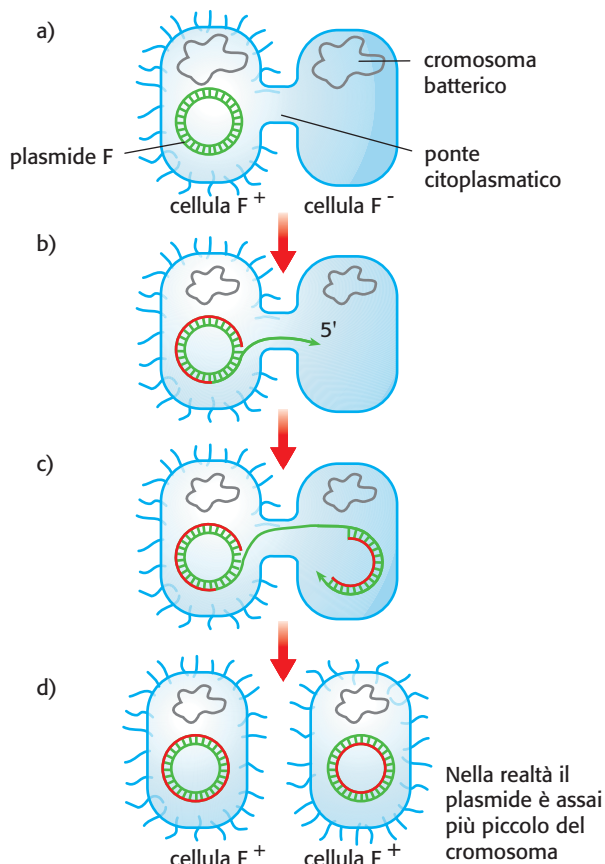


Vi sono diversi meccanismi con cui i geni possono trasferirsi naturalmente da una cellula all'altra.

• **La coniugazione batterica.** La maggior parte dei batteri possiede, oltre al cromosoma, anche altre piccole molecole di DNA circolari, dette **plasmidi**. I più importanti sono i **fattori F**, o di fertilità, e i **fattori R**, responsabili della resistenza a molti farmaci, come gli antibiotici. I fattori F controllano la formazione di lunghe strutture proteiche, dette **pili**. Le cellule che li contengono sono dette  $F^+$  (donatrici), quelle che ne sono prive, e quindi non hanno pili,  $F^-$  (riceventi). I pili formano un ponte citoplasmatico che consente di trasferire il plasmide da una cellula  $F^+$  a una  $F^-$ , che diventa a sua volta donatrice. Il processo è detto **coniugazione batterica** (Figura 1). Questa supplisce alla mancanza della riproduzione sessuale, permettendo uno scambio di geni all'interno di una popolazione, e aumentando quindi la variabilità su cui agisce la selezione naturale.

• **I virus e la trasduzione.** I **virus** sono costituiti semplicemente da una molecola di acido nucleico racchiusa in un involucro proteico, detto **capside**. Possono duplicarsi solo sfruttando l'apparato biosintetico di una cellula ospite (parassiti obbligati) nella quale introducono il proprio materiale genetico, il cosiddetto **cromosoma virale**. Quest'ultimo può essere costituito da DNA o da RNA e può essere a filamento singolo o doppio, lineare o circolare, con lunghezza variabile da circa 5000 a 180 000 nucleotidi.



**Figura 1** La coniugazione batterica. **a)** Si forma un ponte citoplasmatico tra la cellula  $F^+$  e quella  $F^-$  attraverso il quale passa un filamento singolo di DNA di un plasmide. **b)** Man mano che il filamento si trasferisce, viene ricostituito nella cellula donatrice sullo stampo dell'altro filamento, secondo un meccanismo detto a cerchio rotante (il nuovo DNA è indicato in rosso). **c)** Nella cellula ricevente, il filamento trasferito fa da stampo per la sintesi di un filamento complementare (in rosso); le estremità sono poi riunite. **d)** Entrambe le cellule contengono ora una copia del plasmide ( $F^+$ ).



• I **batteriofagi** o **fagi**, ossia i virus dei batteri, sono costituiti da una testa di forma esagonale, contenente l'acido nucleico, e da una coda piuttosto complessa con la quale si ancorano alla cellula batterica (Figura 2). Alcuni virus possono inserire il loro DNA in siti specifici del cromosoma batterico, duplicandosi con esso; in questo modo, a ogni generazione trasmettono il proprio genoma alle cellule figlie. I fagi inseriti nel DNA batterico sono denominati profagi e le cellule batteriche che li possiedono batteri lisogeni. Essi sono così in grado di rimanere allo stato latente (sono detti fagi temperati) per diverse generazioni cellulari prima di dare inizio a un ciclo infettivo, o litico (Figura 3).

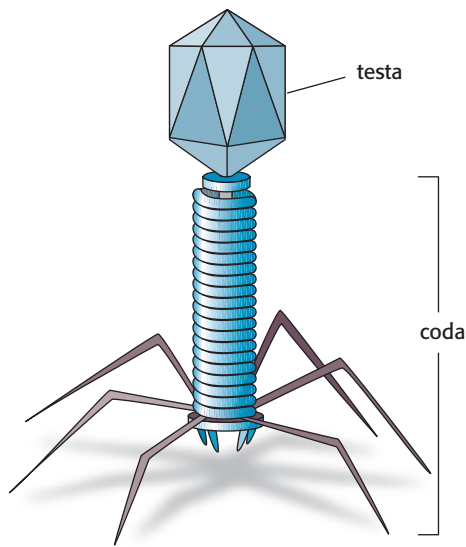


Figura 2 Struttura di un batteriofago.

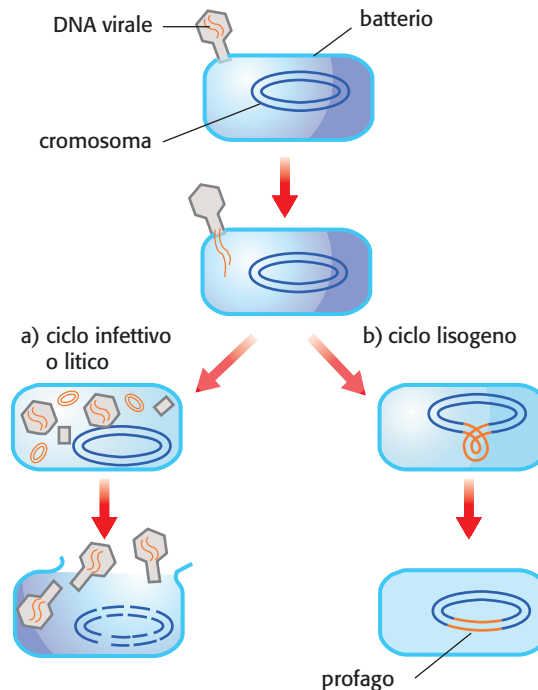


Figura 3 Ciclo litico (infettivo) e lisogeno di un batteriofago. Quando un fago infetta un batterio possono verificarsi due tipi di eventi: a) nel ciclo litico il DNA virale entra nella cellula e dirige la sintesi di nuove particelle virali; b) nel ciclo lisogeno il DNA virale si inserisce nel cromosoma batterico, duplicandosi con esso e trasferendosi così alle cellule figlie a ogni divisione cellulare.

Alcuni virus si inseriscono anche nei cromosomi delle cellule eucarioti e, in questi casi, vengono detti provirus. Il loro acido nucleico può essere il DNA o l'RNA. In quest'ultimo caso si parla di retrovirus, ai quali appartiene il virus HIV, che nell'uomo provoca la sindrome da immunodeficienza acquisita (AIDS). I retrovirus hanno nel capsido uno speciale enzima, detto trascrittasi inversa, che, utilizzando l'RNA virale come stampo, sintetizza una molecola di DNA a doppio filamento che può inserirsi nel cromosoma della cellula ospite. A questo punto il DNA virale, utilizzando l'apparato biosintetico dell'ospite, sintetizza nuove molecole di RNA e di proteine che vengono poi impacchettate in nuove particelle virali.

Si dice trasduzione il trasferimento di DNA da una cellula all'altra tramite un virus.

• I **trasposoni** o **elementi genetici trasponibili** sono dei segmenti di DNA che si spostano da un cromosoma all'altro o da una zona all'altra dello stesso cromosoma inserendosi in corrispondenza di specifiche sequenze, dette siti bersaglio. Il loro distacco e la loro inserzione in un nuovo sito avvengono grazie a un enzima, la **trasposasi**, codificato da un gene in essi contenuto. Le estremità dei trasposoni sono formate da poche basi ripetute o in modo diretto (ATTTCAG a entrambe le estremità, per esempio) o inverso (ATTTCAG da una parte e GACTTA dall'altra).

