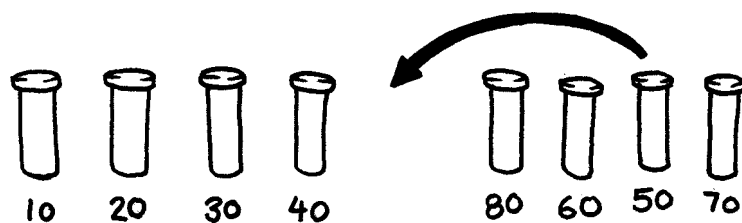
Qual è il sistema più facile di svolgere il compito?

4. Scegliete a caso 3 contenitori e metteteli in ordine dal più leggero al più pesante usando solamente la bilancia. Come potete fare? Qual è il minimo numero di confronti necessario? Perché?
5. Adesso mettetevi tutti gli oggetti in ordine dal più leggero al più pesante.

Quando ritenete di aver concluso, controllate il risultato confrontando tra loro con la bilancia due oggetti vicini.

### Selection Sort (ordinamento per selezione)

Un metodo che si può usare con il computer è chiamato selection sort. Funziona così: trovate per prima cosa l'oggetto più leggero e riponetelo da un lato. Successivamente, trovate il più leggero tra gli oggetti rimasti e mettetelo vicino a quello più leggero trovato precedentemente. Ripetete questa operazione fino a che non avete terminato gli oggetti da pesare.



Contate quanti confronti avete effettuato.

**Extra per esperti:** mostrate come potete calcolare matematicamente quanti passi sono necessari per ordinare 8 oggetti? E 9 oggetti? 20?

# Attività del foglio di lavoro: divide et impera

## Quicksort

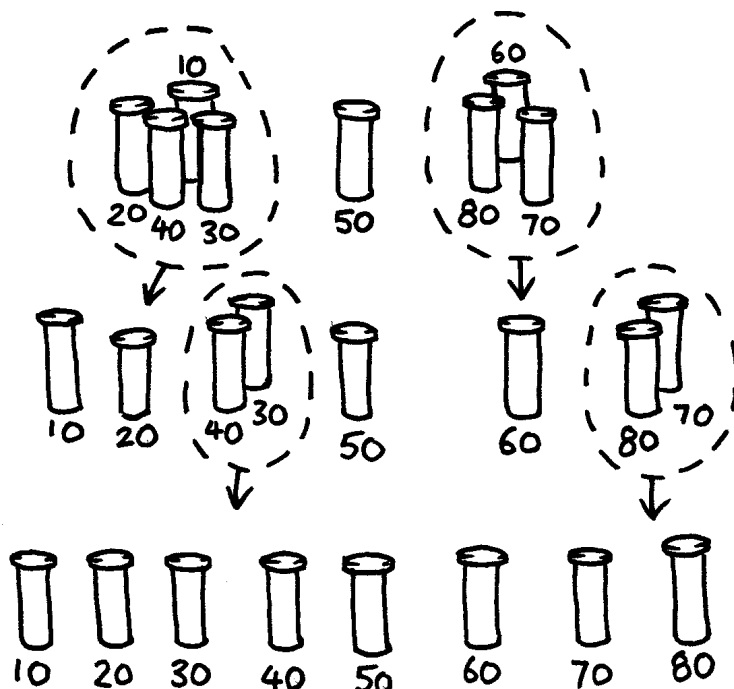
Quicksort è molto più veloce di selection sort, in particolare quando si hanno insiemi di oggetti molto grandi. Infatti, è uno dei migliori metodi di ordinamento conosciuti. Funziona così:

scegliete a caso un oggetto e posizionatelo su un piatto della bilancia.

Ora confrontate ciascun oggetto rimanente con quello precedentemente selezionato. Mettete quelli più leggeri a sinistra, l'oggetto selezionato per primo al centro e quelli più pesanti a destra. (Si potrebbero anche avere molti più oggetti da un lato rispetto all'altro).

Scegliete uno degli insiemi di oggetti, quello a destra o quello a sinistra e ripetete le precedenti operazioni. Fate lo stesso per l'altro insieme. Ricordatevi di mantenere al centro l'oggetto che selezionate per primo.

Continuate a ripetere questa procedura in tutti i gruppi fino a che ciascun gruppo conterrà un oggetto solo. A questo punto, gli oggetti saranno in ordine dal più leggero al più pesante.



Quanti confronti sono necessari in questo procedimento?

Quicksort è più efficiente di selection sort a meno che non accada di iniziare con l'oggetto più leggero o pesante in assoluto. Se siete così

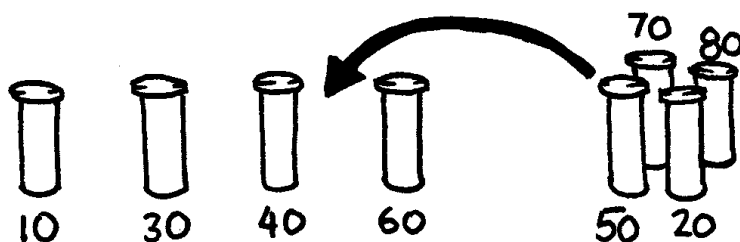
fortunati da aver scelto l'oggetto con il peso intermedio, dovrete aver effettuato solo 14 confronti, la metà di quelli effettuati con il selection sort. In ogni caso, quicksort non sarà peggiore di selection sort e, anzi, potrà essere molto molto più efficiente!

**Extra per esperti:** Se quicksort incidentalmente scegliesse sempre l'oggetto più leggero, quanti confronti effettuerebbe?

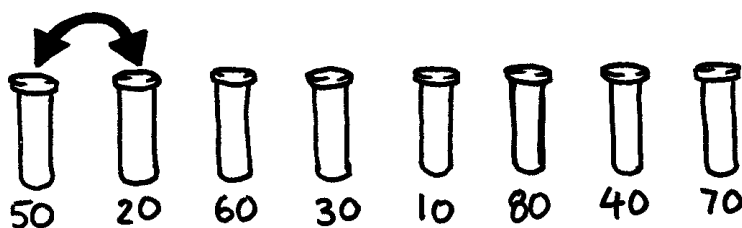
## Variazioni ed estensioni

Sono stati inventati molti sistemi diversi per l'ordinamento.

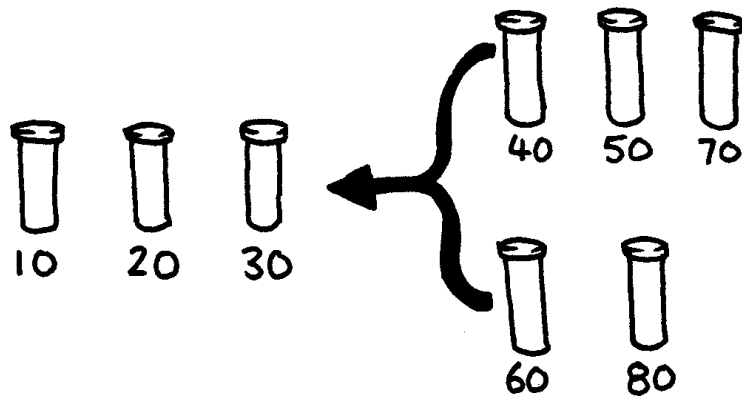
*Insertion sort (ordinamento per inserimento)* lavora rimuovendo ciascun oggetto da un insieme non ordinato e inserendolo nella posizione corretta in un altro insieme (come da figura). Ad ogni inserzione, l'insieme di oggetti non ordinati si riduce e quello ordinato cresce, fino a che l'intero insieme di oggetti originario è ordinato. I giocatori di carte usano molto spesso questo sistema per ordinare una *mano* di carte.



*Bubble sort (ordinamento a bolle)* opera nell'insieme di oggetti molte volte, scambiando ogni oggetto di posto, da destra a sinistra e viceversa quando incontra un oggetto a destra più leggero di quello di sinistra. L'insieme di oggetti è ordinato quando non sono più necessari scambi. Questo metodo non è molto efficiente, ma molti trovano che sia molto più facile da capire di altri.



*Mergesort (ordinamento per fusione)* è un altro metodo che usa 'divide et impera' per ordinare una lista di oggetti. Per prima cosa la lista è divisa casualmente in due liste con un numero di oggetti uguale (se gli oggetti sono in numero dispari, una delle due nuove liste conterrà un oggetto in più). Ciascuna delle due sotto-liste viene ordinata e alla fine entrambe vengono fuse assieme. Fondere le due sotto-liste è un procedimento semplice: basta rimuovere ripetutamente il più piccolo oggetto scelto tra i due all'inizio delle sotto-liste ordinate. Nella figura sottostante, gli oggetti con peso 40 e 60 grammi sono all'inizio delle due liste, così l'oggetto da prelevare e da fondere nella lista finale che si sta costruendo (a sinistra) è l'oggetto da 40 grammi. Come si ordinano le sotto-liste? Semplice, basta usare... Mergesort! Così facendo, alla fine tutte le sotto-liste saranno composte solo da un unico elemento, pertanto non ci si dovrà preoccupare di sapere quando finire...



## Cosa c'entra tutto questo?

---

L'informazione è molto più facile da trovare in un insieme ordinato. Gli elenchi telefonici e gli indici dei libri usano l'ordine alfabetico. La vita sarebbe molto più complessa se non lo facessero...! Se una lista di numeri è ordinata, i casi agli estremi sono più facili da notare perché questi sono all'inizio o alla fine della lista. I casi duplicati sono anch'essi facili da notare, perché sono vicini tra loro.

I computer passano molto del loro tempo a mettere in ordine oggetti, per questo motivo gli informatici hanno cercato di trovare metodi veloci ed efficienti per farlo. Alcuni dei metodi più lenti, come insertion sort, selection sort o bubble sort, possono essere utili in situazioni speciali, ma sono generalmente usati quelli più veloci come quicksort perché sono molto veloci quando operano su enormi liste. Per esempio, per ordinare 100.000 elementi, il quicksort è normalmente 2 mila volte più veloce del selection sort. Se però vogliamo ordinare un milione di elementi diventa 20 mila volte più veloce. I computer spesso devono elaborare milioni di elementi (moltissimi siti web hanno milioni di clienti e ogni fotografia scattata con una fotocamera digitale ha milioni di pixel); la differenza fra i due algoritmi può corrispondere a un secondo di elaborazione o più di cinque ore per svolgere esattamente lo stesso compito. Non solo il ritardo nella risposta non sarebbe tollerabile, ma questo significherebbe anche che sarebbe stata usata 20 mila volte più elettricità (che non solo causa un maggiore impatto ambientale ma riduce anche la vita delle batterie nei dispositivi portatili. La scelta dell'algoritmo giusto o errato ha quindi serie conseguenze.

Quicksort sfrutta un concetto chiamato ricorsione. Questo significa che si continua a dividere una lista di oggetti in parti più piccole applicando lo stesso tipo di ordinamento alle nuove parti più piccole. Questo approccio in particolare è denominato divide et impera. La lista è ripetutamente suddivisa finché è sufficientemente piccola da conquistare (impera). Per quicksort, le liste sono suddivise finché non contengono un solo elemento. È banale ordinare un solo elemento! Sebbene sembri molto laborioso, questo metodo è incredibilmente più veloce di altri.

## Soluzioni e suggerimenti

---

1. il modo migliore di trovare l'oggetto più leggero è quello di considerare tutti gli oggetti uno alla volta tenendo traccia del più leggero fino a quel momento. Quindi, confrontate due oggetti e tenete il più leggero, ripetendo il metodo fino a che tutti gli oggetti siano stati considerati.
2. Confrontate i pesi su una bilancia. Ciò può essere fatto facilmente con 3 pesate e qualche volta 2 se i bambini comprenderanno che il confronto è un operatore transitivo (cioè, se A è più leggero di B e B è più leggero di C, allora A dev'essere più leggero di C).

### **Esperti:**

Ecco un suggerimento per calcolare il numero totale di passi di confronto che vengono effettuati da selection sort.

Per trovare il più piccolo di due oggetti effettuerete un solo confronto, per 3 oggetti ne effettuerete 2, 3 confronti per 4 oggetti e così via. Per ordinare 8 oggetti usando selection sort avrete bisogno di 7 confronti per trovare il primo oggetto (il più leggero), 6 per il secondo, 5 per il terzo e così via:

$$7 + 6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1 = 28 \text{ confronti}$$

$n$  oggetti necessiteranno di  $1 + 2 + 3 + 4 + \dots + (n - 1)$  confronti per essere ordinati.

Sommare questi numeri diviene più facile se si raggruppano diversamente.

Per esempio, per sommare i numeri  $1 + 2 + 3 + \dots + 20$ , raggruppateli così:

$$\begin{aligned} &(1 + 20) + (2 + 19) + (3 + 18) + (4 + 17) + (5 + 16) + \\ &(6 + 15) + (7 + 14) + (8 + 13) + (9 + 12) + (10 + 11) \\ &= 21 \times 10 = 210 \end{aligned}$$

In generale, sarà  $1 + 2 + 3 + 4 + \dots + (n - 1) = \frac{n(n-1)}{2}$ .