

VISUALIZAÇÃO INTERATIVA DA REFLEXÃO E TRANSMISSÃO POR UM DEGRAU DE POTENCIAL NA MECÂNICA QUÂNTICA

Michel Betz [betz@if.ufrgs.br]

Cristiano Varzim [cristianovarzim@yahoo.com.br]

Ismael de Lima [ismael.lima@ufrgs.br]

*Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal 15051,
Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil.*

Uma das principais vantagens do uso de recursos eletrônicos no ensino da Física é sem dúvida a possibilidade de facilitar a visualização das situações e resultados através de animações. No caso da física clássica, e em especial da mecânica clássica, a tarefa de elaborar uma animação adequada geralmente consiste em reproduzir fielmente na tela do computador o fenômeno tal como ele poderia ser observado pelo aluno. Esta visualização literal é frequentemente acompanhada de gráficos que apresentam o essencial da descrição matemática do sistema. Na mecânica quântica, a visualização constitui-se num desafio considerável. Para começar, os fenômenos estudados ocorrem geralmente em escalas atômicas e não são passíveis de observação visual direta. Mas além disto, a descrição matemática dos fenômenos é bastante abstrata e não permite uma interpretação diretamente “realista”. Do outro lado, estas características tornam ainda mais desejável o desenvolvimento de recursos destinados a facilitar a aprendizagem. Alguns conjuntos de visualizações e animações dos sistemas quânticos tipicamente estudados numa cadeira introdutória já estão disponíveis. Geralmente, eles focalizam o aspecto ondulatório, seja apenas apresentando gráficos de funções de onda, seja mostrando a propagação de pacotes de ondas. Embora bastante interessante, esta última abordagem suscita algumas ressalvas. O formalismo matemático que embaseia tais animações é demasiadamente sofisticado para ser explicitado, de maneira que os programas tornam-se “caixas pretas” para o aluno. A interpretação daquilo que é mostrado na tela em termos de probabilidades fica por conta do aluno, o que pode levar a graves concepções. Por exemplo, no caso de um degrau de potencial, a separação de um pacote de ondas incidente em partes transmitida e refletida poderia ser interpretada erradamente como uma divisão da partícula associada. Na elaboração do recurso aqui apresentado, buscou-se cumprir duas metas principais:

- limitar a visão ondulatória ao conteúdo que pode de fato ser apresentado num curso introdutório, ou seja, às soluções estacionárias da equação de Schrödinger;
- ilustrar o aspecto corpuscular tal como ele se manifesta no laboratório, ou seja, por um processo de contagem.

Especificamente, o recurso – elaborado com o *software* Macromedia Flash – ilustra a reflexão e a transmissão de partículas por um degrau de potencial de altura V_0 ajustável (valores positivos e negativos). A energia total E é fixa, o que não constitui uma limitação já que a física da situação é inteiramente definida pela razão V_0/E . Duas visualizações estão apresentadas sobre a mesma interface gráfica. A primeira mostra os tradicionais gráficos das partes reais e imaginárias da função de onda. A segunda simula o processo de medida como uma contagem de partículas incidentes, refletidas e transmitidas. As partículas podem ser “atiradas” uma por uma ou na forma de um fluxo contínuo. O aluno pode observar os disparos dos detectores e a convergência, à medida que a contagem procede, dos resultados experimentais rumo aos valores teóricos. Junto com a animação, apresentamos um breve texto que resume o cálculo dos coeficientes de reflexão e transmissão e discute os seus significados experimentais. Também aponta as semelhanças e enfatiza as diferenças entre a mecânica clássica e a quântica no que diz respeito ao sistema considerado. Neste aspecto, talvez a animação possa ser futuramente melhorada com a inclusão de alguma forma de visualização da penetração da partícula na região classicamente proibida, quando a energia total é inferior à altura do salto.

Apoio: SEAD – UFRGS.