

UMA ANÁLISE SOBRE OS APRENDIZADOS DE ALUNOS AO UTILIZAREM SIMULADORES EM AULAS DE FÍSICA

AN ANALYSIS OF STUDENT LEARNING WHEN USING SIMULATORS IN PHYSICS CLASSES

- **Raul dos Santos Neto** (CEFET-RJ – raul.neto@cefet-rj.br)

Resumo:

O período pandêmico mostrou uma certa desconfiança sobre as reais possibilidades de aprendizado usando tecnologias no ensino (MOTA et al., 2023). Por outro lado, é inegável que as novas tecnologias trazem grandes possibilidades no que diz respeito às simulações de fenômenos físicos e em relação às limitações físicas presentes em laboratórios físicos. Considerando que a experimentação e discussões são partes importantes no ensino de ciências, este trabalho realizou uma Pesquisa Baseada em Design (PBD), para o tipo de engajamento que a prática promoveu; e identificar quais foram os principais aprendizados relatados pelos alunos. A escolha da PBD foi pela sua forte relação com o uso de tecnologias em pesquisas em Educação, para estudar problemas de desempenho, aprendizagem e ensino. Os resultados mostram que houve maior engajamento dos alunos e um aprendizado mais rápido usando simuladores como suporte cognitivo. Também observamos que a atividade desenvolveu maiores habilidades procedimentais e de comunicação de resultados.

Palavras-chave: Uso de Simuladores; Ensino de Física; PBD

Abstract:

The pandemic period revealed a certain distrust about the real possibilities of learning using technologies in teaching (MOTA et al., 2023). On the other hand, it is undeniable that new technologies bring great possibilities about simulations of physical phenomena and about the physical limitations present in physical laboratories. Considering that experimentation and discussions are important parts of science teaching, this work carried out a Design-Based Research (PBD), for the type of engagement that the practice promoted; and identify the main learnings reported by students. The choice of PBD was due to its strong relationship with the use of technologies in educational research, to study performance, learning and teaching problems. The results show that there was greater student engagement and faster learning using simulators as cognitive support. We also observed that the activity developed greater procedural and results communication skills.

Keywords: Use of Simulators; Teaching Physics; DBR

1. Contextos, justificativas e objetivos

O período pandêmico revelou que, aparentemente, há certa desconfiança sobre as reais possibilidades de aprendizado usando tecnologias no ensino (MOTA et al., 2023). Por outro lado, é inegável que as novas tecnologias trazem grandes possibilidades no que diz respeito às simulações de fenômenos físicos e em relação às limitações físicas presentes em laboratórios físicos.

Além disso, é caro montar e manter laboratórios físicos. Por isso, os simuladores são importantes alternativas complementares ao laboratório físico em quatro aspectos: 1) a simulação preserva vários componentes do laboratório físico pela testagem anterior no simulador; 2) permite

que todos alunos façam os experimentos individualmente e em grupo, resolvendo o problema de poucos equipamentos por aluno; 3) O simulador também permite ao aluno refazer o experimento quantas vezes achar necessário; 4) O simulador oferece maior segurança ao simular experimentos muito perigosos para os alunos, como os que envolvem física nuclear, por exemplo.

Considerando que a experimentação e discussões são partes importantes no ensino de ciências, neste trabalho realizou uma Pesquisa Baseada em Design (PBD) para identificar suportes trazidos pelos simuladores, o tipo de engajamento que a prática promoveu; e identificar quais foram os principais aprendizados relatados pelos alunos.

2. Referencial Teórico-Metodológico

A escolha da Pesquisa Baseada em Design (PBD) justifica-se pela forte relação da PBD com o uso das TDIC em pesquisas em Educação. Segundo McKenney e Reeves (2019), o objetivo central de pesquisa da tecnologia educacional deveria ser resolver problemas de desempenho, aprendizagem e ensino e derivar princípios de design que possam instruir o desenvolvimento futuro e a implementação de decisões em cenários reais.

McKenney e Reeves (2019) afirmam que a PBD não é definida pelos métodos escolhidos, mas por seus objetivos fundamentais que são: desenvolvimento de um produto, ou processo, acompanhado da construção de conhecimento, ou teoria, que sejam utilizáveis, e o desenvolvimento profissional.

Nesse sentido, buscou-se primeiramente entender o problema educativo ouvindo 22 alunos sobre suas dificuldades de aprendizado. Eram alunos do quarto ano do Médio Técnico integrado de uma instituição Federal de ensino, composta por alunos na faixa etária do 16-19 ano.

Segundo os alunos, eles não estavam conseguindo aprofundar os conhecimentos sobre temas estudados e tinham dificuldades em se concentrar nas aulas, pois achavam que as aulas tinham um excesso de slides e que isso cansava bastante. Por fim, reclamaram que faltava um retorno mais rápido sobre seus desempenhos nas atividades. Assim, o desafio foi contornar os problemas apresentados pelos alunos, buscando promover aulas mais participativas, diferenciadas e que fornecesse respostas de forma mais rápida sobre seus desempenhos.

Foi escolhida uma abordagem investigativa mediada pelas tecnologias porque alguns estudos mostram que os alunos aprendem mais quando se engajam em atividades interativas de investigação (CARVALHO, 2022; SASSERON & CARVALHO, 2011). Por isso, acreditou-se que o uso de simuladores, com posteriores seminários dados pelos alunos sobre seus resultados de pesquisa usando simuladores, poderiam oferecer algum tipo de ambiente diferente que gerasse, ao mesmo tempo, engajamento pelo interesse, resposta imediata para suas perguntas (simuladores e testes de hipóteses) e aprendizados diversificados (não só dos conteúdos, mas também procedimentais e atitudinais).

Assim, como parte das atividades, os alunos precisavam responder perguntas sobre o fenômeno estudado, onde o uso de simuladores serviu para fornecer aos alunos a possibilidade de testar suas respostas, além de tornar a aula mais interessante para todos pela ativa participação. Para tal, a turma foi dividida em grupos de até quatro alunos e perguntas diferentes, sobre o mesmo fenômeno, foram dadas aos grupos, para posterior relato para a turma inteira.

Neste modelo, era importante para os alunos identificarem as variáveis importantes no fenômeno físico e como mudanças nas variáveis alteravam os efeitos no sistema estudado. Após discutirem sobre os resultados com os membros do grupo, era enviado um relatório final para a

plataforma da Instituição. Os alunos também tinham que apresentar seus achados para a turma em forma de seminário sobre o relato. Ao final das atividades, era feita uma reunião com aluno.

Foi escolhido usar o software desenvolvido pela Universidade do Colorado, nos Estados Unidos da América, chamado PHET (Physics Education Technology). A escolha se deve ao fato dele, além de ser gratuito, possuir grande número de possibilidades de mudanças de variáveis e diversos experimentos. Foi elaborado um tutorial gravado sobre como usar o simulador para realizar o experimento.

Para analisar os resultados, utilizamos as três categorias de aprendizado de Zabala (2015): aprendizados atitudinais, conceituais e procedimentais. Os conteúdos conceituais referem-se à construção ativa de capacidades intelectuais para operar símbolos, imagens, ideias e representações que permitam organizar as realidades. Os conteúdos procedimentais referem-se ao fazer com que os alunos construam instrumentos para analisar, por si mesmos, os resultados que obtém e os processos que colocam em ação para atingir as metas que se propõem e os conteúdos atitudinais referem-se à formação de atitudes e valores em relação à informação recebida, visando a intervenção do aluno em sua realidade (POZO e GÓMEZ CRESPO, 2009; COLL et al., 1998). Por isso, também foram elaboradas perguntas para nortear o relatório dos alunos sobre as atividades, objetivando identificar os tipos de aprendizados desenvolvidos.

Por fim, tomando como base o currículo da turma, foram selecionados tópicos de eletromagnetismo, radiação, física térmica e física moderna para fazermos três testagens do protótipo educacional. Para avaliar o aprendizado dos conteúdos específicos de física, foi realizado pré-teste e pós-teste com os alunos. Aqui, vamos nos ater ao exemplo do Efeito Fotoelétrico por questões de limitação de espaço no texto.

Primeiramente, foi dado um panorama sobre o efeito fotoelétrico, sobre sua importância histórica para o desenvolvimento da Física Quântica e seus principais personagens. A turma foi dividida em grupos e perguntas diferentes de pesquisa usando o simulador foram dadas. Por exemplo, foi solicitado que, usando o simulador PHET, se organizasse o experimento de forma que a placa ejetasse elétrons. Os alunos deveriam testar suas hipóteses sobre quais mudanças de variáveis (intensidade de luz, comprimento de onda, frequência etc.) gerariam um aumento na energia cinética dos elétrons ejetados.

Fizemos entrevistas e questionário online com os alunos após as atividades para saber quais aprendizados foram construídos, como eles se sentiram durante a atividade.

3. Resultados

Os principais achados mostram que houve um aprendizado mais rápido e aprofundado do conteúdo estudado, no qual vinte alunos (90%) relataram que acharam mais lúdica e produtiva aprender usando simuladores, comparado com as aulas expositivas. Também comentaram que as discussões promovem maior motivação e curiosidade para estudar os temas.

O fato de poderem ver a teoria na prática (aplicação da teoria na simulação) fez com que eles tivessem uma visão mais aprofundada do tema. Além disso, dezesseis alunos (70%) da turma também alegaram que a teoria passou a fazer mais sentido ao verem como os resultados mudavam quando eles alteravam os valores das variáveis. Essas falas mostram a importância do uso dos simuladores para criar um contexto de aplicação para a teoria. Do mesmo modo, Krajcik e Mun (2014) comentam que práticas de aprendizagem de ciências vazias de conteúdo carecem de ferramentas conceituais para os alunos usarem. Portanto, quaisquer situações levam os alunos a desenvolverem ideias isoladas, ou seja, práticas experimentais sem o conhecimento dos conceitos

ou conceitos puros sem sua visibilidade de aplicação não apoiam a resolução de problemas e a aprendizagem futura. Assim, o aprendizado de conceitos não deve ser isolado de ambientes que permitam sua aplicação em situações práticas. Neste sentido, o simulador foi de grande valia.

Outro achado interessante foi que alguns alunos relataram a necessidade de fazer revisões sistemáticas e aprofundadas dos temas por causa das perguntas de investigação. Muitos alunos alegaram que as perguntas os motivaram a estudar mais do que se fossem simplesmente fazer uma prova. Segundo eles, as perguntas das provas que estão acostumados são muito parecidas com as perguntas contidas no livro didático. Porém, a atividade (artefato pedagógico) apresentou perguntas que os forçava a pensar e discutir.

É importante destacar que essas falas são corroboradas pelas observações do pré-teste e pós-teste, onde houve um aumento de índice de acertos, passando de 11,9% para 77,8% quando usavam os simuladores.

Em relação aos aprendizados procedimentais, os alunos alegaram que a parte de apresentar o relatório de investigação para a turma foi desafiadora porque tinha um limite de tempo e os assuntos eram complexos. Assim, os alunos tiveram que aprender a selecionar conteúdos, resumir seus achados e adequar a linguagem para os pares. Neste sentido, a atividade se mostrou útil para desenvolver habilidades e competências de comunicação e para a identificação dos conceitos centrais.

Cerca de 70% da turma alegou que precisaram treinar a apresentação várias vezes porque achavam que não tinha ficado bom. Contudo, isso ajudou a selecionar melhor o que seria incluída na explanação para a turma. Além disso, eles alegaram isso ajudou a consolidar o aprendizado e dar mais segurança para falar sobre o assunto. Estas falas apontam para a necessidade de repetição no processo de aprendizado. Nem sempre, essa geração, tão acostumada com a velocidade, se dá conta que aprender leva tempo e que a aplicação de conceitos e a repetição de tarefas fazem parte da construção de habilidades importantes.

Um outro fator que merece destaque é que 80% dos participantes da pesquisa alegam de que eles sentiram necessidade de se aprofundar no assunto para se sentirem mais seguros na apresentação. Por isso, não pesquisaram no livro escolar, mas buscaram artigos científicos para fundamentar sua apresentação.

Por fim, observou-se um algo interessante. A atividade gerou um tipo de foco diferente porque eles alegaram que prestavam mais atenção ao que os colegas falavam do que ao professor. Segundo eles, um colega apresentando o tema era uma voz diferente que merecia atenção. Assim, dar voz aos alunos foi positivo e possibilitou eles olharem outros aspectos de uma aula.

4. Conclusões

Os simuladores oferecem suporte valioso para a criação de um ambiente de trabalho sobre fenômenos abstratos e complexos. Percebe-se que o uso dos simuladores ajudou no aprendizado de ideias complexas e que costumam levar muito tempo para seu aprendizado, permitindo que os alunos interajam com modelos subjacentes de ideias científicas e vivenciem fenômenos que seria muito difícil sem o seu apoio.

Também destacamos que o uso do simulador oferece suporte para reflexão e discussão de ideias, servindo como suporte cognitivo. Assim, o fato deles poderem ver a teoria na prática (aplicação da teoria na simulação) fez com que eles tivessem uma visão mais aprofundada do tema, alegando que a teoria passou a fazer mais sentido ao verem como os resultados mudavam quando eles alteravam os valores das variáveis. Essas falas mostram a importância do uso dos simuladores

para criar um contexto de aplicação para a teoria. Recomendamos que o aprendizado de conceitos não deve ser isolado de ambientes que permitam sua aplicação em situações práticas. Além disso, os simuladores forneceram mais tempo de discussão entre os colaboradores sobre os conceitos, promovendo aprendizado sobre como trabalhar em grupo e negociar ideias e sentidos.

Os resultados nos permitem dizer que o uso do simulador promoveu um aprendizado mais rápido de temas complexos. Acreditamos que a atividade ofereceu aos alunos as ferramentas conceituais para pensar e explicar fenômenos.

Entendemos que este estudo possui limitações que inspiram recomendações para estudos futuros. Por isso, como recomendações finais, sugere-se que sejam feitas novas análises em outros contextos, momentos e disciplinas, para aprofundar os conhecimentos apontados no presente estudo.

Cada tipo de trabalho passará por avaliação específica, duplo-cego e por pares, para possível apresentação e inclusão/publicação nos anais do evento. Todos os trabalhos submetidos passarão por conferência técnica, antes da avaliação de conteúdo, podendo ser desclassificados em caso de formatação inadequada. Assim, pede-se atenção também a essas questões técnicas.

A critério dos autores, o trabalho pode ser apresentado na etapa virtual e/ou na etapa presencial (em apenas uma ou em ambas, com certificação distinta). Todos os trabalhos aprovados comporão os anais do evento.

Referências

- CARVALHO, A.M.P. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning. 2022
- COLLINS, A.; JOSEPH, D.; BIELACZYK, K. Design research: Theoretical and methodological issues. *Journal of the Learning Sciences*, v. 13, n. 1, p. 15-42, 2004.
- COLL, M. MONEREO, C. (Org.). *Psicologia da Educação Virtual: Aprender e ensinar com as tecnologias da informação e comunicação*. Porto Alegre: Artmed. 2010
- COLL, C.; POZO, J. I.; SARABIA, B.; WALLS, E. Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Tradução Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artmed, 1998
- COX, S., & GRAHAM, C. R. (2009). Diagramming TPACK in Practice: Using an elaborated model of the TPACK framework to analyze and depict teacher knowledge. *TechTrends*, 53, 60-69. 2009. <https://doi.org/10.1007/s11528-009-0327-1>
- KRAJCIK, J. S., & MUN, K. Promises and challenges of using learning technologies to promote student learning of science. In L. Norman G & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. II, pp. 337–360). New York: Routledge. 2014.
- McKENNEY, S. REEVES, T. C. *Conducting Educational Design Research*. 2ª Ed. Routledge. New York. *Conducting Educational Design Research - 2nd Edition - Susan McKenney*. 2019
- MOTA, F. C. QUEIROZ, C. Q. S.; FONSECA, A. R. “Uso Das TIC No Ensino Remoto: Entre Possibilidades E Desafios, O Que Dizem Os Docentes?” *Educação* 48.1 (2023): *Educação*, 2023, Vol.48 (1).
- POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- SASSERON, LH, CARVALHO, AMP. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em ensino de ciências* 16 (1), 59-77.2011
- ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Penso Editora, 2015.