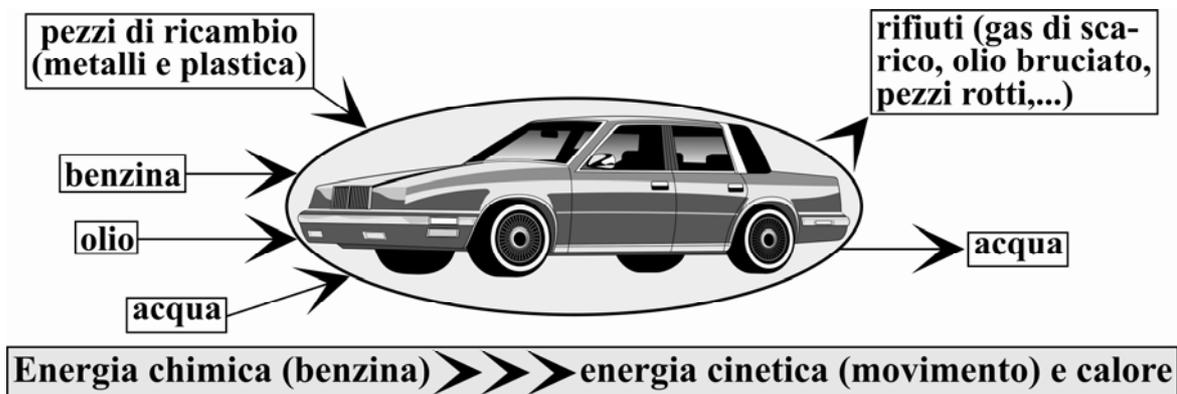


10 - PROCESSI ED ENZIMI

La “vita” di una automobile è semplice; si manifesta sotto forma di movimento; è un sistema con una sola funzione essenziale: viaggiare. Ma perché ciò sia possibile sono necessari diversi processi che avvengono più o meno contemporaneamente: la benzina deve essere bruciata per liberare energia che deve essere trasformata in movimento; una gran parte dell’energia liberata produce calore (il motore si scalda ed inoltre è possibile scaldare l’ambiente interno); l’acqua serve per limitare il riscaldamento eccessivo del motore; l’olio per lubrificare i movimenti delle parti meccaniche, una parte dell’energia viene trasformata per consentire il funzionamento delle componenti elettriche ed elettroniche,... Man mano che l’automobile “funziona” (viaggia) diminuisce la benzina nel serbatoio, viene consumata acqua che si perde nell’ambiente circostante (alla quale si aggiunge quella ottenuta dalla combustione della benzina), l’olio si esaurisce e si deteriora; quindi occorre “nutrire” il sistema, introducendovi nuova benzina (funzione energetica), nuova acqua e nuovo olio (funzioni dinamiche). Contemporaneamente la carrozzeria si deteriora (arrugginisce o subisce urti), le parti meccaniche si consumano e qualche componente elettrica si rompe; quindi occorre eliminare alcune porzioni per sostituirle con nuovi pezzi (essenzialmente materiali metallici e plastici) al fine di mantenere la struttura (forma) e la meccanica di funzionamento (dinamica) del mezzo.



In sintesi l’automobile è un sistema attraversato da un flusso di materia (e di energia). Se così non si verificasse, se l’automobile non funzionasse per lo scopo per cui è stata costruita, se non “vivesse” per lo scopo di viaggiare, essa si deteriorerebbe (per mancanza di manutenzione) e con il tempo, andrebbe incontro ad un disfacimento naturale, ad una lenta demolizione che porterebbe al risultato finale di un caotico cumulo di materiali (disordine = morte). La sopravvivenza dell’auto comporta invece un impiego di energia per il mantenimento della piena efficienza (ordine = vita) e quindi del passaggio in essa di materia destinata a subire delle trasformazioni o processi fisici e chimici.

La sostituzione di un pezzo rotto è un processo che segue un altro costituito dalla rottura di quel pezzo. La carrozzeria che arrugginisce è il risultato di un processo dovuto ad una trasformazione chimica della lamiera per la presenza di ossigeno e di umidità. La benzina che brucia è un altro esempio di processo chimico; il carburante (costituito da molecole organiche complesse), grazie ad una scintilla, reagisce con il comburente (ossigeno) per trasformarsi (o per essere demolito) in molecole più piccole. Parte dell’acqua utile al raffreddamento del motore evapora e viene persa (il passaggio di stato liquido - gas è un processo fisico). Parte dell’energia chimica contenuta nella benzina, dopo la trasformazione in calore con la combustione, invece di incrementare l’energia cinetica (movimento), viene trasformata in energia elettrica per far funzionare le luci o l’autoradio.

Nel mezzo regolarmente funzionante (in movimento) avvengono quindi numerosi processi, il cui insieme costituisce il *metabolismo dell’auto*. Alcuni processi comportano la distruzione dei materiali di partenza (benzina che brucia, pezzi che si rompono, carrozzeria che arrugginisce,...): *catabolismo dell’auto*. Altri comportano la costruzione di nuovi materiali (sostituzione con un nuovo pezzo oppure l’inserimento di nuove componenti estetiche e/o funzionali): *anabolismo dell’auto*. Quindi: *metabolismo = catabolismo + anabolismo*, secondo un ragionamento che, in linea di massima, può essere applicato a quasi tutti i sistemi.

Anche un organismo è un sistema, la cui funzione è l’*esistenza in vita*. Sembra un obiettivo semplice; in realtà, rispetto all’esempio dell’automobile, è tutto molto più complicato. In primo luogo l’automobile viene mantenuta in piena efficienza grazie ad un intervento esterno: il lavoro dell’uomo. Invece l’organismo

deve fare tutto da solo. L'automobile non ha la pretesa di essere eterna; invece l'organismo ha il problema di riuscire a sopravvivere anche dopo la propria morte; come è possibile? È facile capire che un qualunque sistema (naturale o artificiale) è destinato, con il tempo, ad un più o meno lento, progressivo ed inevitabile deterioramento (invecchiamento) e ciò nonostante il continuo lavoro di manutenzione (sostituzione dei "pezzi" che si "rompono" o che si "consumano"). Prima o poi si giunge ad una situazione per cui il sistema diventa esausto e non è più possibile continuare ad "aggiustarlo", se non con un dispendio energetico troppo elevato, non più conveniente (quante volte si sente l'affermazione: "quell'auto è troppo vecchia, non conviene più ripararla in quanto la sua manutenzione è più costosa dell'acquisto di una nuova").

Consideriamo il metabolismo di una vecchia locomotiva a vapore. Rispetto ad una moderna automobile, c'è molto più metallo e meno plastica; la benzina è sostituita dal carbone; l'acqua, oltre ad avere funzione di raffreddamento, partecipa alla formazione del movimento (funzione dinamica).

Il ferro da stiro è un sistema molto più semplice, in quanto esso ha la funzione di trasformare l'energia elettrica in calore e non vi sono parti meccaniche in movimento.

Il videoregistratore è invece un sistema molto più complesso. L'energia elettrica che lo alimenta deve essere trasformata in energia luminosa (le immagini) ed in suono (che è energia meccanica). Inoltre deve essere prodotto del movimento (lo scorrimento della videocassetta).

Ritornando all'organismo, un modo per sopravvivere oltre la propria morte consiste, finché si è in tempo, nel produrre una copia di se stesso; in altri termini la soluzione consiste nella *riproduzione*. Per esempio un elefante, come individuo, è mortale, ma la specie elefante, considerata come un insieme di individui, è teoricamente eterna. È vero che ogni singolo individuo esiste per un periodo di tempo limitato, ma gli elefanti esistono sulla Terra da milioni di anni.

Se accettiamo il concetto per cui, essendo l'obiettivo del sistema organismo la sopravvivenza oltre la propria morte (garanzia di conservazione della specie per tempi geologici), allora bisogna ammettere la complessità di tale obiettivo e la complessità del sistema organismo che deve realizzarlo, attraverso il mantenimento di numerose funzioni. Ma la complessità significa un insieme grande di processi, fra loro coordinati e variamente interdipendenti. Il metabolismo di un organismo è qualche cosa di estremamente complicato ed i processi che lo caratterizzano devono essere magistralmente innescati, guidati e controllati, in modo da fornire il miglior risultato complessivo, senza che ciascuno possa, in qualche modo, "intralciare" gli altri. Vi sono alcune sostanze che hanno proprio tale compito; esse sono denominate **enzimi** che, strutturalmente, sono delle proteine (in genere globulari).

Consideriamo un esempio. Ogni cellula produce anidride carbonica (CO₂) che costituisce un rifiuto del processo di combustione degli zuccheri (vedi **scheda 6**). Ma affinché tale sostanza possa passare all'esterno della cellula deve reagire con l'acqua (H₂O) con formazione di acido carbonico (H₂CO₃), che si scioglie bene nel sangue e può quindi essere facilmente allontanato verso i polmoni (dove, mediante un processo inverso, si ricostituisce la CO₂ per essere definitivamente eliminata). La reazione chimica è la seguente:



È un processo che avviene spontaneamente, con una velocità che dipende molto dal pH dell'acqua e dalla quantità di anidride carbonica, in ogni caso piuttosto lento rispetto alle necessità di una cellula che deve eliminare rapidamente i rifiuti che ingombrano il suo interno. In realtà la reazione avviene 10 milioni di volte più rapidamente, grazie all'azione di uno specifico enzima detto "anidrasi carbonica".

Abbiamo anticipato (**scheda 6**) che la digestione dell'amido consiste nella demolizione nelle singole molecole di glucosio; queste tuttavia sono legate tra di loro mediante legami piuttosto forti che devono essere indeboliti mediante cottura (l'amido crudo non viene assimilato dall'uomo). Quindi l'amido subisce l'azione di un enzima (amilasi) che, lungo il tubo digerente, rompe i legami indeboliti dalla cottura riuscendo così a separare le singole molecole di glucosio.

Quelli sopra citati sono due esempi. Attualmente si conoscono oltre 2.000 enzimi, ciascuno in grado di catalizzare (innescare e guidare) uno specifico processo chimico. Gli enzimi sono catalizzatori in grado di funzionare bene entro un ben determinato intervallo termico: 35 ÷ 40 °C. Con temperature più basse e soprattutto più alte gli enzimi vengono denaturati, perdono la loro efficacia, non sono più in grado di condizionare i processi chimici che avvengono negli organismi.