

O uso do PhET Simulations no ensino de frações

RESUMO

Franciele do Belém Makuch

cerconi@yahoo.com.br

0000-0001-7647-3937

Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil.

Marcio André Martins

prof.mmartins@gmail.com

0000-0002-7094-1215

Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil.

Este trabalho teve como objetivo explorar as potencialidades do PhET Simulations, com base nas metodologias Resolução de Problemas e Mídias Tecnológicas, a fim de proporcionar uma aprendizagem efetiva sobre as Frações. A investigação foi desenvolvida considerando-se os pressupostos da pesquisa qualitativa em educação e a realização de uma intervenção pedagógica. O ambiente de estudo consistiu de duas Salas de Apoio a Aprendizagem em Matemática, em contraturno do 6º ano do Ensino Fundamental. As informações coletadas possibilitaram a composição de um diário de bordo, mediante a observação participante e a produção escrita dos estudantes. Os resultados obtidos indicam uma evolução na aprendizagem no que se refere às categorias estabelecidas: conceito, operações e representações.

PALAVRAS-CHAVE: PhET Simulations. Educação Matemática. Salas de apoio à aprendizagem em Matemática.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, desde os meios escolares até os ambientes de trabalho, a preocupação com um ensino de matemática de qualidade vem sendo cada vez mais frequente. Alguns estudos, como exemplo Burak (2010) e Fernandes (2008), visam indicar caminhos que oportunizarão aos estudantes um início adequado com a disciplina.

Surgem, então, propostas para superar o entendimento sobre uma Matemática que se resume em conjuntos de fatos a serem memorizados e, ainda, possibilitar a compreensão dos números para além da contagem. Em acordo com Burak (2010), o século atual exige que os cidadãos saibam agir diante das constatações, mais do que apontar números. Neste sentido, destaca-se a Educação Matemática – EM, “uma poderosa ferramenta para a leitura do mundo, mas que pode e deve contar com o concurso de outras áreas do conhecimento para favorecer a compreensão e dar significado àquilo que se constata por meio da Matemática” (BURAK, 2010, p. 23).

Nesse contexto, a compreensão sobre os números – formas de representação, operações aritméticas e aplicações – é relevante, sobretudo no que se refere aos números racionais na forma fracionária. Este entendimento, nos diferentes níveis de ensino, é um tema discutido por diversos pesquisadores. Bertoni (2003), Rodrigues (2005), Bezerra (2001) tratam das dificuldades enfrentadas pelos estudantes na compreensão do conceito de fração – representação, comparação, equivalência, operações, interpretação de situações do cotidiano – e também abordam as dificuldades encontradas pelos professores ao explicar tais conteúdos.

Um dos problemas apontados no estudo de Fernandes (2008) é que, o óbice inicia quando se dá mais ênfase na aplicação das regras do que na compreensão do significado. Para Noé (2014) um ensino tecnicista de fração torna o aprendizado ineficiente, sendo preciso buscar alternativas pedagógicas.

A partir desses pressupostos, este trabalho explora o ensino de frações e propõe alternativa de prática pedagógica com base em uma investigação de natureza qualitativa e interpretativa. Como ponto de partida, foram identificadas as principais dificuldades enfrentadas nas Salas de Apoio a Aprendizagem de Matemática (SAAM) – reforço escolar realizado no contraturno do 6º Ano do Ensino Fundamental público do Estado do Paraná. Então, buscou-se apontar encaminhamentos contemplando as tendências metodológicas em Educação Matemática: Resolução de Problemas e Mídias Tecnológicas.

No que se refere à análise dos resultados considerou-se a abordagem do Estudo de Erros, conforme Cury (2007), e como ferramenta tecnológica o portal Interactive Simulations PhET (https://phet.colorado.edu/pt_BR/). Para uma melhor compreensão do leitor sobre o trabalho são apresentadas as potencialidades do PhET Simulations e os principais fundamentos sobre a metodologia e teoria adotadas.

2. SOBRE A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (EM)

Segundo as Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Estado do Paraná (DCE), a Educação Matemática (EM) configura-se “como campo de estudos que possibilita ao professor balizar sua ação docente, fundamentado numa ação crítica

que conceba a Matemática como atividade humana em construção” (PARANÁ, 2008, p. 46).

Kilpatrick (2015, p. 13) afirma que a “EM é uma matéria universitária e uma profissão. É um campo de academicismo, pesquisa e prática. Mais do que meramente artesanato ou tecnologia, ela tem aspectos de arte e ciência”. Como professor regente de EM, Kilpatrick (2015) observa que esse campo jamais foi tão forte, na qualidade de campo profissional e acadêmico, como agora.

Constatam-se algumas diferenciações entre Matemática e EM. Para Onuchic (2012), a EM não é uma ciência exata, e sim uma ciência social, muito mais empírica do que a Matemática e inerentemente multidisciplinar. Seu objetivo consiste em ajudar outros seres humanos. A EM atende às necessidades de uma alfabetização matemática que prepare diferentes populações de estudantes para a cidadania e o mundo do trabalho.

Segundo Griffiths (apud BURAK & KLÜBER, 2010), a EM versa sobre a seleção e comunicação da Matemática sujeita às restrições causadas pela sociedade, com o objetivo de iniciar os estudantes na atividade matemática.

Conforme esclarece Kilpatrick (2015), os pesquisadores em EM não provam teoremas. Suas reivindicações são condicionais, tentativas e envolvidas em um determinado contexto. Segundo Burak e Martins (2015), como educadores matemáticos, pretende-se outro ensino: um ensino que leve o aluno a pensar, a atribuir significado ao que aprende, a apoderar-se de um conhecimento interdisciplinar e holístico, que demonstre as conexões entre as partes e o todo. Espera-se, assim, contribuir para que o estudante possa construir algumas competências necessárias no mundo atual, como: “saber observar, explorar e investigar; estabelecer relações, classificar e generalizar e, ainda, favorecer situações que permitam desenvolver capacidades de argumentar, tomar decisões e criticar [...]” (BURAK & MARTINS, 2015, p. 97).

Consta nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1997) que as tendências são caminhos para fazer Matemática na sala de aula, são possibilidades de trabalho. Como exemplos, o documento cita o recurso à Resolução de Problemas (RP), à História da Matemática (HM), às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e aos Jogos. Em acordo com as DCE (PARANÁ, 2008), os conteúdos matemáticos devem ser abordados por meio de tendências metodológicas em Educação Matemática: Resolução de Problemas (RP); Modelagem Matemática (MM); Mídias Tecnológicas (MT); Etonomatemática; História da Matemática (HM) e Investigações Matemáticas (IM). Cabe ao docente, portanto, analisar as possibilidades, considerando as particularidades do meio escolar. Nesse encaixe, optou-se aqui pelas tendências RP e MT, com as concepções descritas a seguir.

2.1 DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS (RP)

Para ser uma atividade estimulante e enriquecedora, a Matemática não pode chegar aos alunos na sua forma pronta, acabada. Conforme House (1997) é com isso que os estudantes se habituaram. No entanto, a autora incita professores e estudantes a adentrarem os caminhos da RP, levando a uma Matemática em elaboração.

Para Branca (1997), o conceito de RP é abrangente, devendo ser analisado com, pelo menos, três sentidos diferentes: uma razão (ou meta), um processo e uma habilidade básica. Com a primeira interpretação, pessoas ligadas à Matemática entendem que a RP é uma meta do estudo dessa disciplina, quando não é a meta, ou seja, representa a razão principal para se estudar essa matéria. Nessa perspectiva, o professor pode ser influenciado em todas as suas atividades didático-pedagógicas, encontrando outra proposta para o ensino (BRANCA, 1997). Para o National Advisory Committee on Mathematical Education (NACOME), “aprender a resolver problemas é a razão principal para se estudar matemática” (BRANCA, 1997, p. 9).

Conforme Deguire (1997) leva tempo para se desenvolver a habilidade de resolver problemas. Por isso o professor precisa envolver os alunos com a RP, o maior número de vezes possível. Para House (1997), a RP deve fazer parte da aula de Matemática, e não pode ser usada como um apêndice ou passatempo para o final de semestre. Ao contrário, o docente que trabalha frequentemente com a RP possibilita que os estudantes insiram-se no processo de construção matemática. Assim, deixam de ser espectadores da disciplina e passam a ser seus construtores e usuários, encontrando prazer e realização na Matemática, da mesma forma que seus professores.

Além de todas essas vantagens imediatas, a RP pode contribuir para a autonomia e criticidade discente, conforme Furlanetto, Dullius e Althaus (2012). Com a RP o estudante torna-se agente de sua própria aprendizagem, criando seus métodos e estratégias de resolução.

Onuchic (2012) pontua que a RP possibilita a participação responsável e informada de uma sociedade moderna, democrática, produzindo conhecimento matemático apropriado, com compreensão e habilidades para atuar em um mercado de trabalho que reflete tendências da economia mundial, altamente competitiva e tecnológica. A autora admite a perspectiva que compreende três momentos: antes, durante e depois da resolução. Primeiramente o professor deve certificar-se de que os estudantes estão preparados para receber a tarefa, assegurando-se da compatibilidade com o nível cognitivo (preparação do problema). Recomenda ainda a leitura conjunta do problema, com os discentes, esclarecendo possíveis termos desconhecidos. Durante a resolução o professor deve buscar motivar, estimular e observar, certificando-se do envolvimento de todos. Enquanto os estudantes, em grupos, buscam resolver o problema, o professor observa, analisa o comportamento da turma e estimula o trabalho colaborativo. No terceiro momento os estudantes devem socializar as estratégias utilizadas, sem nenhum tipo de avaliação (explícita). Os representantes dos grupos registram suas ideias e a classe analisa e discute, em plenária. “O professor se coloca, como guia e mediador das discussões, incentivando a participação ativa e efetiva de todos os alunos. Este é um momento bastante rico para a aprendizagem” (ONUCHIC, 2012, p. 13). Ao final, ocorre a “formalização” em que o professor organiza e estrutura o conteúdo em linguagem matemática – esclarecendo os conceitos, os princípios e os procedimentos vivenciados com a RP.

2.2 SOBRE AS MÍDIAS TECNOLÓGICAS, MT

Conforme Dorigoni e Silva (2015, p. 1), “a educação para as mídias como perspectivas de um novo campo de saber e de intervenção vem se desenvolvendo desde os anos de 1970 no mundo inteiro com o objetivo de formar usuários ativos, criativos, críticos de todas as TIC”.

Valente (2015) destaca que há duas formas de utilização do computador na educação: tanto ele pode ser usado como máquina de ensinar quanto como máquina para ser ensinada. No primeiro caso, esse uso consiste na informatização dos métodos de ensino tradicionais e caracteriza, do ponto de vista pedagógico, o paradigma instrucionista. No segundo caso, tem-se o oposto do Instrucionismo, que é o Construcionismo.

Para alguns especialistas como Penteado Silva (1997), Borba; Penteado (2001) e Penteado (1999, 2000), o uso de TIC é indicado no ensino de Matemática, porque aumenta o número de atividades nas quais os discentes podem utilizar diferentes representações (como tabelas e gráficos, por exemplo) de forma rápida e articulada. Devido à capacidade técnica das máquinas, o professor pode planejar atividades que não são possíveis com o uso de lousa e giz. Para ensinar Matemática, por exemplo, o docente dispõe de diversos softwares com os quais os discentes podem explorar conceitos matemáticos de modo mais dinâmico e detalhado (MARIN, 2012).

Portanto, a utilização dos laboratórios de informática, comuns em escolas da rede pública, pode contribuir para a aprendizagem discente também em Matemática. De acordo com os PCN, a Matemática é uma criação humana, desenvolvida para atender às necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferenciadas épocas históricas. É importante que os recursos das Tecnologias da Comunicação se incorporem ao seu ensino (BRASIL, 1998).

3. O PORTAL INTERACTIVE SIMULATIONS (PHET)

Os Objetos de Aprendizagem (OA) são recursos digitais usados em contexto educacional, são ferramentas que podem ser usadas várias vezes, em diversificadas situações de aprendizagem. É possível disponibilizar um OA ao mesmo tempo para uma turma de aprendizes, como um simulador, por exemplo, pois os simuladores caracterizam uma classe de OA (SANTOS; MOITA, 2015).

As novas tecnologias digitais aplicadas à Educação são recomendadas pelas DCE do Estado do Paraná.

Aplicativos de modelagem e simulação têm auxiliado estudantes e professores a visualizarem, generalizarem e representarem o fazer matemático de maneira passível de manipulação, pois permitem construção, interação, trabalho colaborativo, processos de descoberta de forma dinâmica e o confronto entre a teoria e a prática. (PARANÁ, 2008, p. 69).

No Portal Interactive Simulations (PhET) estão disponíveis simulações em várias disciplinas: Matemática, Física, Química, Biologia e Ciências da Terra, dentre essas, há uma graduação da dificuldade. O objetivo principal é despertar o interesse discente, para que possa interagir em sala de aula (SOUZA, 2012).

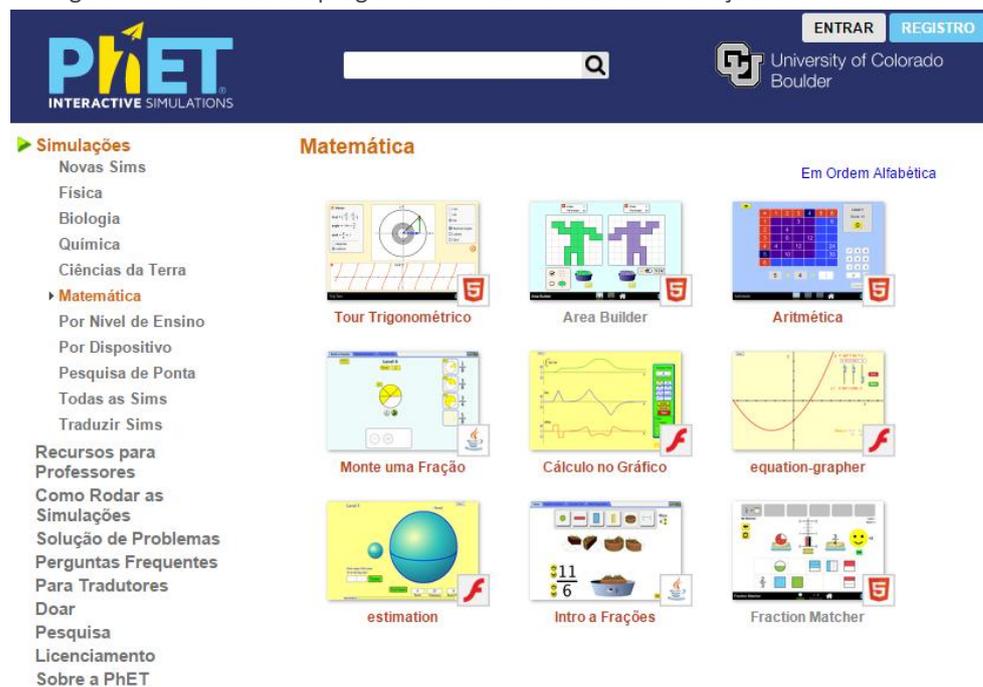
Como exemplo, Souza (2012) utilizou o PhET em duas escolas de Porto Velho (RO), objetivando ensinar aos alunos um conteúdo de Física: associação de resistores. O resultado demonstrou que 85% do alunado atingiu o objetivo,

estudando os fenômenos que aconteciam no simulador. O autor analisou, além do PhET, outros cinco softwares livres: Modellus, Phun, Labvirt (Show Atômico e Lançamento Oblíquo) e PROFI I (Programa de Física 1), direcionados ao ensino de Física. Com relação ao PhET,

Este software se mostra muito simples, dinâmico, com uma aparência lúdica e de fácil entendimento em todas as etapas necessárias a percorrer. Mostrando-se numa linguagem descomplicada, com boa legibilidade é adequada a alunos do ensino médio, facilitando assim seu entendimento sobre o assunto abordado. Deve-se levar em consideração a ocorrência de alguns tópicos em que os alunos possivelmente terão alguma dificuldade, por isso a presença do professor no momento da utilização do software é fundamental. (SOUZA, 2012, p. 7).

Para o grupo de pesquisadores que desenvolveu o PhET, o uso das simulações pelos professores permite variações, como exemplo, aulas expositivas, atividades em grupos na sala de aula, tarefas em casa ou no laboratório (ARANTES, MIRANDA & STUDART, 2010).

Figura 1 – Tela inicial do programa PhET com acesso às simulações de Matemática.



(Fonte: PhET)

O PhET apresenta três possibilidades de se proceder às simulações gratuitas: 'Correr' (jogar); 'Descarregar todo o website no computador', USB ou CD (Baixar) ou 'Descarregar uma ou mais simulações no computador', USB ou CD. Na primeira opção, basta estar com o computador conectado à Internet. Nas demais, é feito o download, com o aplicativo Java. Possibilita ainda a sua utilização no Laboratório de Informática e em ambientes com ou sem wi-fi.

4. DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

O ambiente de estudo consistiu das Salas de Apoio a aprendizagem em Matemática, SAAM, com a participação de 21 estudantes em dois estabelecimentos de ensino público do Estado do Paraná, aqui denominados EA e EB. A partir dos resultados da Prova Brasil, em 2013, e de contatos com as equipes pedagógicas do EA e do EB, constatou-se como uma demanda iminente e optou-se por abordar o ensino de frações.

Admitiu-se, então, a condução de uma investigação de natureza qualitativa e interpretativa, com os pressupostos de Biklen e Bogdan (1994): a observação do fenômeno de estudo no contexto onde ocorre; a descrição das atividades, podendo ser com observações, anotações, fotografias, entrevistas, depoimentos e produções dos estudantes; há preocupação com o processo de ensino e aprendizagem de maneira interativa; os dados pesquisados devem demonstrar as perspectivas do trabalho no ambiente colaborativo e a análise dos dados deve seguir um processo abduutivo do conhecimento.

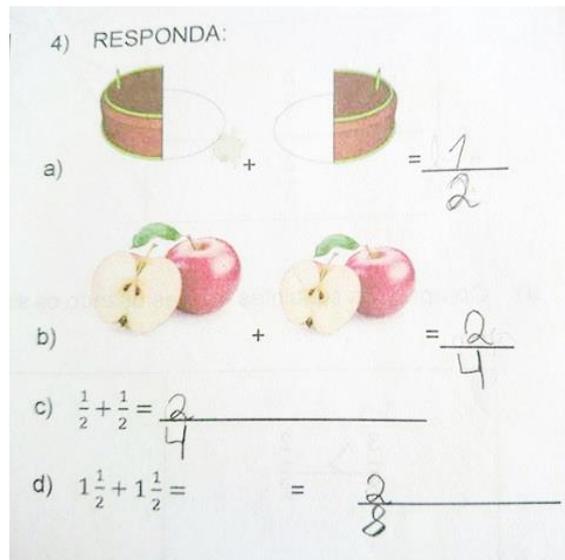
Como instrumentos de coleta de informações, além da composição de um diário de campo, observação participante e produção escrita dos estudantes, foram consideradas: avaliações pré e pós-intervenção, aqui denominadas pré-teste e pós-teste, com níveis equivalentes de dificuldade, caracterizados por questões conceituais e operacionais, com atividades objetivas e subjetivas. Como foco da investigação, foram estabelecidas as categorias de análise: conceitos, operações e representações.

Com a exploração das respostas do pré-teste, em acordo com as fichas de encaminhamento às SAAM, constatou-se que os estudantes cometiam erros inerentes às três categorias preestabelecidas. Ainda, manifestavam um entendimento sobre as frações por analogia aos Números Inteiros, no que se refere às propriedades operatórias. Portanto, na identificação dos conhecimentos prévios tornou-se evidente a necessidade de uma abordagem em nível elementar.

No que se refere à dinâmica do processo avaliativo, em caráter contínuo e diagnóstico, considerou-se a Análise de Erros conforme Cury, Bisognin e Bisognin (2015). Neste sentido, os erros discentes relacionados às frações foram classificados em: Erros Conceituais (EC), Erro na interpretação de texto não verbal (EITNV), Erro na lecto escrita de números fracionários (ELENF), Erros na RP (ERP) e Erros no Tratamento de Números Racionais Fracionários (ETNRF).

Mediante a análise do pré-teste, constatou-se que 2/3 dos estudantes cometiam EITNV, como exemplo, a falta de compreensão sobre uma situação que ilustra que a metade de um bolo ($\frac{1}{2}$) mais a outra metade ($\frac{1}{2}$) forma o bolo inteiro, ou seja, que $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$ (Questão 4, a, Figura 2); de forma similar, aproximadamente 90% do alunado não respondeu que uma maçã e meia maçã + uma maçã e meia maçã totaliza três maçãs, ou seja, $1\frac{1}{2} + 1\frac{1}{2} = 3$ (Questão 4, b, Figura 2). Outro ponto destacado foi o ETNRF, como exemplificado na questão 4 c) (Figura 2), em que os estudantes consideraram as frações como Números Naturais ao somar, ou seja, somaram os numeradores ($1+1 = 2$) e os denominadores ($2+2 = 4$). Isso corresponde ao que Cury (2007) chama de sobregeneralização ou falsa generalização, em uma analogia equivocada com os Números Inteiros.

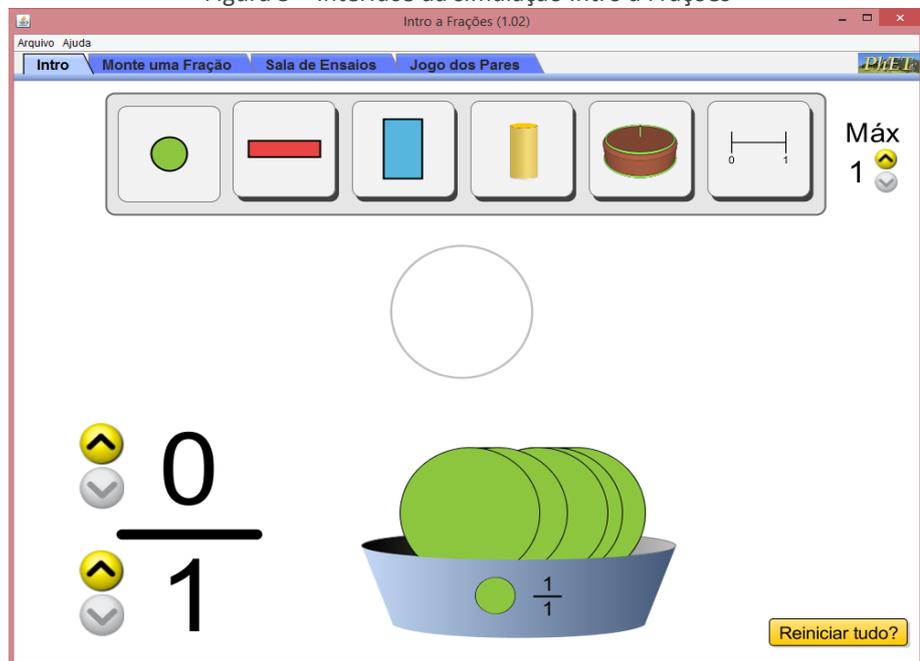
Figura 2 - Questão do Pré-teste respondida por aluno de EA



(Fonte: Dados da pesquisa)

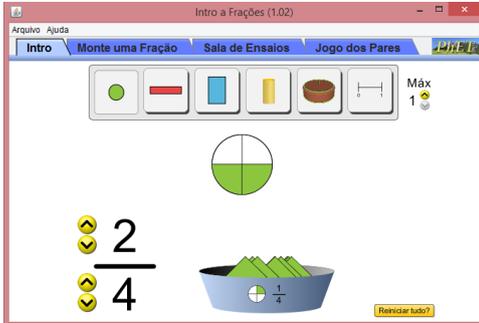
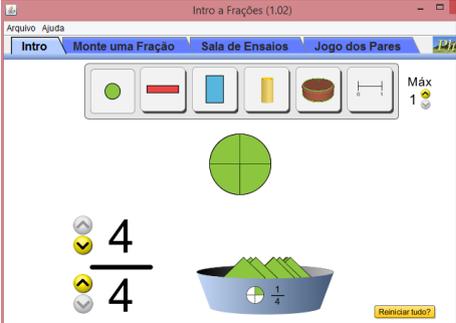
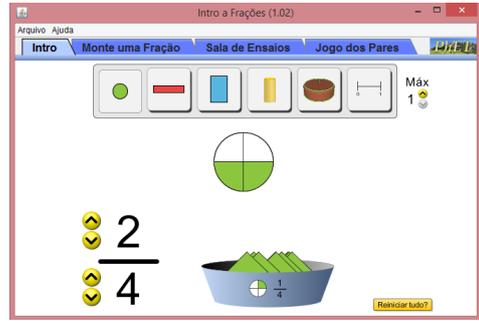
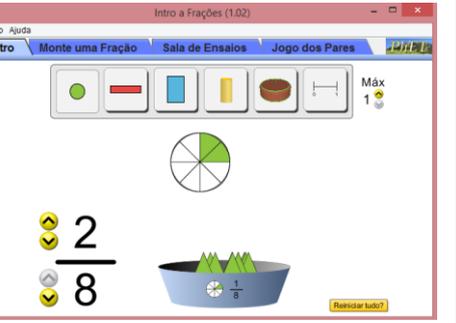
Após a análise dos resultados do pré-teste, o segundo encontro iniciou com uma ambientação com o PhET, em que a Figura 3 apresenta a primeira interface abordada. Nesta atividade foi possível explorar frações, por exemplo, como representar $\frac{1}{3}$ de um bolo de chocolate, criando as frações com diversas formas de representação e divertidos objetos interativos.

Figura 3 – Interface da simulação Intro a Frações



(Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/fractions-intro)

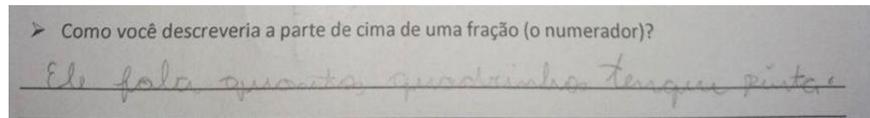
Quadro – Desenvolvimento da atividade 1.

ATIVIDADE 1									
1) Questão norteadora: o que é uma fração?									
2) Experimentação: 10 minutos para explorar a simulação, com base na RP.									
									
3) Escreva uma fração, e faça uma representação.	4) Aumente ou diminua o numerador.								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; padding: 5px;">Fração</th> <th style="width: 50%; padding: 5px;">Representação</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">$\frac{2}{4}$</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"></td> </tr> </tbody> </table>	Fração	Representação	$\frac{2}{4}$		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; padding: 5px;">Fração</th> <th style="width: 50%; padding: 5px;">Representação</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">$\frac{4}{4}$</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"></td> </tr> </tbody> </table>	Fração	Representação	$\frac{4}{4}$	
Fração	Representação								
$\frac{2}{4}$									
Fração	Representação								
$\frac{4}{4}$									
5) Justificativa/argumentação.									
<p>O que aconteceu?</p> <p><i>antes estava pintando 2 e agora 4.</i></p>									
6) Sobre a fração do item 3, aumente ou diminua o denominador.									
Experimentação no PhET									
									
Registro do estudante A									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; padding: 5px;">Fração</th> <th style="width: 50%; padding: 5px;">Representação</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">$\frac{2}{8}$</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"></td> </tr> </tbody> </table>		Fração	Representação	$\frac{2}{8}$					
Fração	Representação								
$\frac{2}{8}$									
<p>O que aconteceu?</p> <p><i>antes estava dividido em 4 agora em 8.</i></p>									

As três categorias de análise preestabelecidas, assim como as classes de erros discentes foram investigadas considerando-se a dinâmica: proposição de uma questão norteadora, pelo docente, seguida da experimentação no Phet, e do registro discursivo pelos discentes (Quadro). Como registro da observação participante, cabe ressaltar que a experimentação possibilitou a exploração de possibilidades, o levantamento de conjecturas e a validação de hipóteses em uma ação colaborativa envolvendo discentes e docente.

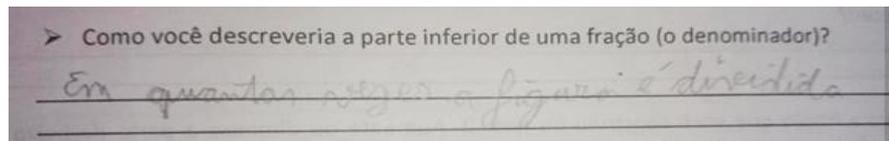
Em acordo com a RP, a etapa seguinte consiste da estruturação do conteúdo matemático. Nesse intuito, os estudantes registraram os seus entendimentos sobre alguns elementos fundamentais (Figuras 4 e 5).

Figura 4 – Questão respondida pelo Aluno B, sobre o numerador.



(Fonte: os autores)

Figura 5 – Questão respondida pelo Aluno B, sobre o denominador.



(Fonte: os autores)

Outro ponto a ser destacado no diário de campo ou de bordo é que, com a realização das simulações (experimentação) os estudantes tornaram-se mais confiantes ao responder, quando questionados, por exemplo, sobre o que aconteceria se aumentássemos/diminuíssemos a parte superior/inferior de uma fração. Entretanto, nos momentos de socialização e argumentação, expressaram a necessidade de apoio de representações geométricas, para responder situações envolvendo números fracionários.

As atividades (como exemplificado no Quadro) foram desenvolvidas em duplas ou trios, com experimentação no PhET (Figura 6). Em seguida, as soluções dos grupos eram socializadas com a turma. Ao final, o docente registrava na lousa a formalização matemática envolvendo conceitos e propriedades operatórias, assim como apresentava outros exemplos de situações envolvendo contextos diversos (problemas). Esta dinâmica foi mantida por 10 encontros de duas horas, o que possibilitou diferentes perspectivas de análise, sob o ponto de vista discente, docente, com base nas anotações do diário de campo do pesquisador e das produções escritas dos estudantes.

Figura 6 – Alunos do EA desenvolvendo a atividade 1 (Quadro).



(Fonte: os autores)

Além destas análises, as considerações e argumentações dos estudantes resultaram em um diagnóstico que permitiu identificar as dificuldades e a evolução do aprendizado. Neste sentido, a Análise de Erros configurou-se apropriada. Pode-se observar na tabela, de um modo geral, a evolução do aprendizado com base nas classes de erros.

Tabela – Ocorrência e Tipo de Erros - Pré-Teste e Pós-Teste

Questão	Pré-Teste		Pós-Teste	
	Erro cometido	Frequência	Erro cometido	Frequência
1	EC	100%	EC	50%
2	EC	80%	EC	30%
3	EITNV e ETNRF	90%	EITNV e ETNRF	30%
4	EC e ELENRF	60%	EC e ELENRF	10%
5	EC e EITNV	70%	EC e EITNV	0
6	EC e ERP	40%	EC e ERP	20%
7	EC e EITNV	90%	EC e EITNV	30%

(Fonte: Diário de Campo do pesquisador)

Para a elaboração da tabela, foram analisados o pré-teste e o pós-teste de 10 estudantes que participaram de todas as atividades realizadas. Assim, constatou-se que, para além de uma melhora em termos quantitativos na redução dos erros, ocorreu uma evidente melhora nos aspectos qualitativos no que se refere à escrita e à exposição oral, durante a descrição dos raciocínios e das respostas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As atividades desenvolvidas passaram por três etapas: antes – Preparação do Problema, durante – Resolução do Problema, e depois – Plenária e Formalização, conforme sistemática adotada por Onuchic (2012). Durante a experiência com a RP o professor estimulou o trabalho colaborativo, incentivou os estudantes a pensar e a trocar ideias. Por fim, as resoluções foram discutidas e registradas na

lousa e, após um consenso e/ou entendimento da turma, o professor formalizou os novos conceitos, propriedades e conteúdos.

Como enfatizando no decurso do texto, considera-se a viabilidade das MT em salas de aula, porém com reservas, em acordo com especialistas da área que advertem que as tecnologias digitais não podem tornar-se uma panaceia, que sozinhas não proporcionam o necessário salto em qualidade na Educação.

Mediante a perspectiva de Onuchic (2012) sobre a RP e com base no Construcionismo descrito por Valente (2015), o PhET constitui uma ferramenta potencial ao trabalho em sala de aula. Como principais fatores motivadores ao seu uso estão: a experimentação, o estabelecimento de um ambiente dinâmico e interativo privilegiando a colaboração entre os pares e o professor, o incentivo à exposição de ideias e à validação dos resultados.

Ao recomendar o uso do PhET, com base nos resultados da prática em sala de aula, vivenciada em um ambiente de investigação, espera-se que os encaminhamentos propostos tragam benefícios ao aprendizado das frações. E, neste sentido, contribuam com a superação das dificuldades de entendimento sobre este conteúdo, que se fazem presentes em diversas etapas da escolarização e constituem empecilhos para a aquisição de novas aprendizagens em Matemática.

Enquanto trabalhos futuros, recomenda-se a utilização do PhET seguindo os panoramas de ensino propostos por Onuchic (2012) e Valente (2015), na abordagem de outros conteúdos, em caráter de pesquisa em Educação Matemática, no intuito de investigar as suas potencialidades em diversos níveis de ensino.

The use of PhET Simulations in the teaching of fractions

ABSTRACT

In this article aim to explore the potentialities of PhET Simulations, based on the methodologies of Problem Solving and Technological Media, in order to provide an effective learning about Fractions. Develop the research with the presuppositions of the qualitative research in education and the accomplishment of a pedagogical intervention. The study environment was two Support Rooms for Learning in Mathematics, in school counterturn of the 6th Year of Elementary Education. Collect the information with the composition of a logbook, participant observation and written production of the students. The results obtained indicate an evolution in student learning in terms of the established categories: concept, operations and representations.

KEYWORDS: PhET Simulations. Mathematics education. Rooms Support Maths.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Alessandra Riposati; MIRANDA, Márcio Santos; STUDART, Nelson. **Objetos de Aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PheT**. Física na Escola, v. 11, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol11/Num1/a08.pdf>> Acesso em: 10 set. 2015.

BIKLEN, S; BOGDAN, R. C. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, p. 134-301, 1994.

BRANCA, Nicholas A. **Resolução de problemas como meta, processo e habilidade básica**. In: KRULIK, Stephen e REYS, Robert E. (Org.) A resolução de problemas na matemática escolar. Tradução Hygino H. Domingues e Olga Corbo. São Paulo: Atual, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental**. 1 a 4 séries, Brasília. SEF, 1997.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BURAK, Dionísio. **Da matemática à educação matemática: olhares múltiplos e complexos para a educação do século XXI**. X EPREMI – Encontro Paranaense de Educação Matemática. 17 a 19 de set.2009. Disponível em: <<http://www.unicentro.br/editora/anais/xeprem/PE/02.pdf>> Acesso em: 10 set. 2015.

_____. **Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula**. Revista de Modelagem na Educação Matemática. v. 1, n. 1, 2010, p. 10-27.

BURAK, Dionísio; MARTINS, Márcio André. **Modelagem Matemática nos anos iniciais da educação básica: uma discussão necessária**. Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologias. v. 8, n. 1, jan-abr.2015, p. 92 -111. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/viewFile/1925/1982>> Acesso em: 20 jul. 2015.

BURAK, Dionísio; KLÜBER, Tiago Emanuel. **Educação Matemática: contribuições para a compreensão da sua natureza**. Acta Scientiae, v.10, n.2, jul./dez. 2008.

_____. **Modelagem matemática na educação básica numa perspectiva de educação matemática**. In: BURAK, Dionísio; PACHECO, Edilson Roberto; KLÜBER,

Tiago Emanuel (Orgs.) Educação matemática: reflexões e ações. Curitiba: Editora CVR, 2010.

CURY, Helena Noronha. **Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos.** Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

DEGUIRE, Linda J. **Polya visita a sala de aula.** In: KRULIK, Stephen e REYS, Robert E. (Org.) A resolução de problemas na matemática escolar. Tradução Hygino H. Domingues e Olga Corbo. São Paulo: Atual, 1997.

FERNANDES, S. F. H. **As frações do dia a dia: operações.** Programa de Desenvolvimento Educacional. Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2008.

FURLANETTO, Virginia; DULLIUS, Maria Madalena e ALTHAUS, Neiva. **Estratégias de resolução de problemas para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem de matemática.** IX Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul – ANPED. 2012. Disponível em:
<<http://www.uces.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/view/2551/275>> Acesso em: 03 mar. 2015.

HOUSE, Peggy A. **Aventurando-se pelos caminhos da resolução de problemas.** In: KRULIK, Stephen e REYS, Robert E. (Org.) A resolução de problemas na matemática escolar. Tradução Hygino H. Domingues e Olga Corbo. São Paulo: Atual, 1997.

KILPATRICK, Jeremy. **Fincando estacas: uma tentativa de demarcar a Educação Matemática como um campo profissional e científico.** Tradução Rosana G. S. Miskulin; Cármem Lúcia B. Passos; Regina C. Grandó e Elisabeth A. Araújo. Disponível em:
<http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/235539/mod_resource/content/1/TEXT0%20B-Kilpatrick,%20J.pdf> Acesso em: 03 dez. 2015.

ONUCHIC, Lurdes de La Rosa. **Novas Reflexões sobre o ensino aprendizagem de matemática através da resolução de Problemas.** In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani e BORBA, Marcelo de Carvalho (orgs.) Educação Matemática – pesquisa em movimento, São Paulo, Editora Cortez, 2004.

ONUCHIC, Lurdes de La Rosa. **A resolução de problemas na educação matemática: onde estamos e para onde iremos?** IV Jornada Nacional de Educação Matemática. XVII Jornada Regional de Educação Matemática. 06 a 09 de maio de 2012, Universidade de Passo Fundo. Disponível em:
<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/setembro2012/matematica_artigos/artigo_lonuchic.pdf> Acesso em: 21 maio 2015.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. Departamento de Ensino Fundamental. **Orientações pedagógicas, matemática: sala de apoio à aprendizagem.** Curitiba: SEED - Pr. 2008.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Superintendência da Educação.** Instrução n. 001/2008-SUED/SEED. Disponível em:
<<http://www.educacao.pr.gov.br/arquivos/File/instrucoes/instrucao012008.pdf>>
Acesso em: 05 jun. 2015.

PARANÁ. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Matemática.** SEED: Curitiba, 2008.

PAULO, David. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) como instrumento de aprendizagem significativa de física no ensino médio.** Dissertação de Mestrado. São Carlos: UFSCar, 2014. Disponível em: Acesso em: 20 jun. 2015.

SANTOS, José Jefferson Aguiar dos; MOITA, Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro. **Objetos de Aprendizagem e o Ensino de Matemática: Análise de sua importância na aprendizagem de conceitos de probabilidade.** Disponível em:
<www.pucrs.br/famat/viali/tic_literatura/artigos/objetos/comunica13.pdf>
Acesso em: 25 jun. 2015.

SOUZA, Fabrício de. **Levantamento e análise de softwares livres de física para o ensino médio.** TCC Física. Porto Velho: Departamento de Física da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR Campus de Porto Velho, 2012. Disponível em: <<http://www.fisica.unir.br/downloads/TCC/TCCFABRICIO.pdf>>
Acesso em: 22 abr. 2015.

VALENTE, José Armando. **Informática na educação: instrucionismo x construcionismo.** Disponível em:
<<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/tecnologia/0003.html>>
Acesso em: 21 jun. 2015.

Recebido: 2016-02-15

Aprovado: 2018-05-10

DOI: 10.3895/rbect.v11n2.3753

Como citar: MAKUCH, F. B.; MARTINS, M. A. O uso do PhET Simulations no ensino de frações. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 11, n. 2, 2018.

Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/3753>>. Acesso em: xxx.

Correspondência: Franciele do Belém Makuch - cerconi@yahoo.com.br

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

