

di Giuliana Galati



a.  
Statua del dio del tempo Chronos nel Cimitero monumentale di Staglieno, a Genova. Scolpita dall'artista Santo Saccomanno nel 1873, l'opera è collocata nel porticato inferiore a levante e fa parte della tomba di Erasmo Giuseppe Piaggio.

Granello dopo granello la sabbia si insinua nella strozzatura al centro della clessidra. Il tempo passa, inesorabile, cadenzato, ipnotico... Pian piano prende forma una piramide di sabbia instabile, dentro la quale mi sembra di scorgere i contorni di una figura di spalle. Sembra un uomo possente e muscoloso, ma allo stesso tempo non sembra umano, più un dio. Dal modo in cui si muove mi sembra stia azzannando una preda a grandi morsi. Stringo gli occhi e mi pare di scorgere una gamba insanguinata che penzola dalla sua bocca!

**[as]:** Ora ho capito chi sei! Tu sei Kronos, figlio di Urano e Gea, marito di tua sorella Rea, padre di Èstia, Demetra, Era, Ade, Poseidone, Zeus e del Centauro Chirone. Sei il dio del tempo che mangia i suoi figli come le ore mangiano i minuti e i minuti divorano i secondi!

**[Chronos]:** Eccone un'altra che a scuola ha saltato qualche lezione di letteratura greca. Il dio del tempo, ovvero me medesimo, è Chronos, non quel pallone gonfiato di Kronos, figlio di Urano e Gea, marito di blablabla che si è mangiato i figli. E io, per tua informazione, sono vegetariano e sto mangiando tofu e pomodori.

**[as]:** Ah, ops. Mi sa che anche in quell'occasione dormivo...

**[C]:** Devi sapere, mia cara, che nell'antichità i greci usavano termini diversi per definire il tempo: χρόνος (chronos) per indicare la natura quantitativa del tempo, ovvero lo scorrere degli istanti uno dopo l'altro, αἰών (aion) per indicare una durata, καιρός (kairos) per indicare il tempo qualitativo, ovvero l'abilità di fare la cosa giusta al momento opportuno. Però avevano scelto due termini dal suono molto simile per chiamare me e quel farabutto: io sono Χρόνος (Chronos) e lui è Κρόνος (Kronos). Così alla fine ci hanno confuso tutti.

**[as]:** Mi dispiace, non deve essere bello essere associati a qualcuno che non si apprezza... Ma quindi tu sai tutto sul tempo? Sant'Agostino scriveva: "Che cosa è dunque il tempo? Se nessuno me ne chiede, lo so bene; ma se volessi darne spiegazione a chi me ne chiede, non lo so". Io ci ho pensato e risponderci che è quella cosa che scorre in avanti sempre uguale, come testimoniato dalle lancette del mio orologio!

**[C]:** Sbagliato! Quell'affarino che hai al polso non si muove mica sempre allo stesso modo, nemmeno quando funziona perfettamente. È proprio il tempo, infatti, a non scorrere sempre uguale: al mare il tempo scorre più lentamente che in montagna. E non perché al mare ci si diverta meno che a sciare, ma perché il tempo scorre più lentamente vicino a una grande massa come quella della Terra. Allo stesso modo il tempo scorre più lentamente se viaggi su un aereo supersonico e più velocemente se sei ferma, come adesso, a fissare una clessidra. Colpa (o merito) della relatività!

**[as]:** Ma io non me ne sono mai accorta! Al massimo mi accorgo che passa in fretta quando mi diverto e lentamente quando mi annoio...

**[C]:** Certo sono differenze impercettibili per voi umani, ma ormai la scienza ha fatto passi da gigante ed è riuscita a dimostrarlo e a misurarlo. Forse dormivi anche durante la lezione di fisica...

**[as]:** Può darsi, anche se è un tema che mi affascina molto. Qual è il tempo più veloce che si può misurare?

**[C]:** Se me l'avessi chiesto qualche anno fa, ti avrei detto l'attosecondo:  $10^{-18}$  s. Nel 2001 gruppi di ricerca guidati da Anne L'Huillier, Pierre Agostini e Ferenc Krausz sono riusciti a osservare il tempo con cui un elettrone viene emesso da un atomo dopo essere stato colpito da un fotone, grazie a impulsi laser attosecondici. Hanno vinto il Premio Nobel per la fisica nel 2023.

**[as]:** Wow! Non credo si possa fare meglio di così, stiamo parlando di un milionesimo di milionesimo di secondo!

**[C]:** Eh eh... Se ho fatto bene i miei conti tu vivi nel 2026 e quindi dovrete aver sentito che sono stati misurati gli zeptosecondi.

**[as]:** Zeptosecondi? E a quale minuscola frazione di secondo corrispondono?

**[C]:** Uno zeptosecondo corrisponde a un milionesimo di trillesimo di secondo:  $10^{-21}$  s. I fisici della Goethe Universität di Francoforte, guidati da Reinhard Dörner, insieme ai colleghi del laboratorio di fisica delle particelle Desy (Deutsches Elektronen-Synchrotron) di Amburgo e del Fritz-Haber-Institut di Berlino sono riusciti a misurare la propagazione della luce all'interno di una molecola. Il fotone, per attraversare una molecola di idrogeno, impiega circa 247 zeptosecondi per la lunghezza media del legame della molecola.

**[as]:** Ma come si fa a misurare un tempo così breve?

**[C]:** Usando spettrometria avanzata. Hanno misurato il modello di interferenza dell'elettrone espulso, utilizzando il microscopio

a reazione COLTRIMS (Cold Target Recoil Ion Momentum Spectrometer), un apparato che rende visibili i processi di reazione ultraveloci negli atomi e nelle molecole. Misurando anche l'orientamento spaziale della molecola di idrogeno, sono riusciti a utilizzare l'interferenza delle onde elettroniche provenienti dai due atomi per calcolare con precisione il ritardo temporale tra il momento in cui il fotone ha raggiunto il primo e quello in cui ha raggiunto il secondo atomo di idrogeno.

**[as]:** Credo mi ci vorranno mooolti zeptosecondi per capire...

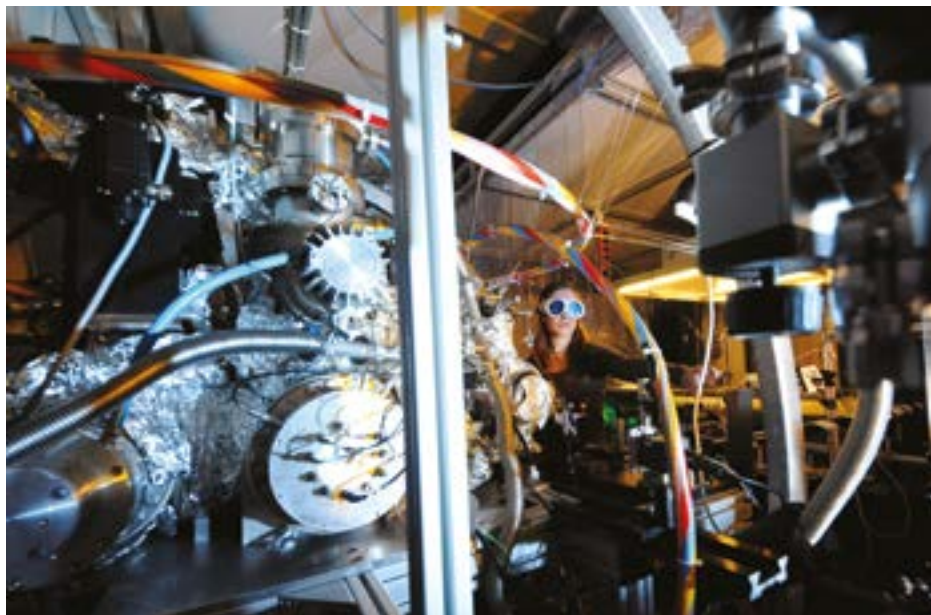
**[C]:** La faccio molto semplice. È un po' come fotografare lo schizzo provocato da due sassolini lanciati in uno stagno: dalle onde che si sovrappongono si può ricostruire quando sono caduti. Adesso però devo andare...

**[as]:** No, aspetta! Ho ancora un sacco di domande: hanno vinto un premio Nobel anche loro per questa scoperta? Tu conosci già il futuro e puoi anticiparmi se riusciremo ad andare oltre misurando gli yoctosecondi?

**[C]:** Yoctosecondi? Ma allora non dormivi sempre a scuola! Purtroppo però non posso anticiparti niente sul tempo futuro, dovrai scoprirlo da sola.

**[as]:** Uffa, va bene... E scusa ancora per lo scambio di pers... hem, dio iniziale.

**[C]:** Figurati, non preoccuparti, succede da più di 2000 anni... Ormai ci abbiamo fatto l'abitudine, alla fine è un po' come essere diventati la stessa cosa, due facce della stessa medaglia. A proposito, mi è venuta di nuovo fame! Ho i figli per cena, vuoi unirti anche tu?



**b.** Una scienziata del laboratorio di fisica degli attosecondi lavora con l'apparato COLTRIMS (Cold Target Recoil Ion Momentum Spectroscopy), utilizzato per eseguire esperimenti sulla doppia ionizzazione.