

L'ATOMISMO NELLE ILLUSTRAZIONI SURREALI DI JACOVITTI¹

ANDREA SANI

Società Filosofica Italiana e Liceo Classico Galileo Firenze

1. Franco Benito Jacovitti

Franco Benito Jacovitti (1923-1997) è il più grande autore italiano di fumetti umoristici del Novecento. *Pippo, Pertica e Palla* e *Jak Mandolino* (pubblicati sul settimanale cattolico «Il Vittorioso»), *Tom Ficcanaso* (apparso sul «Giorno dei Ragazzi», supplemento del quotidiano «Il Giorno»), *Zorry Kid* (pubblicato sul «Corriere dei Piccoli»), *Gionni Peppe* (diffuso su «Linus») sono solo alcuni dei moltissimi personaggi a fumetti creati dall'inesauribile penna del *cartoonist* di Termoli che si firmava disegnando una lisca di pesce, derivata – come sostiene l'autore – dal nomignolo che gli amici gli avevano affibbiato da giovane a causa della sua particolare magrezza. Jacovitti ha spaziato un po' in tutti i generi dei *comics*: dalle avventure metropolitane alla fantascienza, al western, alle *gangster stories*. La sua creazione più famosa è comunque *Cocco Bill* (nato sul «Giorno dei Ragazzi» nel 1957), l'infallibile cow-boy che preferisce la camomilla al whisky, e le cui avventure hanno anticipato il western all'italiana di Sergio Leone.

Jacovitti ha accompagnato gli adolescenti anche a scuola, attraverso le annate di un celeberrimo diario scolastico, il *Diario Vitt*, a cui l'autore ha collaborato dal 1950 fino al 1979-80. Soprattutto negli anni Cinquanta e Sessanta, il *Diario Vitt* era praticamente l'unico diario scolastico nelle cartelle degli studenti. Ogni edizione del *Diario* affrontava un tema particolare, generalmente legato all'attualità (*Personaggi famosi; Scienza e tecnica*, ecc.). Ai testi, illustrati dalle immagini del disegnatore di Termoli, lavoravano anche famose firme del giornalismo, come Indro Montanelli (nel 1966-67) o Sergio Zavoli (nel 1967-68), cfr. [5].

Jacovitti è stato anche un grande illustratore di libri: bellissime sono le sue due versioni del *Pinocchio* di Carlo Collodi, edite dalla Casa Editrice La Scuola nel 1945 e dall'A.V.E. nel 1964 (ma esiste anche una terza versione, a fumetti, pubblicata nel 1946-47 sul «Vittorioso»). Tra i volumi arricchiti dalle sue illustrazioni, si segnala persino un manuale di chimica per le scuole medie superiori. Si tratta del testo di Giuseppe Valitutti, Antonio Gentile e Vittorio Gerosa, intitolato *Introduzione alla chimica* edito da Masson (1980), [10], un manuale rigorosissimo e didatticamente efficace, ma che ostenta già in copertina l'immagine di uno scienziato jacovittesco

¹ Il presente testo è una rielaborazione della lezione tenuta a Firenze il 18 ottobre del 2011, presso la Sala delle Feste del Consiglio Regionale, nell'ambito dell'edizione 2011 di *Pianeta Galileo*.

che osserva con la lente di ingrandimento un atomo (con tanto di gambe), che lo guarda di traverso. La singolare iniziativa attesta la popolarità goduta nel 1980 da Jacovitti anche se, proprio nello stesso anno, cessano le pubblicazioni del *Diario Vitt.*

Le non molte illustrazioni di Jacovitti contenute nel testo di chimica, in bianco e nero, sono assai esilaranti (come c'era da aspettarsi) e al giorno d'oggi risultano praticamente sconosciute ai più. Anche se di dimensioni un po' più grandi, le immagini possono ricordare le vignette a piè di pagina del *Diario Vitt.*, che talvolta, in passato, hanno già assunto un contenuto scientifico (per esempio nel volumetto dell'anno scolastico 1970-71, dedicato al progresso e alla tecnologia).

Per apprezzare adeguatamente i disegni di Jacovitti dedicati alla chimica, è però necessario aprire una breve parentesi sulle singolari caratteristiche dell'umorismo grafico jacovittesco.

2. Surrealismo a fumetti

Quello di Jacovitti è un raro caso di *surrealismo a fumetti*: molte delle sue vignette fondono realtà e sogno, rasentando un umoristico delirio. Anche il nostro autore, come i pittori surrealisti, si abbandona al libero gioco della fantasia, creando immagini incongrue e situazioni contraddittorie. Il chiaro sforzo di esprimere un mondo di sogno, spiega la mostruosità di certe trovate di Jacovitti: baffi che si tramutano in pesci, gambe umane trasformate in zampe di gallina, salami che camminano.

Se devo disegnare per esempio un cavallo – spiega Jacovitti in una vecchia intervista – accade che mi domandi: è proprio obbligatorio mettergli la coda? Però la coda ci vuole e allora finisco per affibbiarla al cavaliere o a qualcun altro vicino. Nello stesso modo, se devo disegnare un uomo con una gamba di legno, mi viene spontaneo collocargli accanto un tavolo con una gamba umana. Di questo passo potrei andare avanti: se esistono cavalli a dondolo, perché non posso fare un messicano a dondolo? E se, a un certo momento, c'è un fuggi fuggi generale, perché non far scappare anche un salame munito di gambe e braccia? [2, pp. 38-40].

Un'altra caratteristica delle storie di Jacovitti – evidente anche a chi sfoglia in modo distratto i suoi albi a fumetti – è il gusto per le scene affollate (*l'horror vacui*) e la moltiplicazione nelle vignette degli oggetti autonomi, senza una precisa relazione con il testo o con lo sviluppo della storia, come i famosi salami, le ossa, i piedi, i vermi con il cappello, i pesci, le api ciccone, i pettini sdentati, i rocchetti, i dadi volanti, i lapis, le dita emergenti dal suolo, le puntine da disegno, i fiaschi, le farfalle col baschetto, i ragni pelosi, ecc.

Disegno un salame con i piedi – ha dichiarato Jacovitti in un'altra intervista – ma anche un pesce con le ali, che vola. Mi piace l'assurdo, perché io stesso sono una persona assurda; decontestualizzare un oggetto o un animale ha un senso all'interno del mio lavoro... pensa, pesci che invece di guizzare in acqua volano sopra le persone, pesci volanti: l'idea mi piace... Dalì faceva la stessa cosa, sospendeva oggetti nel vuoto, o li deformava: pensa agli orologi stesi come fossero lenzuola [7, pp. 22-23].

Altrove, Jacovitti ha spiegato più nel dettaglio l'origine dei suoi oggetti riempitivi, vedi [1]. Per sua stessa ammissione, il grande *cartoonist* creava le sue storie di getto, senza una trama prestabilita; cosicché, dopo aver realizzato una vignetta, per non stare con la matita in bocca ad aspettare l'ispirazione, disegnava un salame, dei vermi, un pesce volante o qualcosa del genere; insomma, la prima cosa che gli veniva in mente.

Secondo l'interpretazione psicoanalitica delle storie jacovittesche che ha proposto Alberto Perrini, il tentativo di Jacovitti di rappresentare con il disegno le sue libere associazioni mentali farebbe trasparire nelle immagini di Cocco Bill & C. anche dei simboli di natura libidica, se non addirittura i segni di tutte le fasi dello sviluppo della personalità:

da quella orale (le bocche all'improvviso gremite di zanne ferine), a quella anale (i frequenti vasi da notte), dal complesso di castrazione (i mezzi salami affettati), alla difesa di questo complesso (il vermiciattolo mascherato, vale a dire l'inoffensivo 'bigolino' infantile), alle fantasie persecutorie di distruzione e di morte (le ossa umane spolpate che sporgono dal terreno) [8, p. 7].

Il sovraffollamento delle vignette di Jacovitti può comunque suscitare un senso di eccessiva pienezza e quasi di 'soffocamento'. Nei disegni jacovitteschi c'è surrealismo, ma ci sono anche confusione (una gran quantità di oggetti alla rinfusa) e tendenze grafiche di tipo decisamente anarchico. Per questo, il nostro autore è forse il più qualificato per rappresentare graficamente l'"entropia", e cioè la tendenza al disordine che caratterizza la natura, stando almeno al Secondo Principio della termodinamica che, nella formulazione di Boltzmann, recita: «Ogni sistema fisico isolato tende a trasformarsi in modo che aumenti la propria entropia, cioè il disordine delle sue componenti». Tant'è vero che la vignetta di Jacovitti più efficace, pubblicata nell'*Introduzione alla chimica*, è proprio quella che raffigura l'entropia (fig. 1), proposta come una donna arrabbiata che tira calci, arrovescia barattoli di vernice di colori diversi che si mescolano irreversibilmente fra loro e fa cadere i libri da uno scaffale, in un'immagine in cui compaiono quasi tutti i caotici oggetti riempitivi jacovitteschi: la lisca di pesce, il salame, l'osso spolpato, il pettine, la tazzina, il rocchetto, il dado, la vite, il pesce volante e, per l'occasione, un calzino spaiato. Nel caos generale della vignetta, spuntano anche alcune copie dello stesso manuale che Jacovitti sta illustrando, chiamato, però, anziché *Introduzione alla chimica*, "Chimica caporale inorganica" (degradata a "caporale" da Chimica "generale"), "Chimica comica" e "Chimica così e cosà". Uno degli autori del manuale, Giuseppe Valitutti, in una copia del libro diventa il "Prof. Valemolti", in un'altra il "Prof. Valepochi" e in una terza il "Prof Valetanti".



Figura 1. L'entropia secondo Jacovitti © Jacovitti - www.jacovitti.it.

3. Jacovitti e Bergson

Circa gli spunti che spingono il lettore a ridere delle innumerevoli trovate jacovittecche, è sempre lo stesso Jacovitti a fornirci delle ulteriori indicazioni nel suo *Diario Vitt* 74/75 [4]. Questo vecchio diario ci offre, su testi di Isa Mogherini, una sintesi dell'opera *Il Riso. Saggio sul significato del comico* (*Le rire. Essai sur la signification du comique*, 1900) del filosofo francese Henri Bergson [9], dedicato allo studio della comicità, e che Jacovitti illustra puntualmente, svelando nello stesso tempo i meccanismi del suo particolare umorismo.

Secondo Bergson, il riso è legato esclusivamente a ciò che è umano. In particolare, a giudizio del filosofo francese, ridiamo quando l'uomo perde la sua umanità per diventare un semplice meccanismo, un pupazzo o una marionetta. Non a caso, dunque, Jacovitti accentua l'aspetto pupazzettistico dei suoi personaggi e stravolge in modo grottesco la loro fisionomia, disegnando per esempio enormi nasoni, che sembrano quasi estranei al volto dei loro proprietari.

Il riso ha per Bergson anche un aspetto sociale, dato che con esso la società punisce ogni nostra distrazione o rigidità. La risata è un lieve castigo che non ha comunque la durezza della sanzione penale, perché nel comportamento che fa ridere non c'è una grave violazione delle norme sociali, ma solo una deficienza di adattamento alla vita.

Tuttavia, coloro che sono oggetto di ilarità percepiscono questo fatto come un'umiliazione penosa, che sarebbe meglio evitare a ogni costo.

Bergson osserva che l'uomo, oltre a essere l'unico animale che ride, è anche il solo animale che faccia ridere. Infatti, se a volte ridiamo degli animali, ciò accade soltanto quando nel loro comportamento ravvisiamo una nostra goffa imitazione. In tal caso, qualunque animale può diventare comico, perfino la terribile tigre e il maestoso leone: basta mettergli un cappello in testa e un paio di occhiali sul naso, come fa, appunto, Jacovitti nelle sue divertenti illustrazioni a commento del testo [4, pp. 40-41]. Ma nessun animale, lasciato in pace nel suo ambiente, ha mai fatto ridere nessuno. Gli animali non ridono e non provocano il riso: sono assolutamente seri.

Oltre agli animali, anche gli oggetti qualche volta fanno ridere, ma sempre se ricordano l'uomo. Jacovitti, per illustrare questo concetto, a pagina 42 del *Diario Vitt* trasforma il vano di una porta in un'enorme bocca umana spalancata che ride, con tanto di denti e lingua. E nella pagina successiva, confermando il suo tipico stile surrealista, disegna il 'muso' di un'automobile come se fosse un volto arrabbiato che digrigna i denti per protesta di fronte a un vigile intento a notificare una multa. Jacovitti applica questa tecnica umoristica anche nelle illustrazioni dell'*Introduzione alla chimica*, dove umanizza gli elettroni e i protoni, disegnandoli dotati di occhi e con tanto di cappello.

È stato scritto che il surrealismo di Jacovitti è

un invito permanente a non sopravvalutare la realtà materiale, a non considerarla 'seria', ma a superarla con sempre nuove interpretazioni, siano pure l'ironia e la beffa, ma comunque a esserne insoddisfatti e a capire che bisogna cercare al di là (con la fantasia, con l'umorismo, con la fede...). Un invito a 'vedere oltre', con occhi nuovi e mente aperta, con il gusto del sorriso o con il graffio della satira. E comunque a non accontentarsi della piattezza e della standardizzazione [11, p. 383].

Il bizzarro registro comico di Jacovitti abitua il lettore a fare nuove ipotesi su ciò che ci circonda, a concepire possibilità diverse da quelle abituali e stimola il pensiero divergente, ossia il pensiero creativo, alternativo e originale.

Una simile 'poetica' surrealista che altera e stravolge la realtà fisica non poteva non condurre prima o poi Jacovitti a descrivere anche l'incredibile mondo sub-atomico, in cui un elettrone, come afferma il fisico danese Niels Bohr, è interpretabile paradossalmente *sia* come particella *sia* come onda.

4. L'atomismo classico

A questo punto, possediamo tutte le coordinate per 'leggere' le illustrazioni di Jacovitti contenute nell'*Introduzione alla chimica*. Le immagini jacovittesche ci consentiranno anche di compiere un *excursus* su alcuni concetti fondamentali della chimica e dell'atomismo.

«L'idea che la materia fosse formata da particelle piccolissime non è nuova – scrivono all'inizio del loro manuale di chimica Valitutti, Gentile e Gerosa. – già i Greci, 2500 anni fa – ne parlarono (Democrito)» [10, p. 22]. I tre autori non approfondisco-

no questa prospettiva storica e così anche Jacovitti non disegna delle vignette su tale argomento. Tuttavia, per comprendere le origini dell'atomismo, è necessario un breve accenno alle concezioni del filosofo Democrito.

L'atomismo classico è una forma di spiegazione del mondo di stampo materialista e meccanicista, cioè che spiega la realtà ricorrendo a due soli principi: la materia e il movimento dei corpi. Nell'antichità il fondatore della scuola atomista è Leucippo, del quale sappiamo assai poco. Conosciamo invece le teorie del suo discepolo Democrito di Abdera, nella Tracia, contemporaneo di Socrate e di Platone [vedi 3].

Democrito muove dalla constatazione che la realtà che ci circonda è costituita da corpi. Ora, caratteristica fondamentale dei corpi è l'estensione, cioè la spazialità. L'estensione, a sua volta, implica divisibilità, e, non essendo possibile una divisione all'infinito, bisogna ammettere l'esistenza di particelle non ulteriormente divisibili, dette "atomi". La parola greca *átomos* – usata come aggettivo – significa appunto "indivisibile", perché è composta dalla lettera "a" privativa = "senza", e dalla radice di *tèmnein* = "tagliare". Democrito, dunque, respinge la tesi del filosofo Anassagora, secondo la quale la materia sarebbe divisibile infinitamente. A giudizio di Democrito, se la materia non fosse composta da particelle ultime indivisibili, si sbriciolerebbe e non avrebbe fondamento. Aristotele, che ricostruisce il ragionamento degli atomisti nel *De generatione et corruptione*, precisa che secondo questi filosofi, qualora fosse possibile una divisione della materia all'infinito, il corpo dovrebbe ridursi a una "sorta di segatura". È vero che gli atomi, per quanto piccolissimi, occupano spazio, e quindi, teoricamente, potrebbero essere divisi in due. Tuttavia, di fatto, sono indivisibili perché sono duri, cioè perfettamente compatti e non porosi. L'indivisibilità degli atomi è dunque spiegata da una ragione fisica e non matematica: è spiegata, cioè, dalla loro estrema compattezza.

Oltre agli atomi, Democrito ammette anche l'esistenza del vuoto, ossia di uno spazio in cui gli atomi si aggregano e si disaggregano urtandosi fra loro. Il vuoto è ammesso per giustificare il movimento: infatti, ove tutto è pieno, non è possibile il passaggio per un corpo da un punto all'altro. Quindi, a fondamento del tutto, per Democrito ci sono gli atomi, il movimento e il vuoto.

Quali sono le caratteristiche degli atomi democritei? Gli atomi, innanzi tutto, come si è già detto, sono indivisibili: dividere un corpo significa *separare* gli atomi che lo compongono, e non *spezzarli*. Per esempio, quando tagliamo una mela con un coltello, la lama s'infila tra i vuoti esistenti fra particella e particella, e non divide in due gli atomi. Inoltre gli atomi sono pieni, cioè impenetrabili, e anche indistruttibili e immutabili. Ciò si traduce nella legge fisica secondo cui *nihil de nihil, nihil in nihilum* ("nulla si crea e nulla si distrugge"): la morte di un corpo non è un annientamento degli atomi, ma una loro separazione. Gli atomi, infine, sono qualitativamente tutti uguali, cioè sono fatti tutti della stessa sostanza (cioè di spazio pieno).

Gli atomi differiscono fra loro soltanto per aspetti quantitativi (aritmetico-geometrici), e più precisamente per quattro caratteristiche: due intrinseche a ciascun atomo (forma e grandezza), e due derivanti dalle relazioni in cui gli atomi si trovano tra loro

(ordine e posizione). Gli atomi, secondo il paragone di Aristotele (*Metafisica*, 1, 4, 985 b), sono simili alle lettere dell'alfabeto, e quindi si diversificano per forma, come, per esempio, la lettera A differisce dalla lettera N; per grandezza, perché ci sono atomi di varia misura, grandi e piccoli; per ordine, come la combinazione AN differisce dalla combinazione NA, e, infine, per posizione, come Z differisce da N. Il diverso ordine e la diversa posizione degli atomi determinano i diversi mutamenti delle cose, così come, variando la combinazione delle lettere dell'alfabeto, si ottengono diverse parole, diverse proposizioni e diversi periodi.

È di Democrito anche la teoria, destinata ad avere grande fortuna nella filosofia moderna, secondo la quale le qualità degli oggetti si dividono in soggettive e oggettive. Le qualità soggettive sono quelle che non appartengono alle cose stesse, ma dipendono dal soggetto senziente e possono essere diverse da soggetto a soggetto. Tali qualità sono il freddo, il caldo, il liscio, il ruvido, i colori, i sapori e gli odori, che vengono provocati da particolari figure o combinazioni di atomi. Le qualità oggettive, invece, sono quelle che esistono di per se stesse, negli oggetti esterni, ovvero negli atomi, e non mutano con il mutare dei soggetti, e sono quindi uguali per tutti gli uomini. Tali qualità sono la forma, la grandezza, il movimento, la velocità, il peso, l'ordine, la posizione, ecc. Si tratta, come si vede, di proprietà quantitative, misurabili oggettivamente.

Gli atomi sono in continuo movimento, che però non è causato, secondo Democrito, da una forza estranea. A suo giudizio, il movimento è un dato di fatto degli atomi, una loro caratteristica spontanea che non richiede una causa che lo provochi. Gli atomi si muovono liberamente nel vuoto in tutte le direzioni possibili e, per il loro casuale incontrarsi e scontrarsi nello spazio, si generano infiniti mondi.

Questi capisaldi dell'atomismo di Democrito sono ripresi nelle altre forme di atomismo, come in quella di Epicuro, divulgata poi dal poeta latino Tito Lucrezio Caro nel suo poema *De rerum natura*. Epicuro introduce la caduta degli atomi in linea retta dall'alto verso il basso nel vuoto, e spiega tale movimento con il loro peso. Come attesta Lucrezio, quando spontaneamente, e cioè senza causa, gli atomi deviano dalla traiettoria rettilinea, in virtù del cosiddetto *clinamen*, le particelle si incontrano e producono le cose per aggregazione.

Nel Medioevo l'atomismo si eclissa perché prevale la concezione aristotelica, che nega l'esistenza degli atomi democritei e interpreta la natura in senso finalistico e non meccanicistico. Con l'Umanesimo un nuovo interesse spinge gli studiosi a recuperare i testi antichi. In particolare, nel 1417, l'umanista Poggio Bracciolini scopre in un monastero un manoscritto dell'opera completa di Lucrezio. La riscoperta di Lucrezio e di Epicuro riporta l'atomismo nella filosofia, con l'opera di Giordano Bruno, e nella scienza, con gli scritti di Galileo Galilei. Nel XVII secolo, il più coerente difensore dell'atomismo è Pierre Gassendi, che cerca di conciliare l'atomismo con la teologia. È infatti Dio, secondo Gassendi, ad aver creato gli atomi e ad aver conferito loro la *vis motrix*.

5. L'atomismo moderno

La prima teoria atomica della materia, basata su dati sperimentali, è invece opera dell'inglese John Dalton, all'inizio dell'800, in ambito chimico. Dalton arriva a ipotizzare l'esistenza degli atomi nel 1808, collegandola alla "legge delle proporzioni multiple", una delle leggi ponderali a cui obbediscono le trasformazioni chimiche. Per una sintesi divulgativa sull'atomismo moderno, si veda [6].

Tale legge esprime il fatto che quando una sostanza (per esempio il carbonio) si combina con quantità diverse di un'altra sostanza (per esempio con l'ossigeno) per formare due o più composti, se assumiamo come costante la quantità di peso della prima sostanza, le diverse quantità della seconda sostanza stanno fra loro in rapporti espressi da numeri interi e piccoli e mai da numeri frazionari, come se fossero, quindi, delle parti indivisibili. Ma le parti indivisibili non sono altro che atomi. La legge di Dalton trova dunque giustificazione solo se si ammette che la materia non sia continua, ma sia costituita da particelle elementari indivisibili. Per esempio, 1 g di carbonio reagisce con 1,33 g di ossigeno in una prima reazione, e con 2,66 g di ossigeno (cioè il doppio di prima) in una seconda reazione. Ciò si spiega con il fatto che il rapporto fra le due quantità di ossigeno corrisponde al rapporto fra diversi numeri di atomi, che si legano interi gli uni agli altri e non per frazioni di atomi.

L'ipotesi atomista suscita subito vivaci opposizioni perché appare come il ritorno di una vecchia dottrina metafisica, quindi come uno sconfinamento della scienza nella metafisica. Ma essa, in realtà, è un'ipotesi suffragata da un fatto ben accertato. E più che un'ipotesi, la nozione stessa di atomo si conferma come una realtà quando, nel 1811, la teoria del torinese Amedeo Avogadro permette di stabilire il peso degli atomi relativamente all'atomo dell'idrogeno, assunto come unità (essendo l'elemento più leggero): il che dà agli atomi una realtà fisica perché misurabile.

Oggi la Comunità scientifica ha scelto come campione di riferimento per determinare il peso relativo (o massa relativa) di un elemento l'isotopo più comune del carbonio, denotato come carbonio-12. Stabilire il peso relativo di un elemento significa confrontare la sua massa con quella del carbonio-12 su una bilancia immaginaria.

Jacovitti visualizza tale bilancia – addirittura personificandola umoristicamente, secondo le modalità "bergsoniane" della sua comicità – nella vignetta di p. 43 dell'*Introduzione alla chimica*, dove il confronto è tra l'atomo di carbonio e quello di uranio, l'elemento più pesante, rappresentato da Jacovitti come un atomo umanizzato e particolarmente 'ciccione'.

A dire il vero, però, l'unità scelta per calcolare la massa relativa non è l'intero isotopo del carbonio, ma è la sua dodicesima parte. Per esempio, dire che l'elio ha massa atomica di 4 unità, significa dire che la massa atomica dell'elio è pari a 4 volte 1/12 della massa atomica del carbonio-12.

Com'è naturale, gli atomi, a causa delle loro ridottissime dimensioni e masse, non possono essere pesati singolarmente. Pertanto, per effettuare i calcoli desiderati, si è

deciso di prenderne in considerazione un insieme sufficientemente numeroso, cioè tale da poter essere misurato. Analogamente, anche nella vita di tutti i giorni, per contare le uova, anziché considerare un uovo alla volta, se ne prende in considerazione “una dozzina”; per contare i fogli se ne prende in considerazione “una risma”, cioè 500 fogli, ecc. Ma, di quanti atomi è conveniente parlare per l’ammontare delle sostanze: una dozzina di atomi? un migliaio? un bilione?

I chimici hanno inventato una nuova unità per esprimere la quantità di atomi di una sostanza, che si chiama “mole”. Una mole contiene un numero grandissimo di atomi, il cosiddetto “numero di Avogadro”: $6,023 \times 10^{23}$. Questa cifra, in realtà, corrisponde al numero degli atomi contenuti in 12 grammi di carbonio-12. Per avere un’idea dell’enormità del numero di Avogadro basti pensare che, se si riuscisse a mettere su un piatto della bilancia un numero di Avogadro di pallini di piombo, per raggiungere l’equilibrio sull’altro piatto dovremmo porre il globo terrestre.

In una vignetta a p. 47 del manuale, Jacovitti mette in evidenza la quantità stratosferica di cifre che caratterizza il numero di Avogadro, sottolineando il fatto che tale numero non potrebbe essere certo registrato nell’elenco del telefono! In un’altra, invece, a p. 46, un personaggio scruta in un sacco contenente le cifre di questo numero ed esclama: «Uuuuh... quanti zeri!!! ».

6. I modelli atomici di Thomson e Rutherford

La nozione di atomo subisce una trasformazione radicale a partire dalla seconda metà dell’Ottocento con lo studio dei fenomeni dei gas rarefatti e delle emanazioni radioattive. L’atomo, indivisibile per la chimica, non è più indivisibile per la fisica. Verso il 1904 il fisico britannico Joseph John Thompson escogita il primo modello di atomo, immaginando che esso sia costituito da una piccola palla elettrizzata positivamente che racchiuda nel suo interno un certo numero di elettroni con carica elettrica negativa, senza una disposizione spaziale definita, come l’uvetta all’interno del panettone (il sistema è infatti chiamato in inglese *plum pudding*). L’elettricità negativa degli elettroni forma, con l’elettricità positiva dell’atomo, un insieme neutro.

Ma alcune esperienze successive del neozelandese Ernest Rutherford mostrano che la materia è assai meno compatta di come farebbe supporre il modello atomico di Thompson. Perciò Rutherford, verso il 1911, immagina la struttura dell’atomo come un sistema solare in miniatura, costituito da un nucleo centrale (paragonabile al Sole) che contiene particelle elettrizzate positivamente, i protoni, e da vari elettroni ruotanti intorno ad esso (paragonabili ai pianeti). Poiché due corpi carichi di elettricità contraria si attraggono, gli elettroni sono attratti dal nucleo esattamente come i pianeti sono attratti dal Sole e costretti a ruotare attorno a esso. Rispetto ai pianeti, che si muovono intorno al Sole con relativa lentezza (si fa per dire: la Terra possiede una velocità di rivoluzione di 30 km. al secondo!), gli elettroni orbitano intorno al nucleo dell’atomo con un’enorme velocità, compiendo circa centomila bilioni di rivoluzioni al secondo!

L'atomo più semplice è quello dell'idrogeno, che ha nel nucleo un solo protone, attorno a cui ruota un elettrone; l'atomo dell'idrogeno è dunque paragonabile al sistema costituito dalla Terra con il suo satellite Luna, come risulta dalla già segnalata vignetta jacovittesca (fig. 2). L'immagine può però trarre in inganno, giacché l'elettrone sembra, nel disegno di Jacovitti (ma anche nelle figure presenti in altri manuali di chimica), grande quanto il protone. In realtà, nell'atomo dell'idrogeno l'elettrone ha una massa circa duemila volte più piccola di quella del nucleo.



Figura 2. Versione jacovittesca del modello di Rutherford dell'atomo di idrogeno
© Jacovitti - www.jacovitti.it.

Rutherford – premio Nobel per la chimica nel 1909 – dimostra che l'atomo è “vuoto” e che la parte carica positivamente occupa una minima porzione del volume totale. Se il nucleo fosse un puntino del diametro di un millimetro, gli elettroni sarebbero distanti dal nucleo circa cento metri. Inoltre Rutherford, per giustificare l'eccessiva densità nel nucleo, ipotizza che, insieme ai protoni, esso debba contenere anche delle particelle neutre. Venti anni dopo infatti, nel 1932, James Chadwick, un suo studente, scopre tali particelle, i neutroni, e per questo motivo, anche lui è insignito del premio Nobel. L'atomo non è quindi, come pensava Democrito, indivisibile, perché è costituito da particelle più piccole.

7. I quanti di Planck

Il modello di Rutherford lascia però irrisolto il grave problema del rapporto con un importante principio dell'elettrodinamica classica, secondo cui una particella carica in movimento perde continuamente energia, emanando radiazione elettromagnetica. In accordo con tale principio, anche gli elettroni, in quanto cariche elettriche in movimento, ruotando attorno al nucleo, dovrebbero gradualmente perdere energia per muoversi lungo orbite sempre più piccole, fino a cadere sul nucleo atomico. Ciò comporterebbe l'annientamento dell'atomo, e quindi la distruzione della materia, cosa ovviamente inammissibile. Poiché la caduta degli elettroni nell'atomo non si verifica, se ne deve dunque concludere che le leggi dell'elettrodinamica classica non sono adatte alla descrizione dei fenomeni atomici. La soluzione del problema viene trovata nel 1913 dal fisico danese Niels Bohr, il quale tiene presente la scoperta dei quanti effettuata dal fisico tedesco Max Planck.

Prima di Planck – e ancora alla fine dell'Ottocento – gli scienziati pensavano che la materia costitutiva del mondo visibile (o macroscopico) fosse composta da particelle (corpuscoli) semplici e discontinue; al contrario invece intendevano l'energia (elettricità o radiazioni, per esempio) come un'onda, un flusso continuo. Così se la materia era concepita come una quantità fisica composta da piccole porzioni (particelle) non ulteriormente divisibili, l'energia, invece, era identificata con una quantità divisibile indefinitamente. Agli inizi del Novecento, però, gli studi di Planck sul mondo microscopico trasformano radicalmente i concetti di materia ed energia propri della fisica meccanicistica moderna e arrivano alla conclusione che anche l'energia è costituita da corpuscoli. Nel 1900, Planck scopre che l'energia delle radiazioni elettromagnetiche non è continua, ma si può trasmettere o assorbire solo per quantità discrete dette “quanti”. Più in particolare, l'energia viene emessa solo per multipli interi di una certa quantità pari al prodotto tra la frequenza ν della radiazione e una certa costante h , detta “la costante di Planck”. La quantità $h\nu$ è appunto chiamata “quanto di energia” e la costante h “quanto di azione”.

Nel 1905 Albert Einstein, nel suo scritto *Un punto di vista euristico relativo alla generazione e alla trasformazione della luce*, applica le teorie di Planck ai fenomeni luminosi e sostiene che i fenomeni di generazione e di trasformazione della luce non si possono spiegare sulla base della teoria ondulatoria: l'energia luminosa, infatti, si distribuisce nello spazio non in modo continuo (a onde), ma in modo discontinuo (in “quanti”). I quanti di luce, detti anche “fotoni” (dal greco φῶς, gen. φωτός, che significa luce) dal fisico americano Artur Holly Compton, sono quantità discrete (o “pacchetti”) di energia che viaggiano nello spazio. Per i suoi studi sull'effetto fotoelettrico, che lo portano a ipotizzare un'energia quantizzata, Einstein riceve il premio Nobel per la fisica nel 1921.

Utilizzando il suo solito registro surreale, Jacovitti sdrammatizza i concetti più difficili della chimica e disegna a modo suo, oltre agli elettroni, ai protoni e ai neutroni anche il fotone e il “fotino”, sua personale scoperta chimica, rappresentato nei panni di una particella ‘più giovane’ del fotone, come al solito antropomorfa e con tanto di berretto da ragazzino, per far ridere gli studenti del libro di Valitutti, Gentile e Gerosa tra una formula e l'altra (fig. 3).



Figura 3. Il fotone e il “fotino”, personale scoperta chimica di Jacovitti © Jacovitti - www.jacovitti.it.

Fra parentesi, ricordiamo che gli atomi sono già stati visualizzati fumettisticamente alla fine degli anni Cinquanta dal 'Disney Italiano' Romano Scarpa nel personaggio di Atomino Bip Bip, protagonista di alcune storie di *Mickey Mouse* a partire da *Topolino e la Dimensione Delta* [12].

8. L'atomo di Bohr

Una seconda applicazione di eccezionale rilievo della teoria dei quanti di Planck è compiuta appunto dal fisico danese Niels Bohr. Nel suo studio del 1913, *Sulla costituzione di atomi e molecole*, egli indaga la struttura degli atomi. Il punto di partenza da cui Bohr prende le mosse – come scrive lui stesso – è che «l'elettrodinamica classica non è applicabile alla descrizione del comportamento dei sistemi atomici». Bohr suggerisce che gli elettroni ruotanti intorno al nucleo abbiano a disposizione delle orbite fisse, corrispondenti a quantità definite di energia, chiamate “orbite stazionarie”. Gli elettroni, insomma, occupano regioni dello spazio corrispondenti a livelli energetici quantizzati. L'energia rappresentata da ciascuna orbita risulta pari a uno, o due, o tre quanti e così via. L'anzidetto abbandono dell'elettrodinamica classica implica che, nel percorrere un'orbita stazionaria, l'elettrone non irraggi energia, cosicché possa permanere nell'orbita considerata senza avvicinarsi al nucleo atomico. Quando, però, per effetto di una scarica elettrica o per riscaldamento, gli elettroni di un atomo assumono quanti di energia, essi passano a uno stato “eccitato”: ciò produce un salto degli elettroni dalle loro orbite normali ad altre orbite superiori più esterne, che hanno un contenuto di energia più alto. Passata poi l'“eccitazione”, gli elettroni restituiscono l'energia captata (sotto forma di fotoni) e risaltano nelle orbite più interne.

È proprio qui, dunque, che interviene l'ipotesi di Planck, secondo cui l'irraggiamento di un sistema atomico non è un processo continuo, come si suppone nell'elettrodinamica ordinaria, ma avviene attraverso processi distinti e separati. L'energia emessa o assorbita da un elettrone può avere solo carattere discreto e quantistico. Se si somministra energia all'atomo, l'elettrone non allarga gradualmente la sua orbita, ma a un certo punto, qualora esista un quanto di energia sufficiente, l'elettrone salta a un'orbita più esterna. In termini intuitivi, le orbite si possono paragonare ai gradini di una scala. Gli elettroni possono trovarsi su questo o su quel gradino e possono saltare da un gradino all'altro, ma non possono fermarsi tra un gradino e l'altro.

Bohr applica per la prima volta questo modo di concepire la struttura atomica all'atomo di idrogeno, cioè al più semplice degli atomi. Il modello di Bohr è poi rivisto e corretto da Arnold Sommerfeld, con l'introduzione di orbite ellittiche, e viene considerato valido per un decennio.

Anche Jacovitti dice la sua sul modello atomico di Bohr, disegnando l'atomo di idrogeno. Quest'ultimo, che ha le sembianze di una bomba H (appunto “all'idrogeno”), “eccitato riemette il fotone assorbito” (così recita la didascalia), sputandolo sull'ombrello di un passante, mentre lo sputo è commentato dall'onomatopea jacovittesca: “*fotòn*” (fig. 4). Ripetiamo che un atomo con elettroni che occupino un livello energetico su-

periore a quello normale si dice “allo stato eccitato”: cosicché Jacovitti esprime questo particolare grado di “eccitazione” rappresentando antropomorficamente l’atomo di idrogeno con le sopracciglia aggrottate e visibilmente “seccato”!



Figura 4. Versione jacovittesca del modello atomico di Bohr: l’atomo di idrogeno “eccitato” riemette il fotone assorbito © Jacovitti - www.jacovitti.it

L’elettrone (vincolato dal nucleo) può dunque possedere, acquistare o cedere solo determinate quantità di energia. Valitutti, Gentile e Gerosa, gli autori dell’*Introduzione alla chimica*, osservano che l’atomo è pertanto simile a uno strumento musicale [10, p. 75]. Come il violino, anche l’atomo emette solo delle frequenze definite. I salti degli elettroni da un orbitale all’altro corrispondono ai passaggi da un’oscillazione armonica all’altra. Si potrebbe dunque dire che l’atomo di Bohr può essere spiegato non come un sistema planetario, ma come un oscillatore armonico che, quando viene colpito da una certa quantità di energia, “vibra”, producendo un’onda che si propaga nello spazio. Tuttavia, tra uno strumento musicale e l’atomo c’è una differenza: il violino emette energia sonora, mentre l’atomo emette energia radiante, cioè luce. L’atomo “suona” ed ecco... la luce!

Jacovitti, ispirato da questo suggestivo parallelo, a p. 75 del manuale visualizza l’idea disegnando un musicista che, con un archetto, suona non un violino, ma gli atomi! È così spiegata anche l’onomatopea che compare nella figura precedente, quella dedicata all’atomo di idrogeno. Poiché l’emissione di energia radiante è paragonabile all’energia sonora, ciò suggerisce a Jacovitti di accompagnare l’atto con il quale l’atomo di idrogeno libera un quanto di luce proprio a un *suono*, che viene reso, appunto, dall’onomatopea fumettistica “*fotòn*”.

Nei suoi *comics*, il Maestro di Termoli non si serve mai delle classiche onomatopee della lingua inglese usate da tutti gli altri autori di fumetti, come il verbo *to crash*, usato per indicare il rumore di qualcosa che si rompe, o *to boom*, introdotto per rappresentare uno scoppio. Jacovitti, più autarchico dei suoi colleghi, utilizza, in generale, termini fonosimbolici della lingua italiana, quali il vocabolo *scontro!* per rendere il rumore prodotto da due cose o da due personaggi che si urtano, o la scritta *schiaffo!* per accompagnare l’immagine di Cocco Bill che assesta un manrovescio a un bandito. Nulla di

strano, dunque, che anche nelle sue illustrazioni per un manuale di chimica, compaia un'inedita e surreale onomatopea jacovittesca.

9. La meccanica quantistica

Ma ritorniamo agli atomi e alla loro storia. La natura degli elettroni – come peraltro quella di tutti i fenomeni della microfisica – si rivela ben presto molto problematica. Infatti, alle cose che con i nostri sensi possiamo vedere o toccare, attribuiamo subito delle etichette. Diciamo: è una particella, oppure è un'onda. Il discorso cambia quando investighiamo su oggetti fuori dell'esperienza comune. La teoria dei quanti introduce nell'energia il carattere del discontinuo e della struttura corpuscolare. Ma non per questo l'opposta teoria ondulatoria può essere abbandonata. Vi sono fenomeni di trasmissione dell'energia che non sono spiegabili se non alla luce della teoria ondulatoria.

Non solo: il fisico francese Louis De Broglie estende l'ipotesi ondulatoria ai singoli elettroni e successivamente a tutti i corpuscoli costitutivi della materia. Infatti, De Broglie scopre che particelle molto piccole come gli elettroni, in determinate circostanze, possono manifestare anche proprietà ondulatorie. Ogni particella subatomica, certo, è da interpretare come un corpuscolo (ha massa, velocità, ecc...), ma ha pure una lunghezza d'onda, caratteristica fondamentale di un comportamento ondulatorio. Nella sua tesi di dottorato, nel 1925, De Broglie formula un'equazione che tiene conto della duplice natura dell'elettrone. Secondo tale equazione (in versione non-relativistica) a una particella di massa m dotata di velocità v viene, infatti, associata un'onda di lunghezza λ :

$$\lambda = h / m v$$

dove h è la cosiddetta “costante di Planck”

La presenza di due interpretazioni diverse dell'elettrone sottolinea la difficoltà di raggiungere una rappresentazione del reale coerente e unitaria. Per risolvere il problema, Niels Bohr stabilisce il “principio di complementarità”, secondo cui i due aspetti della realtà microscopica, quello ondulatorio e quello corpuscolare, sono complementari, cioè si completano, pur essendo incompatibili fra loro. Bisogna dunque ammettere l'uno e l'altro, cioè sia l'aspetto ondulatorio, sia quello corpuscolare. Il fatto è che quando si esamina il comportamento di un certo fenomeno microscopico, ci dobbiamo servire di appositi strumenti di osservazione e di misura. A seconda del tipo di strumento impiegato, può emergere l'aspetto corpuscolare o quello ondulatorio del fenomeno in esame. Ma ciò, secondo Bohr, non implica una contraddizione. Infatti, quando si osserva l'aspetto corpuscolare non si può osservare quello ondulatorio. I due aspetti non possono mai essere osservati contemporaneamente. Quindi, agli elettroni non possiamo più applicare i principi della meccanica classica, ma dobbiamo trovare nuovi metodi che tengano conto di questa duplice natura. La meccanica quantistica è appunto adatta a descrivere il comportamento degli elettroni.

Nel mondo macroscopico ordinario, che osserviamo tutti i giorni, gli oggetti ma-

teriali risultano ben distinti dalle onde: per esempio, una barca è una cosa completamente diversa dall'onda che la spinge. Invece, nella microfisica, l'elettrone è, in un certo senso, *sia* la barca *sia* l'onda, almeno se ammettiamo il cosiddetto “principio di complementarità”, che viene descritto umoristicamente da Jacovitti a p. 86 del volume di Valitutti, Gentile e Gerosa, utilizzando appunto l'azzeccata immagine dell'onda e della barca (fig. 5).

Nel disegno jacovittesco, la parola “elettrone” è disegnata a caratteri cubitali e in forma ondulata, proprio per suggerire la natura ondulatoria di questa componente dell'atomo. Nello stesso tempo, sull'onda galleggia una barchetta di carta che porta la scritta: $\lambda = h / m v$, la formula che esprime la duplice natura dell'elettrone. Quest'ultimo è rappresentato anche come una particella umanizzata, il buffo marinaretto che naviga sulla barca. Insomma, Jacovitti suggerisce con efficacia l'idea che l'elettrone è, in un certo senso, sia un'onda sia un corpuscolo.



Figura 5. L'elettrone: particella o onda? © Jacovitti - www.jacovitti.it.

«Inverosimile? Astruso? Ridicolo? Certo! – afferma al riguardo lo scienziato cognitivo Massimo Piattelli Palmarini – Eppure la teoria è accettata oggi da tutti i fisici» [13, p. 182].

E quindi, tale teoria è accettata e descritta anche da Jacovitti, proprio perché inverosimile, astrusa, ridicola (surreale) e – di conseguenza – perfettamente “jacovittesca”! Ciò che non avviene nella realtà degli oggetti del mondo quotidiano, accade, invece, nel mondo sub-atomico, e nel folle universo grafico di Jacovitti.

10. Il principio di indeterminazione di Heisenberg

Un altro caposaldo fondamentale della meccanica quantistica, accanto al “principio di complementarità”, è il cosiddetto “principio di indeterminazione” formulato nel 1927 dal fisico tedesco Werner Heisenberg. Esso afferma che non è possibile determinare contemporaneamente con esattezza la velocità e la posizione di un elettrone. Secondo tale principio, esistono coppie di proprietà che non sono decidibili simultaneamente: la velocità e la posizione delle particelle costituiscono appunto una coppia caratteristica di “grandezze incompatibili”. Se si determina in maniera precisa la posizione di una particella, rimane indeterminata la sua velocità, e viceversa. Ciò dipende dall'interazione fra

il sistema osservato e l'osservatore, che si verifica nella fisica subatomica e che perturba il sistema stesso. Per esempio, la determinazione della posizione di un elettrone richiede che l'elettrone sia illuminato, il che ne altera inevitabilmente la velocità.

Di conseguenza, nella meccanica quantistica, non conoscendo perfettamente le condizioni iniziali di un fenomeno microscopico (se si conosce esattamente la quantità di moto di una particella non se ne conosce esattamente la posizione e viceversa), non si possono predire le conseguenze di tale fenomeno in modo del tutto certo, ma solo in modo probabilistico. In sostanza, analizzando le condizioni di lancio di un elettrone, non si può prevedere con certezza quale sarà la sua destinazione. È possibile soltanto calcolare una distribuzione di probabilità delle diverse destinazioni, ripetendo molte volte l'esperienza.

Jacovitti rappresenta in modo umoristico questa incertezza nel determinare il comportamento degli elettroni nella vignetta di p. 209, dove disegna un cieco, al quale è stato paradossalmente ordinato "di tener d'occhio gli elettroni" (fig. 6)! Controllare con esattezza sia la velocità sia la posizione delle particelle subatomiche è teoricamente impossibile. Tanto varrebbe, suggerisce Jacovitti, affidare questo compito a un cieco!



Figura 6. Jacovitti e il principio di indeterminazione © Jacovitti - www.jacovitti.it.

Ricordiamo che, sulla base delle nuove teorie quantomeccaniche applicate all'elettrone, il modello atomico di Bohr non è più soddisfacente. Infatti, secondo l'austriaco Erwin Schrödinger, non è più possibile determinare le orbite esatte degli elettroni corrispondenti a ogni livello di energia, ma dobbiamo accontentarci di conoscere la probabilità che un elettrone ha di occupare una certa porzione di spazio attorno al nucleo. Tale spazio è definito "orbitale atomico" e può essere approssimato, per favorirne la visualizzazione, come quella regione di spazio attorno al nucleo in cui la probabilità di trovare un elettrone è massima. La struttura a orbitali diventa una sorta di pulviscolo elettronico indefinito attorno al nucleo, determinabile solo all'atto della misura.

11. Che barba ragazzi!

Per concludere questo rapido *excursus* chimico-jacovittesco, va riconosciuto che nella loro *Introduzione alla chimica* Valitutti, Gentile e Gerosa hanno avuto un discreto

coraggio ad aggiungere alle normali illustrazioni scientifiche le “pazze” stravaganze di Jacovitti. Non sappiamo come abbia reagito il mondo accademico e scolastico a questa divertente iniziativa, ma è un dato di fatto che le vignette di Jacovitti rendono assai simpatica anche una materia ostica come la chimica (peraltro proposta dagli autori in uno stile espositivo molto brillante).

Purtroppo, dopo i primi capitoli, il grande disegnatore di Termoli deve essersi stancato della difficile impresa, perché, dovendo commentare un brano degli autori (in cui Valitutti, Gentile e Gerosa affermano che non vogliono annoiare i lettori che non conoscono i logaritmi «con inutili disquisizioni sul modo migliore di utilizzarli»), Jacovitti disegna due personaggi uniti da un unico barbone bianco, sul quale leggiamo la frase rivelatrice: «Che barba, ragazzi!» [10, p. 167].

Dopo di che, nella seconda parte del volume, le illustrazioni jacovittesche scompaiono del tutto!

BIBLIOGRAFIA

- [1] Bellacci, F., Boschi, L., Gori, L., Sani, A., *Jacovitti. Sessant'anni di surrealismo a fumetti*, Nicola Pesce Editore, Roma 2010
- [2] Cavallotti, G., Ha inventato il cow-boy Cocco Bill che paga la tredicesima al cavallo, *Oggi*, anno 26 (XV), 25 giugno 1959.
- [3] Enriques, F., Mazziotti, M. (a cura di), *Le dottrine di Democrito di Abdera*, Zanichelli, Bologna 1948.
- [4] Jacovitti, B., *Diario Vitt 74/75*, Editrice A.V.E., Roma 1974.
- [5] Jacovitti, B., *Gli anni d'oro del Diario Vitt*, Stampa Alternativa/Nuovi Equilibri, Viterbo 2006.
- [6] Staguhn, G., *Breve storia dell'atomo*, Salani, Milano 2011.
- [7] Paparoni, D., *Conversazione con Jacovitti*, Little Nemo, Torino 1994.
- [8] Perrini, A., *Prefazione a Cocco Bill*, Milano Libri, Milano 1975.
- [9] Bergson, H., *Il Riso. Saggio sul significato del comico*, Rizzoli, Milano 1991.
- [10] Valitutti, G., Gentile, A., Gerosa, V., *Introduzione alla chimica*, Masson Italia editori, Milano 1980.
- [11] Santi, M., *Le avventure di Collodi, Pinocchio, Jacovitti... Storia di tre burattini*, Facoltà di Scienze della Formazione, corso di laurea in Scienze della Formazione Primaria, Firenze, Anno Accademico 2007-2008.
- [12] Scarpa, R., Topolino e la Dimensione Delta, *Topolino*, Mondadori, Milano, 1959, nn. 206-207.
- [13] Piattelli Palmarini, M., *Scienza come cultura*, Mondadori, Milano 1987.