

Roberto Soldà

✉ roberto.solda@libero.it

Approfondimento relativo a «L'origine della vita, l'asimmetria e... l'attività ottica»

«...Nella nostra vita quotidiana abbiamo a che fare con una quantità, difficilmente immaginabile a prima vista, di sostanze otticamente attive: mangiamo pane otticamente attivo, carne otticamente attiva, abitiamo in case, indossiamo vestiti, leggiamo libri formati da cellulosa otticamente attiva. Le proteine dei nostri muscoli e dei nostri tessuti, il glicogeno del nostro fegato e del nostro sangue, gli enzimi e gli ormoni che permettono il nostro sviluppo e regolano i nostri processi biologici, sono tutti otticamente attivi. I composti che si trovano in natura sono otticamente attivi perché gli enzimi che ne provocano la formazione – e spesso le sostanze di partenza di cui essi sono formati – sono essi stessi otticamente attivi. Però circa l'origine di questi enzimi otticamente attivi le nostre idee sono ancora molto vaghe e puramente ipotetiche».
(R.T. Morrison, R. N. Boyd, *Chimica organica*)

«...L'asimmetria di cui stiamo discutendo è dunque fragile, ma costantemente presente nella materia viva, a cui è forse necessaria evolutivamente affinché non subentrino «errori» spaziali nella costruzione delle proteine. Resta da discutere il secondo, ben più misterioso perché: ancora con Aristotele, quello della causa efficiente. Ammessa, o almeno sospettata l'utilità dell'asimmetria (ci sono altre asimmetrie: quella in questione è stata chiamata chiralità; com'è facile dare nomi greci alle cose che non si capiscono! Dopo, sembra di capirle meglio), ci si domanda di dove essa abbia potuto trarre origine. Evidentemente, da un'altra asimmetria, ma quale? ...»
(Primo Levi, *L'asimmetria e la vita*)

RIASSUNTO

Di solito l'origine della vita e l'asimmetria sono argomenti che vengono trattati ormai da tempo, a diversi livelli, nella scuola secondaria sia di primo grado che di secondo grado.

Ma la loro presentazione potrebbe essere forse più interessante e motivante per gli allievi se tali argomenti venissero posti in relazione, collegandoli tramite un semplice esperimento sull'attività ottica, realizzabile con materiali e reattivi facilmente disponibili o reperibili in qualsiasi tipo di scuola. In questo articolo si forniscono delle osservazioni e indicazioni utili per realizzare un tale approccio sperimentale a livello di chimica di base.

OSSERVAZIONI PRELIMINARI

È noto che, attualmente, l'argomento «L'origine della vita e l'attività ottica» non viene trattato nei corsi di scienze e di chimica di base perché, pure essendo molto attuale a livello di divulgazione scientifica, non si ritiene indispensabile per una formazione culturale non professionalizzante.

Di seguito, per gli insegnanti interessati a presentarlo ai loro allievi, vengono fornite anzitutto alcune indicazioni per «organizzare» un esperimento sull'attività ottica.

Quindi, nel contesto della discussione relativa a tale esperimento, è abbastanza facile «guidare» gli allievi all'interpretazione microscopica delle loro osservazioni introducendo il discorso sull'isomeria ottica e sull'attività ottica delle sostanze chirali (nozioni di base relative a miscele racemiche, distinzione tra configurazione e potere rotatorio, separazione di isomeri ottici).

E, in riferimento all'origine della vita, risultano plausibili le domande:

- Nel caso dell'origine della vita, perché alcune molecole fondamentali per la vita e la sua origine hanno un'asimmetria specifica?
- Perché gli amminoacidi che formano le proteine hanno la configurazione L, mentre gli zuccheri del DNA quella D?
- Come sono sorte l'asimmetria e l'attività ottica?
- Come è avvenuta la selezione delle sostanze asimmetriche che hanno originato la vita degli organismi viventi?

- È giustificata l'affermazione: *l'origine della vita è una questione di asimmetria?*

In questo modo ogni insegnante può approfondire l'argomento in base alle capacità di apprendimento dei suoi allievi e spiegare che molte ricerche e studi sono stati fatti e si fanno per dare una risposta a tali domande e altre collegate, ma il mistero dell'asimmetria, dell'attività ottica in relazione all'origine della vita è ancora aperto.

Infatti, come è noto, per quanto riguarda specificatamente il problema dell'origine dell'omochiralità in natura, ricerche recenti hanno dato una risposta alle domande riguardanti il modo attraverso il quale si è passati da un minuscolo eccesso enantiomerico (ee%) alla purezza ottica completa sia attraverso cinetiche di autocatalisi in sistemi lontani dall'equilibrio sia attraverso sistemi di equilibrio termodinamico.

Ma quale, tra i modelli proposti, sia stato messo in atto durante l'evoluzione biologica non è ancora stabilito. E ciò che rimane più incerto è il modo in cui si è rotta la simmetria iniziale che comprendeva parti eguali dei due enantiomeri.

L'itinerario didattico

Prerequisiti:

1. Concetti elementari di chimica, fisica e biologia a livello di biennio di scuola secondaria di secondo grado come da indicazioni nazionali curricolari e programmi.
2. Conoscenze relative alla luce polarizzata.
3. Conoscenze relative all'asimmetria. In particolare, è necessario insegnare (se già non è stato insegnato nella scuola secondaria di primo grado) come «prevedere» se una molecola è asimmetrica (chirale), mediante la prova della *non sovrapposizione delle immagini speculari relative alla struttura della sostanza in esame*.
4. Conoscenze relative all'origine della vita (esperimenti di Redi, Spallanzani, Miller) e alle due teorie dell'evoluzionismo e del creazionismo.

Obiettivi

- a. Interpretazione microscopica dell'attività ottica e introduzione dell'isomeria ottica.
- b. Approfondimento del tema: attività ottica e omochiralità in connessione all'origine della vita.

Materiali e reattivi

- due lenti polaroid di occhiali
- un beker da 100 ml (o un contenitore di vetro)
- nastro adesivo scotch
- un puntatore laser (reperibile nei negozi di cartoleria o informatica)

- supporti per appoggiare il puntatore laser e il foglio bianco funzionante da schermo
- acqua distillata, D(+)-saccarosio, D(-)-fruttosio, cloruro di sodio, cloruro di ammonio
- L(+)-alanina e solfato di magnesio (reperibili facilmente in farmacia)

Nota: I sali NH_4Cl e MgSO_4 sono consigliati perché i ragazzi possono rendersi conto facilmente che le soluzioni acquose di NH_4Cl e MgSO_4 non presentano attività ottica a causa della simmetria delle strutture degli ioni NH_4^+ e SO_4^{2-} .

Modalità operative

Per le modalità operative, ogni docente può programmare ovviamente l'esperimento nel modo ritenuto più adatto per la sua classe e secondo il tempo disponibile e le possibilità.

In ogni caso, secondo me, sarebbe consigliabile preliminarmente un «esperimento di cattedra» che ponga in evidenza la «costruzione» del dispositivo funzionante da polarimetro e il suo funzionamento utilizzando, ad esempio, soluzioni acquose di NaCl , NH_4Cl e di saccarosio.

Poi, a seconda del tempo disponibile e del metodo di lavoro di ogni collega, l'esperimento può essere proposto, come altri esperimenti di chimica di base, fornendo eventualmente agli allievi una scheda con le istruzioni.

Procedimento

Fase 1. Assemblamento e azzeramento del dispositivo

Si fissano, con nastro adesivo, una lente polaroid in corrispondenza della «finestra» del puntale laser e l'altra lente sulla parete posteriore del becker in modo «incrociato», tale cioè che non si osservi il puntino colorato della luce laser sullo schermo.

Fase 2. «Test» di attività ottica

Si versa nel becker la soluzione in esame e se, sullo schermo, si osserva il puntino colorato di luce la sostanza è otticamente attiva. Altrimenti non è otticamente attiva.

Nella figura (Fig. 1) viene riportato schematicamente un semplice possibile «assemblamento» del dispositivo.

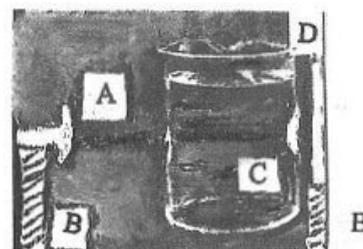


Fig. 1.

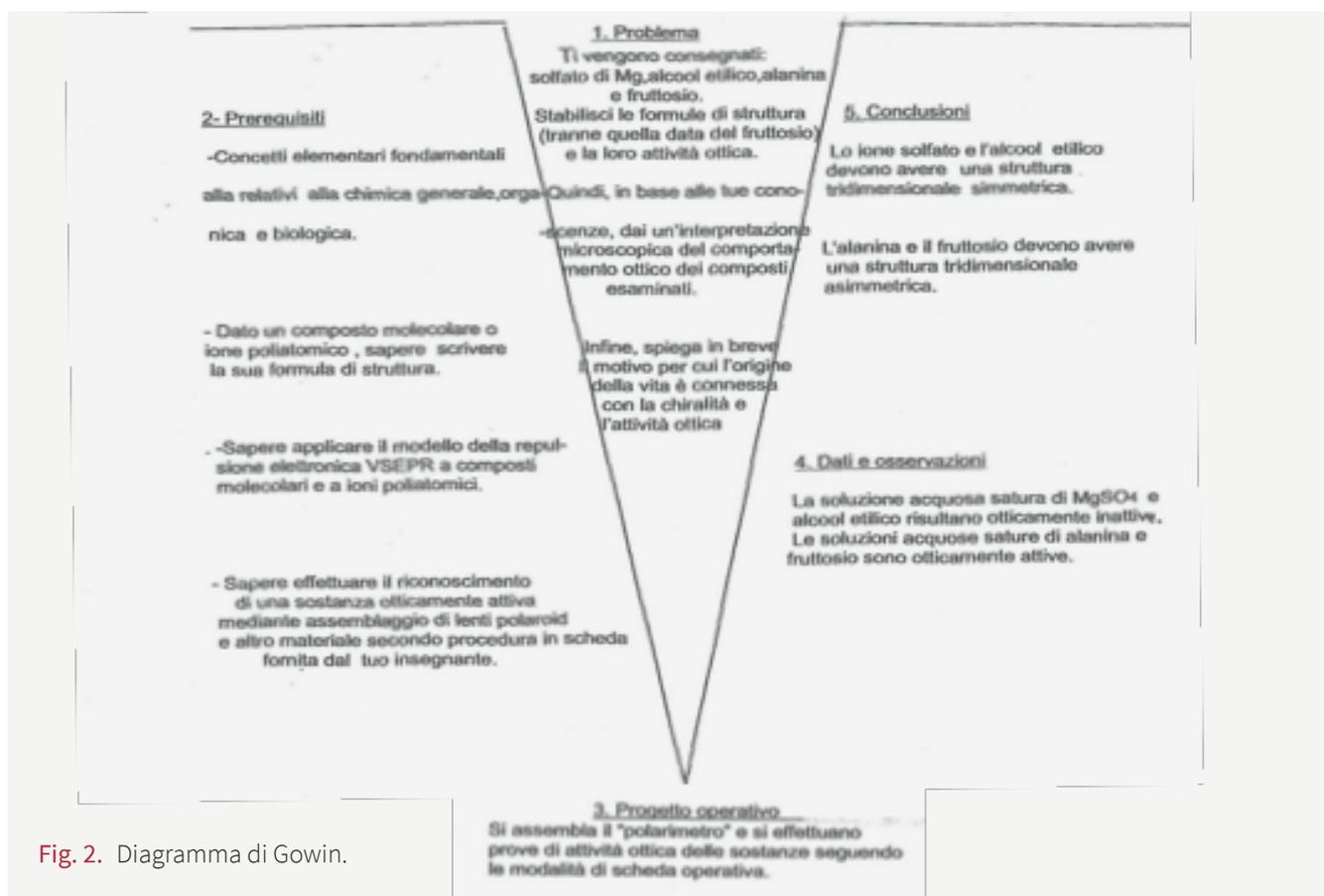


Fig. 2. Diagramma di Gowin.

Il tempo necessario per l'esercitazione è circa due ore. A titolo indicativo, se può essere utile, si fornisce un diagramma di Gowin elaborato anni fa da un gruppo di miei allievi nel corso di un esperimento proposto come *problem solving* (Fig. 2).

Conclusione

Si ritiene che il semplice esperimento proposto in questo articolo sia adeguato a fare conseguire gli obiettivi prefissati agli allievi di un corso di chimica di base. Ovviamente, in scuole come i Licei o ad indirizzo chimico professionalizzante in cui sia disponibile un polarimetro, tale esperimento potrebbe essere utilizzato, ad un livello «avanzato», non solo per *misurare* l'attività ottica, ma per altri approfondimenti in chimica organica, analisi chimica e biologia.

Ringraziamenti

Si ringraziano, per l'interessamento e per le utili osservazioni relative alla stesura di questo articolo, il dr. Luca Legnani del Centro di Ricerca The Scripps Research presso l'Università della California di San Diego e il Prof. Angelo Vianello dell'Università di Udine

BIBLIOGRAFIA

[1] R.T. Morrison, R. N. Boyd, *Chimica organica*, Casa Editrice Ambrosiana, Milano 1965.

- [2] P. Levi, L'asimmetria e la vita, *Bollettino dell'Unione Matematica Italiana*, serie 8, vol. 1-A, La Matematica nella Società e nella Cultura (1998), n. 2, 131-141.
- [3] G. Natta, M. Farina, *Stereochimica Molecole in 3D*, Edizioni Scientifiche e tecniche, Mondadori, Milano 1968.
- [4] G. D. Guerra, *L'origine della vita*, D'Ettoris Editori, Crotona 2016.
- [5] J. L. England, Statistical physics of self-replication, *J. Chem. Phys.*, 2013, **139**, 121923.
- [6] S. Kauffman, Question 1: Origin of Life and the Living State, *Orig. Life Evol. Biosph*, 2007, **37**, 315-322.
- [7] D. G. Blackmond, *The origin of biological homochirality*, *Cold Spring Harbor Perspect. Biol.*, 2010, **2**, 002147.
- [8] A. J. Wagner, D. Y. Zubarev, A. Aspuru-Guzik-D.G. Blackmond, Chiral sugars drive enantioenrichment in prebiotic amino acid synthesis, *ACS Cent. Sci.*, 2017, **3**, 4, 322-328.
- [9] A. Vianello, *Sapere e fede: un confronto credibile*, Forum Editrice Universitaria, Udine 2016.
- [10] L. Alessio, *L'origine della vita è una questione di asimmetria*, OggiScienza, 2 settembre 2019.
- [11] L. Legnani, *Into the impossible. The origins of life and the Work of Primo Levi*, YouTube, 16 Jul 2019, <https://www.youtube.com/watch?v=oB1id051MF8> (accessed 18 Feb 2021)