



Evento	Salão UFRGS 2017: XIII SALÃO DE ENSINO DA UFRGS
Ano	2017
Local	Campus do Vale - UFRGS
Título	Simulação computacional no Interferômetro Virtual de Mach-Zehnder: uma proposta de Ensino de Física Quântica sob a perspectiva sociocultural
Autores	JADER DA SILVA NETTO FERNANDA OSTERMANN CLAUDIO JOSE DE HOLANDA CAVALCANTI

RESUMO: Este trabalho apresenta os resultados de uma intervenção didática realizada com estudantes de graduação em Licenciatura em Física durante uma pesquisa de doutorado, já concluída e apresentada ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. À luz de pressupostos da perspectiva sociocultural, investigou-se a aprendizagem de conceitos de Física Quântica. Nosso grupo de pesquisa na instituição tem se dedicado a investigar a formação de professores, particularmente em relação às questões que envolvem o ensino de Física Moderna e Contemporânea. Tais investigações fazem parte da agenda atual de pesquisa em ensino e se inserem no movimento em prol da inserção de temas de Física Moderna e Contemporânea no currículo de Física do Ensino Médio, iniciado nos anos 1990. Nossa preocupação reside no fato de que a efetiva abordagem de tópicos da Física do século XX nas salas de aulas do Ensino Médio envolve a apropriação de uma série de conhecimentos por parte do professor. No caso da Física Quântica, há diversos conceitos contraintuitivos cuja compreensão não é trivial. A intervenção didática, cuja duração total foi 16 horas-aula, foi realizada no Campus Bento Gonçalves do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul com estudantes do 6º semestre, na disciplina de Física Moderna e Contemporânea I do curso de Licenciatura em Física. Esta disciplina consiste no primeiro contato dos estudantes com a Física do século XX na forma de uma disciplina específica. A ementa da disciplina é bastante ampla e envolve as origens da teoria quântica, propriedades corpusculares da radiação, postulados de De Broglie e princípio de indeterminação, modelo de Bohr para o átomo e teoria de Schrödinger da Mecânica Quântica. Considerando uma abordagem fenomenológica, foram explorados a complementaridade onda-partícula (uma das teses da Interpretação de *Copenhagen*) e o emaranhamento quântico, respectivamente, conceitos da primeira e segunda revoluções da Física Quântica. As atividades de ensino envolveram exposições teóricas e simulação computacional no Interferômetro Virtual de Mach-Zehnder (*software* desenvolvido no próprio grupo de pesquisa), mediada por roteiros exploratórios. Além da interferência em regime clássico, a nova versão do *software*, desenvolvida especialmente para o presente estudo, permite explorar os fenômenos intermediários de interferência quântica a partir do uso de divisores de feixe com coeficientes de reflexão e transmissão variáveis e inserção de detectores demolição e não-demolição nos braços do interferômetro. Em todos esses cenários é possível comparar as previsões teóricas com os valores experimentais obtidos para as detecções nas portas de saída, assim como explorar os conceitos de distinguibilidade e visibilidade, fundamentais para compreensão do fenômeno estudado. Outra inovação do *software* é a simulação do emaranhamento quântico, fenômeno explorado a partir de pares de fótons emaranhados em estados de polarização no interferômetro. Durante as atividades de simulação computacional os estudantes trabalharam em duplas e as interações discursivas resultantes foram registradas em áudio para posterior transcrição e análise. O suporte teórico-metodológico adotado reside numa perspectiva que integra a teoria da mediação de Vygotsky e a filosofia linguística de Bakhtin, considerando-se o processo sociocultural da aprendizagem, em que as ferramentas mediadoras, como a linguagem, moldam a ação dos indivíduos. Da perspectiva psicológica de Vygotsky, tomamos a noção de atividade mediada por ferramentas culturais e o conceito de zona de desenvolvimento proximal como relevantes para nosso estudo. A análise bakhtiniana foi pautada na identificação de contrapalavras e vozes discursivas, que são dois elementos fundamentais na produção de sentidos no discurso e representam um importante aspecto dessa abordagem teórica, o dialogismo. A associação de contrapalavras (ou palavras do repertório particular de um interlocutor) assim como a presença de vozes discursivas (entendidas como diferentes perspectivas ou pontos de vista sobre um conteúdo temático) moldam o discurso e podem revelar importantes aspectos do processo de compreensão em sala de aula. Os principais resultados encontrados sinalizam para: a) destacado papel do Interferômetro Virtual de Mach-Zehnder e roteiros exploratórios enquanto ferramentas mediadoras capazes de promover ricas trocas discursivas entre os estudantes; b) compreensão do fenômeno da interferência quântica tomando a perspectiva da complementaridade onda-partícula; c) manutenção de visões antagônicas nas explicações de alguns estudantes, numa tentativa de conciliar aspectos da Física Clássica com fenômenos puramente quânticos, como o emaranhamento; d) dificuldade dos estudantes em relação à compreensão da não-localidade, um aspecto fundamental no estudo do fenômeno do emaranhamento quântico; e) necessidade de realização de novos estudos a fim de aprofundar a compreensão de relações semânticas entre conceitos estabelecidas pelos estudantes. Esses resultados de pesquisa podem trazer importantes contribuições em relação ao ensino da Física Quântica na formação de professores, uma vez que permitem identificar aspectos relevantes que poderiam passar despercebidos em outras estratégias de ensino. A atividade centrada no Interferômetro Virtual de Mach-Zehnder e roteiros exploratórios permitiu realizar importantes conexões entre o formalismo matemático da teoria quântica e explorar temas de Física mais atuais. É fundamental que os professores em formação entrem em contato com temas de Física contemporânea e que possam desenvolver aprendizagens mais sólidas, de modo que se sintam mais seguros para possíveis transposições desses temas para o contexto do Ensino Médio. A apresentação, tanto dos roteiros exploratórios quanto da versão do *software* utilizado nas atividades de pesquisa e ensino será realizada em produções futuras do nosso grupo.

PALAVRAS-CHAVE: ensino de Física Quântica, perspectiva sociocultural, Interferômetro Virtual de Mach-Zehnder.