

Gli **acidi nucleici**, insieme a **lipidi**, **carboidrati**, **amminoacidi** e **proteine**, sono una delle categorie di composti organici fondamentali per la vita, denominati biomolecole. Gli acidi nucleici sono **macromolecole**, dei lunghi polimeri in cui residui di fosfato e di zucchero a cinque atomi di carbonio si alternano a formare uno scheletro lineare.

Questi polimeri sono i contenitori e i trasportatori dell'informazione genetica e sono essenziali per la sintesi dei vari polipeptidi.

Conosciamo due tipi di acidi nucleici:

- **Acido deossiribonucleico** (DNA)
- **Acido ribonucleico** (RNA)

### Localizzazione

Dato il loro coinvolgimento nel flusso dell'informazione genetica, negli eucarioti gli acidi nucleici si trovano principalmente nel nucleo della cellula (altamente protetto), ma una percentuale minore si trova anche nel citoplasma cellulare, infatti anche nei **mitocondri** è localizzata una piccola porzione di DNA, così come nei **cloroplasti** per le cellule vegetali.

Le cellule procariotiche non possiedono un involucro nucleare, per cui il materiale genetico si trova immerso nel citoplasma, compattato a formare il nucleoide.

Le cellule eucariotiche, più complesse, proteggono il loro materiale genetico all'interno del nucleo, in cui si trova sotto forma di cromatina, costituita da DNA, RNA e proteine (in particolare istoni che associandosi al DNA ne consentono un avvolgimento tale da formare una struttura altamente compatta).

Negli organismi procarioti il materiale genetico è contenuto in una molecola di DNA circolare, costituita interamente da geni (da centinaia ad alcune migliaia).

Nei mitocondri e nei cloroplasti sono contenute piccole molecole di DNA che a loro volta contengono pochi geni (da decine a qualche centinaio).

Nel nucleo delle cellule eucariotiche, invece, il DNA contiene migliaia di geni e decine di migliaia negli organismi più complessi. Vedremo in seguito che il DNA contenuto nel nucleo delle cellule eucariotiche è costituito da sequenze ripetute e non solo da geni.

### La cromatina

La cromatina è un complesso molecolare contenuto all'interno del nucleo delle cellule eucariotiche. È determinata essenzialmente dall'associazione tra il DNA e

proteine basiche, dette **istoni**. Gli istoni (H1, H2A, H2B, H3, H4) sono ricchi di residui di arginina e lisina, che sono due amminoacidi fondamentali nel processo di avvolgimento del DNA sugli istoni. La cromatina è caratterizzata da diversi gradi di condensazione, ognuno specifico per una fase del ciclo cellulare.

All'interno della cromatina sono contenute anche proteine non istoniche, coinvolte nella replicazione del DNA e nell'espressione genica.

### **Cos'è un gene?**

Questa domanda non ha una risposta semplice. Il gene è l'unità funzionale del **genoma**, è una porzione di una molecola di DNA che funge da stampo per la sintesi di una molecola di RNA. All'interno del gene sono contenute le informazioni utili alla sintesi di proteine funzionali o di RNA non codificanti. Il genoma è l'insieme dei geni di un organismo.

### **Struttura degli acidi nucleici**

DNA e RNA sono strutturalmente molto simili. Entrambi gli acidi nucleici sono lunghi polimeri lineari il cui scheletro è caratterizzato dall'alternanza tra residui di fosfato e di zucchero a cinque atomi di carbonio. Legata ad ogni zucchero vi è una base azotata (legame N-glicosidico).

Lo zucchero presente nella molecola di DNA è il **deossiribosio**, mentre quello presente nella molecola di RNA è il **ribosio**. I due zuccheri differiscono per la presenza di un gruppo idrossilico (OH) attaccato al carbonio 2', assente nel deossiribosio.

La sequenza delle basi azotate varia ed è questa che determina l'identità e la funzione dell'acido nucleico. Le basi azotate consistono in anelli eterociclici di atomi di carbonio e azoto e ne distinguiamo due classi:

- **Purine**
- **Pirimidine**

Le purine sono caratterizzate da due anelli affiancati e le basi facenti parte questa classe sono l'**Adenina** (A) e la **Guanina** (G). La **Citosina** (C), la **Timina** (T) e l'**Uracile** (U) fanno parte della classe delle pirimidine e sono costituite da un solo anello.

Nel DNA sono presenti l'adenina, la guanina, la timina e la citosina, mentre nell'RNA l'uracile sostituisce la timina.

Ogni base si lega al carbonio 1' dello zucchero e la struttura formata da base azotata e zucchero viene detta **nucleoside**. L'unità fondamentale degli acidi nucleici è il

**nucleotide**, struttura composta da un nucleoside con un gruppo fosfato attaccato al carbonio 5' o 3' dello zucchero. I nucleotidi sono legati tra loro da ponti covalenti che si vengono a formare tra i gruppi fosforici: il gruppo OH 5' di un nucleotide è unito al gruppo OH 3' del nucleotide successivo, formando un legame 3' – 5' fosfodiesterico.

Per semplicità quando ci si vuole riferire ad un interno nucleotide questo si denomina con il nome della base azotata che lo compone (A, C, G o T), ma non bisogna confondere le due strutture.

Esistono altri tipi di nucleotidi oltre a quelli degli acidi nucleici. In generale, i nucleotidi sono formati da una base azotata, legata ad uno zucchero che lega a sua volta uno o più fosfati. I nucleotidi contenuti negli acidi nucleici contengono un solo fosfato (monofosfati), altri tipi, ad esempio l'adenosintrifosfato (**ATP**), ne contengono più di uno (tre fosfati nel caso dell'esempio).

**Sono diverse le funzioni svolte dai vari tipi di nucleotidi:** alcuni sono deputati al trasporto di energia chimica (immagazzinata nei legami ad alta energia dei gruppi fosforici); altri fungono da vettori trasferendo gruppi chimici tra molecole, ad esempio il **FAD** (flavinadenindinucleotide) o il **NADP** (nicotinammideadenindinucleotide fosfato) trasportano ioni H<sup>+</sup>; altri, come il **coenzima A**, sono dei costituenti o precursori di coenzimi; altri ancora fungono da molecole segnale all'interno della cellula (secondi messaggeri), come ad esempio l'adenosinmonofosfato ciclico (**cAMP**).

**Le due estremità della molecola lineare sono diverse:** all'estremità 5' abbiamo uno zucchero terminale non legato ad un altro zucchero, mentre all'estremità 3' il carbonio terminale 3' non è coinvolto in nessun legame fosfodiesterico. Il verso di lettura della catena è 5'-3'.

Gli acidi nucleici sono resi stabili dai legami covalenti che tengono insieme lo scheletro lineare, mentre i legami deboli non covalenti sono fondamentali nell'interazione tra le molecole.

La composizione del DNA non è casuale, infatti la quantità di A è uguale a quella di T poiché tra di loro si appaiono, così come la quantità di G è uguale a quella di C. La composizione del DNA può essere identificata come la percentuale di GC, ottenuta addizionando la percentuale di G e la percentuale di C. Dalla percentuale di GC è possibile calcolare per sottrazione anche la percentuale di AT.

Ad esempio, un DNA con 40% di GC è composto da 20% G, 20% C, 30% A e 30% T.

### Legami covalenti e non covalenti

- **Legame idrogeno:** si forma quando un atomo di idrogeno interagisce con atomi che attraggono gli elettroni (solitamente ossigeno o azoto)
- **Legame ionico:** è presente tra gruppi elettricamente carichi. Questa interazione è molto forte nei cristalli e più debole in soluzione (i gruppi carichi sono solitamente schermati da molecole d'acqua o da altri ioni)
- **Forze di van der Waals:** viene così denominata l'interazione tra due atomi qualsiasi che si trovano molto vicini tra loro, questa attrazione è dovuta a cariche elettriche fluttuanti. Quando, però, due atomi sono estremamente vicini si respingono
- **Forze idrofobiche:** in ambiente acquoso le molecole idrofobiche tendono a raggrupparsi riducendo gli effetti destabilizzanti dovuti ai legami idrogeno presenti tra le molecole d'acqua. I legami idrofobici sono dovuti alla repulsione per le molecole d'acqua

### L'importanza del legame idrogeno per la struttura degli acidi nucleici

Il legame idrogeno è fondamentale nella struttura degli acidi nucleici. La formazione della **doppia elica**, ad esempio, è dovuta alla presenza di legami idrogeno intermolecolari. Alcuni virus possiedono un genoma costituito da DNA a singolo filamento, mentre il DNA cellulare è a doppio filamento e forma una doppia elica. I due filamenti di DNA sono tenuti uniti proprio dai legami idrogeno presenti tra le coppie di basi complementari disposte sulle due eliche.

Secondo le regole di appaiamento tra basi stabilite da Watson e Crick l'adenina si appaia con la timina (o l'uracile) e la guanina si appaia con la citosina.

I legami idrogeno intervengono anche durante la **trascrizione** (DNA a RNA) tra il filamento di DNA e quello di RNA. Questi legami sono transitori, infatti al termine del processo l'RNA maturo si allontana dal DNA.

### Leggi anche:

- [Trascrizione negli eucarioti: dal DNA all'RNA](#)
- [Trascrizione nei procarioti: dal DNA all'RNA](#)

I virus possiedono genomi diversi rispetto a quello cellulare, alcuni di loro possiedono un genoma ad RNA a doppia elica e anche in questo caso i legami idrogeno intervengono per tenere uniti i due filamenti.

**Anche durante l'espressione genica avviene l'appaiamento tra basi di due filamenti di RNA:** durante la traduzione si instaurano legami idrogeno tra codoni di mRNA e tRNA, inoltre molti RNA regolatori (ad esempio i microRNA) appaiandosi a sequenze complementari di RNA controllano l'espressione genica.

**I legami idrogeno possono anche essere intramolecolari:** sono utili alla formazione di forcine strutturalmente importanti per alcuni tipi di RNA (ad esempio rRNA o tRNA) o che possono fungere da bersaglio durante la regolazione genica.

### Struttura della doppia elica del DNA

Nel 1953, il biologo statunitense James Watson e il fisico britannico Francis Crick scoprirono la struttura della doppia elica del DNA. Entrambi i ricercatori ricevettero il Premio Nobel per la medicina. La loro scoperta fu resa possibile grazie agli studi di Rosalind Franklin, giovane e brillante mente che in quel periodo lavorava allo studio dei profili di diffrazione ai raggi X della molecola del DNA. Dalle immagini a raggi X la ricercatrice concluse che il DNA avesse una struttura a doppia elica e che l'andamento dei due filamenti fosse tra loro opposto. La Franklin collaborava con Maurice Wilkins, il quale mostrò i risultati della Franklin a Watson e Crick, che confutarono le loro ipotesi. Watson e Crick divisero il Premio Nobel con Wilkins, alla Franklin non venne dato nessun riconoscimento per i suoi essenziali studi.

- Leggi anche: [Rosalind Franklin: la verità sulla scoperta del DNA](#)

Secondo il modello proposto da Watson e Crick i due filamenti polinucleotidici del DNA si avvolgono dando origine a una doppia elica caratterizzata da un solco maggiore (larghezza 12 Å) e da un solco minore (larghezza 6 Å).

Lo scheletro idrofilo, dato dallo zucchero legato al fosfato, è posto esternamente, mentre all'interno sono presenti le basi azotate che vanno a costituire un nucleo idrofobico e le coppie di basi sono quasi perpendicolari all'asse su cui si forma l'elica.

La doppia elica ha un passo lungo 3,4 nm, ovvero la distanza occupata da un giro d'elica completo è pari a 3,6 nm. Il diametro della doppia elica è pari a 20 Å.

Esistono diversi tipi di struttura dell'elica, la maggior parte dei batteri e delle cellule eucariotiche possiedono un DNA a spirale destrorsa (forma B), descritta da Watson e Crick, che si avvolge in senso orario e che ha dieci paia di basi per giro d'elica.

**Il DNA a forma A**, presente in caso di disidratazione della molecola, è una spirale destrorsa che possiede 11 coppie di basi per giro d'elica, appare quindi più ampia e corta, mentre il **DNA a forma Z** è un'elica sinistrorsa con 12 coppie di basi per giro. Queste ultime due forme sono rare.

I due filamenti della doppia elica sono detti antiparalleli perché la direzione 5' 3' di uno è opposta a quella dell'altro.

Le sequenze delle basi dei due filamenti sono tra loro complementari e solitamente per identificare una porzione di genoma viene scritta la sequenza solo di uno dei due filamenti in direzione 5' 3', che è la direzione di sintesi del DNA e dell'RNA.

Quando una base di un'elica, ad esempio G, è appaiata ad una base dell'elica opposta, ad esempio C, identifichiamo l'appaiamento scrivendo GC; mentre il legame tra una base ed un'altra appartenenti alla stessa elica viene rappresentato scrivendo una "p" tra le iniziali delle basi adiacenti, ad esempio G-p-C, e la "p" indica la presenza di un legame fosfodiesterico.

Secondo le regole di appaiamento dettate da Watson e Crick, l'adenina si appaia con la timina tramite due ponti idrogeno, mentre la guanina si appaia con la citosina formando tre ponti idrogeno. Questi legami sono determinati dall'ingombro sterico: il legame tra una purina e una pirimidina si adatta allo spazio di 10,8 Å che è la distanza interposta tra due legami glicosidici di una coppia di basi.

### Funzioni del DNA

All'interno della molecola del DNA sono contenute le informazioni genetiche necessarie alla replicazione cellulare. Per permettere il passaggio del codice genetico alle generazioni di cellule successive è necessario il processo di duplicazione del DNA.

La **duplicazione è semi-conservativa**. Come è stato spiegato, i due filamenti della doppia elica possiedono sequenze di basi complementari, per cui uno dei due filamenti può fungere da stampo per la sintesi di un nuovo filamento che sarà anch'esso complementare. Grazie ad un enzima chiamato elicasi, i due filamenti della doppia elica vengono srotolati. Ciascun filamento servirà da stampo per la sintesi di un nuovo filamento stampo effettuata dalla DNA polimerasi. In questo modo vengono generati due doppie eliche "figlie" identiche alla doppia elica madre, ognuna contenete un filamento neosintetizzato e uno della molecola originale.

La sequenza nucleotidica della molecola di DNA non è costituita solo da geni. Distinguiamo innanzitutto le regioni codificanti (**esoni**) e quelle non codificanti (**introni**) all'interno della porzione genica. Le regioni introniche non sono coinvolte nell'espressione genica (mediante il processo di splicing queste regioni vengono rimosse durante la maturazione dei trascritti primari dell'RNA messaggero), ma sono essenziali per dare un senso alla lettura del codice genetico. I geni sono costituiti da DNA non ripetitivo codificante per un mRNA.

Il DNA, inoltre, possiede gruppi di **sequenze ripetute in tandem** che non codificano per nessuna proteina: si distinguono a seconda della dimensione in DNA **satellite** (5-171 nucleotidi ripetuti), in DNA **minisatellite** (6-64 nucleotidi ripetuti) e in DNA **microsatellite** (1-4 nucleotidi ripetuti).

Il DNA ripetuto può non essere concentrato in alcune regioni specifiche, ma le unità ripetute possono essere disperse lungo i cromosomi (DNA ripetuto inter-sperso): anche in questo caso dividiamo a seconda della lunghezza le sequenze SINES (Short Interspersed Repeated Sequences – fino a 300 basi ripetute) e le sequenze LINES (Long Interspersed Repeated Sequences – fino a 6400 basi ripetute).

L'informazione genica contenuta nelle molecole di DNA deve essere trasferita in molecole funzionali, questo processo viene denominato espressione genica.

Si parte sempre dal DNA: un filamento di DNA funge da stampo per la sintesi di un filamento di RNA ad esso complementare (trascrizione). La sintesi polipeptidica, invece, è diretta da un filamento di RNA che funge da stampo (traduzione).

L'RNA cellulare è sintetizzato grazie all'azione delle RNA polimerasi che agiscono seguendo le istruzioni dettate dal DNA.

### **Struttura dell'elica dell'RNA**

La struttura dell'RNA è molto simile a quella del DNA. Contrariamente al DNA, l'RNA è a singola elica solitamente, fatta eccezione per il genoma di alcuni virus che è caratterizzato da RNA a doppio filamento. Fisiologicamente, però, due filamenti di RNA si possono associare in maniera transitoria grazie al legame idrogeno per effettuare alcune funzioni cellulari, in questi casi l'adenina si associa all'uracile e la citosina si associa alla guanina.

Le strutture a doppia elica dell'RNA sono simili alla forma A della doppia elica del DNA, e la stessa forma A viene assunta dalla doppia elica formata da un filamento di RNA e da uno di DNA (poiché comune ad entrambi gli acidi nucleici). Come detto precedentemente, nell'RNA la base T è sostituita dalla base U, per cui nell'RNA a doppia elica la base A si appaia con la base U.

Le molecole di RNA nelle cellule eucariotiche sono coinvolte nei processi di espressione genica, solo in alcuni virus sono i contenitori dell'informazione genetica.

### **Funzioni dell'RNA**

Grazie alle molecole di RNA è possibile procedere lungo il flusso dell'informazione genetica. Una volta terminato il processo di trascrizione, la molecola di RNA ottenuta viene tradotta in un linguaggio polipeptidico grazie al codice genetico. Il



codice genetico descrive la relazione tra la sequenza di basi dell'RNA e la sequenza amminoacidica delle proteine. Un amminoacido è definito da un codone, composto da una sequenza di tre nucleotidi appartenente allo stampo di RNA.

Sono presenti diversi tipi di molecole di RNA all'interno delle cellule eucariotiche e tutti hanno un ruolo nel processo di espressione genica.

- **mRNA** (RNA messaggero) – è il filamento complementare al DNA stampo, contenente le informazioni genetiche. Al termine della trascrizione si sposta dal nucleo al citoplasma per il processo di traduzione
- **tRNA** (RNA transfer o di trasporto) – è una molecola con una forma particolare, detta “a trifoglio”, localizzata nel citoplasma e responsabile del trasporto degli amminoacidi lungo la catena polipeptidica nascente
- **rRNA** (RNA ribosomiale) – questo tipo di RNA forma, in associazione a proteine, i ribosomi, organelli cellulari in cui avviene la sintesi proteica
- **RNA regolatori** (miRNA, siRNA) – agiscono bloccando la traduzione o accelerando la degradazione dell'mRNA

## Conclusioni

Gli acidi nucleici sono i contenitori e i controllori dell'informazione genetica e questa definisce ciò che siamo. Studiare la struttura delle molecole e i processi di replicazione, trascrizione e traduzione è fondamentale per individuare e comprendere eventuali disfunzioni. C'è ancora tanto da scoprire e da imparare, grazie alle tecnologie più avanzate ci avviciniamo sempre di più ad una comprensione più accurata delle molecole che fanno parte del nostro organismo e che ci definiscono.

**Attenzione:** I nostri PDF a volte non contengono tutto il materiale presente nell'articolo originale o potrebbero non essere aggiornati.

**Articolo completo:** <https://www.biopills.net/articoli/ripassiamo-aiuto-studio/biologia-cellulare/acidi-nucleici-struttura-funzione/>