

L'interpretazione chimica del vivente di Giovanni Villani: un progetto di lettura critica distribuita con le scuole secondarie di secondo grado

Serena Bernardini¹, Laura Bucciol², Cinzia Vincenza Caia³, Maria Paola Colleselli⁴, Federica Dal Molin⁵, Luana De Lorenzo⁶, Alessandra De Togni⁷, Maria Cristina Finatti⁸, Lucia Giuffreda⁵, Manuela Granella¹, Assunta Iannone⁹, Fedora Martignago¹⁰, Enrico Paschetta¹¹, Federica Stazi⁷, Valentina Domenici¹² e Laura Orian¹³

¹IIS G. B. Ferrari di Este (PD); ²Liceo Scientifico Romano Bruni di Padova; ³ITI Silvio De Pretto di Schio (VI); ⁴IIS Galilei Tiziano di Belluno; ⁵IIS Scalcerle di Padova; ⁶ITI G. Marconi di Pontedera (PI); ⁷IIS Ferraris Fermi di Verona; ⁸IIS Viola Marchesini di Rovigo; ⁹ITT Buonarroti di Trento; ¹⁰Liceo scientifico Angelo Messedaglia di Verona; ¹¹IIS G. Natta di Rivoli (TO); ¹²Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università degli Studi di Pisa; ¹³Dipartimento di Scienze Chimiche dell'Università degli Studi di Padova

e-mail: valentina.domenici@unipi.it; laura.orian@unipd.it

Abstract. This paper presents a collection of reviews of the nine chapters of the book *L'interpretazione chimica del vivente* by Giovanni Villani, written by high school students who participated in an educational initiative focused on the reading and critical analysis of a scientific essay. The activity was carried out during the 2024–2025 school year as part of the “Piano Lauree Scientifiche – Chimica” program at Università degli Studi di Padova. Fourteen classes from various Italian regions (Veneto, Toscana, Trentino-Alto Adige, e Piemonte) took part in the project. The book served as a springboard for students and their teachers to investigate the theme of life not only from a scientific standpoint, but also through historical and philosophical lenses.

Keywords: biologia; chimica; lettura; libro; scuole secondarie di II grado; vita

1. Introduzione

Che ruolo ha il libro oggi nella vita dei giovani scandita da impegni scolastici, sportivi, sociali e soprattutto digitali? In formato cartaceo o e-book, è una questione di tempo o di mancanza di interesse il fatto che molte volte rimane sul comodino o non si arriva spesso a leggerlo fino in fondo? Forse il libro sta lasciando spazio a letture di ogni genere più veloci alle quali si accede facilmente dallo smart phone? E cosa accade nelle biblioteche? Chi le frequenta?

A queste domande abbiamo cercato di rispondere organizzando un'attività nell'ambito del Piano Lauree Scientifiche Chimica dell'Università degli Studi di Padova che ha coinvolto 14 classi di scuola secondaria di secondo grado di diversi istituti. Insieme gli studenti hanno affrontato con i loro insegnanti la lettura di un libro scientifico: *L'interpretazione chimica del vivente Fondamenti sistematici delle scienze della vita* di Giovanni Villani, edizioni CLUEB, 2023 (Figura 1). Il tema centrale di questa lettura è il binomio di quesiti opposti: la chimica è alla base della vita? Oppure ha davvero senso ridurre tutto alla chimica?

Una lettura impegnativa, una sfida che le classi hanno accolto. Ogni classe ha infatti scelto un capitolo (in alcuni casi due!) da leggere e commentare in classe. I ragazzi inoltre hanno preparato una *flash presentation* (3 slide in 3 minuti) da condividere in un evento finale che si è realizzato il 14 aprile

2025. Inoltre, gli studenti hanno raccolto le loro impressioni sul capitolo letto scrivendo una vera e propria recensione, che è stata inclusa e armonizzata nel presente articolo.

L'attività è stata pensata per riavvicinare i ragazzi al libro, invitandoli a riflettere su temi complessi. La lettura condivisa stimola la discussione e il rispetto delle opinioni altrui, promuovendo al contempo un confronto costruttivo tra pari e con l'insegnante. Leggere in classe è un'esperienza che può far scoprire il piacere della lettura anche a chi non legge. L'insegnante, che ha avuto il libro nella sua versione completa e lo ha letto integralmente, ha guidato la comprensione contestualizzando l'attività. Inoltre, la prof.ssa Valentina Domenici, insieme ad alcuni suoi studenti del corso di Didattica e Storia della Chimica dell'Università di Pisa e allo stesso autore Dott. Giovanni Villani, ha preparato una videointroduzione per dare la chiave di lettura del testo e contestualizzare l'opera che le singole classi vedevano solo smembrata nei suoi capitoli.



Figura 1. Copertina del libro di Giovanni Villani *L'interpretazione chimica del vivente*

La lettura condivisa in classe è un'esperienza collettiva e trasformativa, che stimola il pensiero critico. Da qui l'idea di far preparare un piccolo testo con lo stile della recensione dove gli studenti sono stati invitati a travasare le loro emozioni positive e negative, il loro giudizio, la loro visione del problema scientifico e filosofico.

2. Una recensione collettiva: cosa hanno detto le ragazze e i ragazzi delle varie scuole capitolo per capitolo

2.1 Capitolo 1: La chimica vs la biologia nel XIX secolo

2.1.1 IIS Scalcerle di Padova

Il capitolo affronta con chiarezza la storica dicotomia tra vitalismo e meccanicismo nella spiegazione dei fenomeni biologici, focalizzandosi sul progressivo superamento dell'idea di "materia vivente" distinta da quella inanimata. Attraverso casi emblematici come la sintesi dell'urea di

Wöhler e gli esperimenti di Pasteur e Buchner sulla fermentazione, il testo ricostruisce la nascita della biochimica moderna. Lo stile è denso ma accessibile, con un tono argomentativo e riflessivo, decisamente più accessibile a lettori con una buona base scientifica o filosofica. Il testo valorizza l'approccio storico-epistemologico, mostrando come il pensiero scientifico si sia evoluto nel tempo. Si intrecciano efficacemente biologia, chimica, fisica e filosofia, offrendo spunti critici sull'eredità del vitalismo. L'autore evita semplificazioni, preferendo analisi complesse ma ben documentate. È un testo di alta qualità, utile per stimolare riflessioni profonde sull'identità e i limiti delle scienze della vita.

2.1.2 ITI G. Marconi di Pontedera

Il codice della vita è orchestrato da innumerevoli molecole, cellule, enzimi, nucleotidi, proteine, zuccheri, infiniti tasselli di un mosaico ancora da definire ... Durante la lettura sorgono domande a cui si ha l'urgenza di rispondere, immedesimandosi negli scienziati del XIX secolo e lasciandosi trasportare in un viaggio affascinante di ipotesi e prove sperimentali che le confutano o le validano, pieno di ostacoli e di salite, arrivando alla comprensione dei complessi meccanismi che regolano le scienze della vita, dalle origini alle future possibili evoluzioni.

2.2 Capitolo 2: La nascita del concetto di macromolecola

2.2.1 ITT Buonarroti di Trento

Questo capitolo offre un'analisi approfondita e puntuale dell'evoluzione storica e concettuale che ha portato all'affermazione del concetto di macromolecola in biologia. Il testo è particolarmente rilevante per gli studenti di chimica di indirizzo 'Biotehnologie Sanitarie' in quanto affronta tematiche fondamentali che collegano la chimica alla biologia molecolare, come la natura dei legami chimici, la struttura delle macromolecole e le implicazioni del *folding* proteico.

Un punto di forza del capitolo è sicuramente la contestualizzazione storica. Il documento colloca efficacemente lo sviluppo del concetto di macromolecola all'interno del dibattito scientifico dell'epoca, evidenziando i principali ostacoli teorici e sperimentali che gli scienziati hanno dovuto superare. La menzione di figure chiave come Schrödinger, Hofmeister, Fischer e Staudinger contribuisce a fornire un quadro storico completo e accurato. Importante è l'approfondimento dei concetti chiave: il testo esplora in dettaglio fondamenti come la teoria protoplasmatica, lo stato colloidale, il *folding* delle proteine e l'auto-organizzazione. Il lettore percepisce da subito l'impronta di interdisciplinarità la cui importanza viene messa in luce, mostrando come la chimica, la fisica e la biologia abbiano contribuito alla nascita e allo sviluppo del concetto di macromolecola. Questa prospettiva è particolarmente preziosa per gli studenti, in quanto li aiuta a comprendere la complessità e l'interconnessione delle discipline scientifiche. In questo contesto viene data rilevanza alla biologia molecolare. Infatti, il testo sottolinea l'importanza del concetto di macromolecola per questa disciplina, evidenziando il ruolo delle macromolecole biologiche (proteine, acidi nucleici) nei processi vitali. Questo tema, oltre a essere di interesse puramente scientifico, ha implicazioni importanti anche per la comprensione di patologie legate agli errori di ripiegamento, come la fibrosi cistica. La trattazione approfondisce anche il concetto di denaturazione, spiegando come il cambiamento di condizioni esterne possa compromettere la struttura nativa delle proteine, evidenziando la delicatezza e la complessità dei processi biologici. In questo capitolo l'autore dedica una sezione significativa al *folding* delle proteine, un processo cruciale attraverso il quale le catene polipeptidiche assumono la loro forma tridimensionale, essenziale per la funzione biologica. La discussione delle differenze tra *folding* in vitro e in vivo, nonché delle implicazioni degli errori di *folding* nelle malattie, è particolarmente interessante e stimolante. Infine, il testo presenta una critica all'applicazione di modelli statistici semplificati nello studio dei processi biologici, evidenziando l'importanza di considerare le interazioni specifiche e l'ambiente complesso in cui avvengono tali processi. Questa analisi critica promuove un approccio più rigoroso e consapevole allo studio della biologia molecolare.

Uno dei punti deboli di questa lettura è la complessità del linguaggio. In alcuni tratti, il linguaggio utilizzato potrebbe risultare complesso per studenti che non hanno ancora una solida base in biologia molecolare. Tuttavia, questo può essere visto anche come uno stimolo per approfondire le proprie conoscenze. Anche la mancanza di illustrazioni è una lacuna. Il documento potrebbe beneficiare dell'inclusione di figure e schemi per facilitare la comprensione dei concetti più complessi, come il *folding* delle proteine e le diverse strutture proteiche.

Concludendo, questo capitolo è un'ottima risorsa per gli studenti di chimica in particolare Biotecnologie Sanitarie del quinto anno. Offre una panoramica completa e approfondita dell'evoluzione storica e concettuale del concetto di macromolecola, affrontando tematiche fondamentali che collegano la chimica alla biologia molecolare.

Nonostante alcune criticità come la complessità del linguaggio e la mancanza di illustrazioni, il testo è altamente raccomandabile per la sua accuratezza, completezza e rilevanza per la formazione scientifica degli studenti, in quanto stimola una riflessione critica sui metodi scientifici e sull'importanza di integrare diverse prospettive per arrivare a una comprensione più completa dei fenomeni naturali. Il percorso descritto rappresenta un esempio paradigmatico di come le innovazioni tecnologiche e l'evoluzione del pensiero scientifico abbiano portato alla nascita di concetti fondamentali, come quello di macromolecola, che ancora oggi sono al centro della ricerca in chimica e biologia molecolare e dimostra come la scienza sia un percorso di continua revisione e approfondimento delle proprie teorie, in cui anche le idee più consolidate possono essere messe in discussione e riformulate.

2.2.2 IIS G. Natta di Torino

Il testo è davvero interessante, perché ripercorre in modo chiaro l'evoluzione del concetto di macromolecola, dalle prime teorie un po' rudimentali fino alla comprensione moderna del *folding* e della struttura proteica. Colpisce soprattutto la parte filosofica: l'idea che la complessità delle possibili configurazioni molecolari superi la durata stessa dell'universo fa davvero riflettere su quanto sia sofisticata la natura. Molto bella è la distinzione tra struttura e forma: è una di quelle cose che magari si danno per scontate, ma che in realtà aiutano a capire meglio il comportamento delle molecole nella cellula. Alcune parti sono un po' tecniche, ma tutto sommato il testo è ben costruito e scorre bene, anche per chi non è un esperto in biochimica.

2.3 Capitolo 3: Da Mendel alla biologia molecolare

2.3.1 IIS Galilei Tiziano di Belluno

La trattazione di questo capitolo è molto chiara e lineare, l'esposizione degli argomenti efficace ed il ritmo, scandito dalla storia, decisamente incalzante (cosa non scontata negli scritti di questa tipologia). La divisione in paragrafi rende il tutto più scorrevole e questo è un aspetto che è stato apprezzato particolarmente. Per comprendere al meglio i contenuti è necessaria una conoscenza almeno basilare degli argomenti trattati, cosicché ci si possa concentrare sull'aspetto multidisciplinare che l'autore sembra voler sottolineare, coinvolgendo nella sua trattazione più figure di scienziati che hanno lavorato in ambiti specialistici diversi. Infine, è importante evidenziare che un fattore rilevante per la comprensione e l'apprezzamento del capitolo sono state le scelte lessicali dell'autore. Infatti, la terminologia utilizzata risulta abbastanza semplice e pertanto accessibile, pur mantenendo piena accuratezza e attinenza all'ambito trattato.

2.4 Capitolo 4: La biologia molecolare oltre le macromolecole

2.4.1 IIS G. Natta di Torino

Questo capitolo è davvero importante per chi studia chimica perché spiega bene uno dei concetti chiave per capire come funzionano le reazioni nel mondo reale, non solo sulla carta. Scritto in modo chiaro, è ricco di esempi utili che aiutano a visualizzare meglio l'equilibrio chimico e come piccoli cambiamenti possano spostare tutto il sistema. È uno di quegli argomenti che all'inizio sembra complicato, ma poi tutto torna quando si afferra la logica dietro le formule.

2.5 Capitolo 5: La cellula e il chimismo cellulare

2.5.1 ITIS Silvio De Pretto di Schio

Questo capitolo offre una disamina approfondita sul progresso della biologia molecolare e della chimica moderna. Partendo dall'analisi delle strutture molecolari che costituiscono le basi della vita, il testo guida il lettore attraverso un viaggio che illustra come queste siano organizzate e funzionino come vere e proprie macchine molecolari. L'incredibile efficienza e precisione di tali sistemi è descritta con citazioni di scienziati illustri, che contribuiscono a rendere ancora più straordinario il concetto di complessità biologica. La parte dedicata alla chimica sintetica e supramolecolare è particolarmente interessante. La possibilità di creare molecole specifiche e di costruire strutture artificiali come le macchine molecolari dimostra quanto la scienza abbia raggiunto livelli avanzati, aprendo nuove prospettive in ambiti come la nanotecnologia e la medicina. Le applicazioni pratiche delle nanotecnologie, descritte nel capitolo, dimostrano il potenziale di questo approccio nell'analisi e nel miglioramento di componenti biologiche. Un altro aspetto significativo riguarda il tema dell'auto-assemblaggio e della chimica supramolecolare, che permette di costruire sistemi complessi sia nel mondo naturale che artificiale. Il capitolo riesce a evidenziare in maniera chiara le potenzialità delle macchine molecolari artificiali, offrendo esempi concreti, menzionando premi Nobel, che hanno segnato la storia di questo ambito di ricerca. Questo capitolo, dunque, è estremamente utile per comprendere come la scienza stia andando oltre le tradizionali macromolecole per esplorare nuovi orizzonti. La spiegazione della complessità della cromatina, del grafene e delle nanotecnologie è ben articolata e rende il testo avvincente anche per chi si approccia a queste tematiche per la prima volta. Inoltre, il linguaggio tecnico è accompagnato da esempi chiari, rendendo il contenuto accessibile e stimolante.

2.5.2 Liceo scientifico Angelo Messedaglia di Verona

In questo capitolo ci si concentra su come la chimica sia fondamentale per comprendere la biologia partendo dal fatto che la cellula è l'unità strutturale e funzionale di base della vita. L'autore attraverso l'analisi dei processi che avvengono nella cellula mette in evidenza appunto come sia fondamentale un approccio chimico per comprenderli. Tuttavia, introduce l'argomento sottolineando che esistono diverse prospettive per studiare gli organismi viventi, come quella fisica e informatica. L'approccio chimico consente di evidenziare gli stretti legami tra le varie attività cellulari (respirazione, alimentazione, ecc.) e tutte le molecole sono importanti per spiegarli. Si parla inoltre della complessità dell'attività cellulare e di come questa complessità sia organizzata in "vie metaboliche". Vengono messe a confronto le caratteristiche peculiari delle cellule procariotiche ed eucariotiche in una chiave evoluzionistica e in chiave di organizzazione interna e di nascita di nuove proprietà; viene sottolineata l'importanza della membrana cellulare, dell'organizzazione ciclica dei processi metabolici e dei modelli di azione enzimatica. Il capitolo risulta organizzato in aree tematiche e il linguaggio usato è diretto in modo da rendere chiari i concetti. Mancano a nostro avviso immagini che avrebbero aiutato e alleggerito la lettura ed esempi pratici collegati alla vita quotidiana.

2.6 Capitolo 6: Gli organismi pluricellulari e il loro chimismo

2.6.1 ITI dell'Istituto Viola Marchesini di Rovigo

Questo capitolo affronta con un approccio originale e stimolante la differenza tra organismi semplici e complessi definendoli anche come sistemi che possono essere inglobati e inglobanti. Le cellule operanti in organismi complessi sono tra loro fortemente interdipendenti. Questo capitolo offre una possibilità per comunicare le scienze con un linguaggio abituale, utilizzando la Chimica, la Fisica e la Biologia. Con l'aiuto dell'intelligenza artificiale, in classe è nata una canzone intitolata "Canzone REP sulla cellula creata con IA !!!" proprio a testimonianza della curiosità e del pensiero critico stimolati dalla lettura, che ha fatto riflettere su come le scienze possano collaborare per dare una visione più completa delle materie che si studiano a scuola attraverso il linguaggio comune. I punti salienti in questo capitolo sono: a) le problematiche filosofiche e l'identità del sistema; b) la distinzione tra organismi semplici e complessi; c) il concetto di chimismo sistemico; d) le dinamiche e le relazioni

non lineari; e) le riflessioni sul rapporto con l'ambiente. Comprendere questi concetti aiuta a capire: come funzionano i processi cellulari e le reazioni chimiche, a sviluppare un approccio sistematico che è ormai cruciale in molti ambiti tecnici e scientifici. Specialmente in quest'epoca in cui le tecnologie sono basate su sistemi complessi in continua evoluzione, è possibile verificare come l'uomo per le sue invenzioni ha sempre copiato e preso ispirazione dalla natura.

2.7 Capitolo 7: Oltre la genetica classica: epigenetica e metagenomica

2.7.1 Liceo delle Scienze applicate dell'IIS G.B. Ferrari di Este

Come studiare un fenomeno complesso ed oltremodo molteplice senza rischiare di cadere nella banalizzazione? È possibile comprendere un mondo variegato, riconducendolo all'unità, sorvolando su dettagli, ambiguità ed eccezioni allo scopo di sintetizzare e semplificare il tutto, oppure è preferibile addentrarci e immergervi nei meandri della realtà senza operare alcun tipo di schematizzazione? Lo scrittore argentino J. L. Borges, nel suo racconto intitolato "Il rigore della scienza", all'interno della raccolta "L'artefice", metteva in luce il paradosso della complessità del vivente, immaginando un impero dove la scienza della cartografia, al fine di essere la più rigorosa possibile, fosse diventata così precisa che i cartografi avevano realizzato una mappa delle medesime dimensioni dell'impero. Per comprendere il vivente, dunque, come evitare di incorrere nell'eccessiva semplificazione del tutto o, viceversa, di perdere un'unità di fondo al fine di non trascurare nulla e mantenere intatto ogni dettaglio, ogni particolare in virtù dell'esattezza? Questo capitolo cerca di affrontare il dibattito quanto mai attuale tra chi riduce la vita a solo chimica e chi, invece, afferma l'impossibilità di questa riduzione, arrivando a sostenere che la vita non si può ricondurre esclusivamente a reazioni interne o esterne, ma al tempo stesso senza di queste non sarebbe scientificamente spiegabile. Per arrivare a questa conclusione l'autore apre il capitolo riferendosi al termine aristotelico "epigenesi", per poi introdurre la nozione fondamentale di "epigenetica", che studia le relazioni tra i geni e la loro manifestazione dovute all'influenza di fattori esterni. L'autore procede con le idee che hanno portato da una più classica e comune idea di gene come "programma genetico" alla definizione di "plasticità fenotipica" e alle sue molteplici cause che condurranno all'odierna definizione di epigenetica. Successivamente viene spiegato come e perché è stato possibile e necessario introdurre l'ambiente come co-attore per la crescita di un organismo e i concetti di biocenosi e biotopo necessari per capire l'ecosistema. Da qui il secondo paragrafo spiega il necessario bisogno di metagenomica, ovvero la branca della genetica che studia il genoma di sistemi complessi, costituiti da più organismi simbiotici. Nell'ultima parte del capitolo si affronta il concetto di "superorganismo" come organismo che non si può intendere esclusivamente nella sua individualità, ma che deve essere considerato insieme agli organismi che lo abitano. Le argomentazioni apportate da Villani sono efficacemente convincenti in quanto supportate da studi scientifici ed esperienze molteplici; tuttavia, a volte tralascia quei passaggi, apparentemente superflui per chi è esperto in materia, ma necessari alla comprensione di coloro che affrontano per la prima volta tali argomenti. Ottima la citazione di fonti e studi scientifici, anche se a volte può essere disorientante per dei lettori poco avvezzi; il secondo paragrafo, invece, ha il pregio di presentarsi in modo più scorrevole alla lettura grazie agli esiti di alcune ricerche, che vanno a supportare informazioni di carattere più teorico.

Il libro sviluppa anche un aspetto filosofico che permette al lettore di affrontare la tematica da una diversa prospettiva, oltre a quella prettamente scientifica solitamente utilizzata: porta quindi il lettore verso una nuova concezione dell'organismo vivente, superando il dualismo che separa il mondo vivente dal mondo non vivente, attraverso un approccio sistematico alla realtà. Al suo interno si instaura una serie di interazioni tra le varie specie che vanno a costituire un sistema complesso che modifica e che a sua volta viene modificato dagli esseri viventi. Rimane l'idea che ogni organismo è unico e irripetibile non solo per l'impossibilità di ripetere il suo codice genetico, ma anche per l'impossibilità di ripresentare esattamente le stesse condizioni ambientali nel quale è cresciuto. Questo sottolinea la stretta connessione tra organismi e ambiente e le reciproche modificazioni, portando al concetto di ecosistema.

La lettura di questo capitolo, pertanto, offre un tassello veramente importante nello studio delle scienze della vita proprio per l'approccio informativo, che ha saputo utilizzare un lessico specialistico e preciso, come richiesto dalla disciplina, ma che al tempo stesso ha permesso al lettore non esperto di poterne raggiungere la completa comprensione con un piccolo sforzo. Sforzo che veramente viene ripagato dalla soddisfazione di aver per certi versi esplorato una piccola parte del mondo che ci appartiene e che ci comprende.

2.7.2 Liceo Scientifico Romano Bruni di Padova

La lettura di questo capitolo è molto stimolante, sia per i contenuti scientifici proposti, sia per l'approccio con cui vengono trattati, sempre inserendo un excursus storico delle varie idee prese in considerazione e offrendo un'ipotesi inclusiva e mai esclusiva. L'autore, infatti, fa andare oltre le visioni a volte riduttive della biologia classica, offrendo un'immagine della vita come sistema complesso e interconnesso, dove l'ambiente e i microrganismi giocano un ruolo attivo nella nostra evoluzione.

La scrittura è densa e a volte necessita di una lettura molto attenta, ma ben strutturata, in particolare gli esempi sono efficaci nel chiarire i concetti. Gli snodi argomentativi emergono in modo ordinato: si parte dalla definizione dei concetti chiave (epigenetica, metagenomica, simbiosi), per poi mostrare come questi abbiano rivoluzionato la comprensione dei meccanismi vitali. Apprezzabile è anche la ripresa di concetti che erano stati abbandonati o ridimensionati in passato, come accaduto per alcune intuizioni della teoria lamarckiana, che oggi trovano nuova rilevanza alla luce delle scoperte epigenetiche. In conclusione, l'autore offre una visione più ampia e moderna del mondo vivente, inteso in senso globale, in cui le relazioni e le interazioni contano quanto - se non più - dei singoli elementi. Una lettura complessa, ma decisamente arricchente.

2.8 Capitolo 8: *What is life? La prospettiva chimica*

2.8.1 IIS P. Scalcerle di Padova

Questo capitolo approfondisce il legame tra chimica e vita, partendo dalla provocatoria domanda di Schrödinger "What is life?". L'autore sostiene che l'approccio chimico nello studio della vita offre una comprensione più efficace dei processi biologici rispetto alla fisica, poiché pone maggiore attenzione ai processi termodinamici. Inoltre, viene evidenziato che la biochimica, con la sua attenzione alle interazioni molecolari, offre una chiave di lettura essenziale per comprendere la complessità dei processi biologici. L'autore, a favore della sua tesi, porta come dimostrazioni il sistema immunitario e gli enzimi, catalizzatori indispensabili per le reazioni biochimiche. L'esempio del sistema immunitario mostra come le interazioni molecolari responsabili dei riconoscimenti antigene-anticorpo siano alla base delle risposte biologiche. Uno degli aspetti più interessanti del capitolo è il rapporto tra ordine e disordine nei sistemi viventi. Villani spiega, attraverso la termodinamica del non-equilibrio, che il disordine può paradossalmente generare l'ordine. La discussione sui sistemi aperti e chiusi chiarisce come gli organismi viventi mantengono il loro ordine interno attraverso lo scambio continuo di energia e materia con l'ambiente.

In sintesi, questo capitolo, attraverso la chimica, dà una visione approfondita della vita focalizzandosi sui processi biologici. Il commento di uno studente: "Personalmente, ho trovato questo capitolo molto illuminante. Mi ha fatto capire quanto sia importante la chimica per la biologia e mi ha dato una nuova prospettiva su come funzionano gli esseri viventi."

2.8.2 IIS Ferraris Fermi di Verona

Questo capitolo rappresenta un interessante spunto per introdurre gli studenti alla dimensione interdisciplinare della chimica. Il testo collega in modo efficace concetti chimici fondamentali, come termodinamica ed equilibrio, alla comprensione dei processi biologici, rendendolo utile per stimolare la curiosità scientifica in aula. Tuttavia, alcuni passaggi potrebbero risultare complessi per studenti con conoscenze di base, richiedendo un'adeguata mediazione da parte del docente. Nel complesso, il libro offre un'opportunità per mostrare come la chimica sia essenziale nella spiegazione dei fenomeni della vita.

2.9 Capitolo 9: Ai confini della vita

2.9.1 IIS Ferrari di Este

Nell'ultimo capitolo del libro l'autore affronta il concetto di vita da diverse prospettive: biologica (virus e loro interazione con le cellule), chimica (abiogenesi e origine della vita), e filosofica (vita in potenza e in atto). Vengono utilizzate nozioni tecniche esposte in modo rigoroso e supportate attraverso dati sperimentali, studi scientifici, pur mantenendo sempre un approccio accessibile e chiaro che permette di comprendere concetti complessi senza rinunciare alla profondità dei contenuti. Inoltre, il testo stimola il pensiero critico, sollevando interrogativi fondamentali sulla natura della vita e sui suoi confini, invitando alla riflessione personale. Uno dei temi centrali del capitolo è la natura dei virus e se possano essere considerati esseri viventi. I virus, infatti, non sono autonomamente vivi: per riprodursi devono infettare una cellula e sfruttarne i meccanismi. L'autore introduce il concetto di stato virtuale, secondo cui i virus sono potenzialmente vivi, ma questa condizione si attualizza solo attraverso l'interazione con un sistema cellulare. Questo porta a rivedere l'idea di vita con confini netti: la vita può emergere da particolari interazioni con l'ambiente e il confine tra vivente e non vivente diviene sfumato. Un altro esempio di vita latente citato nel testo è il fenomeno della criptobiosi, in cui un organismo sospende temporaneamente le sue funzioni vitali in condizioni estreme e le riprende quando l'ambiente diventa favorevole. Questo fenomeno sfida l'idea di vita come un flusso continuo, suggerendo che la vita e la morte siano condizioni dinamiche e reversibili, influenzate dall'ambiente. I virus sono legati agli esseri viventi: circa l'8% del genoma umano deriva da antichi virus che hanno un ruolo nel sistema immunitario. Questo ha ispirato la tecnologia CRISPR-Cas9, basata sulla memoria genetica dei batteri che conservano frammenti di DNA virale. In caso di reinfezione, i batteri producono RNA guida che, con l'enzima Cas9, taglia il DNA virale. L'uomo ha adattato questo meccanismo per modificare il genoma umano, correggendo o inserendo sequenze genetiche specifiche. Il sistema CRISPR ricorda la teoria dell'evoluzione lamarckiana, secondo cui gli organismi modificano i propri tratti in risposta all'ambiente e trasmettono tali cambiamenti alla discendenza. Anche se questa teoria è stata superata, CRISPR mostra che esistono meccanismi in cui informazioni acquisite possono essere integrate e trasmesse.

Per secoli si è creduto nella generazione spontanea della vita, ma con il progresso scientifico si è affermata l'abiogenesi, che sostiene che la vita deriverebbe da reazioni chimiche che hanno formato le prime cellule. L'autore menziona anche la panspermia, che propone che i "semi della vita" siano stati trasportati sulla Terra da meteoriti o comete. Scoperte in bioastronomia e esobiologia, come la presenza di aminoacidi nei meteoriti e di composti organici nelle nubi interstellari, suggeriscono che la vita potrebbe avere una portata universale. Anche l'abiogenesi rafforza l'idea che il confine tra non vivente e vivente sia labile. La vita emerge da sostanze chimiche, inizialmente non vive, ma con il potenziale di dare origine alla vita.

Un altro tema centrale riguarda la sintesi di organismi viventi in laboratorio, con due approcci principali: il top-down, che prevede di ridurre organismi esistenti al minimo necessario per mantenere la vita e il bottom-up, che mira a costruire un organismo da zero, sintetizzando tutte le componenti. Questa sfida è complessa, poiché non si tratta solo di assemblare componenti chimici, ma anche di far emergere la forza vitale che distingue il vivente dal non vivente.

L'ultima parte del capitolo esplora la transizione dalla vita alla morte. Mantenere un sistema vitale significa tenerlo lontano dall'equilibrio termodinamico, ma la malattia rappresenta uno stato intermedio in cui questo equilibrio è compromesso. La salute non è solo l'assenza di malattia, ma uno stato dinamico che può variare. Il concetto di salute si è evoluto, passando da visioni antiche che integravano corpo e spirito, a concezioni olistico-integrate che considerano anche l'ambiente e il contesto sociale dell'individuo.

2.9.2 IIS Ferraris Fermi di Verona

I capitoli "Ai confini della vita" esplora il significato di ciò che chiamiamo vita e il sottile confine che separa il vivente dal non vivente. L'autore analizza l'ambiguità dei virus, evidenziandone la natura "in

"potenza" e il ruolo evolutivo. Si esaminano le teorie sull'origine della vita, passando dalla generazione spontanea all'abiogenesi, in un contesto storico-scientifico. Vengono discussi i progressi nella biologia sintetica, con approcci top-down e bottom-up per la creazione di vita artificiale. In definitiva, il testo stimola una riflessione interdisciplinare che unisce chimica, biologia e filosofia, aprendo nuove prospettive sul futuro della ricerca vitale e ci invita a considerare il mistero dell'esistenza con occhi nuovi.

3. Conclusioni

Nella cornice di uno degli istituti tecnici più vivaci del territorio, l'IIS Scalcerle di Padova, circa 200 studenti con i loro insegnanti (Figura 2) si sono riuniti il 14 aprile per ascoltare alcuni interventi legati alla lettura, come la presentazione della Prof.ssa Marnie Campagnaro, docente patavina di letteratura per l'infanzia e l'adolescenza che ha raccontato in chiave chimica la piccola fiammiferaia, e per partecipare ad un gioco-quiz interattivo organizzato dalle bibliotecarie dell'Università di Padova per raccontare il ruolo del bibliotecario oggi. Infine, i ragazzi hanno presentato le loro impressioni e i loro elaborati durante un incontro finale con l'autore del libro, Giovanni Villani.

Questo evento è stato un momento significativo nella formazione degli studenti, sia perché hanno potuto mostrare a un pubblico numeroso le loro elaborazioni del capitolo o dei capitoli letti, affrontando temi sicuramente complessi con un approccio multidisciplinare, sia perché questa iniziativa li ha avvicinati alla lettura e ai libri in modo interattivo e costruttivo.



Figura 2. Alcune fotografie della giornata conclusiva con i relatori e la platea: in alto a destra la spilla "Leggiamoci un libro" creata appositamente per l'iniziativa

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano la Prof.ssa Marnie Campagnaro dell'Università di Padova per l'emozionante conferenza di apertura dell'incontro e le Dott.sse Emanuela Casson, Maria Lucia Soranzo ed Eleonora De Tuoni della Biblioteca Chimica per la partecipazione attiva all'evento sulla figura del bibliotecario e sulle biblioteche scientifiche. Un sentito ringraziamento anche all'autore, Dott. Giovanni Villani, che ha partecipato con grande disponibilità al confronto con gli studenti e i loro insegnanti. M.G. ringrazia le colleghi Catia Giordan e Valeria Ferraretto e S. B. ringrazia Irene Marafon, docenti delle rispettive scuole che hanno collaborato in un contesto multidisciplinare. Questa iniziativa è supportata finanziariamente dal Piano nazionale Lauree Scientifiche Chimica – UNIPD.

