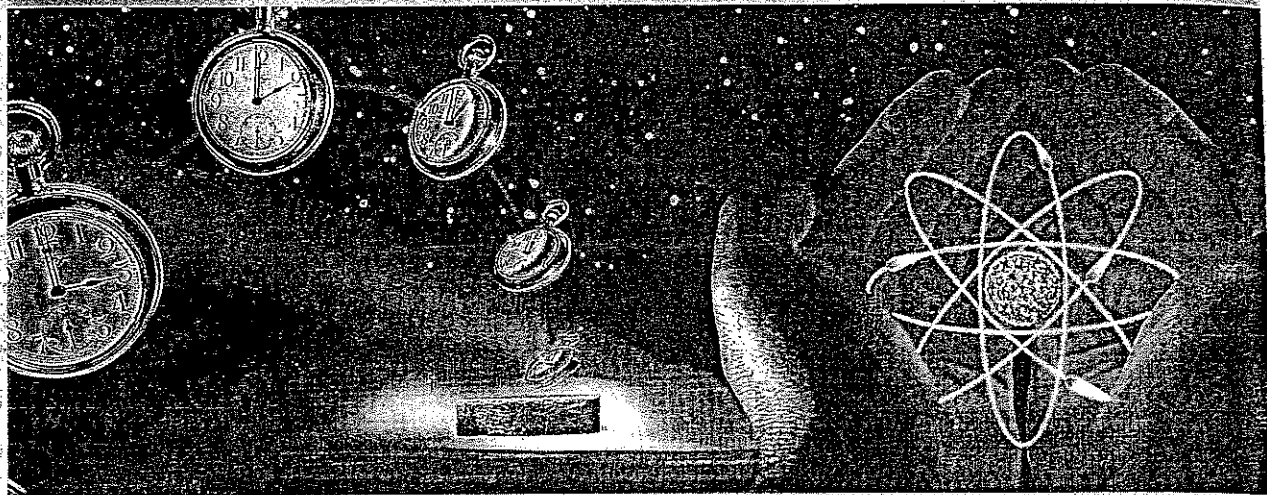


Introducción á física moderna



Contra o ano 1880, John Trowbridge, presidente da Facultade de Física da Universidade de Harvard, recibía os estudantes que comezaban os seus estudos con esta idea desalentadora: en física xa estaba todo descuberto; a única tarefa pendente era corrixir algunhas medidas engadindo algún decimal máis. ¡Pouco tiñan xa que facer os físicos!

Afortunadamente, Trowbridge estaba moi lonxe da verdade. Poucos anos máis tarde comezaba unha época brillante para a física na que se abrían novos camiños insospeitados ata entón. A chamada **física moderna** despregouse en tres apaixonantes direccións: a *teoría da relatividade*, a *mecánica cuántica* e a *física nuclear*.

A **teoría da relatividade** está unida indisolublemente ó nome do físico alemán **Albert Einstein** (1879-1955), quen sorprendeu os seus contemporáneos coa formulación dunha revolucionaria teoría.

A finais do século XIX establecérase a idea de que existía un medio material, o éter, que enchía o espazo e penetraba todos os corpos. Sen embargo, non se puideran determinar as propiedades físicas desa substancia. En 1887 o físico norteamericano **A. A. Michelson** (1852-1931)

e o seu axudante **E. W. Morley** (1838-1923) levaron a cabo un experimento crucial na historia da física que pretendía determinar a velocidade da Terra no sistema de referencia do éter baseándose nas características atribuídas á luz. Sen embargo obtiveron un sorprendente resultado: a velocidade da luz é a mesma en calquera sistema.

O desconcerto que ocasionou o resultado do experimento entre a comunidade científica dispouse cando Einstein desenvolveu en 1905 a **teoría especial da relatividade**, que explicaba todos os fenómenos físicos desde unha nova perspectiva.

Cando dous observadores se moven cunha velocidade relativa pequena comparada coa da luz son válidos os resultados da física clásica. Sen embargo, cando se moven cunha velocidade relativa comparable á da luz, a teoría predí consecuencias tan sorprendentes como que estes medirán lonxitudes diferentes para un mesmo corpo ou duracións diferentes para un mesmo suceso.

En 1916 Einstein propón a **teoría xeral da relatividade**, segundo a cal o universo de catro dimensións (tres espaciais e o tempo) déformase en presenza da masa. É dicir, a gravitación é un efecto xeométrico da curvatura do espazo-tempo.

A importancia da teoría da relatividade abarca todos os fenómenos do microcosmos e do macrocosmos, desde os átomos que irradian ondas e corpúsculos, ata os movementos dos corpos celestes situados a millóns de anos luz.

Max Planck (1858-1947)

Contra 1920 comezou a desenvolverse un novo marco teórico que puidese explicar os experimentos realizados co átomo e as partículas subatómicas, as leis das cales parecían ser diferentes das que rexen o macrocosmos. Esta nova ciencia, a **mecánica cuántica**, sería o soporte fundamental da física moderna.

As orixes desta nova ciencia remóntanse a 1900 cando o físico alemán **Max Planck** (1858-1947) expuxo a extraordinaria hipótese da cuantificación da enerxía para resolver o problema da distribución da enerxía da radiación térmica. A luz, que tradicionalmente fora considerada como un tren de ondas, estaba realmente constituída por paquetes individuais de enerxía, ou cuantos. Esta revolucionaria teoría serviu para comprender fenómenos físicos que non foran explicados satisfactoriamente ata a época, como o efecto fotoeléctrico, pola explicación do cal

se lle outorgou a Einstein o premio Nobel en 1921, ou como os espectros atómicos.

Se a radiación se pode considerar formada por partículas, ¿por que non considerar as partículas asociadas a algún tipo de radiación? A dualidade onda-corpúsculo, proposta polo físico francés **L. de Broglie** (1892-1987) en 1924, constitúe un dos fundamentos da nova mecánica.

O físico teórico austríaco **E. Schrödinger** (1887-1961), ó propoñer en 1926 a súa ecuación de onda para o átomo de hidróxeno, permitiu resolver interesantes aspectos da estrutura atómica deste elemento.

Unha das características esenciais da nova teoría, segundo recoñece o principio de indeterminación proposto en 1927 polo físico alemán **W. K. Heisenberg** (1901-1976), é que afirma que non podemos coñecer simultaneamente o valor exacto de dúas magnitudes físicas como a posición dun obxecto e o seu momento lineal. Unicamente nos podemos expresar en termos de probabilidade: probabilidade de que o electrón se atope en certo punto, de que teña certa velocidade...

Este revolucionario principio foi rexeitado por algúns científicos como Einstein, a quen algunhas ecuacións cuánticas lle parecían simples trucos matemáticos. «Deus non xoga ós dados» dicía Einstein.

En realidade, aínda que a mecánica cuántica nos pode parecer estraña e afastada da vida cotiá, as súas aplicacións están presentes na sociedade en forma de células fotoeléctricas, microscopios electrónicos ou raios láser.

A mecánica cuántica é, xunto coa teoría da relatividade, un dos grandes triunfos da física do século XX.

Todo aquel que non queda fortemente impresionado pola teoría cuántica é porque non a entendeu.

N. Bohr (1885-1962)

O descubrimento da radioactividade natural en 1896 polo físico francés **A. H. Becquerel** (1852-1908) abriu o camiño a unha nova área da física, a física nuclear.

O interesante achado suscitou rapidamente o interese de moitos químicos e físicos, como **María Sklodowska**, máis coñecida por **Madame Curie** (1867-1934). Ela estudou a radiación descuberta por Becquerel, á que lle chamou *radioactividade*, e logrou identificar dous novos elementos radioactivos: o polonio e o radio.

En 1899, o físico británico **E. Rutherford** (1871-1937) logrou identificar a natureza das radiacións emitidas espontaneamente polas substancias radioactivas, e denominounas α , β e γ .

A coñecida experiencia de Rutherford, na que bombardeou unha fina lámina de ouro con partículas α deu lugar ó descubrimento do núcleo. Este feito, xunto co descubrimento do electrón en 1897 polo físico inglés **J. J. Thomson** (1856-1940), levou a Rutherford a propoñer o seu modelo atómico en 1911.

Así describía Rutherford a sorpresa ante o comportamento das partículas α :

Geiger achegouseme moi excitado e díxome: «Logramos que algunhas partículas reboten cara atrás». Isto é o máis increíble que me ocorreu na miña vida; tan increíble coma se un proxectil de 15 polgadas disparado contra unha folla de papel de seda se volveuse e o golpease a un.

Cando o físico danés **N. Bohr** (1885-1962) propuxo o seu modelo atómico en 1913, xa se coñecían dúas partículas subatómicas: electrón e protón. Había, sen embargo, suficientes indicios para sospeitar a existencia dunha terceira partícula sen carga eléctrica e de masa aproximadamente igual á do protón. Máis tarde, en 1932, o físico inglés **J. Chadwick** (1891-1974) descubriu a existencia do neutrón.

En 1919 Rutherford bombardeou núcleos de nitróxeno con partículas α e observou cómo estes núcleos se transformaban noutros de osíxeno. Era a primeira reacción nuclear provocada polo ser humano.

En 1938 os físicos alemáns **Hahn** e **Strassmann** conseguiron dividir un núcleo de uranio 235 noutros dous, de bario e cripton. Lograran a **fisión nuclear**. O logro estimulou a investigación deste proceso nos Estados Unidos. En 1942 **E. Fermi** producía a primeira reacción nuclear en cadea nun reactor nuclear. ¡Comezaba a era nuclear!

O estudo da orixe da enerxía solar nos anos 40 levou á conclusión de que é debida ás reaccións de **fusión nuclear**. Esta enerxía púxose de manifesto na primeira bomba termonuclear que se fixo estourar en 1952 no océano Pacífico; consistía nunha mestura de deuterio e tricio comprimidos e quentados mediante a potente explosión dunha bomba de fisión.

O uso da fusión controlada como fonte de enerxía é actualmente obxecto de investigación. Sabemos que presenta varias vantaxes fronte á fisión: ten un rendemento enerxético maior e non produce residuos contaminantes.

O coñecemento das forzas de interacción que manteñen a estabilidade do núcleo atómico é un dos obxectos da física de partículas. A partir do descubrimento en 1936 por **S. H. Neddemeyer** e **C. D. Anderson** dos muóns, partículas elementais inestables, nos raios cósmicos, iniciouse unha verdadeira carreira á busca de novas partículas. A principios dos anos 60 xa se catalogaran centenas delas.

En 1964 os físicos estadounidenses **Murray Gell-Mann** e **George Zweig** propoñen unha partícula, o quark, que sería o constituínte último da materia.

Na actualidade, os quarks constitúen o nivel máis íntimo da materia ó que os seres humanos conseguiron chegar.