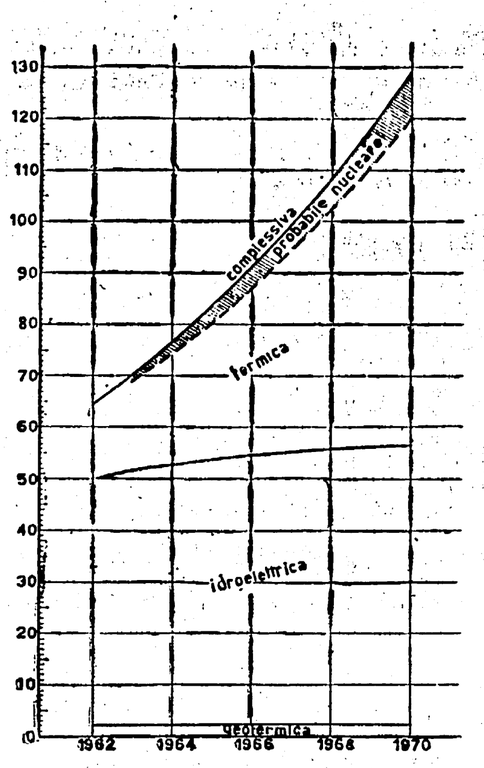
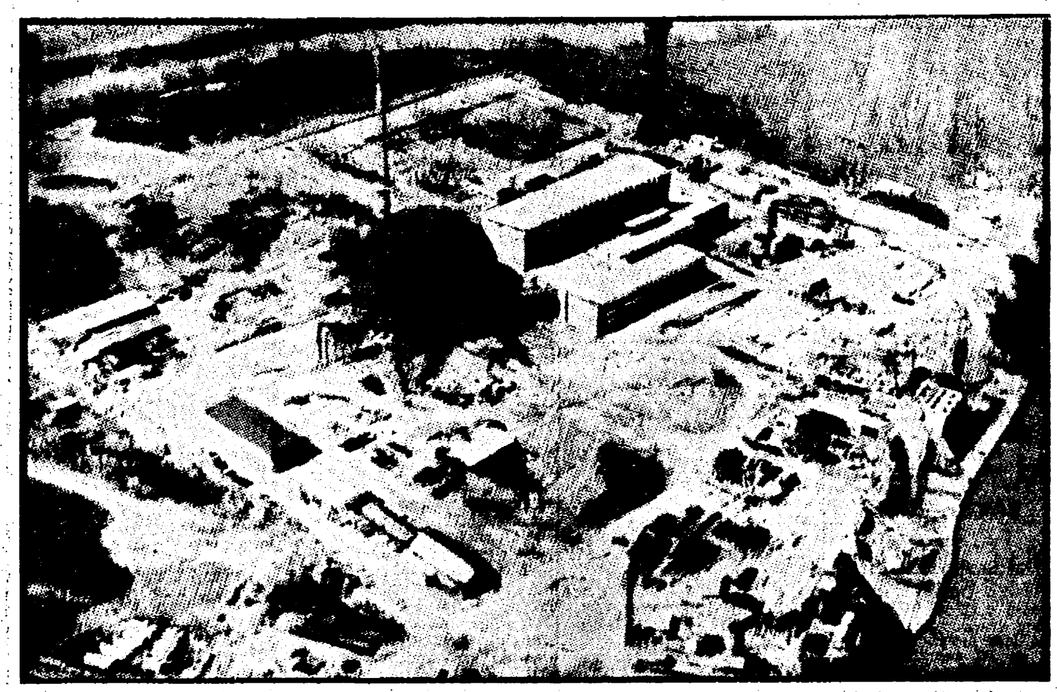
Una svolta della economia

Nel 1970 consumeremo 40 miliardi di chilowattora nucleari

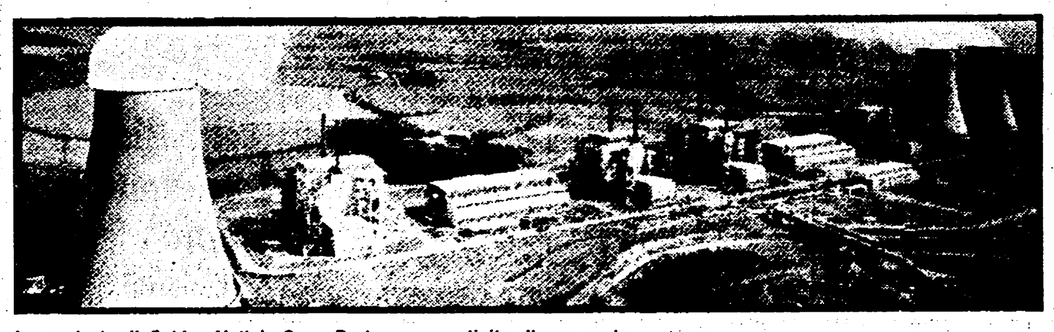
La competitività della nuova fonte energetica preannunciata dal professor Ippolito



Previsione della produzione di energia elettrica in Italia fino al 1970: la doppia curva in alto indica il sensibile aumento progressivo della energia termoelettrica complessiva (segno nero) e d'origine nucleare (segno a tratti); la curva in basso mostra l'andamento quasi stazionario della produzione idroelettrica.



La centrale nucleo-termo-elettrica del Garigliano, di 150 Megawatt elettrici, che entrerà in funzione entro l'anno in corso



La centrale di Calder Hall in Gran Bretagna capostipite di una serie

I costi di costruzione delle centrali elettronucleari (o piuttosto nucleo-termo-elettriche) sono diminuiti, negli ultimi tre anni, dell'8% l'anno per il tipo a uranio arricchito moderato ad acqua, prevalente negli Stati Uniti, e del 9% l'anno per il tipo a uranio naturale, grafite e gas, adottato su larga scala in Gran Bretagna. In Italia sono presenti i due tipi, il primo al Garigliano (Società SENN, filiazione dell'IRI), che entrerà in fase critica il mese prossimo, il secondo a Latina (società SIMEA, dell'ENI), già caricato; entrambi cominceranno ad erogare l'energia entro l'anno.

I costi di installazione delle centrali termoelettriche convenzionali sono invece diminuiti, nello stesso periodo, solo in ragione del 2% annuo, ma tendono a stabilizzarsi, mentre invece tutte le esperienze in corso dimostrano con certezza che nel caso delle centrali nucleari la tendenza alla diminuzione dei costi è a lungo termine. La flessione è anche più accentuata per quanto riguarda i costi del combustibile, caduti da 4 a 2,5 millesimi di dollaro, cioè da 2,5 a 1,55 lire, al kw/h, per i reattori ad acqua. Ciò conferma una recente dichiarazione del Segretario generale del CNEN, professor Ippolito:

«... le previsioni che fissano per il 1970 il traguardo della competitività economica non sono, e vorrei che le mie parole a questo punto fossero decisamente sottolineate, estrapolazioni teoriche di esperti statistici economici, ma sono traguardi concreti, conseguenze di lavori di progettazione e di costruzione effettivi, risultati di esperienze reali su apparecchiature in funzione, su impianti in prova».

Il Segretario generale del CNEN ha ulteriormente illustrato questi concetti in una conferenza stampa di alcuni giorni fa, prima di una serie che ricorrerà ogni sei mesi, e informerà regolarmente i giornalisti sui progressi compiuti e le tendenze di sviluppo. Non solo si può affermare ora con certezza che nel 1970 un kw/h di origine nucleare costerà nel nostro paese meno — o comunque non più — di un kw/h di origine convenzionale, ma si deve intendere la competitività come un processo dinamico: ci pare di poter dire, la graduale sostituzione di una certa economia delle fonti energetiche a una precedente e diversa, di un nuovo a un vecchio sistema di investimenti, rendimenti, produzione, consumi. Nel quadro di tale processo anche il costo unitario dell'energia tende a diminuire, nella misura in cui il nuovo sistema si afferma ed espande.

Questo non vale solo per l'Italia, ma oramai anche per il paese più favorito in campo energetico convenzionale, gli Stati Uniti, dove è ben noto che lo sfruttamento commerciale delle fonti nucleari ha incontrato finora scarso interesse; ma pochi mesi or sono il presidente della AEC, il professor Glenn Seaborg, ha presentato al presidente Kennedy un rapporto in cui dichiara:

«... l'energia nucleare è sulla soglia della competitività economica, e potrà essere presto competitiva nelle aree che consumano una grande frazione della energia elettrica della nazione».

In Italia si prevede per il 1970 un consumo di 130 miliardi di kw/h, di cui oltre 70 miliardi dovranno essere forniti da centrali termiche, convenzionali o nucleari; poichè le centrali termiche convenzionali esistenti o in costruzione potranno produrre circa 32.5 miliardi, si dovranno costruire centrali nucleari atte a erogare 40 miliardi di kw/h l'anno, cioè con una potenza installata complessiva di 5500 megawatt elettrici, per un costo di circa 500 miliardi di lire.

Come saranno — dal punto di vista tecnico nucleare — queste centrali, o piuttosto i loro reattori?

Saranno sostanzialmente dei tipi già noti, migliorati sotto l'aspetto tecnologico e del rendimento; non converrà una scelta troppo rigorosa, che accetti un modello unico, ma sarà invece opportuno adottare un paio di tipi diversi, di grandi dimensioni ed elevata potenza unitaria, per esempio 500-1000 Mw elettrici. In ogni caso, tale scelta potrà essere decisa solo tra otto-dieci mesi, quando saranno disponibili e saranno stati esaminati tutti gli elementi dei quali dovrà essere tenuto conto.

Come è noto, gli sviluppi in corso per i tipi di reattore che si possono oramai chiamare «classici» riguardano:

1) il ciclo del combustibile, che può essere esteso al torio;

2) moderatore e fluido di raffreddamento, per l'uno e l'altro dei quali sono in esperimento composti organici, ovvero altre soluzioni (sodio fuso, nebbie, ecc.);

3) contenitore a pressione (pressure vessel), ordinariamente di acciaio, ma che in Gran Bretagna si comincia a fare anche di cemento armato precompresso.

Su queste varianti dovrà vertere essenzialmente la scelta relativa al primo assetto industriale della nostra produzione di energia nucleare su larga scala, che sarà determinante per l'economia del paese almeno nei prossimi dieci anni. Entro questo termine saranno con tutta probabilità sviluppati e messi a punto i reattori «veloci», sui quali già da tempo si lavora, e che presenteranno il duplice vantaggio di impiegare il plutonio prodotto dai reattori a uranio naturale (potranno anche utilizzare, speriamolo, le enormi quantità di questo elemento radioattivo che attualmente costituiscono la parte sostanziale delle bombe «H»), e di produrre a loro volta più plutonio di quanto in pari tempo ne consumeranno.

Come è noto il termine «veloce» si riferisce ai neutroni prodotti, i quali non sono rallentati da un moderatore, come avviene invece nei reattori ordinari (o «termici»); nel 1962 Italia, Francia, Germania ed Euratom hanno stanziato complessivamente 173 milioni di dollari per le ricerche sui reattori veloci.

Infine, il programma relativo alla creazione di una industria nucleare efficiente e a costi economici nel nostro paese dovrà comprendere la costruzione di uno stabilimento per il «reprocessing» degli elementi di combustibile, quindi il loro reimpiego.

• •

scienza e tecnica

Esiste un boom spaziale?

Appalti e subappalti per i missili USA

Esiste oggi, in America, una industria missilistica come tale? E, se esiste, quali sono i suoi caratteri, le sue prerogative, i suoi confini? Fino a che punto l'industria privata è impegnata nella costruzione di missili, razzi e veicoli spaziali? Quello che, comunque, appare certo è che per soddisfare le nuove esigenze non è emersa alcuna industria nuova di zecca, come in un primo momento si era pensato potesse avvenire, ma che grossi e fiorenti complessi industriali, da lunghi anni operanti sul mercato, hanno risposto ai bandi del Governo Federale contendendosi l'un l'altro i succosi contratti di appalto. Altre società di minore importanza hanno invece creato enti e servizi autonomi per l'industria spaziale, rinunciando gradualmente a svolgere le precedenti attività, quasi sempre assai meno proficue dal punto di vista economico.

La lotta per il predominio nel campo missilistico tra le varie industrie — e soprattutto tra quella aeronautica e quella elettronica — è in atto: si vedono industrie aeronautiche, come la Bell Aircraft *o la* North American Aviation, *passare nel campo dell'elettronica, e ditte specializzate in elettronica, come la* Ramo Wooldridge, *incaricate di dirigere progetti missilistici dell'Aviazione militare. Ciò sarebbe spiegabile quando si consideri che il 35 per cento del costo di un missile è da ascrivere all'attrezzatura elettronica; ma l'industria aeronautica si batte per mantenere nel campo spaziale la posizione che tradizionalmente le appartiene.*

Dal 1956 ad oggi, le industrie statunitensi non riescono più a coesistere pacificamente: chi ha più senatori nelle commissioni operanti in legame con la NASA riesce ad aggiudicarsi le fette più grandi della smisurata torta spaziale. Da principio, gli ordini per missili tattici di modeste dimensioni, in cui i problemi maggiori erano elettronici, toccarono alle ditte specializzate in tale settore: nella costruzione dei missili balistici le ditte aeronautiche ed elettroniche si divisero il campo in parti presso a poco uguali, mentre la costruzione dei missili polistadi rimase in gran parte affidata alle ditte aeronautiche come principali appaltatrici. Ma oggi la situazione è cambiata: via via che il sistema elettronico si è andato facendo più complesso, si da prendere il sopravvento sulla costruzione dell'involucro, le ditte aeronautiche non hanno voluto cedere di una spanna nei confronti delle concorrenti elettroniche, rinunciando persino ad alcune sovvenzioni, eliminando parte delle prove statiche e anticipando quindi le consegne. A loro volta, le maggiori industrie elettroniche private, pur di non cedere al ricatto, sminuzzano i piani originari in decine di fasi successive affidandole ad altri minori appaltatori da loro controllati e accaparrandosi nuovi ordinativi.

Pur tenendo conto della continua evoluzione di tutto il settore, gli esperti convengono che, almeno per il prossimo triennio, l'industria spaziale statunitense non potrà rientrare nella categoria del cosidetto big business, *ossia del larghissimo mercato con margini di guadagno dovuti soprattutto alla produzione di serie, dato che il numero dei veicoli spaziali è destinato a rimanere ancora per parecchio tempo nell'ordine delle migliaia, con esigenze di fabbricazione e caratteristiche assai diverse. Il massimo incentivo per le grandi industrie consisterebbe quindi soprattutto nella lotta per ottenere appalti nuovi e negli assegni premio che la NASA annualmente invia ai fabbricanti.*

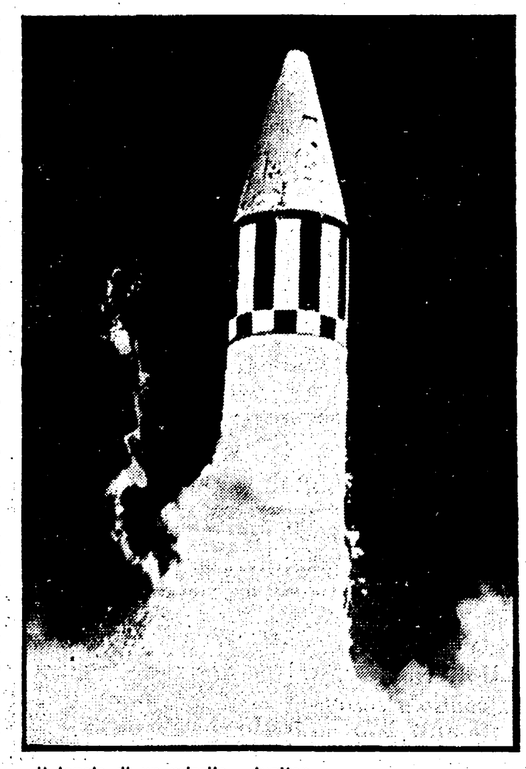
La Convairi *costruisce lo «Atlas», la* Martin Co. *fornisce il «Titan», la* Lockheed *il «Polaris», la* Chrysler *lo «Jupiter» e il «Redstone», la* Douglas *il «Thor», la* Western Electric *il «Nike-Hercules». Ma ognuno di questi grossi appaltatori si vale di numerosi subappaltatori, improvvisatisi specialisti nei singoli rami sia della propulsione, sia dell'equipaggiamento ausiliario a terra, che va acquistando importanza sempre maggiore, fino a costituire la metà (o talvolta anche più) del costo totale del missile. Prendiamo il caso del «Thor»: la* Douglas *costruisce l'involucro ed esegue le prove di volo, ma la struttura del cono di prua è affidata alla* General Electric *ed il sistema di propulsione alla divisione* Rocketdyne *della* North American Aviation. *Per l'equipaggiamento a terra dello stesso missile, tra cui i serbatoi di ossigeno liquido (forniti dalla* Cambridge Corp.), *i rimorchi per il trasporto dei vettori (costruiti dalla* Fruehauf inc.), *il meccanismo di lancio (prodotto dalla* Food Machinery and Chemical Corp.), *i numerosi tipi di carrelli e tutti i complessi impianti elettrici ed elettronici, lavorano almeno sedici subappaltatori improvvisati. Una ditta della Florida, che fino ad ieri costruiva cassette per l'imballaggio delle arance, si è messa a costruire le «*Cherry-Pickers*» per il sollevamento del «Saturn». Una fabbrica artigiana di articoli di gomma dell'Ohio fornisce lo strato protettivo per il cono di prua dello «Snark». Un produttore di tacchini per i supermercati della Virginia ha cominciato a fabbricare combustibili solidi per i razzi, ed uno di alluminio a fornire ogive per missili balistici.*

Una delle autorità riconosciute in materia, Wernher von Braun, parlando ad un gruppo di industriali di Detroit, rivolgeva loro questo ammonimento: «Se io fossi nei vostri panni, comincerei fin d'ora a pensare al mio posto nello spazio». Ma osservando il panorama dell'industria americana non si può dire certo che gli operatori stiano raccogliendo la sfida.

Una delle critiche che più frequentemente vengono rivolte al funzionamento dei programma missilistico (prescindendo da quella di carattere generale, che riguarda l'insufficiente coordinamento ed il moltiplicarsi di enti ed uffici con responsabilità non ben definite ed operanti spesso in base a direttive diverse e financo contraddittorie) si riferisce allo spreco di materiale, di energie e di dollari dovuto alla mancanza di unificazione anche nei casi in cui essa sarebbe perfettamente attuabile.

Quando si pensi, ad esempio, che sono già in progetto (se pure non siano tutte in produzione) almeno un centinaio di macchine per il trasporto, il sollevamento, il lancio dei diversi missili, studiate tutte indipendentemente le une dalle altre, salta agli occhi l'opportunità di rivedere i metodi di ottribuzione degli appalti, unificando i settori produttivi dell'elettronica e dell'aeronautica. Le felici esperienze dell'Unione Sovietica sono evidentemente il frutto non solo di un alto grado di preparazione scientifica, ma anche di un sistema produttivo, di cui il meno che si possa dire è che è più razionale.

a. l.



Il lancio di un missile «Jupiter»

Smentito Von Braun

«Un materiale ceramico realizzato per proteggere la ogiva dei veicoli spaziali durante il rientro nell'atmosfera — aveva scritto Von Braun in un articolo apparso sul Bulletin of Atomic Scientists *e da noi riferito — viene ora usato per fare utensili da cucina, che possono essere tolti dal frigorifero e portati immediatamente sulla fiamma». Il* Wall Street Journal, *che ha condotto una inchiesta in merito presso la ditta produttrice,* Corning Glass Works, *precisa che il materiale in questione non era stato affatto progettato per le ogive spaziali, ma proprio per pentole e padelle: solo per puro caso esso è stato impiegato nelle astronavi prima che in cucina.*

La storia della bomba atomica

Il regista Virgilio Sabel si è assunto un compito davvero non lieve, con l'opera televisiva di cui è stata presentata venerdì scorso la prima puntata. La *Storia della bomba atomica*, che egli ha cominciato a narrare, non è stata ancora scritta: o almeno non nel modo come si scrive la storia, rilevando con scrupolo e con una valutazione *quantitativa* i fattori e i nessi che hanno collocato in un certo tempo certi eventi.

La prima cosa da dire — e non per farne carico al regista, anzi per porre in luce le difficoltà che egli ha dovuto incontrare — è che nel caso della «bomba atomica» la parola storia non può non essere assunta nel suo significato maggiore: è tutta la storia della parte di secolo fin qui svolta, e appunto è ancora da scrivere, sebbene non pochi documenti di essa siano venuti in luce, assieme con suggestioni talvolta acute e attendibili, tal altra superficiali o tendenziose, comunque parziali.

Naturalmente un impegno narrativo, come è quello di Sabel (e di Giuseppe Berto autore del soggetto) ha poco a vedere con la storiografia sistematica, e può con tutta legittimità ispirarsi alle suggestioni e ai documenti di cui soltanto si dispone oggi; ma allora il compito diventa più difficile, e il narratore deve saper colmare con la misura espressiva le carenze concettuali e critiche in cui si imbatte. Nella prima puntata (che tuttavia non deve essere considerata esemplare — ci ha detto Sabel — in rapporto alle successive, densa com'è di tutti i vari e complicati presupposti della vicenda centrale) tale misura è apparsa invece — proprio là dove si incontrava con le carenze storiografiche — piuttosto incerta ed esitante.

E' nostra impressione che Sabel e Berto abbiano accolto, nella prima puntata, la linea di un libro fortunato e addirittura popolare di Robert Jungk, che — per quanto ricco di notizie e assai utile — è però affetto da una chiave interpretativa inadeguata alla dimensione degli eventi cui si riferisce: il risultato è la sostanziale incomprensione — nell'opera televisiva come in quella letteraria — della posizione obiettiva e soggettiva del gruppo di scienziati antifascisti europei che negli Stati Uniti scoprirono la reazione nucleare a catena, l'attuarono, e infine fabbricarono la bomba «A». Tanto che, nel lavoro televisivo, si definisce a un certo punto «contraddittoria» la figura del professor Leo Szilard, che invece a un più attento esame non può non risultare la più conseguente di tutte: fare la bomba prima dei nazisti; non usarla dopo la sconfitta dei nazisti.

Allo stesso modo (come già è stato osservato dal nostro critico televisivo) Sabel e Berto accettano l'equivoco suggerimento di Jungk, secondo il quale gli scienziati tedeschi rimasti in Germania durante la guerra non vollero fare la bomba, per motivi etici che non sarebbero stati avvertiti con pari forza dagli esuli negli Stati Uniti. E' evidente e noto invece che: 1) anche se lo volevano, gli scienziati in Germania non erano in grado di fare la bomba, come non lo erano i sovietici, non per mancanza di conoscenze ma perchè avevano la guerra in casa e tutte le risorse industriali dei due paesi erano impegnate, rispettivamente, nella violenza aggressiva e nello sforzo difensivo; 2) il problema etico si poneva per gli scienziati tedeschi in Germania (e per gli italiani in Italia, che pure non erano ignari delle scoperte teoriche) in modo diametralmente opposto a quello valido per chi lavorava nei paesi che fronteggiavano l'aggressione hitleriana, così che la credibile reticenza di un Heisenberg o di uno Hahn è da apprezzare, mentre non lo sarebbe egualmente — se vi fosse stata — la reticenza di uno Szilard o di un Fermi.

Comprendiamo che la linea interpretativa sulla quale sembrano essersi posti Sabel e Berto può non essere occasionale, e che la loro adesione a Jungk può nascere da una vocazione moralistica anzi che storicistica, certo non sorprendente in autori di formazione cattolica; ma dubitiamo che una tale linea possa reggere al confronto con la materia trattata; se, beninteso, sarà mantenuta fino in fondo.

In ogni caso è grande merito — di cui va dato atto in primo luogo al regista e al soggettista — aver proposto in modo così diretto a un pubblico di massa, aver portato nelle case di tutti, un momento centrale della nostra vita e coscienza; e il merito sarà maggiore se il tema apparirà, alla fine delle sei puntate, come è nella realtà della cultura di oggi: non risolto, problematico. Se la presentazione televisiva di esso — grazie a una attenta misura narrativa — sarà stata soprattutto invito e stimolo alla discussione, alla ricerca.

Molto interessante infine, dal punto di vista della tecnica dell'informazione, il tentativo di portare sugli schermi in sole sei ore una gran parte dei concetti essenziali della fisica nucleare. In questo compito — che già da solo è assai arduo — gli sceneggiatori sono assistiti dalla signora Ginestra Amaldi, la quale, oltre ad assicurare il rigore scientifico, impegna anche la propria rara qualità di espositrice e divulgatrice.

f. p.

schede

Gamow e il suo Tompkins

Il famoso fisico George Gamow ha creato il personaggio del signor Tompkins, tranquillo impiegato d'ordine, il quale, spinto prima dalla sua curiosità, poi dal rispetto per il suocero, frequenta una serie di conferenze sulla fisica moderna, e poi le rivive, stranamente deformate, in una serie di sogni. E' questa la finzione narrativa dell'autore: fare scaturire da un'atmosfera un po' allucinata, di sogno, e con un continuo raffronto tra i ragionamenti e le situazioni comuni dell'uomo della strada e la realtà della fisica, relativistica e nucleare (che è ben lontana dal cosiddetto «senso comune») i principi delle più recenti teorie, dalla relatività alla costituzione intima della materia.

Con una tecnica che potrebbe in un certo senso paragonarsi alla deformazione di cui si valgono molti pittori moderni per drammatizzare gli aspetti delle loro figure e delle loro immagini che li interessano maggiormente, Gamow descrive quale sarebbe il nostro mondo quotidiano se alcune costanti fisiche avessero un valore molto maggiore o molto minore di quanto hanno in realtà.

Se, per esempio, la velocità della luce, invece che 300.000 chilometri al secondo, fosse di poche decine di chilometri all'ora, il nostro universo sarebbe ben curioso: le strade che imbocchiamo apparirebbero lunghe o corte a seconda della velocità con le quali le percorriamo; muovendoci, vedremmo allungarsi e raccorciarsi case, alberi e automobili; per stabilire gli orari dei treni, o la semplice sequenza nel tempo di avvenimenti che si svolgono ad una certa distanza l'uno dall'altro, si incontrerebbero incongruenze e situazioni paradossali. Un mondo evidentemente strano e apparentemente «illogico»: ma una descrizione così fatta, permette di comprendere al lettore il gioco di queste costanti nei vari fenomeni fisici.

Tipico caso, la questione delle velocità della luce, della contemporaneità, e dell'apparente deformazione degli oggetti legata alla velocità di spostamento: quando i fenomeni si svolgono a velocità molto più basse di quella della luce (fino alle migliaia di chilometri all'ora) le cose si svolgono in un certo modo, i calcoli si fanno con le formule della meccanica classica, tutto va bene e sembra svolgersi secondo «il senso comune» derivato del resto da un'esperienza diretta, seppure non molto affinata dei fenomeni del mondo che ci circonda. Ma nei fenomeni nei quali le velocità in gioco sono molto elevate, occorre tener conto del gioco della costante (la velocità della luce) per cui valgono le formule di Einstein, ed i fenomeni, visti dall'uomo della strada, sembrano svolgersi in maniera assai lontana dal famoso «senso comune». Questo apparente dualismo, perfettamente chiarito nella mente di chi ha una certa familiarità con i testi di fisica, con i laboratori e gli strumenti, confonde invece terribilmente le idee di chi non abbia compiuto studi specializzati, per cui la teoria della relatività viene considerata una delle più difficili e delle più astruse che mai mente umana abbia elaborato.

Una presentazione fatta come quella di Gamow, attraverso una descrizione garbata e leggera, con la finzione del personaggio che vive le sue «avventure» in realtà opportunamente deformata, quanto a costanti e dimensioni, può squarciare molti veli di mistero che avvolgono i principi della fisica moderna, e «tranquillizzare» molti uomini colti, ma non particolarmente versati in scienze fisiche e matematiche, per i quali i nuovi principi continuano a costituire una fonte di perplessità e di insoddisfazione.

Il volume di Gamow (*Mister Tompkins, l'atomo e l'universo*, Biblioteca Moderna Mondadori, pagg. 209, L. 500) prende in considerazione una serie di questioni, che vanno dalla relatività alla costante di Planck, dal principio di indeterminazione alla struttura atomica ed alle forze di valenza, sempre con la stessa chiarezza, lo stesso rigore e la stessa capacità di chiarire in modo accessibile gli aspetti essenziali del fenomeno.

Il volume riunisce le due serie di «avventure» di Mister Tompkins, nel campo della fisica moderna e dell'atomo, comparse, nel testo originale, ad una certa distanza di tempo le une dalle altre, e vi unisce un gruppo di conferenze, tenute dallo stesso Gamow, su tali argomenti.

g. b.