

ATIVIDADES DIDÁTICAS DE FÍSICA PARA O DESENVOLVIMENTO DE CONTEÚDOS CONCEITUAIS E PROCEDIMENTAIS NO ENSINO MÉDIO

Dioni Paulo Pastorio, Josemar Alves, Muryel Pyetro Vidmar, Inés Prieto Schmidt Sauerwein, Ricardo Andreas Sauerwein, Bruna Roberta Wagner, Diego do Nascimento Loreto, Emanuela Decian, Franciele Roani Pedro, Pedro Schmitt Neves, Willian Grecillo dos Santos, Jardel Antonio Guidolin.
Universidade Federal de Santa Maria

RESUMO: Apresentamos os resultados de uma pesquisa realizada com o objetivo de investigar em que medida atividades didáticas de Física de resolução de problemas mediada por simulações computacionais contemplam o desenvolvimento dos conteúdos conceituais e procedimentais em alunos do ensino médio. Para isso estruturamos a pesquisa nas seguintes etapas: desenvolvimento de oficinas e, elaboração, implementação e avaliação de atividades didáticas. Os resultados indicam que a estruturação proposta nas atividades didáticas permitiu, em parte, desenvolver os conteúdos conceituais e procedimentais nesse contexto. Entretanto, não foi possível identificar o desenvolvimento dos conteúdos atitudinais, devido ao seu caráter mais geral.

PALAVRAS-CHAVE: atividade didática, resolução de problemas, simulação computacional, conteúdos conceituais e procedimentais.

OBJETIVOS: Em que medida atividades didáticas de Física de resolução de problemas mediada por simulações computacionais contemplam o desenvolvimento dos conteúdos conceituais e procedimentais em alunos do ensino médio.

MARCO TEÓRICO

A resolução de exercícios e problemas como estratégia didática no ensino de Física está presente há anos em sala de aula (Clement e Terrazzan, 2011). Embora, por vezes, eles sejam empregados como sinônimos, não possuem a mesma definição e aplicação didática.

Um problema é definido em função dos procedimentos utilizados para resolvê-lo: caso utilize fórmulas que levem à solução direta, tem-se um exercício; do contrário, trata-se de um problema (Lester, apud Pozo, 1998).

Para Pozo (1998) e Clement e Terrazzan (2011), ensinar a resolver problemas é mais que dotar os alunos de habilidades e estratégias eficazes. Isso porque a resolução de problemas (RP) exige a ativação de diversos tipos de conhecimento, os quais Cool e Vals (2000) denominaram conceitual, procedimental e atitudinal.

Os conteúdos conceituais estão relacionados às disciplinas, tais como força, calor e energia. Já os procedimentais estão ligados a um saber fazer, ou seja, a procedimentos e estratégias necessárias para atingir um objetivo. Por fim, os atitudinais relacionam-se ao saber ser, isto é, aos valores, atitudes e escolhas.

Uma das possíveis formas de abordar a RP aliada ao desenvolvimento dos referidos conteúdos é empregar as simulações computacionais como recurso didático. Isso porque elas apresentam diversas potencialidades, tais como: representar fenômenos dinâmicos; interatividade; desenvolver habilidades de RP; e gerar e testar hipóteses (Fiolhais e Trindade, 2003; Arantes, Miranda e Studart, 2010).

Logo, neste trabalho, temos como objetivo investigar em que medida atividades didáticas de Física de RP mediada por simulações computacionais contemplam o desenvolvimento dos conteúdos conceituais e procedimentais em alunos do ensino médio.

METODOLOGIA

Considerando esse objetivo, desenvolvemos inicialmente oficinas que abordaram a elaboração de Atividades Didáticas (AD) de RP de Física mediada por simulações computacionais, objetivando desenvolver os tipos de conteúdo mencionados. Os participantes dessas oficinas foram estudantes de graduação em Física e professores supervisores do Subprojeto Física do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Esse subprojeto visa elaborar, implementar e avaliar AD de Física de caráter investigativo no ensino médio. Nesse sentido, as oficinas buscaram fornecer subsídios para a elaboração, implementação e avaliação das AD.

As oficinas foram realizadas quinzenalmente e estruturadas em dois momentos: (1) presencial, em que abordamos a temática da oficina e houve a realização e discussão de tarefas pelos participantes; e (2) a distância, em que os participantes realizaram nova tarefa de leitura e análise de referenciais teóricos associados às temáticas. O quadro 1 apresenta as temáticas e os objetivos das oficinas.

Quadro 1.
Temáticas e objetivos das oficinas

OFICINA	TEMÁTICA	OBJETIVOS
1	Simulação computacional	<ul style="list-style-type: none"> – apresentar portais com simulações computacionais de Física; – abordar as características de uma simulação computacional; – discutir formas de utilização da simulação no contexto escolar, bem como suas potencialidades e limitações, de acordo com Fiolhais e Trindade (2003) e Arantes, Miranda e Studart (2010).
2	AD	<ul style="list-style-type: none"> – abordar os componentes básicos de uma AD; – apresentar um exemplo de AD sobre movimento retilíneo uniforme.
3	RP	<ul style="list-style-type: none"> – discutir: o que são e quais as funções didáticas dos problemas abertos e fechados e dos exercícios, de acordo com Pozo (1998) e Clement e Terrazzan (2011); – apresentar um exemplo de AD sobre termômetro e escalas termométricas.
4	Tipos de conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> – abordar os três tipos de conteúdo: conceitual, procedimental e atitudinal, de acordo com Cool e Vals (2000); – apresentar um exemplo de AD sobre equilíbrio térmico.

Após a realização das oficinas, propomos aos participantes que elaborassem, implementassem e avaliassem suas próprias AD, considerando os aspectos abordados nas oficinas. Para isso, os seis licen-

ciandos foram divididos em dois grupos, totalizando duas AD planejadas. Optamos por essa divisão, pois alguns deles ainda não haviam desenvolvido AD em sala de aula.

A primeira atividade (AD 1), “Estudo do movimento retilíneo”, abordou os movimentos retilíneos uniforme e uniformemente variado, utilizando como recurso didático principal a simulação computacional “O Homem em movimento” disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/moving-man. Os objetivos da AD consistiram em: (a) compreender a relação entre as grandezas tempo, posição, velocidade e aceleração na análise de movimentos; (b) diferenciar os movimentos retilíneo uniforme e uniformemente variado; (c) formular hipóteses e testá-las a partir de uma simulação computacional. A AD está disponível em <https://drive.google.com/open?id=0B4Ht9dOkjz2sWVR-zSkJpRTUyUzA>.

A segunda atividade (AD 2), “Estudo das transformações gasosas”, abordou as transformações gasosas isotérmica, isobárica e isovolumétrica, utilizando como recurso didático principal a simulação computacional “Propriedade dos gases” disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/gas-properties. Os objetivos da AD consistiram em: (a) identificar as características das transformações isotérmicas, isobáricas e isovolumétricas; (b) compreender a relação de proporcionalidade entre as variáveis pressão, volume, temperatura e número de partículas através da simulação computacional; (c) identificar as transformações gasosas em situações cotidianas. A AD está disponível em <https://drive.google.com/open?id=0B4Ht9dOkjz2sV0MxQnEyUIBhNW8>.

Após a elaboração das AD, elas foram implementadas em uma escola da rede pública de Santa Maria, RS, Brasil, parceira do subprojeto. Para isso utilizamos um ambiente virtual no qual foram disponibilizadas as AD. A AD 1 foi implementada em uma turma de 1ª série do ensino médio composta por dez alunos; já a AD 2 em uma turma de 2ª série do ensino médio composta por onze alunos, ambas em quatro aulas de cinquenta minutos cada.

Por fim, as AD implementadas foram analisadas pela equipe do Subprojeto Física do PIBID. Os resultados alcançados são descritos na próxima seção.

RESULTADOS

O foco da análise das AD consistiu em investigar em que medida AD de Física de RP mediada por simulações computacionais contemplam o desenvolvimento dos conteúdos conceituais e procedimentais em alunos do ensino médio.

Para isso, utilizamos dois aspectos: (i) análise das questões propostas, antes da implementação; (ii) análise das respostas dos alunos às referidas questões, após a implementação. Optamos por essa estrutura de análise pois ela nos possibilitou identificar: no item (i), a potencialidade das questões propostas para o desenvolvimento dos referidos conteúdos; e no item (ii), em que medida há indícios do desenvolvimento desses conteúdos nas respostas dos alunos.

Adotamos a classificação dos conteúdos proposta por Cool e Vals (2000). Para eles, os conceituais, por serem específicos de cada disciplina, são mais fáceis de serem identificados. Por outro lado, os procedimentais podem ser comuns a diversas disciplinas, mas também específicos. Dessa forma, para analisá-los, nos baseamos em Pozo, Postigo e Crespo (1995) que os classificaram nas seguintes categorias: (1) aquisição da informação; (2) interpretação da informação; (3) análise da informação e realização de inferências; (4) compreensão e organização conceitual da informação e (5) comunicação da informação. Por fim, os atitudinais são ainda mais gerais e exigem um acompanhamento mais extensivo que os primeiros (Cool e Vals, 2000). Por isso, neste trabalho, enfatizamos os conteúdos conceituais e procedimentais.

Os resultados obtidos com a análise da AD 1 estão apresentados no quadro 2. Em relação aos aspectos (i) e (ii), a itemização utilizada na análise dos conteúdos conceituais diz respeito aos objetivos de

cada AD descritos na metodologia, com exceção dos itens (c) que são procedimentais; já a numeração utilizada na análise dos conteúdos procedimentais diz respeito à categorização de Pozo, Postigo e Crespo (1995). Em relação especificamente ao aspecto (ii), utilizamos a seguinte notação: não desenvolvido (identificado em menos de 50% das respostas), parcialmente desenvolvido (identificado em 50% das respostas) e desenvolvido (identificado em mais de 50% das respostas).

Quadro 2.
Análise da AD 1

Questões	Tipos de Conteúdo	
	Aspecto (i)	Aspecto (ii)
Parte I	Conceitual: a Procedimental: 2 e 3	Conceitual: (a) não desenvolvido Procedimental: (2) não desenvolvido; (3) desenvolvido
Parte II – Q1	Conceitual: b Procedimental: 2 e 4	Conceitual: (b) não desenvolvido Procedimental: (2) desenvolvido; (4) não desenvolvido
Parte II – Q2	Conceitual: a Procedimental: 2 e 3	Conceitual: (a) parcialmente desenvolvido Procedimental: (2) desenvolvido; (3) parcialmente desenvolvido
Parte II – Q3	Conceitual: não consta Procedimental: 3	Conceitual: não consta Procedimental: (3) desenvolvido
Parte III – Q1	Conceitual: não consta Procedimental: 1	Conceitual: não consta Procedimental: (1) desenvolvido
Parte III – Q2	Conceitual: não consta Procedimental: 1 e 2	Conceitual: não consta Procedimental: (1) e (2) desenvolvidos
Parte IV	Conceitual: a e b Procedimental: 1, 2, 3 e 4	Conceitual: a e b não desenvolvidos Procedimental: (1), (2) e (3) desenvolvidos; (4) não desenvolvido

Os resultados apresentados no aspecto (i) do quadro 2 indicam que a AD 1, em seu planejamento, tem potencialidade para desenvolver conteúdos conceituais e procedimentais de forma integrada.

Entretanto, os resultados apresentados no aspecto (ii) mostram que os conteúdos conceituais esperados, em sua maioria, não foram desenvolvidos pelos alunos. Isso porque grande parte das questões propostas foram exercícios, contemplando apenas conteúdos procedimentais. Associamos isso à redação dessas questões, que não explicitaram a necessidade de justificar as soluções. Por outro lado, as questões que se caracterizaram como problema eram muito abertas, dificultando o estabelecimento de relações entre os conceitos físicos envolvidos, conforme constatou Peduzzi (1997).

Em relação aos procedimentais, percebemos que a AD 1 não contemplou aqueles ligados a: (i) compreensão e organização conceitual da informação, já que não possibilitou o estabelecimento de relações entre os conceitos; e (ii) comunicação da informação, já que não fomentou a expressão escrita das respostas.

Os resultados obtidos com a análise da AD 2 são apresentados no quadro 3, conforme o mesmo código utilizado no Quadro 2.

Quadro 3.
Análise da AD 2

Questões	Tipos de Conteúdo	
	Aspecto (i)	Aspecto (ii)
Inicial	Conceitual: a e b Procedimental: 1, 2, 3 e 4	Conceitual: (a) parcialmente desenvolvido e (b) desenvolvido Procedimental: (1), (2) e (4) desenvolvidos; (3) não desenvolvido
Q1	Conceitual: a e b Procedimental: 1 e 2	Conceitual: (a) desenvolvido e (b) parcialmente desenvolvido Procedimental: (1) e (2) desenvolvidos
Q2	Conceitual: a e b Procedimental: 1, 2, 3 e 4	Conceitual: (a) não desenvolvido; (b) parcialmente desenvolvido Procedimental: (1) e (4) parcialmente desenvolvido, (2) e (3) não desenvolvido
Q3	Conceitual: a e b Procedimental: 1 e 2	Conceitual: (a) e (b) não desenvolvidos Procedimental: (1) e (2) não desenvolvidos
Q4	Conceitual: a e b Procedimental: 1 e 2	Conceitual: (a) e (b) parcialmente desenvolvidos Procedimental: (1) parcialmente desenvolvido; (2) desenvolvido
Q5	Conceitual: a e b Procedimental: 1, 2, 3 e 4	Conceitual: (a) e (b) desenvolvidos Procedimental: (1), (2) e (4) desenvolvidos; (3) parcialmente desenvolvido
Q6	Conceitual: a e b Procedimental: 1, 2, 3 e 4	Conceitual: (a) e (b) desenvolvidos Procedimental: (1), (2) e (4) desenvolvidos; (3) não desenvolvido

Os resultados apresentados no aspecto (i) do quadro 3 mostram que a AD 2, em seu planejamento, tem potencialidade para desenvolver conteúdos conceituais e procedimentais de maneira integrada, inclusive em maior proporção que a AD 1.

Os resultados apresentados no aspecto (ii) mostram que essa potencialidade, em geral, se concretizou, visto que esses conteúdos estiveram presentes na maioria das respostas dos alunos. Atribuímos esse resultado positivo ao formato das questões que dava maior ênfase à relação entre os conceitos físicos, em comparação à AD 1.

Em relação aos procedimentais, percebemos que a potencialidade da AD para desenvolvê-los, de modo geral, também se concretizou. Porém, salientamos o baixo desenvolvimento daqueles relacionados à análise da informação e realização de inferências, principalmente pela ausência de elaboração de hipóteses nas respostas.

Sublinhamos ainda que a maior complexidade e interatividade da simulação computacional da AD 2, em relação a da AD 1, contribuiu para um desenvolvimento mais amplo tanto dos conteúdos conceituais quanto dos procedimentais.

CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho consistiu em investigar em que medida AD de Física de RP mediada por simulações computacionais contemplam o desenvolvimento dos conteúdos conceituais e procedimentais em alunos do ensino médio.

Os resultados obtidos indicam que a estruturação das AD permitiu desenvolver, em parte, os conteúdos conceituais e procedimentais, nesse contexto. Ademais, o par recurso didático e estratégia de ensino empregado esteve diretamente relacionado ao grau de desenvolvimento desses conteúdos.

Um desenvolvimento mais amplo dos conteúdos ocorreu na AD que apresentou equilíbrio entre problemas e exercícios, somado à utilização de uma simulação computacional mais complexa e interativa. Por outro lado, um desenvolvimento menos amplo se deu na AD que iniciou com um problema demasiadamente aberto, seguido por questões predominantemente baseadas em exercício.

Por fim, o caráter mais geral dos conteúdos atitudinais exige um acompanhamento maior ao longo do tempo que os demais, impossibilitando sua análise neste trabalho, pois houve uma implementação para cada AD.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANTES, A.R., MIRANDA, M.S. y STUART, N. (2010). Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. *Física na Escola*, 11(1), 27-31.
- CLEMENT, L. y TERRAZZAN, E.A. (2011). Atividades Didáticas de Resolução de Problemas e o Ensino de Conteúdos Procedimentais. *Revista Eletrônica de Investigação no ensino de Ciências*, 6(1), 97-101.
- COLL, C. y VALLS, E. (2000). *Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- FIOLHAIS, C. y TRINDADE, J. (2003). Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(3), 259-272.
- PEDUZZI, L.O.Q. (1997). Sobre a resolução de problemas no Ensino da Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 14(3), 229-253.
- POZO, J.I. (1998). *A solução de problemas: aprender a resolver problemas, resolver problemas para aprender*. Porto Alegre: Artmed.
- POZO, J.I., POSTIGO, Y. y CRESPO, M.Á.G. (1995). Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en ciencias. *Alambique*, 5, 16-26.