



astrobanyles

agrupació d'astronomia i ciència del pla de l'estany

Setmana de la Ciència

24.11.2018. A les 19:00. Museu Darder de Banyoles. Setmana de la Ciència

Andreu Valls Grau. Divulgador científic.

Xerrada: "Einstein-Bohr: la natura de la realitat"

Andreu Valls ens parla aquesta tarda de la controvèrsia que Albert Einstein i Niels Bohr van mantenir, entre 1927 i 1935, sobre la interpretació de la teoria quàntica. Iniciada per Max Planck en 1900, Einstein i Bohr van fer grans aportacions a la nova teoria, però discrepaven en la interpretació dels seus resultats: mentre que Bohr pensava que la teoria quàntica donava una nova visió del món físic radicalment diferent de la que es tenia fins aleshores, basada en la probabilitat, Einstein creia que la nova teoria encara havia d'avançar per poder donar una visió més completa del món. A la 5<sup>a</sup> Conferència Solvay, celebrada a Brussel·les el 1927, els millors físics del món discutien sobre la nova teoria i Einstein i Bohr posaven de manifest la seva discrepància. Mentrestant, els joves físics com Werner Heisenberg, deixeble de Bohr, pensaven «aquests iaies que facin filosofia mentre nosaltres apliquem les matemàtiques i obtenim resultats» diu Andreu Valls.

A finals del segle XIX, la teoria atòmica era acceptada per descriure la matèria: els cossos materials estan formats per àtoms que s'agrupen per formar altres estructures, com les molècules. Es buscava però saber com estaven constituïts els àtoms i, a principi del segle XX, es va descobrir que els electrons, protons i neutrons eren les partícules que els formaven. La matèria era doncs discreta. L'energia en canvi es considerava de forma molt diferent. L'energia radiant era la forma d'energia que es tenia millor estudiada des de 1888, amb les equacions de Maxwell. L'espectre electromagnètic i les ones d'energia mostraven que aquesta era contínua, les ones no quedaven tallades. Però quan es tractava d'estudiar la interacció energia-matèria, per exemple, com l'energia era absorbida o emesa per un cos, les equacions fallaven; els físics teòrics no sabien trobar la fórmula que s'adequava a la realitat. Fins que Max Planck l'any 1900, introdueix una hipòtesi que ell mateix pensava que podia no ser real, però que feia que les equacions funcionessin molt bé: l'energia radiant havia de ser absorbida o emesa en paquets discrets d'energia, anomenats quants, la grandària dels quals depenia únicament de la freqüència de la radiació. Havia nascut la teoria quàntica. L'any 1905, el jove físic Albert Einstein, utilitza la hipòtesi de Planck per interpretar l'efecte fotoelèctric, que és l'efecte per el qual salten electrons de la superfície d'un metall quan és il·luminat amb un determinat raig de llum. Per Einstein, el raig de llum està format per uns paquets d'energia, que posteriorment s'anomenaran fotons, que depenen de la freqüència de la llum, tal com deia Planck. Es trencava així la idea de la continuïtat de l'energia que, en la nova teoria quàntica, passava a ser considerada discreta, com la matèria.

L'any 1913, Niels Bohr, també un jove físic aleshores, fill d'una família noble de Dinamarca, aplica la teoria de Planck a l'estudi de l'estructura de l'àtom. Des de que en 1911, Ernest Rutherford havia presentat el seu model atòmic, es considerava que l'àtom estava format per un nucli positiu central i molt petit, al voltant del qual s'havien de trobar unes partícules negatives anomenades electrons. El que no se sabia era com es podien mantenir els electrons sense caure cap el nucli, ja que les equacions conegudes fins aleshores, justament predeien que els electrons caurien i xocarien contra el nucli atòmic. Aplicant la teoria quàntica, Bohr s'inventa els cèlebres postulats o lleis que interpreten com es mantenen els electrons al voltant del nucli atòmic i posa la primera pedra per entendre realment com està constituït l'àtom. Amb els físics que venen a continuació, De Broglie, Heisenberg, Schrödinger i altres, es pot dir que ja tenim ben fonamentada la física quàntica.

La teoria quàntica sobta molt per la seva gran diferència amb la física anomenada clàssica. Andreu Valls posa uns exemples per mostrar aquesta diferència. Segons la física clàssica, fer una observació és veure una realitat preexistent, com la bola que apareix quan s'aixeca el cubilet que la mantenia oculta. Per la física quàntica, no hi ha realitat preexistent, sinó que quan fem l'observació, quan aixequem el cubilet, es materialitza la realitat. Abans de fer l'observació, diuen els físics quàntics, la realitat és una superposició d'opcions. La mesura o l'observació provoquen el col·lapse d'una de les opcions, que és la que observem. La trajectòria o recorregut que segueixen els cossos en moviment, per la física quàntica no té sentit, només es considera la probabilitat de trobar el cos en cada punt de l'espai. La trajectòria clàssica correspon als punts en els quals és més probable trobar el cos. La doble consideració de la llum com a ona, segons la teoria de Maxwell, o com a partícula, segons la d'Einstein de l'efecte fotoelèctric, és present en la teoria quàntica. Les ones de llum són descrites per l'equació de la funció d'ona i quan la detectem, col·lapsa en forma d'un fotó, com a partícula.

Quan es pretén interpretar els resultats d'experiments quàntics a la llum de la nostra experiència quotidiana s'arriba a contradiccions. Andreu Valls posa alguns exemples: l'experiment de la doble escletxa, en que un fotó passa alhora a través dels dos forats, segons el comportament d'ona, però quan posem un detector, es manifesta com a partícula en un dels dos; el famós gat de Schrödinger, que hauria d'estar viu i mort alhora si depengués de la desintegració d'una única partícula radioactiva. Altres peculiaritats de la teoria quàntica són, el principi d'indeterminació, enunciat per Werner Heisenberg el 1925, segons el qual no és possible tenir la màxima precisió alhora en la mesura de la posició i la velocitat d'una partícula o l'entrelligament quàntic, per el que dues partícules que ha estat relacionades, quan es troben separades, mantenen una relació en les seves propietats segons la qual, quan determinem una propietat d'una, coneixem la mateixa propietat de l'altra instantàniament, el que es pot interpretar com transmissió d'informació instantània a distància.

Andreu Valls acaba la seva brillant exposició explicant que el físic John Bell va proposar, l'any 1964, un experiment per posar a prova la interpretació de la teoria quàntica, el que es coneix ara com teorema de Bell. La realització d'aquesta prova va posar de manifest que la interpretació de Bohr, en la seva controvèrsia amb Einstein, era la correcta. La sessió es va allargar encara una estona més amb les preguntes dels assistents.