

# Epigenetica: nuove frontiere della biologia dell'evoluzione

A cura di Ivan Scotti e Mauro Mandrioli  
Revisione a cura del Direttivo SIBE

I processi epigenetici sono meccanismi di regolazione dell'espressione genica, contraddistinti da modificazioni biochimiche dei geni senza alterazione della sequenza del DNA (benché mirati a regioni specifiche dei cromosomi) (Figura 1). Questi meccanismi sono influenzati dall'ambiente e sono reversibili. La loro originalità consiste nel fatto che i cambiamenti epigenetici possono essere trasmessi alla progenie; sono quindi sistemi di regolazione *ereditabili* (e tuttavia *labili*: in assenza di segnali ambientali ricorrenti, la modificazione epigenetica viene persa entro poche generazioni) (Figura 2). Questo li pone a metà strada tra la *plasticità* (l'espressione di diversi caratteri a seconda dell'ambiente circostante) e la *determinazione genetica* dei caratteri (basata sulla sequenza del DNA).

Dal punto di vista dell'evoluzione, l'eredità epigenetica solleva due questioni:

1. *Le caratteristiche ereditate in modo epigenetico sono soggette alla selezione naturale?*

La selezione naturale opera producendo una differenza nelle probabilità di sopravvivere e di riprodursi tra individui con caratteristiche differenti. Questo vale indipendentemente dal meccanismo che produce queste differenze; quindi la selezione naturale opera anche sulle caratteristiche determinate da fenomeni epigenetici.

2. *L'eredità epigenetica è compatibile con il meccanismo della selezione naturale?*

La selezione naturale è "agnostica" rispetto al modo in cui sono ereditate le caratteristiche degli individui (Pigliucci, Finkelman, 2014): per esempio, Darwin non aveva un'idea esatta di come i caratteri fossero ereditati, ma ciò non gli impedì di formulare correttamente il meccanismo della selezione naturale. Malgrado la loro reversibilità, le variazioni epigenetiche possono essere soggette alla selezione, poiché essa opera sempre e solo sulle caratteristiche degli individui della generazione corrente.

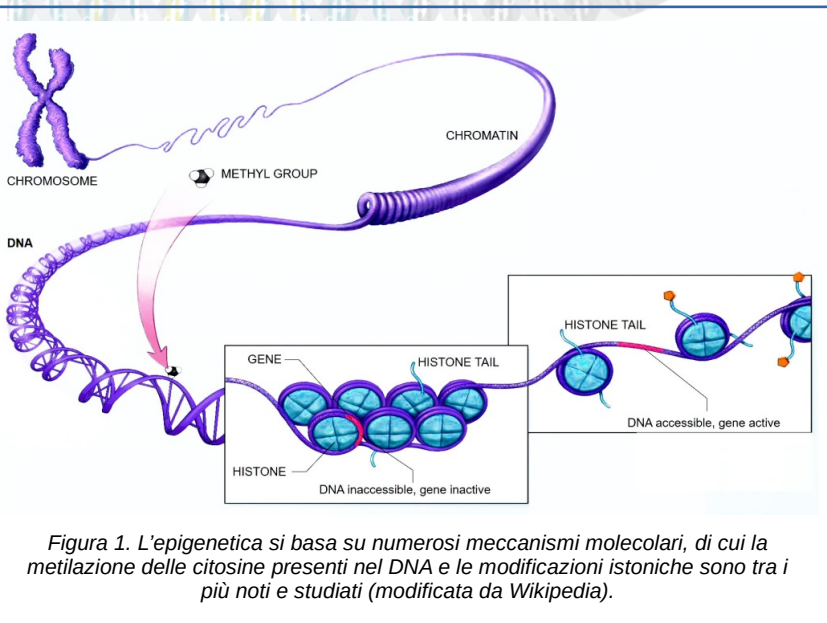


Figura 1. L'epigenetica si basa su numerosi meccanismi molecolari, di cui la metilazione delle citosine presenti nel DNA e le modificazioni istoniche sono tra i più noti e studiati (modificata da Wikipedia).

Qual è l'importanza dei meccanismi epigenetici, rispetto a quella dell'eredità mendeliana, nell'evoluzione? È difficile rispondere a questa domanda, sia perché molto dipende dall'organismo oggetto di studio, sia perché l'epigenetica è un tema ancora poco conosciuto.

Possiamo fornire una risposta indiretta: questo impatto non dev'essere troppo grande, poiché i geni con eredità epigenetica non sono molto numerosi. Questi effetti possono però essere evolutivamente importanti (Bossdorf et al. 2008), perché aumentano la variabilità di alcuni caratteri, estendendo così il "raggio d'azione" della selezione naturale. L'epigenetica è dunque una nuova stimolante frontiera dello studio dell'evoluzione, un altro affascinante aspetto della "infinita e magnifica diversità delle forme della vita" (Darwin, 1859).

## Bibliografia

- Bossdorf, O., Richards, C.L. & Pigliucci, M. 2008. Epigenetics for ecologists. *Ecology Letters* **11**: 106-115
- Darwin, C. 1859. On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life, 1st ed. Murray, London.
- Dias, B.G. & Ressler, K.J. 2014. Parental olfactory experience influences behavior and neural structure in subsequent generations. *Nature Neurosciences* **17**: 89-96.
- Pigliucci, M. & Finkelman, L. 2014. The extended (Evolutionary) synthesis debate: Where science meets philosophy. *Bioscience* **6**: 511-516  
<https://it.wikipedia.org/wiki/Epigenetica>  
<https://www.lescienze.it/topics/news/epigenetica-854240/>

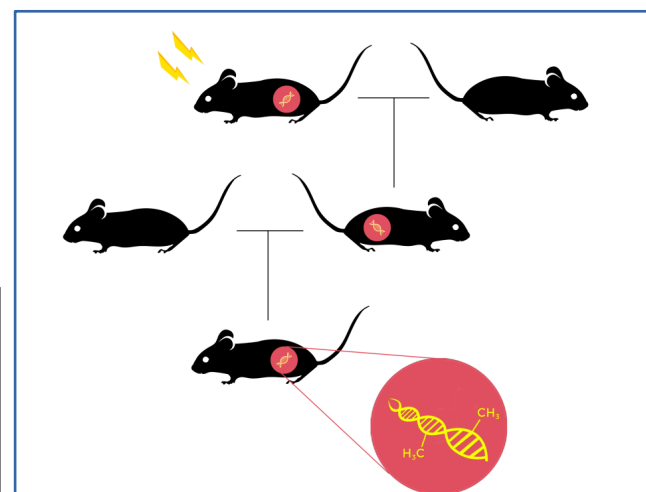


Figura 2. Uno stimolo ambientale applicato a un individuo può indurre la metilazione di specifici geni. Nello studio di Dias & Ressler del 2014, ad esempio, un topo, condizionato ad alzare una zampa in risposta ad uno stimolo odoroso, genera una prole che presenta lo stesso comportamento, sebbene non sia stato fatto alcun condizionamento. In modo analogo questo comportamento si osserva anche nella seconda generazione filiale. Nel genoma di tutte e tre le generazioni si osserva la presenza di una specifica metilazione del gene codificante per il recettore olfattivo coinvolto nella risposta. Questa modifica è stata indotta nella generazione parentale ed ereditata nella prole.