

Orazio Anni
Sara Zani

Corso di Igiene e Cultura medico-sanitaria

Per gli Istituti Professionali
Servizi per la Sanità
e l'Assistenza sociale

1 Elementi di anatomia
e fisiologia
del corpo umano

Edizione **OPENSCHOOL**

- | | |
|---|---------------|
| 1 | LIBRODITESTO |
| 2 | E-BOOK+ |
| 3 | RISORSEONLINE |
| 4 | PIATTAFORMA |

HOEPLI

Corso di Igiene e Cultura medico-sanitaria

Orazio Anni

Sara Zani

Corso di Igiene e Cultura medico-sanitaria

Per gli Istituti Professionali Servizi per la Sanità
e l'Assistenza sociale

1 Elementi di anatomia
e fisiologia
del corpo umano



EDITORE ULRICO HOEPLI MILANO

Copyright © Ulrico Hoepli Editore S.p.A. 2019

Via Hoepli 5, 20121 Milano (Italy)

tel. +39 02 864871 – fax +39 02 8052886

e-mail hoepli@hoepli.it

www.hoepli.it



Tutti i diritti sono riservati a norma di legge
e a norma delle convenzioni internazionali



Presentazione

Negli ultimi anni si è assistito a una continua e rapida evoluzione della cultura medico-sanitaria. Tecniche di indagine sempre più sofisticate hanno determinato una crescente specializzazione nei diversi ambiti disciplinari e un particolare impulso hanno avuto l'epidemiologia e la profilassi delle malattie infettive e cronico-degenerative, la geriatria e la gerontologia, la puericultura e la pediatria, le tecniche di riabilitazione funzionale e la metodologia del lavoro sociale e sanitario.

Lo studio della cultura medico-sanitaria, una disciplina dai tratti marcatamente interdisciplinari, deve perciò affrontare nuovi elementi conoscitivi e temi tra loro molto differenti, con il rischio che lo studente perda di vista la visione e il disegno unitari che sono alla base dello studio e della didattica per competenze. Obiettivo di questo testo è cercare di conciliare i vari aspetti della disciplina, affrontando gli argomenti in modo diretto e accessibile, senza eccedere nella terminologia tecnica e dando maggiore rilievo alle conoscenze e alle informazioni in grado di stimolare l'interesse, l'attenzione e l'assunzione di pratiche abilità.

Metodologia e struttura dell'opera

La flessibilità del progetto didattico modulare e degli argomenti di lavoro, che procedono con opportuna gradualità, offrono la possibilità di selezionare percorsi per competenze differenziati, con gradi di sviluppo coerenti alla programmazione scelta e alle risorse della classe.

La trattazione è articolata in **moduli**, a loro volta suddivisi in **unità di apprendimento**.

Ogni **paragrafo** introduce in genere un solo elemento conoscitivo e corrisponde, nelle intenzioni, a una singola lezione. Alla fine di ogni paragrafo brevi box di sintesi (**Prendi nota**) riassumono i concetti principali, prestando attenzione alla **didattica inclusiva**. **Tabelle** di sintesi e **schede** di approfondimenti pratico-applicativi (**In pratica**) rendono più agevole l'impegno di studio.

L'**apparato iconografico**, puntuale ed esplicativo, realizzato senza mai perdere di vista il contesto generale per cercare di ottenere la massima integrazione tra testo e immagini, compone ulteriori ed efficaci segni memorativi.

Infine ogni modulo è corredato da un ricco **apparato didattico**:

- la **mappa concettuale** schematizza gli argomenti in funzione della **didattica inclusiva** ed è contraddistinta dall'uso di un carattere ad alta leggibilità e dal logo **didattica inclusiva**;
- il **Summary**, in inglese, provvede a sintetizzare gli aspetti e i concetti essenziali del modulo e permette di accostarsi alla metodologia **CLIL**;
- la **Verifica delle conoscenze e delle abilità** propone una nutrita serie di esercizi a varia tipologia e mira all'acquisizione di conoscenze;
- la pagina finale di **Verifica delle competenze** sviluppa **compiti di realtà** e stimola lo studente a rielaborare le nozioni acquisite in un esercizio di applicazione pratica.

Materiali multimediali e risorse online

Il testo è dotato anche di contenuti fruibili in **maniera integrata e coordinata** tra **volume, ebook+** e sito www.hoepliscuola.it (www.hoepliscuola.it); in particolare, i materiali collegati all'ebook+ sono attivabili attraverso **apposite icone**:

- **approfondimenti** su temi scientifici, legislativi e di cultura generale, identificati dall'icona
- **immagini** ingrandibili con la funzione Zoom, accompagnate dall'icona
- link a **filmati e video** a tema scientifico, identificati dall'icona
- la **versione interattiva** di alcuni degli **esercizi a risposta chiusa** presenti nell'apparato didattico di fine modulo indicati con l'icona , che consente allo studente di **autovalutarsi**.

Guida per il docente

La Guida contiene suggerimenti di **programmazione** e indicazioni operative per una **didattica inclusiva**. Propone inoltre ulteriori **prove di verifica sommativa** e **prove di verifica per competenze**, oltre a **materiali di preparazione all'esame di Stato**.

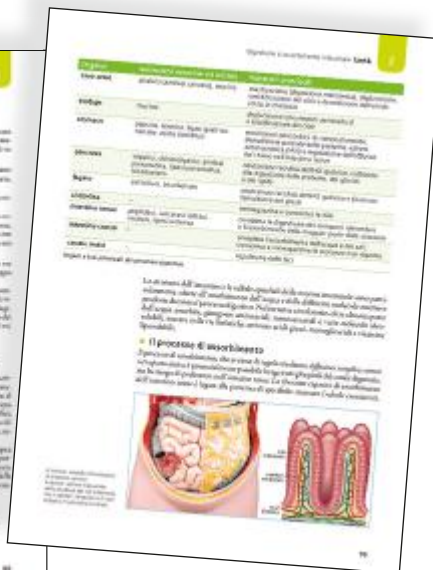


Struttura dell'opera



Ogni **modulo** si apre con l'**indice** dei contenuti, strutturati in **unità di apprendimento**, e con l'indicazione delle conoscenze, delle abilità e delle competenze che l'allievo raggiungerà a conclusione del percorso.

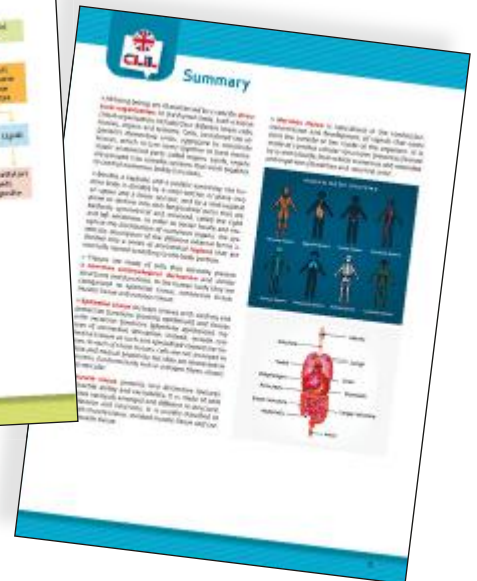
Il testo si articola in **paragrafi** ed evidenzia con chiarezza i concetti fondamentali. I punti principali di ogni paragrafo sono riassunti nei box **Prendi nota**, con carattere ad alta leggibilità in funzione di una **didattica inclusiva**. Nel corso del testo è presente un **glossario** particolarmente curato e articolato.



Il ricorso a frequenti **tabelle** e **punti elenco** facilita l'apprendimento e la memorizzazione. Il ricco **apparato iconografico**, costituito da illustrazioni e immagini puntuali e accurate, integra efficacemente la trattazione degli argomenti. I numerosi **approfondimenti digitali** arricchiscono i contenuti con temi di carattere scientifico, legislativo e di cultura generale.

In ogni modulo la scheda **In pratica** propone approfondimenti pratico-applicativi inerenti all'argomento trattato.

A fine modulo la **mappa concettuale** riassume e schematizza con caratteri ad alta leggibilità i temi trattati. Il **Summary** propone una sintesi dell'intero modulo in lingua inglese, accostandosi alla metodologia **CLIL**.



This page is titled 'Verifica delle conoscenze e delle abilità' and contains various exercises. It includes multiple-choice questions, short-answer questions, and a section for 'Domande a risposta aperta'. The exercises are designed to assess the student's understanding of the module's content.

La **Verifica delle conoscenze e delle abilità** presenta una serie di esercizi di vario tipo che consentono allo studente di fissare le conoscenze e valutare la preparazione. Alcuni di questi sono **interattivi** e autocorrettivi.

La **Verifica delle competenze** sviluppa **compiti di realtà** e stimola la rielaborazione e la pratica dei contenuti appresi oltre alla pratica delle attitudini espositive e argomentative. In questa pagina lo studente trova utili indicazioni per reperire nel web **filmati** pertinenti agli argomenti trattati nel modulo.

This page is titled 'Verifica delle competenze' and contains practical tasks and video recommendations. It includes a section for 'Domande a risposta aperta' and a section for 'Filmati'. The exercises are designed to assess the student's ability to apply their knowledge in real-world contexts.



Indice

Modulo 1 La natura dell'indagine biologica e le basi cellulari della vita

Unità 1 | Il metodo scientifico e la biologia cellulare

- Il metodo scientifico
- La cellula come unità strutturale e funzionale della vita
- Organismi procarioti e organismi eucarioti
- Il microscopio rivela l'aspetto e la struttura del mondo cellulare

Unità 2 | La struttura della materia e le principali molecole biologiche

- I gruppi funzionali e le catene idrocarburiche
- I glucidi, la principale fonte energetica dell'organismo
- I lipidi
- Le proteine

IN PRATICA La preparazione del sapone partendo da sostanze grasse

- Gli acidi nucleici

Unità 3 | Il metabolismo cellulare e gli organuli cellulari

- La cellula procariote
- La cellula eucariote
- La membrana plasmatica
- Il metabolismo cellulare
- La diffusione e il trasporto passivo delle sostanze attraverso la membrana cellulare
- Il ciclo cellulare e la divisione mitotica

Mappa concettuale

CLIL Summary

Verifica delle conoscenze e delle abilità

Verifica delle competenze

Area digitale

- Formule di struttura dei numerosi aminoacidi naturali presenti nelle proteine • Il laboratorio di biologia e chimica in sicurezza: norme e regole generali

- Esercizi interattivi

- Mitosi e meiosi

Modulo 2 L'organizzazione generale del corpo umano

Unità 1 | Organizzazione gerarchica e strutturale del corpo umano

- I distinti livelli di organizzazione del corpo umano

IN PRATICA Il dosaggio della vitamina C nella frutta e nella verdura

39

Unità 2 | Architettura del corpo umano: regioni corporee e piani di riferimento

- Piani di riferimento orizzontali e sagittali

Unità 3 | Struttura e funzioni dei principali tessuti del corpo umano

- I tessuti
- Il tessuto connettivo
- Il tessuto muscolare
- Il tessuto nervoso

Mappa concettuale

CLIL Summary

Verifica delle conoscenze e delle abilità

Verifica delle competenze

Area digitale

- Breve storia dell'anatomia e della fisiologia umana

- Esercizi interattivi

- Tessuti, organi, apparati

Modulo 3 Protezione, sostegno e movimento

Unità 1 | Struttura e funzioni della pelle e degli annessi cutanei

- La cute e le ghiandole sebacee e sudoripare
- Il derma e il sottocutaneo
- Gli annessi cutanei

Unità 2 | Caratteristiche anatomiche fondamentali dello scheletro assile e appendicolare

- Le ossa: organi complessi
- Lo scheletro assile
- Lo scheletro appendicolare

Unità 3 | La muscolatura scheletrica e il processo di contrazione muscolare

- I livelli di organizzazione gerarchica della muscolatura scheletrica e le fibre muscolari
- La contrazione muscolare e il ruolo del potenziale d'azione
- La muscolatura scheletrica




Unità 4 | Malattie e igiene della pelle e del sistema di locomozione

- L'igiene del sistema di locomozione e l'esercizio fisico
- Le malattie della pelle

IN PRATICA L'igiene della pelle

• Le malattie più comuni del sistema di sostegno e locomozione	78
Mappa concettuale	81
CLIL Summary	83
Verifica delle conoscenze e delle abilità	84
Verifica delle competenze	86

Area digitale

-  Altre malattie della pelle e del sistema di locomozione
-  Esercizi interattivi
-  Protezione, sostegno e movimento

Modulo 4 Digestione e assorbimento

Unità 1 | Struttura e organizzazione generale del canale alimentare

- La digestione inizia nella cavità orale 88
- La faringe e l'esofago 89
- Lo stomaco e il processo di demolizione chimica dei principi alimentari 91
- L'intestino tenue e l'intestino crasso 92
- Il ruolo del pancreas e del fegato nel processo di digestione 93

Unità 2 | Digestione e assorbimento intestinale

- Le ghiandole salivari e il secreto salivare 95
- La demolizione gastrica 96
- La funzione del succo pancreatico, del succo enterico e della bile nell'opera di digestione 96
- Digestione chimica e assorbimento delle sostanze nutritive 98
- Il sistema venoso portale 100

Unità 3 | Malattie e igiene dell'apparato digerente

- Fondamentali regole di igiene dell'apparato digerente 101
- La stomatite e la gastrite 101
- IN PRATICA** L'ulcera gastroduodenale 103
- L'enterite e il morbo di Crohn 104

Unità 4 | Alcol e prevenzione dell'alcolismo

- I pericoli causati dal consumo di alcol 105
- Il bere come abitudine sociale e l'alcolismo inteso come malattia 106




Mappa concettuale 110

CLIL Summary 111

Verifica delle conoscenze e delle abilità 112

Verifica delle competenze 114

Area digitale

-  Carta europea sull'alcol • Nuovo Codice della strada – Decreto legisl. 30 aprile 1992 n. 285 e successive modificazioni • Consumo delle bevande alcoliche e guida degli autoveicoli (alcolemia)
-  Esercizi interattivi
-  Apparato digerente, alcol e alcolismo

Modulo 5 Alimentazione e regime dietetico nelle diverse età della vita

Unità 1 | Classificazione generale degli alimenti

- Alimenti composti e alimenti semplici 116
- Caratteristiche nutritive essenziali dei glucidi 119
- I lipidi, una fondamentale riserva energetica dell'organismo 120
- La funzione bioregolatrice e protettiva delle proteine 121
- Le vitamine 123
- Le rilevanti funzioni biologiche dei sali minerali 127
- L'acqua e il mantenimento dell'equilibrio idrico nell'organismo umano 131

Unità 2 | Esigenze energetiche e razione alimentare

- Il processo di digestione dei principi nutritivi 132
- Il metabolismo di base e il metabolismo di lavoro 134
- Il fabbisogno energetico individuale 135
- La piramide alimentare giornaliera e le Quantità Benessere 136

IN PRATICA Caratteristiche nutritive e funzionali degli alimenti nella dieta quotidiana 139

Unità 3 | Alimentazione e regime dietetico nell'infanzia e nell'adolescenza

- Il fabbisogno alimentare ed energetico nella prima infanzia 140
- Il latte materno 141
- Il latte vaccino 143
- Il latte in polvere formulato 143
- Il divezzamento 143
- La dieta quotidiana e il fabbisogno energetico nella seconda infanzia e nell'età scolare 146

Unità 4 | Alimentazione e regime dietetico nell'età adulta

- Le razioni dietetiche raccomandate nell'età adulta 148
- La dieta alimentare durante la gravidanza e l'allattamento 149

Unità 5 | Alimentazione e regime dietetico nel soggetto anziano

- La riduzione del fabbisogno calorico nella persona anziana 151

Unità 6 | Igiene e conservazione degli alimenti

- I metodi di conservazione 153
- Altri metodi di conservazione 156
- Gli additivi alimentari 156
- Gli additivi alimentari e la legge italiana 156

Unità 7 | Intossicazioni alimentari, tossinfezioni e disturbi del comportamento alimentare

- Le intossicazioni alimentari 159
- I disturbi del comportamento alimentare 161
- Anoressia e bulimia 162

Mappa concettuale	164
CLIL Summary	165
Verifica delle conoscenze e delle abilità	166
Verifica delle competenze	168

Area digitale

- Livelli di assunzione giornalieri raccomandati di energia e nutrienti (LARN) per la popolazione italiana
 - Fabbisogno energetico giornaliero e di nutrienti per bambini e adolescenti
 - Fabbisogno energetico giornaliero e di nutrienti per l'età adulta
 - Altre affezioni alimentari

- Esercizi interattivi

- Educazione e comportamento

Modulo 6 La respirazione

Unità 1 | Le vie respiratorie e gli scambi gassosi

- L'apparente semplicità della struttura anatomica dell'apparato respiratorio
- La faringe e la laringe
- Le estese ramificazioni bronchiali e i polmoni

Unità 2 | La ventilazione polmonare e la meccanica della respirazione

- La fase di inspirazione e la fase di espirazione
- La respirazione toracica e la respirazione addominale
- Volume corrente e volume residuo di aria
- I centri di controllo della respirazione

Unità 3 | Malattie e igiene del sistema respiratorio

- Le frequenti patologie delle vie aeree superiori

IN PRATICA Il fumo: un grave rischio per la salute

Unità 4 | Prevenzione del tabagismo e danni provocati dal fumo

- Il fumo di sigaretta fattore di rischio fondamentale per la salute
- Fumo attivo e fumo passivo
- La complessa composizione del fumo della sigaretta
- La tutela della salute dei non fumatori

Mappa concettuale	186
CLIL Summary	187
Verifica delle conoscenze e delle abilità	188
Verifica delle competenze	190

Area digitale

- Disposizioni ordinamentali in materia di pubblica amministrazione (art. 51, Legge 3/2003)

- Esercizi interattivi

- Sistema respiratorio e respirazione

Modulo 7 La circolazione del sangue e il sistema immunitario

Unità 1 | Il sangue

- Caratteristiche principali del plasma sanguigno
- Le proteine del plasma
- Il significato e l'importanza della componente corpuscolata del sangue
- I gruppi sanguigni

Unità 2 | La funzione cardiaca e la circolazione del sangue

- Il cuore
- Circolazione polmonare o piccola circolazione e circolazione sistemica o grande circolazione
- La struttura dei vasi sanguigni
- Il lavoro e il ciclo cardiaco

IN PRATICA La pressione sanguigna

Unità 3 | Il liquido interstiziale e la circolazione linfatica

- La linfa e il sistema linfatico
- I linfonodi e la milza

Unità 4 | Meccanismi di difesa aspecifici e specifici

- I fattori cellulari e umorali
- I sistemi non specifici di difesa immunitaria
- I sistemi specifici di difesa dell'organismo
- Le immunoglobuline
- La teoria della selezione clonale

Unità 5 | La risposta immunitaria

- La risposta primaria
- La risposta secondaria

Unità 6 | Malattie del sistema cardiovascolare e disturbi del sistema immunitario

- Le regole generali per mantenere in salute il nostro cuore
- Aterosclerosi e infarto del miocardio
- Le allergie
- Anafilassi e atopia
- Le malattie autoimmuni



Unità 7 | Aspetti epidemiologici e prevenzione nella sindrome da immunodeficienza acquisita

- HIV e AIDS
- L'incidenza dell'AIDS in Italia e nel mondo
- Il controllo della diffusione e della trasmissione dell'infezione da HIV

Mappa concettuale	229
CLIL Summary	231
Verifica delle conoscenze e delle abilità	232
Verifica delle competenze	234

Area digitale



- Altre patologie del sistema cardiovascolare • Mezzi chimici e fisici in grado di inattivare l'HIV

-  Esercizi interattivi
-  Circolazione sanguigna, circolazione linfatica e sistema immunitario

Modulo 8 Escrezione ed equilibrio idrico

Unità 1 Organizzazione generale e struttura del rene e delle vie urinarie	236
• Il rene, organo fondamentale del sistema escretore	236
• Il nefrone	237
• Le vie urinarie	238
Unità 2 La filtrazione del sangue e il riassorbimento dell'acqua e dei soluti	239
• La filtrazione glomerulare e la formazione dell'urina	239
• Il processo di parziale riassorbimento dell'acqua e dei soluti	241
• La regolazione dell'equilibrio idrico	242
Unità 3 Malattie del sistema escretore	244
• Analisi e principali esami clinici della funzionalità renale	244
IN PRATICA L'emodialisi	245
• Le patologie del rene	246
Mappa concettuale	248
CLIL Summary	249
Verifica delle conoscenze e delle abilità	250
Verifica delle competenze	252

Area digitale

-  Esercizi interattivi
-  I reni

Modulo 9 Il controllo endocrino e il sistema nervoso

Unità 1 La natura chimica e il meccanismo d'azione degli ormoni	254
• La struttura e le funzioni degli ormoni	254
Unità 2 Organizzazione e struttura delle principali ghiandole endocrine	256
• Il sistema endocrino	256
• Le principali funzioni dell'ipofisi	256
• Le principali funzioni dell'ipofisi	257
• La tiroide	259
• Le ghiandole surrenali e il pancreas endocrino	260
• Gli ormoni di natura steroidea delle gonadi maschili e femminili	261
Unità 3 Organizzazione generale del sistema nervoso centrale	264
• Il sistema nervoso e la sua organizzazione anatomica	264




• La propagazione dell'impulso nervoso e il potenziale d'azione	266
• Le sinapsi di tipo elettrico e le sinapsi di tipo chimico	267
• La struttura e l'organizzazione generale del sistema nervoso	269
• L'encefalo	270
• Il talamo e l'ipotalamo	271
• Il mesencefalo	272
• Il midollo spinale	273

Unità 4 Il sistema nervoso periferico e il sistema nervoso autonomo	275
• Il sistema nervoso periferico	275
• I nervi cranici e i nervi spinali	276
• Il sistema nervoso autonomo	278

Unità 5 La percezione sensoriale e gli organi di senso	280
• Le sensazioni esteroceettive, propriocettive ed enterocettive	280
• Il gusto e l'olfatto	281
• L'udito	282
• La vista	284
• La retina e il meccanismo della visione	286
IN PRATICA Semplici regole di igiene degli organi di senso	288

Unità 6 Principali malattie del sistema endocrino e del sistema nervoso	289
• La funzionalità tiroidea	289
• Il diabete	290
• L'incidente cerebrovascolare	292
• Le epilessie	292
• Le malattie a carico della funzione uditiva e della capacità visiva	293
Mappa concettuale	295
CLIL Summary	296
Verifica delle conoscenze e delle abilità	297
Verifica delle competenze	299

Area digitale

-  Il meccanismo d'azione degli ormoni • Composizione chimica e azione dei principali ormoni • Origine e principali funzioni dei nervi cranici • Principali effetti della stimolazione autonoma • Principali muscoli volontari e involontari del bulbo oculare e delle palpebre • La crisi ipoglicemica e la crisi iperglicemica • Altre malattie del sistema endocrino e del sistema nervoso • Psicofarmaci, droghe e tossicodipendenza.
-  Esercizi interattivi
-  Gli ormoni, il diabete e la scoperta del sistema nervoso

Come scaricare il coupon per scaricare la versione digitale del libro (ebook+) 300

L'OFFERTA DIDATTICA HOEPLI

L'edizione **Openschool** Hoepli offre a docenti e studenti tutte le potenzialità di Openschool Network (ON), il nuovo sistema integrato di contenuti e servizi per l'apprendimento.

Edizione **OPENSCHOOL**



LIBRO DI TESTO



Il libro di testo è l'**elemento cardine** dell'offerta formativa, uno strumento didattico **agile** e **completo**, utilizzabile **autonomamente** o in combinazione con il ricco **corredo digitale** offline e online. Secondo le più recenti indicazioni ministeriali, volume cartaceo e apparati digitali **sono integrati in un unico percorso didattico**. Le espansioni accessibili attraverso l'eBook+ e i materiali integrativi disponibili nel sito dell'editore sono puntualmente richiamati nel testo tramite apposite icone.

eBOOK+



L'**eBook+** è la versione digitale e interattiva del libro di testo, utilizzabile su **tablet, LIM e computer**. Aiuta a comprendere e ad approfondire i contenuti, rendendo l'apprendimento più attivo e coinvolgente. Consente di leggere, annotare, sottolineare, effettuare ricerche e accedere direttamente alle numerose **risorse digitali integrative**.
→ Scaricare l'eBook+ è molto **semplice**. È sufficiente seguire le istruzioni riportate nell'ultima pagina di questo volume.

RISORSE ONLINE



Il sito della casa editrice offre una ricca dotazione di **risorse digitali** per l'approfondimento e l'aggiornamento. Nella pagina web dedicata al testo è disponibile **MyBookBox**, il contenitore virtuale che raccoglie i materiali integrativi che accompagnano l'opera.
→ Per accedere ai materiali è sufficiente registrarsi al sito **www.hoepliscuola.it** e inserire il codice coupon che si trova nella terza pagina di copertina. **Per il docente** nel sito sono previste ulteriori risorse didattiche dedicate.

PIATTAFORMA DIDATTICA



La **piattaforma didattica** è un ambiente digitale che può essere utilizzato in modo duttile, a misura delle esigenze della classe e degli studenti. Permette in particolare di **condividere contenuti** ed **esercizi** e di partecipare a **classi virtuali**. Ogni attività svolta viene salvata sul **cloud** e rimane sempre disponibile e aggiornata. La piattaforma consente inoltre di consultare la versione online degli eBook+ presenti nella propria libreria.
→ È possibile accedere alla piattaforma attraverso il sito **www.hoepliscuola.it**.

Modulo

1

La natura dell'indagine biologica e le basi cellulari della vita

Unità 1 Il metodo scientifico e la biologia cellulare

Unità 2 La struttura della materia e le principali molecole biologiche

Unità 3 Il metabolismo cellulare e gli organuli cellulari

CONOSCENZE

- ▶ Indagine scientifica e metodo scientifico.
- ▶ Microscopio ottico e microscopio elettronico.
- ▶ Struttura e funzioni delle principali biomolecole.
- ▶ Struttura e componenti fondamentali delle cellule procariote ed eucariote.
- ▶ Caratteristiche principali del metabolismo cellulare.




ABILITÀ

- ▶ Definire il metodo scientifico e l'oggetto di studio della biologia cellulare.
- ▶ Conoscere ed elencare le proprietà fondamentali della materia e delle principali molecole biologiche.
- ▶ Riconoscere la cellula come unità elementare degli esseri viventi.
- ▶ Elencare e descrivere le caratteristiche strutturali delle cellule procariote ed eucariote.
- ▶ Conoscere e definire gli elementi e le caratteristiche principali del metabolismo cellulare.

COMPETENZE

- ▶ Possedere i contenuti fondamentali della biologia cellulare, riconoscendone il linguaggio specifico, le procedure e i metodi di lavoro.
- ▶ Osservare, descrivere e analizzare i fenomeni propri alla realtà naturale, riconoscere i concetti di sistema e complessità e saper ricondurre l'osservazione dal particolare al dato generale.
- ▶ Saper formulare ipotesi e saper trarre coerenti conclusioni sulla base dei risultati ottenuti.
- ▶ Saper riconoscere e stabilire relazioni e saper applicare le conoscenze acquisite a situazioni e circostanze reali.

AREA DIGITALE

-  **Approfondimenti**
-  **Esercizi**
-  **Video/filmati**

Il metodo scientifico e la biologia cellulare

Il metodo scientifico

Il termine **scienza**, che molti studiosi fanno risalire al verbo latino *scīre* [sapere, conoscere, capire], indica generalmente un metodo, un procedimento o un ragionamento critico, attraverso il quale ciascuno di noi cerca di rispondere a domande o interrogativi sulla natura del mondo e della vita. L'indagine scientifica, che si limita allo studio delle strutture e dei processi che appaiono misurabili e osservabili attraverso l'ausilio di strumenti in grado di moltiplicare le abilità e le capacità dei nostri sensi, utilizza un particolare modo di procedere detto **metodo scientifico**.

● Osservazione e raccolta dati

Il punto di partenza dell'indagine è sempre un'attenta *osservazione* degli eventi e dei fenomeni naturali che si desiderano studiare, seguita in un secondo tempo dalla *raccolta dei dati sperimentali*. La raccolta e la classificazione sistematica dei dati permettono la **formulazione di ipotesi**, in cui è possibile riunire in espressioni o schemi concettuali perfettamente definiti i risultati ottenuti.

● Ipotesi e verifica sperimentale

A questa fase iniziale dell'attività scientifica, in cui il ricercatore ricorre di norma al ragionamento induttivo, segue di regola una fase ipotetico-deduttiva in cui il medesimo ricercatore, formulata l'ipotesi, cerca di verificarne la correttezza. L'ipotesi, in tal modo, non è mai ritenuta il momento conclusivo dell'attività scientifica, ma solo il punto di partenza di una serie di opportune e appropriate *verifiche sperimentali*, che hanno semplicemente lo scopo di constatare se le previsioni fatte sulla base delle ipotesi formulate siano corrette. Quando i risultati della verifica convalidano l'ipotesi iniziale è possibile enunciare una *legge*, considerata come un'ipotesi ripetutamente confermata e avvalorata dai dati sperimentali, in grado di fornire una corretta e soddisfacente spiegazione del fenomeno o degli eventi esaminati.

● Teoria scientifica

Gli scienziati e i ricercatori che si interrogano sulla natura e sulle cause dei fenomeni naturali e cercano di costruire sistemi e modelli in grado di comprendere in un



Monumento funebre a Galileo Galilei nella basilica di Santa Croce a Firenze. Galileo (1564-1642) è generalmente considerato il padre del moderno metodo scientifico.

Formulazione di ipotesi

Formulare un'ipotesi significa dare una possibile risposta a una certa domanda o almeno fornire una plausibile spiegazione intorno a quello che si è osservato. L'ipotesi risulta attendibile e corretta dal punto di vista scientifico

solo quando si può sottoporre, attraverso opportuni esperimenti, a una verifica. La verifica dell'ipotesi mediante esperimenti è, quindi, il momento centrale del metodo e dell'indagine scientifica.

unico quadro unitario dati o fatti osservati possono arrivare, attraverso un processo di sintesi e generalizzazione, a formulare delle teorie. Ogni *teoria* è intesa, in genere, come un insieme di leggi fra loro correlabili che riguardano fenomeni naturali relativi a una medesima realtà scientifica. Pur capaci di fornire ai ricercatori e agli uomini di scienza una plausibile interpretazione della realtà, tutte le teorie non hanno però valore universale e non rappresentano verità assolute. Possono essere nel tempo corrette o sostituite da nuove e differenti teorie, in grado di meglio adattarsi all'acquisizione di nuove conoscenze.

Nessuna teoria, quindi, può essere considerata dimostrata e accettata in modo definitivo, ma solo in modo provvisorio e, potremmo aggiungere, solo fino a prova contraria.

PRENDI NOTA

Lo studio delle strutture, dei processi e dei fenomeni naturali che possiamo indagare e misurare comprende l'**osservazione**, la **formulazione di ipotesi** e la verifica di tali ipotesi mediante degli **esperimenti**. Questo modo di procedere prende il nome di **metodo scientifico**.

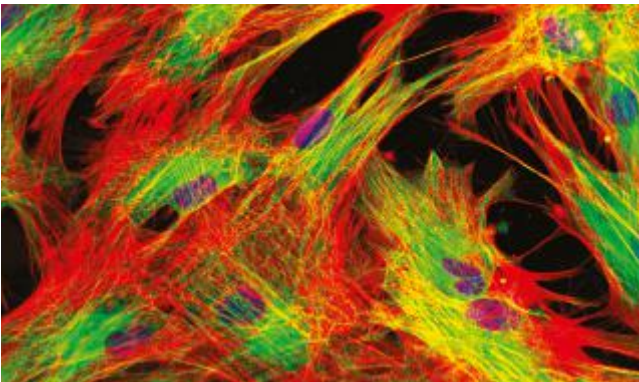
La cellula come unità strutturale e funzionale della vita

Lo studio della vita si sviluppa e accresce dalla scala microscopica delle macromolecole biologiche e della cellula, alla scala, sempre più estesa e imponente, degli ecosistemi e della biosfera. Nell'ambito della biologia cellulare, la cui nascita è in genere fatta risalire alle prime osservazioni al microscopio di **R. Hooke** (1665) e di **A. van**

Leeuwenhoek (1674), le conoscenze fondamentali sono sostenute e giustificate da alcune teorie scientifiche, la più importante delle quali è la **teoria cellulare**.

Secondo tale teoria, elaborata da **M.J. Schleiden** (1838) e **T. Schwann** (1839) e successivamente perfezionata da **R. Virchow** (1853), ogni essere vivente è costituito da una o più unità funzionali complesse, dette **cellule**, in grado di presentare un rilevante livello di specializzazione e organizzate secondo un modello di base comune. Ogni singola cellula proviene da cellule preesistenti, risulta separata dall'ambiente circostante per mezzo di una

Cellule dell'epidermide (fibroblasti) contrassegnate con coloranti fluo al microscopio.



R. Hooke, A. van Leeuwenhoek, M.J. Schleiden, T. Schwann, R. Virchow

Robert Hooke (1635-1703), matematico, astronomo e naturalista inglese, e **Antoni van Leeuwenhoek** (1632-1723), naturalista olandese, utilizzando microscopi di loro invenzione, eseguirono numerose e disparate osservazioni di strutture biologiche animali e vegetali. Le loro ricerche contribuirono largamente alla crescita delle conoscenze nel campo della biologia e aprirono la via a nuove e significative scoperte.

Matthias Jacob Schleiden (1804-1881), botanico e naturalista tedesco, individuò e descrisse, nell'opera *Contributi alla fitogenesi*, la cellula come elemento strutturale di base dell'organi-

simo vegetale. **Theodor Schwann** (1810-1882), anatomista e fisiologo tedesco, sviluppò ed estese al regno animale le idee e i contributi scientifici di M.J. Schleiden, elaborando una vera e propria teoria cellulare della materia vivente.

Rudolf Virchow (1821-1902), medico e anatomopatologo tedesco, sviluppò ulteriormente le indagini scientifiche di Schleiden e Schwann, intuendo che le cellule possono formarsi e generarsi solo partendo da altre cellule. Sottolineando il ruolo delle cellule nello sviluppo delle malattie, inoltre, pose le basi della moderna patologia cellulare.

membrana e nel suo interno, a loro volta delimitate da proprie membrane, si trovano particolari strutture a funzione specifica, dette organuli.

Gli organismi viventi in cui la cellula è riconosciuta come unità fondamentale, strutturale e funzionale sono di regola distinti in *organismi unicellulari*, costituiti da un'unica cellula, e *organismi pluricellulari*, costituiti da più cellule.

PRENDI NOTA

La **cellula** è l'**unità funzionale della vita**, ogni organismo è costituito da una o più cellule e tutte le cellule, separate dall'ambiente circostante da una specifica membrana, derivano da cellule preesistenti.

Organismi procarioti e organismi eucarioti

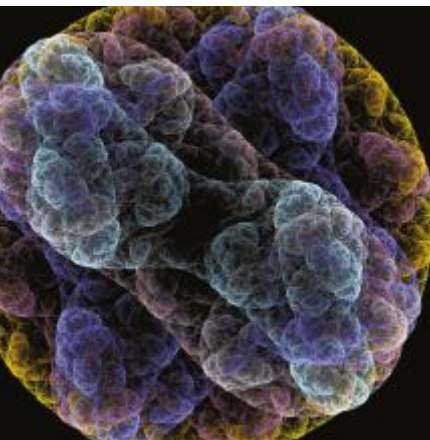
Pur nelle innumerevoli e molteplici diversità organizzative, ogni essere vivente condivide con ogni altro organismo alcune rilevanti caratteristiche, che consentono di differenziare e rendere riconoscibile ciò che può essere considerato vivente da ciò che non può essere considerato tale. Ogni organismo vivente è, per esempio, sede di processi metabolici ed è quindi in grado, per mantenere costanti o comunque entro limiti determinati le proprie condizioni interne (**omeostasi**), di scambiare materia ed energia con l'ambiente circostante e compiere una serie di trasformazioni chimiche capaci di garantire lo sviluppo e la crescita. Ogni organismo vivente è inoltre in grado di riprodursi, cioè di generare individui uguali o simili a se stesso, e di raccogliere e registrare i più piccoli segnali presenti nell'ambiente esterno o interno e rispondere a essi in modo opportuno e conveniente.

Lo sviluppo della microscopia elettronica e le tecniche d'indagine più recenti hanno permesso di distinguere due schemi di organizzazione cellulare e quindi, in ultima analisi, due tipi di organismi viventi: le cellule procariotiche e gli organismi procarioti, e le cellule eucariotiche e gli organismi eucarioti.

● Organismi procarioti

Gli organismi procarioti (**eubatteri**, **archebatteri** e **alghe azzurre**) compresi nei domini *Bacteria* e *Archaea* sono costituiti da cellule piuttosto piccole (in genere di dimensioni non superiori a 0,5 **micron**), prive di membrana nucleare e di organuli strutturalmente e funzionalmente definiti. L'informazione genetica è di regola contenuta in un unico cromosoma privo di proteine basiche (istoni) ed essenzialmente formato da un doppio filamento circolare di DNA, mentre il movimento è in genere addebitabile alla presenza di semplici flagelli.

Il rapido accrescimento di una colonia di cellule procariote.



Omeostasi

Il termine "omeostasi", legato al nome del grande medico e fisiologo francese Claude Bernard, indica in genere la facoltà di autoregolazione degli organismi viventi e, cioè, la loro capacità di mantenere un equilibrio fisiologico interno stabile, indipendentemente dal variare delle condizioni esterne.

Un significativo e palese esempio biologico di omeostasi è la regolazione della temperatura corporea degli animali omeotermi (uccelli e mammiferi), che tendono a mantenere costante la loro temperatura compensando,

attraverso complessi meccanismi metabolici, le variazioni termiche dell'ambiente in cui si trovano.

Micron

Il micron (μ), unità di misura della lunghezza pari a un micrometro (μm), corrisponde alla milionesima parte del metro (10^{-6} m), ovvero alla millesima parte del millimetro (10^{-3} mm). Mentre il diametro cellulare è generalmente misurato in micron, le strutture interne della cellula vengono misurate in nanometri (nm), che corrispondono alla milionesima parte del millimetro (10^{-6} mm), ovvero alla miliardesima parte del metro (10^{-9} m).



Sopra: cellule batteriche a forma bastoncellare viste al microscopio.
Sotto: microrganismi unicellulari eucarioti visti al microscopio.

● Organismi eucarioti

Gli organismi eucarioti (**protisti, funghi, piante e animali**) compresi nel dominio *Eukarya* sono invece costituiti da cellule variamente complesse e differenziate, dotate di numerosi organuli cellulari e di nucleo ben definito, in cui sono presenti generalmente più cromosomi formati da DNA associato a istoni. Il citoplasma delle cellule eucariotiche, diversamente dalle cellule procariotiche, prive di movimenti ameboidi e correnti citoplasmatiche, appare percorso da correnti e movimenti interni.

Per poter vedere e studiare oggetti o organismi viventi che sfuggono alla nostra percezione visiva (il potere risolutivo dell'occhio umano, cioè la distanza al di sotto della quale ciascuno di noi non appare in grado di individuare due punti distinti fra loro, è approssimativamente di circa 0,1 mm, corrispondenti a 100 μ) è necessario ricorrere a strumenti ottici particolari dotati di un potere risolutivo maggiore. La gran parte delle cellule, per esempio, è studiata mediante il microscopio ottico, dotato di un potere risolutivo valutabile in circa 0,2 μ , mentre lo studio della maggior parte degli organuli cellulari esige il potere di risoluzione del microscopio elettronico.

Struttura	Cellula procariote	Cellula eucariote	Funzione
parete cellulare	presente	presente/assente	protegge e sostiene la struttura cellulare e limita l'assunzione di acqua
membrana cellulare	presente	presente	separa la cellula dall'ambiente esterno (azione contenitiva) e regola lo scambio dei materiali
membrana nucleare	assente	presente	circonda il nucleo e regola lo scambio e il transito di materiali tra nucleo e citoplasma
nucleo	assente	presente	controlla le attività della cellula e contiene le informazioni ereditarie e il DNA
mitocondrio	assente	presente	sede della respirazione cellulare (trasformazione dell'energia)
ribosoma	presente	presente	luogo di sintesi delle proteine cellulari
reticolo endoplasmatico	assente	presente	elaborazione delle proteine e sito di sintesi e deposito di lipidi
apparato di Golgi	assente	presente	elaborazione e smistamento delle proteine, sintesi di carboidrati e lipidi
citoscheletro	assente	presente	determina la forma della cellula e agevola azioni di trasporto, movimento e supporto strutturale

Principali organuli e fondamentali caratteristiche differenziate tra cellula procariote ed eucariote.

PRENDI NOTA

Gli **organismi procarioti**, come gli eubatteri e le alghe azzurre, sono costituiti da cellule piuttosto piccole, prive di membrana nucleare e di organuli strutturalmente e funzionalmente definiti.

Gli **organismi eucarioti**, come le piante e gli animali, sono invece costituiti da cellule dotate di numerosi organuli cellulari e di nucleo ben definito, in cui sono presenti più cromosomi formati da DNA.



Visione frontale di un moderno microscopio ottico.



Comune microscopio ottico, in cui si riconoscono gli oculari, le viti macro e micrometriche, gli obiettivi e il vetrino con il preparato da esaminare.



Microscopio elettronico a scansione.

Il microscopio rivela l'aspetto e la struttura del mondo cellulare

● Il microscopio ottico

È schematicamente composto da due sistemi di lenti: l'obiettivo e l'oculare. La lente dell'obiettivo, che fornisce un'immagine capovolta e ingrandita dell'oggetto, è rivolta verso il tavolino portaoggetti sul quale è posto il vetrino con il preparato da esaminare. La lente dell'oculare è invece la lente sulla quale si posa l'occhio e fornisce a sua volta un'immagine raddrizzata e ingrandita dell'oggetto esaminato. Il microscopio ottico è inoltre fornito di uno specchio, in grado di dirigere un fascio di luce verso il preparato e illuminare così il campione da esaminare con luce visibile. Per calcolare l'ingrandimento globale di un microscopio ottico (l'immagine finale risulta ingrandita sia dall'obiettivo sia dall'oculare) si deve moltiplicare l'ingrandimento dell'oculare per l'ingrandimento dell'obiettivo (l'ingrandimento, di norma, è indicato con X). Per esempio, se l'oculare è in grado di ingrandire il preparato dieci volte (10X) mentre l'obiettivo appare capace di ingrandire quaranta volte (40X), il preparato risulterà ingrandito $10 \times 40 = 400$ volte. Il microscopio ottico ha una capacità massima di ingrandimento valutabile in circa 2000 volte e ha un potere risolutivo che permette di distinguere distanze non inferiori a 0,002 mm.

● Il microscopio elettronico

Anche se alcuni organuli possono essere distinti al microscopio ottico, la maggior parte delle strutture interne della cellula tende a essere individuata solo con l'ausilio del microscopio elettronico, con cui è possibile ottenere ingrandimenti diretti del campione originario fino a 160 mila volte (le microfotografie ottenute possono essere, a seconda della risoluzione raggiunta, ulteriormente ingrandite sino a un milione di volte). Il microscopio elettronico, che permette lo studio diretto dell'ultrastruttura cellulare, è costituito essenzialmente da un filamento di tungsteno o catodo che funge da sorgente di elettroni, da una bobina magnetica che funziona come un condensatore in grado di concentrare gli elettroni sul preparato da esaminare e da un retino portaoggetti utilizzato come supporto. L'immagine finale del campione può essere proiettata su uno schermo fluorescente oppure raccolta da una lastra fotografica. Nell'ambito dello studio e delle indagini della biologia cellulare e molecolare, il microscopio elettronico, oltre a favorire l'individuazione di strutture non visibili al microscopio ottico, permette di ottenere maggiori e più precisi dettagli, e affina e in alcuni casi corregge le osservazioni rilevate al microscopio ottico. Oltre al microscopio ottico e al microscopio elettronico, è possibile utilizzare il *microscopio elettronico a scansione*, che permette di analizzare preparati biologici con uno spessore notevolmente maggiore rispetto ai campioni utilizzati di regola nell'indagine con il microscopio elettronico. Con tale microscopio è possibile ottenere immagini tridimensionali particolarmente belle e suggestive dei preparati.

PRENDI NOTA

Lo studio di gran parte delle cellule avviene con l'ausilio del **microscopio ottico**, dotato di un potere risolutivo valutabile in circa $0,2 \mu$. Lo studio della maggior parte degli organuli cellulari esige, invece, il potere di risoluzione del **microscopio elettronico**, con cui è possibile ottenere ingrandimenti diretti del campione originario fino a 160 mila volte.

Unità

2

La struttura della materia e le principali molecole biologiche

I gruppi funzionali e le catene idrocarburiche

Comuni zuccheri da tavola (saccarosio).



Prima di affrontare lo studio dei principali organuli cellulari e approfondire alcuni particolari ma essenziali argomenti di biologia cellulare, è necessario richiamare alcune semplici nozioni di chimica organica e biochimica. La maggior parte delle

numerose molecole di interesse biologico, infatti, è costituita da catene idrocarburiche, in cui uno o più atomi di idrogeno sono sostituiti da **gruppi funzionali** differenti. Le biomolecole, suddivise in base ai gruppi funzionali che le caratterizzano, comprendono quattro gruppi o classi principali: glucidi o carboidrati o zuccheri, lipidi o grassi, protidi o proteine e acidi nucleici. L'esistenza di tanti e differenti composti organici dipende dalla capacità degli atomi di carbonio di formare tra loro forti e resistenti legami covalenti sia singoli, sia doppi o tripli. Si creano, così, catene carboniose a volte lineari, a volte ramificate o disposte ad anello, di lunghezza variabile e capaci di contenere anche migliaia di atomi di carbonio o atomi di altri elementi.

Campo di studio	Dimensioni	Metodo di studio
anatomia (organi)	maggiori di 0,1 mm	occhio e lente di ingrandimento
istologia (tessuti)	da 100 a 10 μ	microscopio ottico
citologia (cellule)	da 10 a 0,2 μ	microscopio ottico e microscopio elettronico
biologia molecolare (organuli e ultrastruttura cellulare)	da 0,2 a 0,001 μ	microscopio elettronico

Campi e metodo di studio nell'indagine biologica.

Gruppi funzionali

I gruppi funzionali, da cui dipendono le principali caratteristiche chimiche dei composti organici, sono atomi o gruppi di atomi in grado di conferire proprietà chimiche specifiche alla catena idrocarburica lineare, ramificata o

ciclica a cui sono legati. Fra i principali gruppi funzionali è necessario ricordare il gruppo ossidrilico -OH, il gruppo carbonilico C=O, il gruppo carbossilico -COOH e il gruppo amminico -NH₂.

I glucidi, la principale fonte energetica dell'organismo

I glucidi o **carboidrati** o **zuccheri**, sono macromolecole biologiche a **struttura polimerica** che rappresentano non solo la più importante riserva energetica della cellula, ma anche un'insostituibile componente strutturale. Sono di regola formati da carbonio, idrogeno e ossigeno, nelle proporzioni 1:2:1, e sono generalmente distinti in zuccheri semplici (*monosaccaridi*) e zuccheri complessi, costituiti dall'unione di due, tre o più molecole di monosaccaridi (*oligosaccaridi* e *polisaccaridi*).

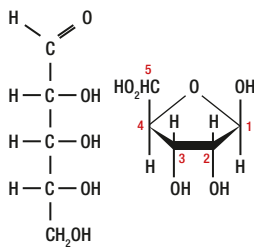
Il monosaccaride *glucosio*, che figura come lo zucchero più diffuso in natura, rappresenta il combustibile cellulare per eccellenza e risulta essere alla base di un notevole numero di reazioni biochimiche. Altri monosaccaridi importanti, costituiti come il glucosio da sei atomi di carbonio, sono il *fruttosio*, il *mannosio* e il *galattosio*, mentre rilevanti monosaccaridi formati da cinque atomi di carbonio sono il *ribosio* e il *desossiribosio*.

● Oligosaccaridi e polisaccaridi

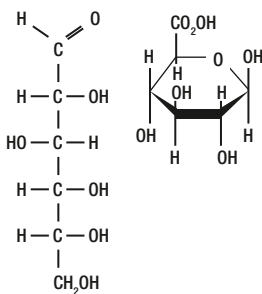
Un singolo monosaccaride, tramite una reazione di condensazione, può legarsi a un altro monosaccaride dando origine a un disaccaride. Il *saccarosio*, che si estrae dalla barbabietola e dalla canna da zucchero, e il *lattosio*, presente nel latte, sono due comuni e conosciuti disaccaridi e sono costituiti rispettivamente da glucosio e fruttosio e da glucosio e galattosio. Tra i polisaccaridi, costituiti da innumerevoli monosaccaridi legati in lunghe e complesse catene lineari o ramificate, rivestono notevole importanza l'*amido*, la *cellulosa* e il *glicogeno*.

L'amido è il principale polisaccaride di riserva delle piante e diversamente dalla cellulosa, che nei vegetali ha funzione e compiti di sostegno e risulta essere costituita da subunità di glucosio legate e disposte fra loro in modo lineare, è formato dall'unione di due lunghe catene polimeriche: l'*amilopectina*, a struttura ramificata, e l'*amilosio*, a struttura lineare. Il glicogeno, invece, particolarmente abbondante nelle cellule epatiche e nelle fibre muscolari dell'uomo, è la più rilevante riserva energetica dell'organismo ed è costituito da numerose subunità di glucosio unite e disposte in modo ramificato.

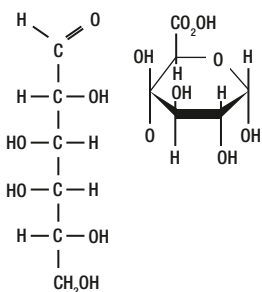
Formule di struttura di alcuni semplici carboidrati (forma a catena aperta e forma ad anello).



ribosio



glucosio



galattosio

PRENDI NOTA

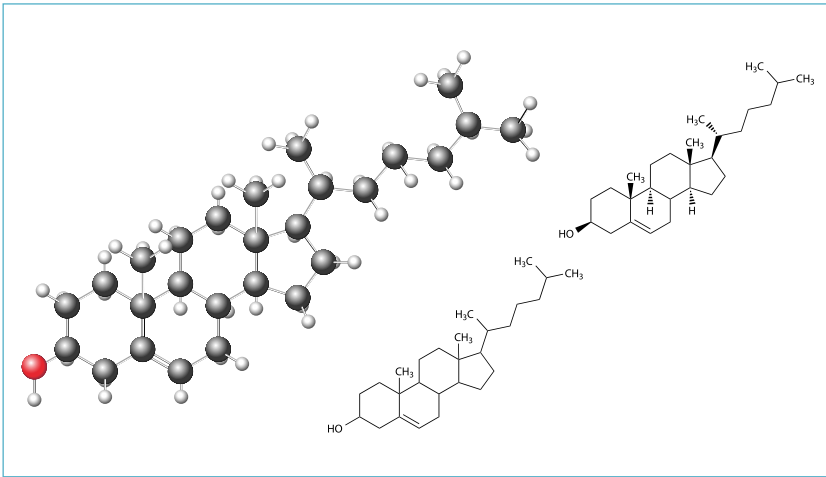
I **glucidi** sono le biomolecole più abbondanti sulla Terra e vengono principalmente utilizzati come fondamentale **fonte di energia** o per costruire, insieme ad altre biomolecole, complesse strutture cellulari. Sono distinti in **monosaccaridi** (glucosio, galattosio e fruttosio), **oligosaccaridi** (saccarosio, maltosio e lattosio) e **polisaccaridi** (amido, cellulosa e glicogeno).

Struttura polimerica

Le cellule formano la maggior parte delle loro macromolecole unendo, mediante reazioni di condensazione, molecole più piccole in lunghe e a volte ramificate catene, dette polimeri (dal greco *polýs*, molto, e *méros*, parte). Un polimero è, quindi, una molecola complessa costituita da

subunità identiche o simili, chiamate monomeri, legate fra loro. Per demolire queste complesse strutture le cellule compiono reazioni di idrolisi (dal greco *hydro*, acqua, e *lysis*, scissione) ovvero effettuano un processo reattivo con l'ausilio dell'acqua, esattamente opposto alla condensazione.

I lipidi



Formula di struttura e modello molecolare di colesterolo.

Alimenti ad alto contenuto lipidico.



I lipidi o **grassi** sono macromolecole biologiche largamente distribuite in natura e formate, come i glucidi, da carbonio, idrogeno e ossigeno. Insolubili in acqua ma solubili nei principali solventi organici non polari, i lipidi rientrano, come elementi strutturali di base delle membrane cellulari e delle sostanze di riserva, tra i componenti fondamentali dell'organismo vivente. I lipidi più comuni (*trigliceridi*) si formano dalla combinazione di una molecola di glicerolo con tre molecole di acidi grassi. Le caratteristiche chimico-fisiche di tali lipidi sono determinate non solo dalla lunghezza

delle catene di carbonio che formano gli acidi grassi, ma anche dalla comparsa di doppi legami tra gli stessi atomi di carbonio. Un acido grasso in cui non risultano essere presenti doppi legami tra due atomi di carbonio è detto *saturo*, mentre un acido grasso in cui compare almeno un doppio legame è chiamato *insaturo* (i grassi insaturi si presentano liquidi a temperatura ambiente e abbondano negli organismi di origine vegetale).

● Fosfolipidi e steroidi

Altri grassi, come i *fosfolipidi*, presentano una composizione più complessa rispetto ai trigliceridi e risultano costituiti, oltre che da glicerolo e acidi grassi, anche da un gruppo fosforico. I fosfolipidi, in cui è presente un'estremità polare solubile in acqua e un'estremità non polare, formata da due residui di acidi grassi, non solubile in acqua, svolgono rilevanti funzioni strutturali e intervengono nella costruzione delle membrane biologiche. Gli *steroidi*, come il *colesterolo*, costituiti da quattro anelli di atomi di carbonio uniti tra loro, sono invece un particolare gruppo di lipidi. Non hanno compiti di riserva energetica ma, oltre a essere fondamentali componenti delle membrane cellulari, regolano alcune importanti funzioni dell'organismo.

PRENDI NOTA

I **lipidi** sono molecole apolari, non solubili in acqua, che comprendono una grande varietà di sostanze a dimensioni, composizione e funzioni molto varie. Fungono da **riserva energetica** a lungo termine e sono fra i costituenti principali delle membrane cellulari.

Le proteine

Le proteine o **protidi**, composti organici molto diffusi in natura costituiti da carbonio, idrogeno, ossigeno e azoto, sono polimeri complessi formati da monomeri (*aminoacidi*) variamente differenti fra loro e disposti in una sequenza lineare non casuale. Ogni aminoacido è costituito schematicamente da un atomo di carbonio, detto carbonio α , disposto in posizione centrale e legato a un gruppo carbossilico ($-\text{COOH}$), che presenta caratteristiche acide, e a un gruppo amminico ($-\text{NH}_2$), provvisto invece di caratteristiche basiche. Legati all'atomo di carbonio α vi sono



Formule di struttura dei numerosi aminoacidi naturali presenti nelle proteine

IN PRATICA

La preparazione del sapone partendo da sostanze grasse

Utilizzando alcuni comuni strumenti del laboratorio di chimica e biologia della scuola è possibile realizzare un singolare e curioso esperimento: trattare e manipolare piccole quantità di sostanze grasse, come burro, olio di oliva o olio di semi, con idrossido di sodio (NaOH) per ottenere glicerina e sapone. La reazione, piuttosto semplice e priva di particolari difficoltà o pericoli, porta all'idrolisi dei trigliceridi, la componente strutturale fondamentale dei grassi, e alla formazione di un tipico sapone artigianale, il *sapone di Marsiglia*.

Il sapone così ottenuto, prima di essere utilizzato, deve essere però depurato e mondato dall'idrossido di sodio in eccesso, una sostanza di natura basica che potrebbe rendere il sapone pericolosamente caustico per la nostra pelle.

L'esperimento richiede una serie di materiali di facile reperibilità a casa e in laboratorio:

- 15 grammi di burro, olio di semi o olio di oliva;
- una soluzione di idrossido di sodio (NaOH) 6 M (da utilizzare e manipolare con attenzione e solo in presenza dell'insegnante);
- 60 mL di alcol etilico (etanolo) al 50% oppure 60 mL di acqua distillata (l'utilizzo dell'acqua distillata al posto dell'alcol rende più lunghi, a causa della scarsa solubilità del grasso in acqua, i tempi di reazione);

- una soluzione satura di cloruro di sodio (NaCl), il normale sale da cucina;
- un becher da 250 mL, un becher da 600 mL, una bacchetta di vetro da laboratorio e un vetrino da orologio.

Dopo aver predisposto i materiali possiamo iniziare il nostro esperimento. Per prima cosa mettiamo 15 grammi di olio di oliva o della sostanza grassa che abbiamo scelto in uno dei due becher da 250 mL, aggiungiamo 20 mL di NaOH e 60 mL di alcol etilico o 60 mL di acqua distillata e rimescoliamo la soluzione con la bacchetta di vetro.

Dopo questi semplici passaggi è necessario porre il becher da 250 mL e il suo contenuto nel bagnomaria che abbiamo preparato nel becher grande da 600 mL, coprire il becher piccolo con il vetrino da orologio e scaldare l'acqua del bagnomaria fino a ebollizione.

Dopo circa 30-35 minuti e dopo aver agitato cautamente la soluzione, per evitare la formazione di grumi, la reazione dovrebbe ormai essere avvenuta e possiamo quindi aggiungere 30 mL di acqua distillata e 60 mL di soluzione satura di NaCl (l'aggiunta di acqua e della soluzione salina precedentemente riscaldata rompe l'emulsione e determina la separazione e la precipitazione del sapone che si *dovrebbe* essere formato).

A questo punto l'esperienza è terminata, è solo necessario lasciare raffreddare, lavare il precipitato più volte con acqua distillata, per eliminare l'eccesso di NaOH presente, e utilizzare il sapone che abbiamo ottenuto.





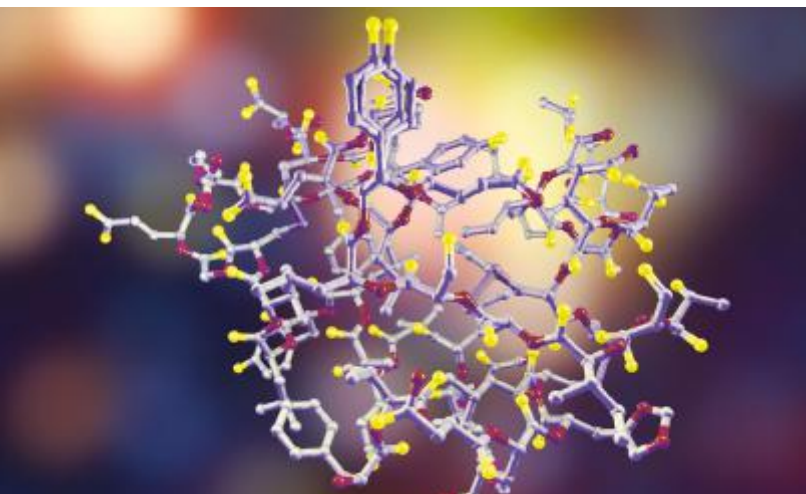
Le uova, come il latte e altri alimenti di origine animale, contengono proteine a elevato valore biologico.

anche un atomo di idrogeno e una catena laterale, indicata con la lettera R, differente in ciascuno dei tanti aminoacidi (nell'aminoacido più semplice, la glicina, il radicale R è formato da un solo atomo di idrogeno, mentre negli altri aminoacidi assume un grado di complessità via via maggiore). Nella molecola proteica il gruppo amminico di un aminoacido, tramite una reazione di condensazione, si lega al gruppo carbossilico di un altro aminoacido. Il legame covalente tra i due aminoacidi viene chiamato legame peptidico e la molecola complessa formata dall'unione di vari aminoacidi è detta polipeptide.

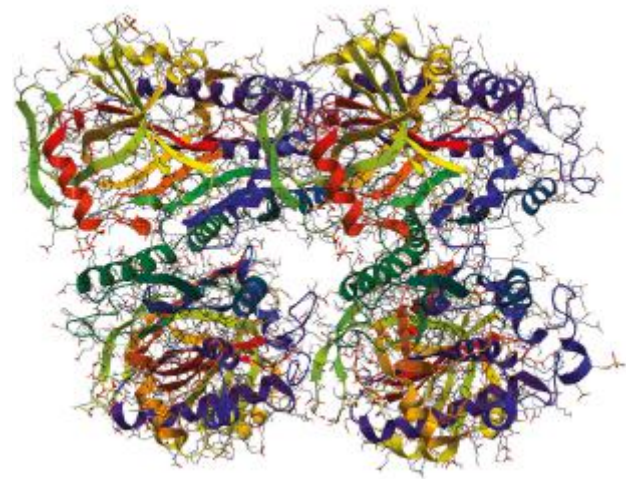
Le singole proteine differiscono fra loro per il tipo e il numero degli aminoacidi interessati alla composizione della molecola proteica, per la sequenza con cui gli aminoacidi si succedono nella catena e per la frequenza con cui i diversi aminoacidi sono presenti nella proteina (l'ormone insulina è costituito, per esempio, da poche decine di aminoacidi, mentre alcune proteine muscolari sono costituite da diverse migliaia di aminoacidi). Negli organismi viventi di una certa complessità sono di regola presenti decine di migliaia di proteine differenti, ciascuna con struttura e funzioni proprie.

● Struttura delle proteine

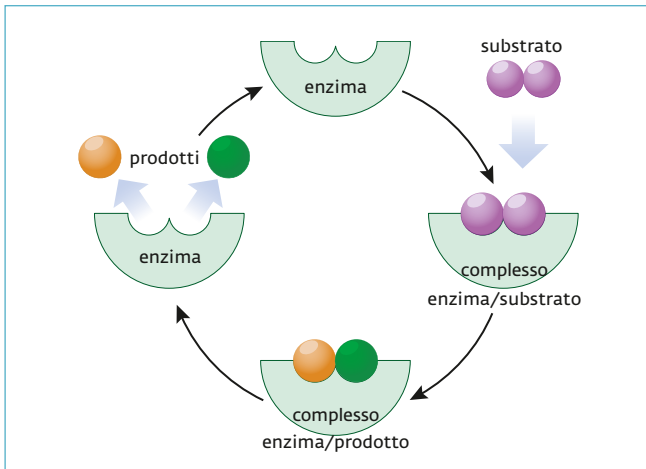
Ogni proteina presenta una caratteristica forma tridimensionale, nella quale si riconoscono quattro possibili livelli di organizzazione strutturale, distinguibili in struttura primaria, secondaria, terziaria e quaternaria. La successione o sequenza lineare degli aminoacidi presenti nella catena polipeptidica costituisce la *struttura primaria* di una proteina. La costruzione di questa struttura, che avviene a livello dei ribosomi seguendo le informazioni contenute nel RNA messaggero (sintesi proteica), determina e dispone il successivo succedersi delle altre strutture. Nella *struttura secondaria* la catena polipeptidica tende a ripiegarsi, a causa di specifiche interazioni tra gli aminoacidi adiacenti, su se stessa, assumendo una particolare configurazione a α -elica o a foglietto ripiegato. La *struttura terziaria*, invece, si forma in seguito a nuove complesse interazioni tra le catene laterali dei diversi aminoacidi (ponti disolfuro, legami ionici e legami idrogeno), che portano la catena polipeptidica a ripiegarsi e avvolgersi più volte e a formare una struttura genericamente globulare. La *struttura quaternaria*, infine, comporta l'interazione di due o più catene polipeptidiche ripiegate.



Modello a struttura globulare di insulina umana, un ormone di natura proteica prodotto dal pancreas endocrino.



La complessa struttura molecolare della ovalbumina, una proteina contenuta nel bianco d'uovo.



Le proteine, forse più di altre macromolecole biologiche presenti negli organismi viventi, risultano di fondamentale importanza e versatilità, svolgendo, oltre alla consueta funzione strutturale, anche funzioni catalitiche e regolatrici. In forma di **enzimi**, infatti, le proteine agevolano il rapido e corretto svolgimento delle molteplici reazioni chimiche e regolano l'attività e l'ordinato evolversi delle funzioni e dei compiti cellulari.

Schema semplificato della funzione enzimatica.

PRENDI NOTA

In un organismo sono presenti numerose **proteine**, in grado di svolgere una grande varietà di funzioni. Ogni proteina è costituita da una specifica sequenza lineare di **aminoacidi** (catena polipeptidica) definita dal numero, dal tipo e dall'ordine degli aminoacidi stessi. La struttura della proteina risulta essenziale nel determinare e favorire le sue funzioni.

Gli acidi nucleici

Un ultimo e importante gruppo di macromolecole biologiche comprende gli acidi nucleici (*acido desossiribonucleico* o **DNA** e *acido ribonucleico* o **RNA**), che svolgono un ruolo essenziale nella sintesi proteica e nell'ambito generale dei processi ereditari. Gli acidi nucleici, che presentano una struttura chimica piuttosto complessa, sono costituiti dall'unione di particolari unità monomeriche (*nucleotidi*), formate da un gruppo fosfato, uno zucchero semplice a cinque atomi di carbonio (ribosio nel RNA e deossiribosio o desossiribosio nel DNA) e una base azotata. Le basi azotate comprendono la citosina (presente sia nel DNA sia nel RNA), la timina (presente solo nel DNA), l'uracile (presente solo nel RNA), l'adenina e la guanina, presenti sia nel DNA sia nel RNA.

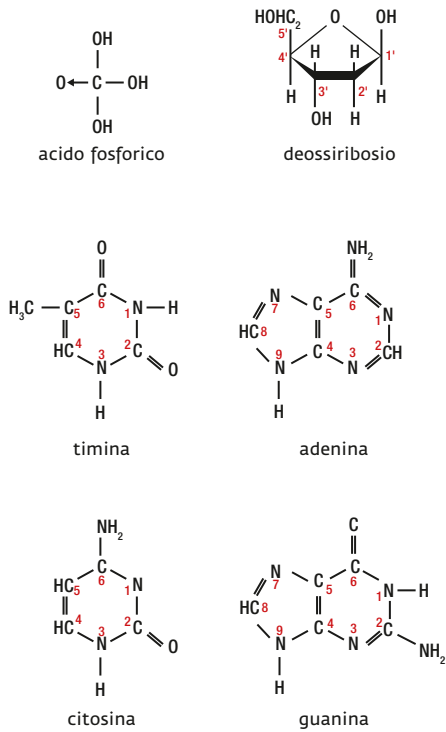
Nella formazione dei singoli nucleotidi la base azotata si lega all'atomo di carbonio presente in posizione 1' dello zucchero, mentre il gruppo fosforico si lega all'atomo di carbonio in posizione 5' dello zucchero. I nucleotidi si legano invece fra loro tramite un legame che si forma per eliminazione di una molecola d'acqua tra il gruppo fosforico di un nucleotide e il carbonio in posizione 3' dello zucchero del nucleotide successivo.

Enzimi

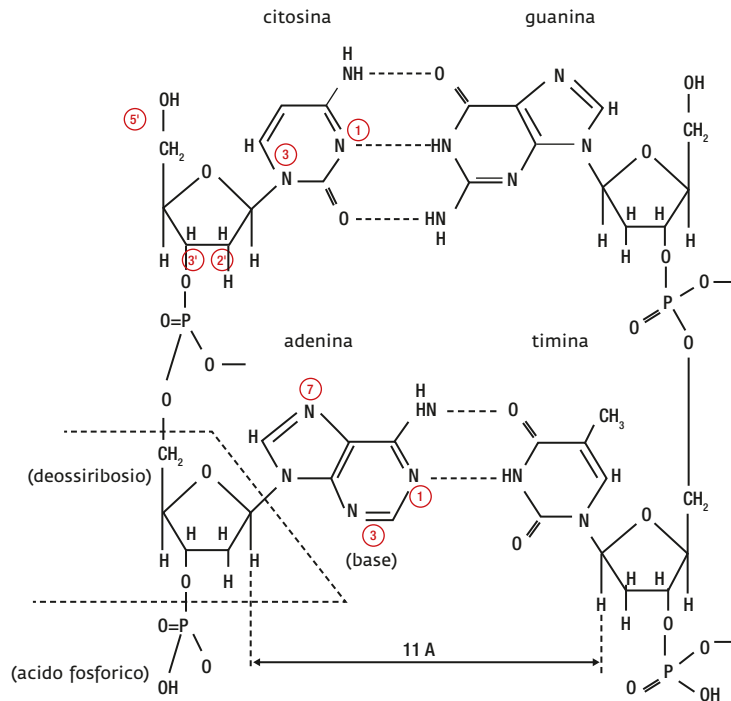
Gli enzimi sono proteine a struttura globulare in grado di favorire e accelerare, agendo da catalizzatori, le reazioni e le trasformazioni chimiche. Agevolano il rompersi o il formarsi di nuovi legami, riducendo l'energia di attivazione necessaria, e sono dotati di uno specifico sito attivo attraverso il quale prendono contatto con le molecole substrato.

DNA e RNA

L'acronimo DNA o RNA si riferisce al nome della molecola in lingua inglese (*deoxyribonucleic acid* e *ribonucleic acid*) e indica macromolecole composte da particolari monomeri, chiamati nucleotidi, costituiti da zuccheri a cinque atomi di carbonio (ribosio o desossiribosio), un gruppo fosfato e una base azotata.



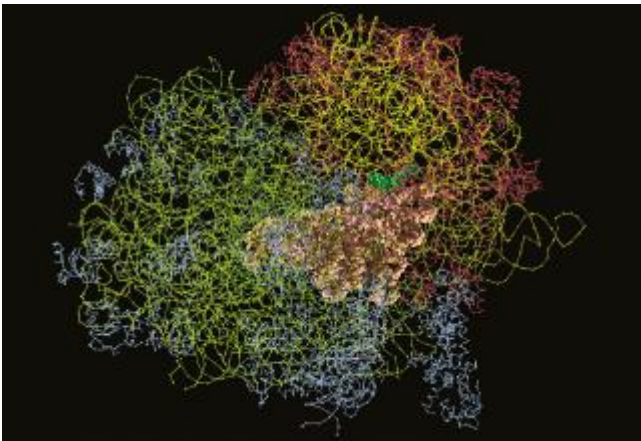
Formule di struttura dei componenti la molecola del DNA.



Segmento di molecola di DNA in cui sono raffigurate, collegate da ponti idrogeno, coppie di basi complementari.

● Ordine e sequenza delle basi azotate

Modello molecolare di ribosoma, un importante organulo cellulare costituito da rRNA e proteine, associate a formare due subunità a differente dimensioni.



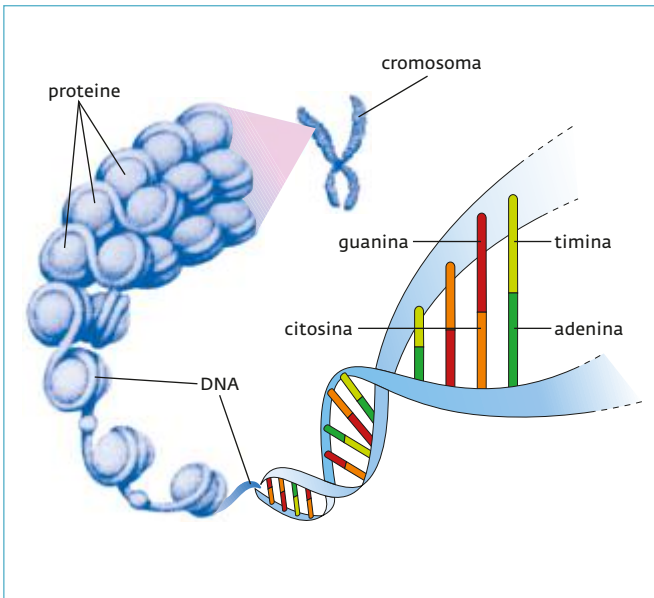
L'ordine e la sequenza con cui i diversi nucleotidi sono uniti fra loro conferisce alla molecola del DNA o alla molecola del RNA un elevato grado di specificità.

Secondo il modello di **J.D. Watson** e **F.H. Crick**, che spiega e definisce le caratteristiche strutturali e chimico-fisiche dell'acido desossiribonucleico, ciascuna molecola di DNA consiste di due lunghe catene polinucleotidiche avvolte a spirale, in cui i singoli nucleotidi sono orientati in modo da permettere alle basi azotate di ritrovarsi l'una di fronte all'altra. L'appaiamento delle basi, che risulta altamente specifico [l'adenina (A) di una catena si lega esclusivamente alla timina (T) dell'altra catena, mentre la citosina (C) si lega solo alla guanina (G)], permette la formazione delle coppie A-T, C-G, T-A e G-C. La stabilità e la resistenza strutturale della molecola sono assicurate dalla presenza di due legami idrogeno tra A e T e di tre legami idrogeno tra C e G.

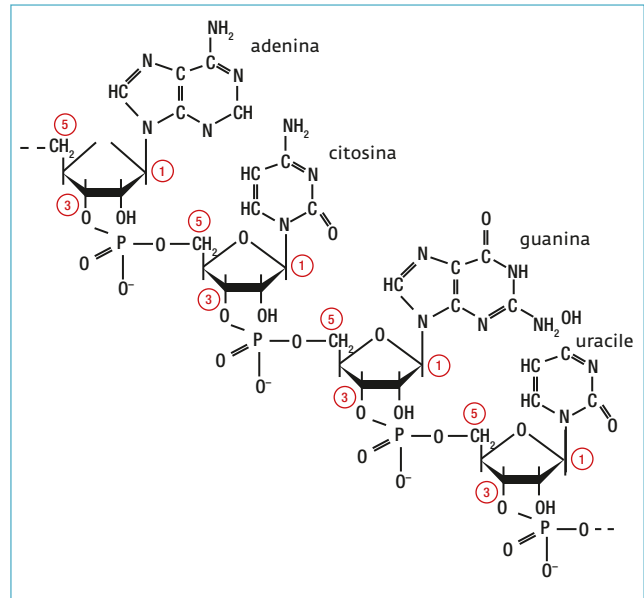
J.D. Watson, F.H. Crick

Il genetista statunitense **James Dewey Watson** e il fisico e biochimico inglese **Francis Harry Crick** (premi Nobel, con Maurice Hugh Frederick Wilkins, per la fisiologia e la medicina nel 1962) pubblicarono, nell'aprile del 1953, una proposta di struttura del DNA in grado di suggerire e spiegare tutte le proprietà allora note della

sostanza e le sue possibili funzioni biologiche. Nella struttura la molecola è caratterizzata da due catene polinucleotidiche appaiate e avvolte a spirale intorno a uno stesso asse, le due catene appaiono complementari e antiparallele, e la spirale presenta diametro e avvolgimento costanti.



Rappresentazione convenzionale della struttura del DNA, costituita da un'impalcatura formata da zuccheri pentosi (desossiribosio) e gruppi fosfato, e da coppie di basi azotate.



La catena polinucleotidica dell'RNA.

Durante la duplicazione del DNA le due catene complementari che compongono la molecola si separano e ciascuna, proponendosi come modello, dirige la sintesi di una nuova catena. Le due molecole neofornate presentano in tal modo la medesima trama strutturale e contengono ciascuna un filamento vecchio e un filamento nuovo.

La struttura dell'acido ribonucleico differisce in modo evidente dalla struttura del DNA in quanto è costituita da una singola catena polinucleotidica, contiene lo zucchero ribosio e non lo zucchero desossiribosio, e la base azotata uracile sostituisce la base azotata timina. In genere, sulla base di alcune differenti caratteristiche strutturali e funzionali, si distinguono nella cellula tre tipi differenti di acido ribonucleico: RNA ribosomiale (rRNA), RNA messaggero (mRNA) e RNA di trasporto (tRNA).

PRENDI NOTA

Gli **acidi nucleici** sono molecole polimeriche formate dall'unione di singoli monomeri, detti **nucleotidi**. Ogni nucleotide è costituito da uno zucchero a cinque atomi di carbonio (il **desossiribosio** nel DNA e il **ribosio** nel RNA), un **gruppo fosfato** e una **base azotata**. Il DNA è formato da due lunghe catene polinucleotidiche avvolte a spirale e contiene le informazioni necessarie per sintetizzare le proteine. Il processo di sintesi proteica richiede anche l'intervento del RNA, distinto in tre tipi differenti e costituito da una singola catena polinucleotidica.