

## **ASSOCIANDO EXPERIMENTOS QUALITATIVOS E SIMULAÇÕES PARA DISCUTIR A NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO BÁSICO**

### **ASSOCIATING QUALITATIVE EXPERIMENTS AND SIMULATIONS TO DISCUSS THE NATURE OF SCIENCE IN BASIC EDUCATION**

**Layla Vieira Silva<sup>1</sup>, Rafael de Sousa Dutra<sup>2</sup>, Paulo Victor Santos Souza<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal Fluminense, laylavieira96@gmail.com

<sup>2</sup>Instituto Federal do Rio de Janeiro/CPAR, rafael.dutra@ifrj.edu.br

<sup>3</sup>Instituto Federal do Rio de Janeiro/CVOR, paulo.victor@ifrj.edu.br

#### **Resumo**

Este trabalho combina experimentos qualitativos e simulações no ensino de ciências para promover um entendimento mais crítico sobre a natureza da ciência, contrariando o foco predominante na memorização e aplicação de fórmula. Por meio de uma sequência didática que emparelha o contexto histórico das descobertas científicas, como os experimentos de Galileu sobre queda de corpos, com simulações interativas, o estudo visa preencher a lacuna entre teoria e prática científica. Empregando uma abordagem de métodos mistos, a pesquisa avalia as mudanças nas percepções da ciência e dos cientistas antes e depois da intervenção, revelando melhorias significativas no reconhecimento da importância da perseverança e da investigação rigorosa nas realizações científicas. Adicionalmente, as respostas de análise dos alunos a questões conceituais e questionários de autoavaliação indicam melhoria no engajamento e compreensão dos fenômenos científicos.

**Palavras-chave:** Ensino por modelagem, ensino de física, TICs.

#### **Abstract**

This work combines qualitative experiments and simulations in science teaching to promote a more critical understanding of the nature of science, countering the predominant focus on formula memorization and application. Through a didactic sequence that pairs the historical context of scientific discoveries, such as Galileo's experiments on falling bodies, with interactive simulations, the study aims to bridge the gap between theory and scientific practice. Employing a mixed methods approach, the research assesses changes in perceptions of science and scientists before and after the intervention, revealing significant improvements in recognizing the importance of perseverance and rigorous inquiry in scientific achievement. Additionally, students' analytical responses to conceptual questions and self-assessment questionnaires indicate improved engagement and understanding of scientific phenomena.

**Keywords:** Teaching by modeling, physics teaching, ICTs.

## **Introdução**

Nos livros didáticos de física, é comum haver apenas uma breve discussão sobre o método científico, seja através de um curto capítulo ou apenas uma nota solta em meio à introdução dos conceitos iniciais de física. Isto se reflete nas aulas de física no ensino fundamental e médio, no qual o método científico é geralmente discutido como um conjunto de regras a serem seguidas, como uma receita de bolo, o que deturpa a visão dos estudantes sobre a natureza da ciência e o fazer científico. Dessa forma, gerar uma discussão sobre a natureza da ciência em aulas de ciências e física é importante para que se possa fomentar a construção de uma visão mais realística sobre a ciência e seus métodos, em particular, sobre o papel dos modelos na representação da natureza. A utilização combinada de experimentos e (Tecnologia da Informação e Comunicação) TICs por meio do uso das simulações computacionais também é uma ferramenta extremamente poderosa no ensino de ciências atual. A utilização articulada de experimentos e simulações traz a possibilidade de investigar e discutir em sala de aula a relação entre os modelos físicos e a realidade. Fundamentada nos ciclos de modelagem de David Hestenes (HEIDEMANN, 2012), apresentamos neste trabalho os resultados da aplicação de uma sequência didática desenvolvida para permitir a discussão a respeito da natureza da ciência utilizando experimentos qualitativos e simulações computacionais com o intuito de desmistificar o método científico no ensino básico. De acordo com Hestenes, o objetivo principal do ensino de ciências é levar o estudante a desenvolver a habilidade de propor modelos, e utilizá-los na compreensão do mundo físico. Assentado nessa ideia, Hestenes desenvolveu uma metodologia para o ensino de ciências baseada em ciclos de modelagem (HESTENES, 2006). O ciclo possui dois importantes estágios: desenvolvimento do modelo e implementação do modelo. A sequência didática é dividida em três momentos. No primeiro, um pré-teste foi realizado. Em seguida, duas atividades, uma experimental e uma computacional são conduzidas. Finalmente, um pós-teste e um formulário de apreciação são preenchidos pelos alunos. A sequência totaliza 6 tempos de aula de 50 minutos. A sequência detalhada assim como os materiais que a compõem pode ser baixada no link: [sequencia\\_caixa\\_rosa.pdf](#).

Neste trabalho, relatamos um fragmento de uma pesquisa desenvolvida no contexto de um mestrado em ensino de física cujo objetivo geral consistiu em criar uma

sequência didática para o ensino básico capaz de promover o desenvolvimento de uma visão mais prática do método científico, fazendo com que os alunos tenham uma visão mais crítica do processo do fazer científico e de como a ciência se desenvolve, fugindo da ideia de que esse desenvolvimento acontece sempre de maneira linear e por meio de uma única via. . Este objetivo está em conformidade com os documentos oficiais que norteiam a educação básica no Brasil. Segundo a BNCC, o ensino de ciências na educação básica deve

exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (BRASIL, 2018, p. 9).

A pergunta de pesquisa que norteou o desenvolvimento das atividades aqui relatadas é: que efeitos podem ter na visão dos estudantes sobre a natureza da ciência a realização de atividades de modelagem experimentais e computacionais associadas? A seguir descrevemos a metodologia de pesquisa assim como os resultados de uma aplicação piloto da sequência didática.

### **Metodologia**

Esta sequência didática foi aplicada em formato piloto em uma instituição da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT) durante o segundo semestre de 2023 em duas turmas de um curso médio-técnico integrado em automação industrial. A primeira turma era composta por trinta e dois alunos do primeiro período e a segunda turma era composta por dezoito alunos do terceiro período do mesmo curso. Os dados foram adquiridos a partir das respostas dadas pelos estudantes à (a) atividade pré-teste, (b) atividade computacional guiada, (c) atividade pós-teste e (d) formulário de autoavaliação. Os dados relativos às duas turmas foram, em uma primeira análise, analisados juntos, como uma única turma. Nas atividades pré e pós-teste, os alunos avaliaram sentenças por meio da escala Likert de grau de concordância (CRESWELL; CRESWELL, 2021). Solicitou-se também que sua escolha fosse justificada. A análise destes questionários foi feita de forma quantitativa, adotando-se valores que vão de 1 até 5 para cada nível de concordância. À concordância plena com uma sentença verdadeira atribuí-se a nota 5; à discordância plena com uma sentença verdadeira atribuí-se a nota 1; à opção não sei opinar atribui-se sempre a pontuação 3, pois se entendeu que não saber opinar indica

uma melhor compreensão do que concordar parcial ou integralmente com uma sentença falsa, ou discordar parcial, ou integralmente com uma sentença verdadeira. Desta forma, foi possível calcular a média da turma para cada resposta. Ademais, foi possível, a partir da análise das justificativas dos alunos, compreender como os alunos interpretavam as sentenças. As respostas dos alunos às atividades (b) e (d) foram analisadas por meio da análise do conteúdo da Bardin (BARDIN, 2011). O nível de engajamento dos alunos foi avaliado mediante uma pergunta objetiva presente na autoavaliação (d). Considera-se, portanto, que a natureza da pesquisa é mista (CRESWELL; CRESWELL, 2021).

### **Resultados e discussão**

A partir dos resultados do pré-teste (a) foi possível perceber que a sentença 2 foi a que apresentou o menor índice de acerto. Por esta razão, nos detivemos a analisar esta pergunta. A partir dessa pré-análise quantitativa, uma análise qualitativa das justificativas dadas pelos alunos foi considerada. No questionário do pré-teste a turma obteve nota 3,0, uma vez que, ao avaliar a sentença "Cientistas são pessoas geniais" (sentença 2), a maioria concordou plenamente. Este dado sugere que a maioria esmagadora tem uma visão deturpada acerca da ciência e do fazer científico. Justificativas como "Todos os cientistas são pessoas geniais, porque todos eles pensam fora da caixa para realizar novas tarefas ou descobrir coisas novas", "Eu acho que são pessoas que tem uma inteligência maior que o normal" e "Eles não nascem gênios, mas com estudo e dedicação se tornam "geniais" ao ponto de desenvolver e pensar em algo que pessoas "comuns" não pensariam sem esse estudo", foram apresentadas. A maioria dos alunos estabeleceu uma ligação entre a ciência e a genialidade, mencionando que é uma qualidade inata e altamente exclusiva. Poucas foram as justificativas que se associou a "genialidade" a um processo árduo, levando em conta todo o trabalho envolvido por trás de um avanço científico. No pós-teste, a pergunta correspondente a esta foi levemente modificada para: "Cientistas são necessariamente geniais". Neste caso, a média evoluiu aumentando para 6,0, o que representa uma grande melhora em relação à visão que os alunos possuíam do cientista. Dentre as justificativas, pode-se destacar padrões tais como: "São pessoas que em alguns casos tiveram ideias geniais, porém são apenas pessoas que se dedicaram aquilo" e "Sim pois eles fazem pesquisas e experiências muito complexas que sem estudo não seria possível". É possível perceber uma modificação positiva na

maneira como os alunos enxergam o papel desempenhado pelo cientista na construção da ciência. Na justificativa a esta questão no pós-teste, muitos levaram em consideração em suas respostas a importância da dedicação e do trabalho empenhados pelos cientistas para conseguirem avançar na fronteira do conhecimento, desmistificando a ideia do cientista como um ser provido de uma genialidade sobrenatural. Com esta análise foi possível perceber que a sequência didática foi eficaz em mudar a visão do aluno em relação ao papel do cientista e de todo trabalho que deve ser realizado até chegar a uma descoberta científica.

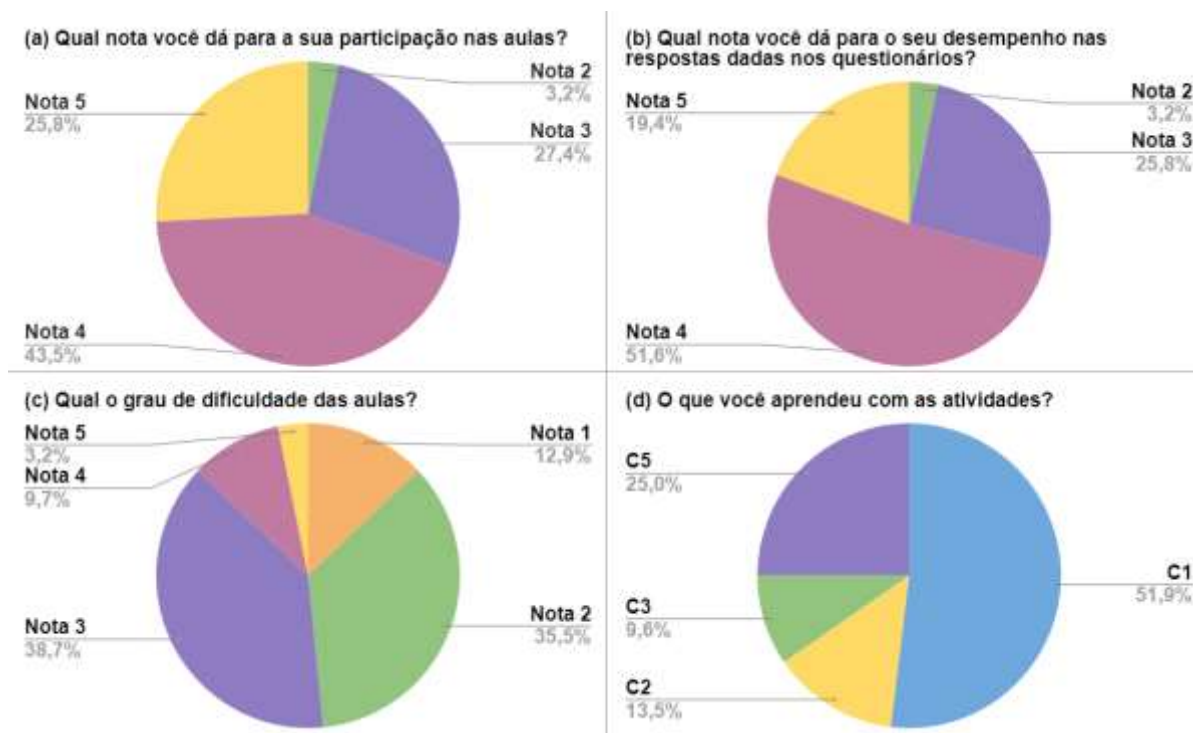
A análise dos resultados obtidos por meio do questionário da atividade de queda dos corpos (b), foi feito de maneira qualitativa através das respostas dadas às questões 10 e 11, as últimas do questionário. Na Questão 10 foi solicitado aos alunos que relacionassem os tempos de queda dos objetos em cada uma das situações. Aqui refere-se às quedas com e sem resistência do ar. Durante a análise, as respostas foram agrupadas da seguinte maneira: alunos que conseguiram fazer alguma relação do conteúdo apresentado na etapa da modelagem no *Modellus* com os vídeos exibidos e os que não conseguiram. Justificativas como "Na primeira parte o tempo de queda foi diferente, e na segunda, o tempo de queda foi igual" apareceram. Isso sugere que talvez a solicitação não tenha ficado clara para os estudantes, o que não invalida a análise, mas, em parte, fragiliza a interpretação dos mesmos. Cerca de 71% dos alunos não fez a associação entre o realizado e os vídeos apresentados, enquanto 29% realizou a associação.

Em relação à questão 11 - "O que possivelmente está acontecendo em cada uma das situações?", o aproveitamento foi de 100% haja vista que em cada justificativa dada, ao menos um conceito apresentado durante a aplicação do modelo foi mencionado. Desde o mais simples como "A resistência do ar, atua de formar diferentes em cada situação", assim em respostas mais elaboradas como "Na primeira situação os objetos caíram em diferentes tempos porque o meio estava os influenciando, e a resistência do ar provavelmente era maior que zero Na segunda: eles caíram ao mesmo tempo porque o meio não os estava influenciando e a resistência do ar era zero". Analisando outras justificativas, percebe-se que os alunos conseguiram associar o tempo de queda dos corpos ao meio em que se encontram e não a sua massa, como eles

mesmos justificaram no início da atividade. Este resultado permite-nos perceber uma mudança da percepção conceitual por parte dos alunos, em relação ao conteúdo sobre queda dos corpos, após as práticas realizadas ao longo da sequência.

Na atividade final (d), auto-avaliativa, as seguintes questões foram apresentadas aos alunos: (1) Qual nota você dá para a sua participação nas aulas? (2) Qual nota você dá para o seu desempenho nas respostas dadas nos questionários? (3) Qual o grau de dificuldade das aulas? (4) O que você aprendeu com as atividades? As perguntas de 1 a 3 eram quantitativas, de 1 até 5, em que onde 1 era muito baixo e 5 muito alto. Nos gráficos da figura 1 é possível ter uma visão geral do que eles responderam. Por meio dos gráficos percebe-se que os alunos julgaram terem tido

Figura 1: Distribuição percentual das respostas da auto-avaliação (d)



uma boa participação nas aulas, o que de fato ocorreu visto que eles estavam empenhados a participar e a responderem aos questionários assim como em todas as dinâmicas propostas. Quanto ao desempenho, suas escolhas também foram condizentes com os resultados analisados anteriormente. No que diz respeito à dificuldade, os alunos julgaram que as aulas tiveram uma dificuldade mediana, o que pode estar relacionado a realização de atividade experimentais e computacionais dinâmicas na sequência.

A questão 4, por sua vez, era qualitativa e tinha o intuito de analisar o que os alunos conseguiram aprender durante a sequência didática. Esta é o principal motivo pelo qual esta pergunta não é direcionada, o que dá a liberdade para os alunos expressarem o que realmente aprenderam no desenvolvimento das atividades (DE MELO; DOS SANTOS BIANCHI, 2015). Por meio da análise do conteúdo das respostas, foi possível agrupar as respostas em cinco grandes categorias. A categoria 1 diz respeito ao aluno que cita o conceito sem fazer nenhum tipo de explicação, a categoria 2 é em relação aos alunos que utilizaram conceitos ou uma teoria, vistos durante as aulas para explicar uma situação, já a categoria 3 é para aquelas respostas que ressaltam algum conhecimento prévio ou uma aplicação dos conceitos. A categoria 4 é para aqueles alunos que deram respostas em grupo apresentando assim respostas praticamente idênticas, e por fim, na categoria 5 se enquadram as respostas em que o aluno apenas fala como foi a aula sem usar nenhum tipo de conhecimento científico. No gráfico da figura 2(d) os percentuais de cada categoria são mostrados. Por meio do gráfico é possível inferir que por meio da sequência didática a maioria dos alunos conseguiu enumerar conceitos vistos durante as aulas, assim como cerca de 23% dos alunos conseguiram explicar alguma situação utilizando os conceitos, como também relacioná-los aos conhecimentos prévios.

### **Comentários finais**

Neste trabalho é apresentado um recorte de uma pesquisa desenvolvida no contexto de um mestrado em ensino de física. Apresenta-se uma sequência didática cujo objetivo é fomentar o desenvolvimento de uma visão mais realista a respeito da ciência e do fazer científico, o que se está em harmonia com os objetivos assinalados por documentos oficiais, como a BNCC. A sequência é fortemente influenciada pela metodologia didática dos ciclos de modelagem propostos por David Hestenes e associa experimentos conceituais a simulações para que a natureza da ciência seja discutida.

Os dados foram colhidos durante toda a aplicação e foram analisados por meio de diferentes ferramentas. Os mesmos sugerem fortemente que a sequência didática foi capaz de alcançar seu objetivo principal, a saber, promover o desenvolvimento de uma visão mais realista a respeito da natureza da ciência. Esta análise sumária de



nenhuma forma esgota a pesquisa. Pode-se, por exemplo, investigar as respostas ao último item da auto-avaliação (d) em busca de indicadores de letramento científico (MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005).

### **Referências**

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Ed. Revista e Ampliada, 2011.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. David. *Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Penso Editora, 2021.

DE MELO, W. V.; DOS SANTOS BIANCHI, C. Discutindo estratégias para a construção de questionários como ferramenta de pesquisa. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 8, n. 3, 2015.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Ciclos de modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de física. *Caderno brasileiro de ensino de física*. Florianópolis. Vol. 29, nesp 2 (out. 2012), p. 965-1007, 2012.

HESTENES, David. Notes for a modeling theory. In: *Proceedings of the 2006 GIREP conference: Modeling in physics and physics education*. Amsterdam: University of Amsterdam, 2006. p. 27.

MAMEDE, Maíra; ZIMMERMANN, Erika. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. *Enseñanza de las Ciencias*, n. Extra, p. 1-4, 2005.

NEVES, Rui GM; NEVES, Maria C.; TEODORO, Vítor Duarte. Modellus: Interactive computational modelling to improve teaching of physics in the geosciences. *Computers & Geosciences*, v. 56, p. 119-126, 2013.

POLS, F. What's inside the pink box? A nature of science activity for teachers and students. *Physics Education*, v. 56, n. 4, p. 045004, 2021.