

Caminhos que se bifurcam?

José Claudio Reis¹

“Em todas as ficções, cada vez que um homem se defronta com diversas alternativas opta por uma e elimina as outras; na do quase inextricável Ts’ui Pen, opta - simultaneamente - por todas. Cria, assim, diversos futuros, diversos tempos, que também se bifurcam. (...) Às vezes, os caminhos desse labirinto convergem: por exemplo, o senhor chega a esta casa, mas num dos passados possíveis o senhor é meu inimigo, em outro, meu amigo”. (Jorge Luis Borges, 1972)

Editorial

Num devaneio quântico-surrealista, Jorge Luis Borges, André Breton e Werner Heisenberg faziam a travessia de Kreuth ao lago Achen² quando perceberam que os caminhos não paravam de se bifurcar, era o ano de 1925 e a física assim como as artes estavam mudando completamente a forma como passamos a interpretar as coisas do mundo.

O ano de 2025 foi considerado pela ONU o Ano Internacional da Ciência e da Tecnologia Quânticas. Em 1925, pelo menos quatro artigos sobre o mundo subatômico foram publicados, com importantes desdobramentos para a compreensão da natureza. Físicos como Born, Pauli, Jordan, De Broglie, Uhlenbeck, Goudsmit e Heisenberg trouxeram contribuições importantíssimas como o conceito de spin, o princípio da exclusão, a mecânica matricial e o comportamento ondulatório da matéria. A teoria quântica trouxe diversos impactos para novas concepções para a interpretação do universo e diferentes consequências para as tecnologias contemporâneas.

O mundo atual não é mais o mesmo de há 100 anos atrás e muitas das mudanças se devem às transformações que foram introduzidas em nossas concepções sobre a realidade. Esta não é mais determinista ou causal como até então se consideravam as coisas do mundo. O mundo, por diferentes razões, ou desrazões, torna-se mais surrealista, os caminhos bifurcam-se, a matéria é corpuscular e

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Grupo de Pesquisa em Ensino de Física e História da Ciência numa Abordagem Sociocultural - GEFHCAS.

² Travessia que Heisenberg costumava fazer na fronteira entre Alemanha e Áustria.



ondulatória, o átomo é uma matriz e a realidade não é mais um a priori. Ainda assim, ela nos parece muito familiar.

André Breton, em 1924, lançava o Manifesto Surrealista, no qual apontava o desconforto com um racionalismo, que ele considerava restritivo à imaginação. É impossível negar que as palavras de Breton dialoguem com a nova compreensão do universo que estava também surgindo da FMC.

Ainda vivemos sob o império da lógica, eis aí, bem entendido, onde eu queria chegar. Mas os procedimentos lógicos, em nossos dias, só se aplicam à resolução de problemas secundários. O racionalismo absoluto que continua em moda não permite considerar senão fatos dependendo estreitamente de nossa experiência. Os fins lógicos, ao contrário, nos escapam. Inútil acrescentar que à própria experiência foram impostos limites. Ela circula num gradeado de onde é cada vez mais difícil fazê-la sair. Ela se apoia, também ela, na utilidade imediata, e é guardada pelo bom senso. A pretexto de civilização e de progresso conseguiu-se banir do espírito tudo que se pode tachar, com ou sem razão, de superstição, de quimera; a proscrever todo modo de busca da verdade, não conforme ao uso comum. Ao que parece, foi um puro acaso que recentemente trouxe à luz uma parte do mundo intelectual, a meu ver, a mais importante, e da qual se afetava não querer saber. (Breton, 1924)

Não estamos querendo dizer que a nascente Mecânica Quântica influenciou o movimento Surrealista, ou vice versa, mas é bastante significativo percebermos que a década de 1920 foi um período de intensa reflexão e produção de conhecimento que buscava novas respostas para os desafios da causalidade, do determinismo e mesmo do significado da realidade. A física não deixou de ser racional, mas ela não consegue, a partir das estruturas fundadas pela física clássica, explicações necessárias para dar conta dos fenômenos do mundo atômico.

Heisenberg relata em seu livro *A Parte e o Todo* (1996) algumas conversas com Einstein, Bohr e outros a respeito dos problemas da física atômica em meados dos anos 1920. Entre muitas reflexões sobre o significado da realidade ele diz:

Os símbolos matemáticos da física teórica representavam o mundo objetivo e, nessa condição, deveriam permitir aos físicos fazer afirmações sobre o futuro comportamento desse mundo. Agora, afirma-se que, na escala atômica, esse mundo objetivo do tempo e do espaço nem sequer existia, e que os símbolos matemáticos da física teórica referiam-se a possibilidades. Einstein não estava disposto a nos deixar fazer o que, para ele, equivalia a retirar o solo em que pisava. Também mais tarde, quando já fazia muito que a teoria quântica se tornara parte integrante da física moderna, Einstein não conseguiu mudar de atitude - quando muito, dispôs-se a aceitar a existência dessa teoria como um expediente temporário. 'Deus não joga dados' era seu princípio inabalável, um princípio que ele não deixava ninguém contestar. Ao que Bohr só podia retrucar: 'Não deve ser tarefa nossa prescrever a Deus como Ele deve reger o mundo'. (Heisenberg, 1996, p. 98/99)



É importante, portanto, percebermos que a física, assim como todo o conhecimento humano, é fruto do seu momento histórico. O próprio Heisenberg afirmou isso ao falar que a física moderna era uma parte do processo histórico. O que nos leva a pensar na importância de apropriarmos-nos das coisas do mundo da forma mais ampla possível, não apenas sobre o viés científico, ou apenas artístico.

Entretanto, não podemos deixar de falar de que a década de 1920 foi uma época de grandes perturbações políticas, econômicas e culturais na Alemanha. Em 1925, particularmente a eleição de Hindenburg não significou melhorias na situação alemã do pós-guerra. A efervescência social só fez crescer até culminar na tragédia nazista. Foi ele quem nomeou Hitler chanceler da Alemanha em janeiro de 1933.

Vale ressaltar que Heisenberg parece ter flertado com o nazismo não apenas na sua juventude, ele apoiou objetivos de guerra de Hitler, ainda que fosse só contra a Rússia e não contra o Ocidente. Há discussões sobre o quanto Heisenberg sabia para a produção de uma bomba atômica e por questões éticas escondeu dos nazistas tal conhecimento. As gravações das conversas dos 10 físicos alemães capturados no fim da 2ª Guerra, em que Heisenberg era um deles, feitas em Farm Hall, na Inglaterra, parecem indicar que, na realidade, ele não tinha conhecimento suficiente para isso. O historiador e físico Jeremy Bernstein afirma ser uma fantasia acreditar que Heisenberg sabia como fabricar a bomba e escondeu de Hitler por princípios éticos. Tal narrativa faz parte de uma estratégia, encabeçada por outro físico, de Farm Hall, Carl Friedrich von Weizsäcker, de que eles ficaram na Alemanha, mas não compactuam com o nazismo, tendo mesmo boicotado os interesses de guerra de Hitler.

O mundo mudou significativamente nos últimos 100 anos e a física em particular trouxe interpretação tão desconcertantes sobre o mundo atômico que parecem ter saído de um conto surrealista ou algo similar. Podemos dizer, com Heisenberg, que a representação de uma realidade objetiva, que a física sempre imaginou estar buscando não é mais possível. No mundo subatômico as observações não são mais objetivas, há uma complexidade nas novas descrições sobre a realidade que não cabem mais no arcabouço da chamada Física Clássica. O “verdadeiramente real” foi desacreditado pela Mecânica Quântica. A causalidade também sofreu forte abalo com o advento da nova física do século XX. Não é mais possível falar das propriedades futuras de um “objeto” quântico a partir do conhecimento de suas propriedades prévias.



O ano de 1925 marcou também a ascensão ao poder de Stalin na URSS e a criação das SS pelo Partido Nacional Socialista da Alemanha. Caminhos que se bifurcaram para infelizmente se encontrarem na guerra que se avizinhava. A ciência, a política, a economia, a arte, ou seja, a vida não seria mais a mesma depois deste ano. A física, em particular, trilharia novos rumos que não eram apenas um passo à frente das conquistas anteriores, ela enveredaria por novas concepções sobre a natureza que marcariam mudanças profundas nos desígnios da humanidade. Em vinte anos os japoneses iriam sentir os efeitos do que se desenhava a partir desse ano.

Entretanto, não se trata aqui de exaltar os feitos do passado, mas buscar refletir sobre seu contexto de produção e de incorporar análises sobre tópicos de mecânica quântica no ensino de física, seja na educação básica seja na formação de professores.

Nessa breve reflexão sobre acontecimentos no mundo da política, da arte e da física de há 100 anos atrás esperamos chamar a atenção da necessidade de discutirmos tópicos de FMC na educação básica e na formação de professores, bem como fazê-los a partir de uma abordagem histórico-cultural que permita que os estudantes se apropriem da física como um conhecimento vivo e fundamental para a compreensão do mundo em que vivem.

Há um evidente descompasso entre este mundo que nos rodeia e que a ciência e a arte nos legaram e o ensino de física na educação básica. Normalmente não se aborda temas de Física Moderna e Contemporânea (FMC) nas escolas, a própria formação de professores é deficitária nesse campo. Perde-se, com isso, a possibilidade de uma abordagem histórico-cultural que possibilitaria dar maior relevância ao ensino de física.

É necessário mudar esse panorama para que os estudantes sejam capazes de entender o mundo construído pela física, entendendo-a como um conhecimento que participa da história e assim deve ser apreendido.

Como forma de encerrar, podemos deixar os belos versos das músicas Quanta de Gilberto Gil, de 1997, e de Brighter than a Thousand Suns (Mais Brilhante do que Mil Sóis) da banda de rock Iron Maiden, de 2006. De alguma forma esses versos apresentam caminhos bifurcados que trazem diferentes formas de retratar a ciência através da arte.



Quanta

...

Quanta do latim
Plural de quantum

Quando quase não há
Quantidade que se medir
Qualidade que se expressar
Fragmento infinitésimo
Quase que apenas mental
Quantum granulado no mel
Quantum ondulado no sal
Mel de urânio, sal de rádio
Qualquer coisa quase ideal

...

Sei que a arte é irmã da ciência
Ambas filhas de um Deus fugaz
Que faz num momento
E no mesmo momento desfaz
Esse vago Deus por trás do mundo
Por detrás do detrás

Cântico dos cânticos
Quântico dos quânticos

Mais Brilhante do que Mil Sóis³

Não somos os filhos de Deus
Não somos mais o seu povo escolhido
Nós caminhamos por onde Ele andou
Nós sentiremos a dor da sua criação

...

O perverso irmão gêmeo do Sol
Das asas ele é solto em meio à escuridão
Nossas almas serão partidas ao meio
A semente atômica transforma-se em cinzas nucleares

...

Enterre sua moral
E enterre seus mortos
Enterre sua cabeça na areia
 $E=MC^2$, assim você pode entender
Como criamos Deus com nossas próprias mãos

Seja lá o que Robert tenha dito a seu Deus
Sobre como ele fez do Sol uma arma de guerra
 $E=MC^2$, assim você pode entender
Como criamos Deus com nossas próprias mãos

...

Observando de fora
Nasce um estranho amor
União profana
Trindade reformada

Saindo da escuridão
Saindo da escuridão
Saindo da escuridão, mais brilhante do que mil sóis

...

Pai Sagrado, nós pecamos

³Tradução Livre

Brighter than a Thousand Suns
We are not the sons of God/ We are not his chosen people now/ We have crossed the path he trod/ We will feel the pain of his beginning
Yellow Sun its evil twin/ In the black the wings deliver him/ We will split our soul's within/ Atom seed to nuclear dust is riven
Bury your morals/ And bury your dead/ Bury your head in the sand/ $E=MC^2$ squared you can relate/ How we made God with our hands



Whatever would Robert have said to his God/ About how we made war with the Sun/ $E=MC^2$ squared you can relate/
How we made God with our hands
Out of the universe/ A strange love is born/ Unholy union/ Trinity reformed
Out of the darkness/ Out of the darkness/ Out of the darkness brighter than a thousand suns
Holy father we have sinned

REFERÊNCIAS

Breton, André. Manifesto Surrealista, 1924

Borges, Jorge Luis. Jardins dos caminhos que se bifurcam. In: Ficções, Rio de Janeiro: Abril, 1972.

Cornwell, John. Os Cientistas de Hitler: Ciência, Guerra e o Pacto com o Demônio. Rio de Janeiro: Imago, 2003.

Heisenberg, Werner. A Parte e o Todo. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

Gil, Gilberto. Quanta, 1997.

Iron Maiden. Brighter than a Thousand Suns, 2006.