



O uso do GeoGebra na resolução de questões sobre movimento uniforme ¹

GeoGebra use in solving uniform motion questions

ANDRÉ TENÓRIO ²

ALCIDES COELHO BORGES NETO ³

<http://dx.doi.org/10.23925/2237-9657.2019.v8i1p016-036>

RESUMO

Neste artigo, é abordado o emprego do GeoGebra em aulas de Física sobre cinemática. O objetivo foi identificar sua influência na resolução de exercícios e problemas de movimento uniforme. Quarenta e seis alunos do Ensino Médio participaram da pesquisa. Os instrumentos de coleta de dados foram observação em aula, registro fotográfico e de atividades, notas em testes e questionário de percepções. De início, ambas as turmas receberam aulas semelhantes, mas, entre o pré-teste e o pós-teste, passaram por complementações pedagógicas diferentes. Uma turma foi ensinada a usar o GeoGebra no laboratório de informática e pôde manipulá-lo para resolução de questões. A outra não teve contato com o software. Alunos de ambas tiveram dificuldades em como escrever funções horárias e analisar gráficos. Não obstante, segundo os alunos da turma levada ao laboratório, o GeoGebra facilitou a aprendizagem e a resolução de questões, a ponto de a maioria querer sua utilização de forma contínua nas aulas de Física. A partir da observação em aula e do registro de atividades, o GeoGebra pareceu auxiliar, principalmente, na dinamização de cálculos e na construção de gráficos.

Palavras-chave: *GeoGebra; ensino de física; movimento uniforme.*

ABSTRACT

In this paper the applicability of GeoGebra use in physics lectures on cinematic is studied. The aim was to identify its influence on solving uniform motion exercises and problems. Forty-six Brazilian students of two High School classes participated. The data collection instruments were class observation, photographic record, student activities record, test scores and a student's perception questionnaire. Initially, both classes received similar lectures. Then, between the pre-test and the post-test, different teaching approaches were adopted. One class was taught to use GeoGebra in the computer lab and the students could manipulate it to solve exercises and problems. The other class had no contact with the software. Students from both classes had comparable difficulties in writing time functions and analyzing graphs. However, according to the students that employed GeoGebra, it facilitated learning and solving questions. Also, most of them sought its continuous use in physics classes. The class observation and the student activities record showed GeoGebra to assist mainly in calculations and function graphing.

Keywords: *GeoGebra; physical education; uniform motion.*

¹ Apoio: UFF/CECIERJ.

² Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ) – tenorioifrj@gmail.com

³ Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC-RJ) – sedidla21@yahoo.com.br

Introdução

O estudo de cinemática perfaz um componente importante do conteúdo de Física. A escola precisa desenvolver habilidades e competências de modo que o aluno seja capaz de identificar, classificar e descrever movimentos.

Estudar os movimentos requer, inicialmente, identificá-los, classificá-los, aprendendo formas adequadas para descrever movimentos reais de objetos - carros, animais, estrelas ou outros. Mas requer, sobretudo, associá-los às causas que lhes dão origem, às interações que os originam, a suas variações e transformações. (BRASIL, 2002, p. 72).

No Brasil, de acordo com as orientações educacionais complementares dos parâmetros curriculares nacionais do Ensino Médio (PCNEM+) (BRASIL, 2002), movimentos, variações e conservações é um tema primordial em que se deve buscar ensinar a expressão da linguagem matemática, a resolução de problemas e a leitura, interpretação e análise de gráficos. O aluno precisa adquirir a capacidade de compreender a relação algébrica de dependência entre variáveis, de construir e analisar gráficos e de aplicar os conceitos de movimento para resolver problemas. Entretanto, o processo de ensino e aprendizagem deve estimular o uso de tecnologias.

O ensino de Física tem enfatizado a expressão do conhecimento aprendido através da resolução de problemas e da linguagem matemática. No entanto, para o desenvolvimento das competências sinalizadas, esses instrumentos seriam insuficientes e limitados, devendo ser buscadas novas e diferentes formas de expressão do saber da Física, desde a escrita, com a elaboração de textos ou jornais, ao uso de esquemas, fotos, recortes ou vídeos, até a linguagem corporal e artística. Também deve ser estimulado o uso adequado dos meios tecnológicos, como máquinas de calcular, ou das diversas ferramentas propiciadas pelos microcomputadores, especialmente editores de texto e planilhas (BRASIL, 2002, p. 84).

Diversos estudos apontam a necessidade de incorporar o desenvolvimento tecnológico ao ambiente escolar (GÓMEZ, 1997; BORBA; PENTEADO, 2001; D'AMBRÓSIO, 2001; ARAÚJO, VEIT; MOREIRA, 2004; CAVALCANTE *et al.*, 2009; COSTA *et al.*, 2014; TENÓRIO *et al.*, 2016). Assim, incluir softwares educativos na prática docente desponta como uma forma de empregar recursos didático-pedagógicos inovadores e de grande potencial.

Entre os programas existentes, o GeoGebra merece destaque. Apesar de mais utilizado no ensino de Matemática, sua funcionalidade viabiliza seu uso em conteúdos de Física. Suas ferramentas tendem a favorecer a aprendizagem por meio da visualização, especialmente, com gráficos (SOARES, 2012; TENÓRIO *et al.*, 2017).

O GeoGebra facilita a resolução de exercícios. Contudo, também pode ser usado na de problemas (DIAS, 2012). Exercício é uma questão que requer a aplicação de fórmulas, regras ou algoritmos treinados em sala de aula (KARAM; PIETROCOLA, 2009; ROMANATTO, 2012). Já problema demanda conhecimento e interpretação, ou seja, o aluno precisa organizar e expressar os dados disponibilizados pelo enunciado de uma questão, e elaborar estratégias de resolução para diferentes contextos físicos (COSTA; MOREIRA, 2002; KARAM; PIETROCOLA, 2009; ROMANATTO, 2012). Em qualquer disciplina, resolver problemas é desafiador, por demandar a análise, a reflexão e a criação de estratégias, não apenas a obtenção de uma solução a partir da aplicação de fórmulas ou substituição de valores (ALLEVATO; ONUCHIC, 2011).

Tanto isso é verdade que sabemos do fracasso dos alunos quando propomos a análise de situações onde devem ser relacionados dados ou fatos diversos ou quando é necessária a tomada de decisão entre diferentes e possíveis caminhos de resolução. Nesse caso, percebemos que, mesmo quando possuem informações e conceitos, os alunos não os mobilizam, não os combinam eficientemente, desanimam, esperam a explicação do professor, não se permitem tentar, errar, não confiam em suas próprias formas de pensar (BRASIL, 2002, p. 113).

O caminho necessário para resolver problemas torna o aluno agente ativo do processo de ensino e aprendizagem (RODRIGUES; MAGALHÃES, 2012).

Na resolução de problemas, o tratamento de situações complexas e diversificadas oferece ao aluno a oportunidade de pensar por si mesmo, construir estratégias de resolução e argumentações, relacionar diferentes conhecimentos e, enfim, perseverar na busca da solução (BRASIL, 2002, p. 113).

Cada problema exige do aluno uma análise diferenciada. Isso estimula o raciocínio, a criatividade, a autonomia, a tomada de decisão, a autoconfiança e o prazer pela descoberta (COSTA; MOREIRA, 2002; ALLEVATO; ONUCHIC, 2011).

Nesta pesquisa, o software GeoGebra foi usado no estudo de movimento uniforme por uma turma de uma escola pública estadual do Rio de Janeiro (Brasil). Buscou-se verificar a influência do GeoGebra na resolução de exercícios e problemas de movimento uniforme e se a inclusão do software educativo auxiliaria ou apenas informatizaria a prática tradicional de ensino. Para isso, duas turmas receberam aulas expositivas parecidas, mas, entre um pré-teste e um pós-teste, passaram por complementações pedagógicas diferentes. Uma turma usou o GeoGebra na resolução de exercícios e problemas durante essa complementação, a outra não teve contato com o software.

1. Diferenças entre exercícios e problemas

O desenvolvimento de competências e habilidades, nos mais diversos conteúdos, depende da resolução de questões (BRASIL, 2002). Essas são normalmente apresentadas aos alunos como exercícios ou problemas.

Assim, a resolução de exercícios consiste em mera utilização de fórmulas ou de um desenvolvimento treinado em aula, algo ainda muito comum nas escolas (KARAM; PIETROCOLA, 2009). Esse tipo de atividade privilegia a obtenção de resultados teóricos, ou seja, resultados sem ligação com a solução de problemas reais.

As principais vantagens dos exercícios correspondem à facilidade de compreensão pelos alunos e à avaliação simples e rápida pelo professor (RODRIGUES; MAGALHÃES, 2012). Contudo, segundo Karam e Pietrocola (2009) e Romanatto (2012), exercícios envolvendo regras, fórmulas e algoritmos reduzem o caráter significativo dos conteúdos. A desvantagem de empregá-los reside no pouco auxílio a uma aprendizagem significativa, pois não estimulam a compreensão de um conteúdo em longo prazo (ROMANATTO, 2012).

Para Costa e Moreira (2002), problema compreenderia a descrição de uma situação que, para resolvê-la, requereria do aluno observação, reflexão, raciocínio, experimentação e tomada de decisão (ALLEVATO; ONUCHIC, 2011; ROMANATTO, 2012).

As vantagens de utilizá-lo seriam estimular a observação, a reflexão e a curiosidade, desenvolver o raciocínio, a lógica e a interpretação e adotar a capacidade para os conteúdos (COSTA; MOREIRA, 2002; KARAM; PIETROCOLA, 2009). A desvantagem é exigir maior tempo para resolução e explicação, o que pode dificultar o cumprimento dos conteúdos curriculares. Outro fator negativo é a existência de problemas que podem ser resolvidos apenas por aplicação de fórmulas, classificados como problemas fechados, nos quais o aluno ao resolvê-los não é levado a formular hipóteses ou desenvolver estratégias (KARAM; PIETROCOLA, 2009).

A distinção entre exercício e problema pode ser sutil. A classificação não é monolítica, pois depende da dinâmica de ensino e aprendizagem vivenciada pelo estudante até o dado momento. Uma questão pode-lhe de início representar um problema, mas, à medida que ganha experiência, outras similares passam a serem-lhe exercícios. Uma questão configura um problema se, na ocasião, requerer do aluno o recrutamento inédito de conhecimentos ou o alijamento de concepções. Portanto, o conceito de problema é plástico e pessoal, pois depende da história cognitiva do indivíduo – cabe sempre ao educador avaliar subjetivamente a adequação ao momento singular do aluno.

2. Dificuldades na aprendizagem de Cinemática e formas de superá-las

A cinemática é um conteúdo fundamental de Física na Educação Básica. Os conceitos de tempo, posição, velocidade e aceleração subjazem todas as áreas que envolvem movimento, como dinâmica, eletricidade, magnetismo e até ótica. Não entender cinemática prejudica a compreensão de conteúdos subsequentes. Entretanto, ainda que as grandezas cinemáticas sejam básicas à grande parte da Física, têm aprendizagem frequentemente difícil (NAPOLITANO; LARIUCCI, 2001).

Agrello e Garg (1999) analisaram o desempenho de 228 calouros da Universidade de Brasília (Brasil) no conteúdo de movimento de objetos a partir da tradução de um teste sobre o entendimento de gráficos da cinemática (TUGK) com 21 questões de múltipla-escolha. Eles apontaram interpretar gráficos e empregá-los para representar uma situação de física como a principal dificuldade dos alunos. Vargas (2016) também indicou que dificuldades em cinemática seriam comuns ao pesquisar 407 alunos mexicanos, 169 do último ano do Instituto de Educação Média Superior do Distrito Federal e 238 calouros da Universidade Autónoma da Cidade do México, a partir da aplicação do inventário de conceitos de força (FCI), traduzido e validado para o espanhol. Poucos alunos conseguiam diferenciar conceitos de posição, velocidade e aceleração. Somado a isso, confusões com sistema de referência eram comuns. Para Gaspar (1994), entraves ao estudar cinemática seriam oriundos do modo como o conteúdo é discutido em aulas e nos livros textos.

Araújo, Veit e Moreira (2004), ao refletirem sobre os entraves na aprendizagem de cinemática, indicaram a modelagem computacional como uma forma de ajudar os alunos a aprenderem a construir e interpretar gráficos desse conteúdo. Para isso, testaram o uso do software Modellus com calouros do curso de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brasil). Os autores concluíram que a interatividade entre o aluno e o software poderia auxiliar a efetivar a aprendizagem, por permitir entender a validade de modelos matemáticos em diferentes contextos físicos.

Outra forma de estimular o aluno a compreender cinemática seria a resolução de problemas. Costa e Moreira (2002), ao discutirem a modelagem mental de enunciados para solucionar problemas de

movimento de partícula adotada por alunos do Ensino Superior, indicaram ser comum combinar memórias armazenadas na tentativa de interpretar a situação. Para os autores, seria essencial abordar problemas no processo de aprendizagem de física. Todavia, mesmo ao discuti-los, entraves, como confusão de conceitos de posição, trajetória, deslocamento, instante e intervalo de tempo, seriam frequentes.

Nesse contexto, é interessante investigar o uso de softwares na resolução de problemas com o intuito de ajudar na aprendizagem de cinemática.

3. Um panorama do uso do software GeoGebra na educação brasileira

Hohenwarter desenvolveu o GeoGebra, software gratuito de matemática dinâmica, em seu período de doutorado, concluído em 2001, na Universidade de Salzburg na Áustria (HOHENWARTER; FUCHS, 2004; HOHENWARTER; HOHENWARTER, 2009). O software foi desenvolvido em Java e possui boa portabilidade. A página do programa pode ser encontrada no endereço: <https://www.GeoGebra.org/>.

Esse software de manipulação simples visou reunir geometria, álgebra e cálculo com o intuito de tornar-se uma ferramenta adequada ao ensino de matemática. Sua interface permite a correlação visual entre as expressões da janela algébrica e os objetos da janela geométrica e vice-versa, de modo que as representações gráficas podem se movimentar conforme alteração de seus parâmetros de forma dinâmica e interativa (HOHENWARTER; FUCHS, 2004; HOHENWARTER; HOHENWARTER, 2009).

O software educativo GeoGebra tem sido tema de vários estudos (ASSIS; BEZERRA, 2011, BORTOLOSSI, 2012; CARIDADE, 2012; TENÓRIO *et al.*, 2014) voltados ao ensino e aprendizagem na educação básica.

Assis e Bezerra (2011), por exemplo, descreveram o uso do GeoGebra em construções de geometria plana do 6º ao 9º ano do ensino fundamental. Já Bortolossi (2012) mostrou uma abordagem para números irracionais por meio de atividades interativas desenvolvidas com o GeoGebra. O uso do GeoGebra na resolução de exercícios e problemas foi debatido por Caridade (2012). Em seu estudo, o foco foi introduzir o software com o intuito de verificar se o mesmo auxiliava no conteúdo de função afim. Com a ajuda dele, os alunos perceberam a influência dos parâmetros a e b na representação gráfica de $y = ax + b$.

4. Contexto e Metodologia

Uma abordagem de resolução de questões de movimento uniforme com o software educativo GeoGebra foi proposta. Foi comparada a proficiência de alunos na resolução de exercícios e problemas sem e com o software e identificadas percepções discentes acerca do recurso e de seu emprego. A proposta visou levar os alunos a alcançarem as competências e habilidades previstas no PCNEM+ (BRASIL, 2002). O objetivo principal foi analisar comparativamente a resolução de exercícios e problemas sem e com o GeoGebra.

A proposta metodológica englobou dois grupos de alunos de uma mesma série e contou com quatro etapas principais. Na primeira, aulas expositivas foram ministradas para ambos. Na segunda aplicou-se um pré-teste. Na terceira, denominada complementação pedagógica, o conteúdo de cinemática abordado no início do projeto foi revisado a partir da resolução de questões na forma de exercícios ou problemas. Nessa etapa, um grupo manipulou o GeoGebra e o outro, não. Na quarta, um pós-teste idêntico foi resolvido por cada grupo.

No primeiro semestre de 2014, a proposta foi testada com 46 alunos de duas turmas de 2ª série do Ensino Médio regular de uma escola da rede pública estadual do município de Campo Grande, no Rio de Janeiro (Brasil). As duas turmas foram denominadas alvo e controle. Os alunos de ambas tinham idades similares, entre 15 e 18 anos. Nenhum aluno conhecia o software GeoGebra.

A turma controle (22 alunos) foi submetida à prática tradicional de ensino. Nela, os alunos não manipularam o GeoGebra. As aulas na turma alvo (24 alunos) adotaram o uso do GeoGebra. Nelas, os estudantes usaram o software para resolver exercícios e problemas no laboratório de informática. As etapas para a aplicação da pesquisa seguidas por um dos autores do manuscrito, na época professor das turmas, foram:

1ª etapa (300 minutos): O conteúdo foi abordado de forma expositiva em ambas as turmas de acordo com plano de aula pré-estabelecido.

2ª etapa (100 minutos): As turmas de controle e de alvo, com os alunos organizados em dupla, fizeram um pré-teste idêntico com três exercícios e três problemas. Cada questão valia 1,67 pontos. As duplas organizadas a partir desta etapa foram as mesmas em todas as atividades subsequentes.

3ª etapa (300 minutos): Ambas as turmas estudaram a resolução de exercícios e problemas por meio de listas semelhantes. Constituiu uma complementação pedagógica do conteúdo discutido nas duas etapas anteriores. A turma controle seguiu o percurso tradicional – os alunos resolveram as questões em seus cadernos, sem o emprego do GeoGebra ou qualquer outra tecnologia digital, e dúvidas foram retiradas pelo professor com o auxílio da lousa para exposição. As questões foram resolvidas em duplas em sala de aula. Já a turma alvo empregou o GeoGebra para resolver os exercícios e os problemas da lista. Esses foram resolvidos em dupla no laboratório de informática a partir da manipulação do software.

4ª etapa (100 minutos): Foi aplicado um pós-teste para as duas turmas, com os alunos organizados em duplas, com três exercícios e três problemas, similares em nível de dificuldade aos do pré-teste. Cada questão, a qual podia ser um exercício ou um problema, valia 1,67 pontos.

Apenas para a turma alvo houve uma 5ª etapa (30 minutos), em que um questionário sobre o uso do GeoGebra, com treze questões, sete perguntas com respostas fechadas (objetivas) e seis com respostas abertas (discursivas), foi respondido pelos alunos.

Na pesquisa, a análise comparativa quantitativa e qualitativa de natureza interpretativa foi adotada (GIL, 2002; MARCONI; LAKATOS, 2003; YIN, 2010). A quantitativa, baseada no registro de atividades dos alunos (listas e testes) e nas notas dos testes, requereu:

- a) Conhecer a média dos exercícios nos testes da turma controle;
- b) Conhecer a média dos problemas nos testes da turma controle;

- c) Conhecer a média dos exercícios nos testes da turma alvo;
- d) Conhecer a média dos problemas nos testes da turma alvo;
- e) Comparar a atuação de ambas as turmas na resolução de exercícios e verificar se o uso do GeoGebra auxiliou na resolução de exercícios;
- f) Comparar a atuação das duas turmas na solução de problemas e verificar se o uso do GeoGebra facilitou a resolução de problemas.

A análise qualitativa foi baseada na observação participante das etapas da pesquisa, registro fotográfico, registro de dúvidas, dificuldades e facilidades em listas e testes e respostas dos discentes da turma alvo aos questionários de percepções.

O questionário de percepções objetivou revelar a visão do aluno sobre as aulas ministradas e a própria aprendizagem. Para Gil (2002), Marconi e Lakatos (2003), Flick (2004) e Yin (2010), a aplicação de questionários permite conhecer e registrar sistematicamente as percepções dos sujeitos da pesquisa. Respostas abertas foram analisadas segundo o método de análise qualitativa de conteúdo, separadas em grupos por significado e analisadas por conteúdo (BARDIN, 2006). As respostas às perguntas fechadas foram feitas por tabulação dos dados conforme semelhança. A compilação das informações colhidas com os questionários foi realizada com anonimato dos participantes.

O estudo considerou a triangulação. Segundo Mathison (1988) e Flick (2004), haveria três tipos de triangulação aplicáveis à pesquisa científica – a de metodologia, dados e investigadores. A triangulação metodológica seria adotar múltiplos métodos de aquisição de dados e análise. A triangulação de dados baseia-se em reputar diversas fontes de dados. A triangulação do investigador requer o envolvimento em paralelo e tão independentemente quanto possível, de mais de um pesquisador a cada estágio do estudo (MATHISON, 1988; FLICK, 2004).

Na investigação, cinco métodos de obter dados foram aplicados na triangulação metodológica: observação em aula, registro fotográfico, registro de atividades dos alunos por meio de listas (conjunto de questões resolvidas durante as aulas da 1ª e 3ª etapas) e testes (conjunto de questões resolvidas durante as 2ª e 4ª etapas da pesquisa), notas em testes e questionários de percepções. A triangulação dos dados, com distinção de tempo, espaço e pessoas, foi assegurada pela participação na pesquisa de 46 alunos de duas amostras distintas durante um bimestre letivo. A triangulação dos investigadores foi realizada na análise dos dados. Para ambas as amostras, os dados foram, primeiramente, avaliados independentemente por um dos autores. Depois de concluído tal passo, outro autor comparou e relacionou sua análise. Então, a análise resultante foi revisada independentemente, de novo, pelos dois autores antes da análise consensual final.

5. Resultados

A aplicação da pesquisa foi iniciada pela introdução de situações em que o conceito de funções aparecia no conteúdo de movimento uniforme.

Então, foi feito um questionamento com a intenção de verificar se os alunos sabiam analisar mudanças de coeficiente angular em um gráfico de uma função polinomial do 1º grau (Quadro 1), conteúdo de Matemática ministrado na 1ª série do Ensino Médio no Brasil (RIO DE JANEIRO, 2012).

Oito alunos erraram a questão. Escolheu-se como turma alvo, para ter contato com o GeoGebra, aquela com maior quantidade de erros (27%) no questionamento 1 (Quadro 1).

Na aula seguinte, o GeoGebra no *datashow* foi utilizado na turma alvo, para mostrar aos alunos mudanças de parâmetros em um gráfico de movimento uniforme (representado por uma função polinomial do 1º grau) ao variar a posição inicial e a velocidade.

A turma controle não teve contato algum com o software, mas assistiu a uma aula expositiva com utilização da lousa. Ambas as turmas responderam então a um segundo questionamento (Quadro 1).

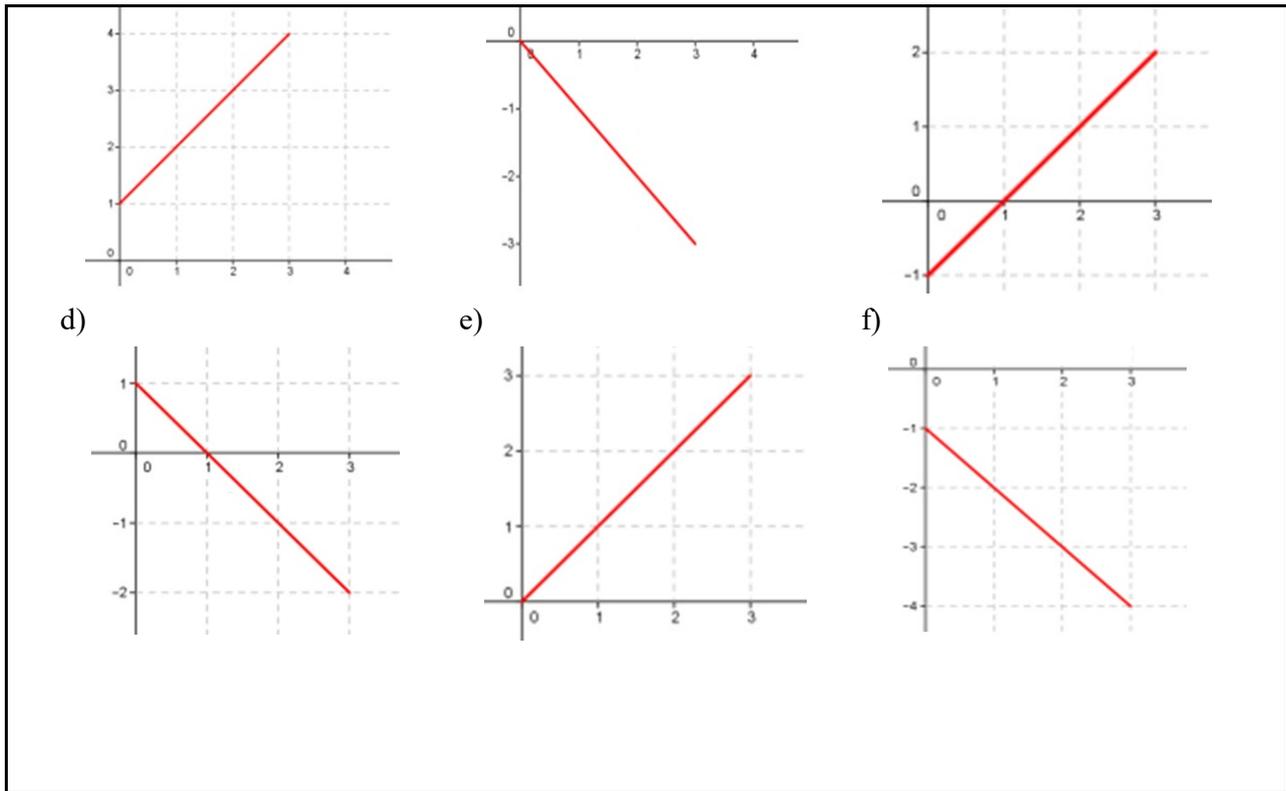
Todos os alunos acertaram o item b e o e do questionamento 2 (Quadro 1), em que a reta interceptava o ponto (0,0). A semelhança com os gráficos do questionamento 1 (Quadro 1), possivelmente, aumentou o índice de acertos.

Houve um pior desempenho na turma controle em comparação a turma alvo. Talvez devido a um conhecimento superficial de análise de gráficos de função do 1º grau.

Os itens a, b, c, d, e e f do questionamento 2 (Quadro 1), apesar de relacionados ao movimento uniforme, exploravam, essencialmente, conceitos de função do 1º grau. Os erros indicaram deficiência em conteúdos matemáticos ministrados no ano anterior, o que revelou a necessidade de o professor de Física verificar a aprendizagem de pré-requisitos antes de abordar novos conceitos.

Na tentativa de relacionar os conteúdos estudados em Física e em Matemática, discutiu-se a relação entre a função horária do movimento uniforme e a função polinomial do 1º grau. Exemplos foram, então, resolvidos na lousa pelo professor.

Questionamento 1		
<p>Correlacione os itens abaixo da função $f(x) = ax + b$:</p> <p>a. Quando $a > 0$ qual será o gráfico da função do 1º grau.</p> <p>b. Quando $a < 0$ qual será o gráfico da função do 1º grau.</p>		
()		()
Questionamento 2		
<p>Ao analisar os gráficos abaixo da equação $s(t) = s_0 + vt$, diga se o movimento uniforme (MU) é progressivo ou retrógrado. OBS: $v > 0$ (MU) progressivo e $v < 0$ (MU) retrógrado.</p>		
a)	b)	c)



Quadro 1. Questionamentos 1 e 2 feito aos alunos das duas turmas.

Fonte: Elaboração própria.

O Quadro 2 apresenta um problema considerado difícil pelos alunos. Muitos não compreenderam o enunciado, nem como criar uma estratégia para obter a solução, fatos percebidos pela observação em aula a partir das dúvidas manifestadas. Em ambas as turmas, o docente precisou adotar a abordagem didática de expor na lousa as funções horárias dos corpos A e B no plano cartesiano para os alunos visualizarem o ponto de encontro entre os corpos e, assim, entenderem a necessidade de igualar as funções horárias de posição para obter o instante de encontro.

2) Dois corpos A e B encontram-se sobre uma mesma pista retilínea com velocidades constantes no qual a função horária das posições de ambas para um mesmo instante são dadas a seguir: $S_A = 200 + 20t$ e $S_B = 100 + 40t$. Determine o instante em que o carro A alcançará o B, caso este alcance aconteça.

Quadro 2. Segundo exemplo.

Tabela 1: Médias de notas do pré-teste nas turmas controle e alvo.

Turma controle (11 duplas)							
Duplas	Exercícios			Problemas			Total
	1	2	3	4	5	6	
Média	1,52	1,00	1,52	0,00	0,00	0,00	4,04

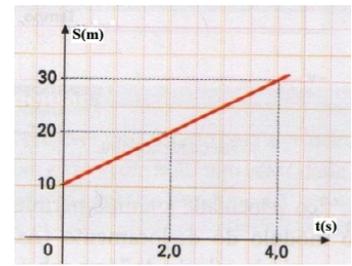
Turma alvo (12 duplas)							
Duplas	Exercícios			Problemas			Total
	1	2	3	4	5	6	
Média	0,56	1,67	1,67	0,00	0,00	0,00	3,90

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a média (Tabela 1), as notas dos alunos no pré-teste foram melhores para a turma controle. Em relação aos exercícios, o índice de acertos da turma controle foi maior que da alvo. Mas, ambas não conseguiram desenvolver os problemas, a maioria os deixou em branco.

(Questão adaptada de GASPAR, 2005) Analise o deslocamento (S) do corpo A em cada instante de tempo (t) observando o gráfico. Com base nas informações acima responda as questões abaixo:

- (1,67 pontos) Qual o valor de S do corpo A no instante de tempo $t = 4s$. OBS: S representa o eixo das ordenadas e t o das abscissas.
- (1,67 pontos) Ache a equação horária $S(t) = S_0 + Vt$.
- (1,67 pontos) Analisando o gráfico, diga se o MU é progressivo ou retrógrado e se a sua velocidade é $V > 0$ ou $V < 0$.



Quadro 3. Exercícios 1, 2 e 3 do pré-teste.

Na turma controle houve maior dificuldade em resolver o exercício 2 (Quadro 3). Alguns o iniciaram corretamente ao encontrarem o valor da velocidade equivalente ao coeficiente da função horária. Todavia, não escreveram a função horária, provavelmente, por falta de atenção.

Na turma alvo, entre os exercícios, só houve dificuldade na resolução do primeiro (Quadro 3). A figura 1 exemplifica tentativas de solucioná-lo. Apesar de apenas a observação do gráfico já fornecer a resposta correta, grande parte tentou algebrizar.

$$\begin{array}{l}
 \textcircled{1} S = 20 \quad \Delta = 30 - 20 = 10 \\
 \textcircled{2} S = S_0 + Vt \quad T = 2,0 \quad \Delta = 4,0 - 2,0 = 2,0 \\
 S = 10 + 4T \quad S_0 = 30 \\
 4T = 20 \quad t_0 = 4,0 \\
 \frac{20}{4} = 2,50 \\
 V = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{10}{2} = 5,0
 \end{array}$$

FIGURA 1: Tentativas de resolver o exercício 1 do pré-teste (turma alvo).

Fonte: Dados colhidos na pesquisa.

A dificuldade em resolver problemas foi marcante (Tabela 1) e pode estar relacionada à falta de costume, afinal, no Brasil, embora os problemas sejam indicados como uma boa forma de aprofundar o conhecimento (BRASIL, 2002), o processo de ensino e aprendizagem de Física e Matemática em escolas públicas prioriza a resolução de exercícios.

Esboce o gráfico de cada uma das funções:

1. $S(t) = 1 + 3t$ 2. $S(t) = 4 - t$ 3. $S(t) = -3t$

4. (Questão adaptada de DOCA *et al.*, 2010) As funções horárias do espaço de duas partículas, A e

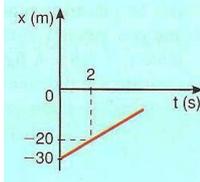
B, que se movem em uma mesma reta orientada, são dadas, no SI, por: $S_A = 2t$ e $S_B = 30 - t$
Qual a distância que separa as duas partículas no instante $t = 5s$?

5. (Questão adaptada de DOCA *et al.*, 2010) Um estudante está chegando próximo à escola a bordo de uma bicicleta. Dada a função horária $S = 10 + 3t$, válida no SI, isto é, com S em metros e t em segundos. Qual o espaço em $t = 5s$ e o instante em que $S = 31m$?

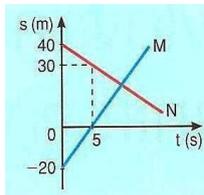
Quadro 4. Exercícios da lista de questões da turma controle.

Como complementação pedagógica (3ª etapa da pesquisa), após o pré-teste, a turma controle resolveu uma lista de questões em dupla, sem nenhum contato com o GeoGebra. Para os alunos, os exercícios 4 e 5 foram fáceis enquanto os três primeiros foram mais difíceis (Quadro 4). O principal obstáculo foi construir gráficos de movimento uniforme, especialmente, associar os pares ordenados no plano cartesiano.

6. (Questão adaptada de SAMPAIO; CALÇADA, 2005) Um corpo se desloca sobre uma reta conforme o diagrama abaixo. O instante em que a posição do corpo é de $+10m$ é:



7. (Questão adaptada da ESPCEX-SP) Dois corpos, M e N, deslocam-se numa mesma reta. Suas posições, em função do tempo, estão registradas no gráfico. Com base nele, o encontro dos corpos M e N dá-se no instante:



Quadro 5. Alguns problemas da lista de questões da turma controle.

Mais uma vez, os alunos reputaram os problemas difíceis (Quadro 5). Apenas uma dupla desenvolveu corretamente um deles, embora tenha errado a unidade de medida. As demais deixaram os problemas em branco. Isso ocorreu porque para resolver os problemas do quadro 5, o aluno precisaria interpretar os gráficos exibidos, extrair deles dados capazes de auxiliá-lo e conhecer o conteúdo de física para, com os dados obtidos, desenvolver a resolução. Já para solucionar os exercícios do quadro 4, bastaria ao aluno desenhar gráficos ou aplicar os valores dados às expressões presentes no enunciado.

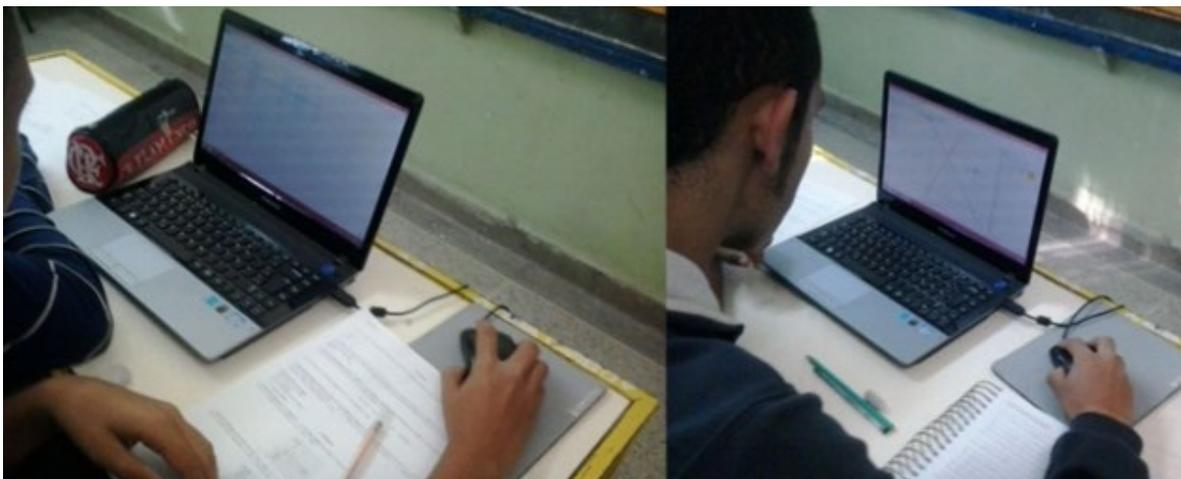


FIGURA 2: Alunos da turma alvo manipulando o software.

Fonte: Dados colhidos na pesquisa.

A turma alvo, após o pré-teste, começou a interagir com o GeoGebra. De início, o software foi apresentado com o auxílio do datashow. Explicou-se a utilidade da barra de ferramentas, as zonas gráfica e algébrica e a folha de cálculo. Construções foram desenvolvidas pelo docente, de modo a incentivar os alunos a manipularem o software, afinal eles desconheciam seu manejo.

Os alunos puderam explorar livremente o GeoGebra. Depois, atividades roteirizadas foram realizadas. Uma lista de questões semelhante a da turma controle, mas com o auxílio do software (Figura 2), foi feita.

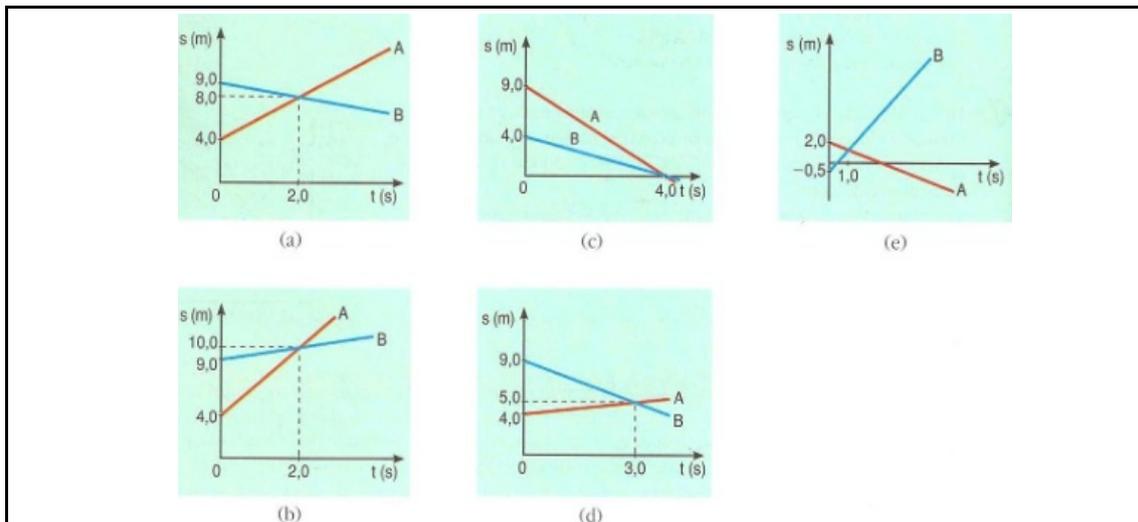
Esboce o gráfico de cada uma das funções abaixo no GeoGebra e diga se há ou não diferença do que foi feito no papel:

1. $S(t) = 1 + 3t$ 2. $S(t) = 4 - t$ 3. $S(t) = -3t$

Ao digitar cada uma das funções no GeoGebra há alguma mudança no parâmetro das funções desenvolvidas no papel, ou seja, há diferença quanto ao posicionamento da reta?

Sim Não

Quadro 6. Alguns exercícios da lista de questões da turma alvo.



Dois partículas A e B, movimentam-se sobre uma mesma trajetória retilínea segundo as equações horárias $S_A = 4,0 + 2,0t$ e $S_B = 9,0 - 0,5t$.

Com base nessas informações analise os gráficos abaixo dos movimentos:

Com base no enunciado acima, responda os itens 9 e 10 com a ajuda do GeoGebra.

9. Dos gráficos apresentados acima, qual deles representa melhor os movimentos?

10. Com base da resposta do item 9, em que instante de tempo (t), as partículas A e B se cruzam?

Quadro 7. Alguns problemas da lista de questões da turma alvo.

Para o professor, o GeoGebra foi uma ferramenta facilitadora tanto na resolução de exercícios quanto na de problemas. Ele auxiliou os alunos a entenderem melhor os gráficos de movimento uniforme.

Nos três primeiros exercícios (Quadro 6), o professor orientar os alunos a construírem os gráficos no caderno, depois no GeoGebra e compará-los foi uma boa estratégia de ensino. Das onze duplas, oito

perceberam que o gráfico esboçado no caderno era igual ao desenvolvido no software. Na resolução dos demais exercícios não houve dificuldade.

Na resolução dos problemas (Quadro 7), apenas duas duplas tiveram dificuldade em resolver uma questão por não notarem que o gráfico construído com o software era igual ao representado por um item da questão. O erro ocorreu pela escala nos gráficos não ser a mesma. Os alunos só notaram o fato por meio da intervenção do professor. Não houve dificuldades na resolução dos demais problemas, isso sugere que o GeoGebra motivou os alunos e os auxiliou na resolução.

Um resultado a ser destacado foi o fato de a principal dificuldade de aprendizagem encontrada na turma controle, não ser notada na turma alvo, fato influenciado pelo emprego do GeoGebra.

Na turma controle, muitos não conseguiram construir gráficos adequadamente. Já, na turma alvo, apesar de os gráficos terem sido construídos primeiro no caderno e depois no software, os alunos obtiveram bons resultados. A possibilidade de visualização rápida de gráficos no GeoGebra parece ter influenciado positivamente a resolução de questões.

A utilização do programa, além disso, promoveu o interesse e a motivação, benefícios necessários à aprendizagem. Apesar de o professor tentar incentivar a turma controle com de palavras de apoio, durante a observação em aula, percebeu-se que os alunos optaram por não tentarem fazer os problemas por já terem apresentado dificuldades anteriormente, como verificado a partir das notas do pré-teste. Já os alunos da turma alvo mostraram-se mais receptivos e conseguiram realizar as atividades com sucesso.

Depois de terminada a complementação pedagógica, as duas turmas fizeram um pós-teste. A tabela 2 apresenta as médias das notas dos alunos das turmas controle e alvo no pós-teste. As notas dos alunos da turma alvo foram maiores que da turma controle.

Tabela 2: Médias de notas do pós-teste nas turmas controle e alvo.

Turma controle (11 duplas)							
Duplas	Exercícios			Problemas			Total
	1	2	3	4	5	6	
Média	1,67	1,34	1,52	0,30	0,61	0,18	5,62
Turma alvo (12 duplas)							
Duplas	Exercícios			Problemas			Total
	1	2	3	4	5	6	
Média	1,67	1,39	1,67	0,56	1,04	0,26	6,59

Fonte: Elaboração própria.

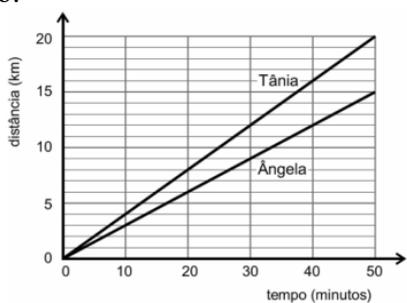
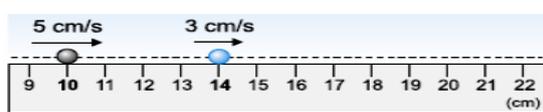
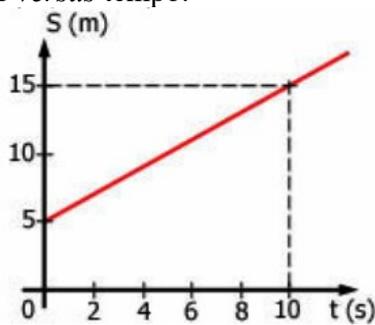
Em ambas as turmas, os alunos tiveram maior dificuldade na resolução dos problemas em comparação aos exercícios, mas a maioria tentou desenvolvê-los. De modo geral, a turma alvo teve um melhor aproveitamento na resolução de questões independentemente do tipo.

Nas turmas controle e alvo, os exercícios 1 e 3 foram considerados fáceis (Quadro 8). Apenas uma dupla da turma controle classificou de forma incorreta o movimento uniforme, embora tenha construído o gráfico corretamente. Segundo a percepção do docente, a habilidade do aluno construir gráficos foi ampliada pela complementação pedagógica.

O exercício 2 (Quadro 8) foi o mais difícil para ambas as turmas. Alguns encontraram o coeficiente v (velocidade), mas não colocaram corretamente os valores obtidos na função horária, o que mostra a dificuldade dos alunos participantes da pesquisa em escrever a lei de uma função.

<p>(Questão adaptada de SAMPAIO; CALÇADA, 2005) Abaixo há informações relacionadas ao espaço S e o tempo t.</p> <p>$S = 3\text{m}$ quando $t = 0\text{s}$ $S = 2\text{m}$ quando $t = 1\text{s}$ $S = 1\text{m}$ quando $t = 2\text{s}$ $S = 0\text{m}$ quando $t = 3\text{s}$</p>	<p>1. (1,67 pontos) Com base nos dados, ou seja, utilizando os valores de S e t, construa o gráfico do movimento uniforme. OBS: S representa o eixo das ordenadas e t o das abscissas.</p> <p>2. (1,67 pontos) Ache a equação horária utilizando os valores de S e t que estão acima, substituindo alguns valores na equação $S(t) = S_0 + Vt$.</p> <p>3. (1,67 pontos) Analisando o gráfico, diga se o movimento uniforme é progressivo ou retrógrado e se a sua velocidade é $V > 0$ ou $V < 0$.</p>
---	---

Quadro 8. Exercícios 1, 2 e 3 do pós-teste.

<p>4. (1,67 pontos) (Questão adaptada da UFMG) Ângela e Tânia iniciam, juntas, um passeio de bicicleta em torno de uma lagoa. Neste gráfico, está registrada a distância que cada uma delas percorre, em função do tempo:</p>  <p>Após 30 minutos do início do percurso, Tânia avisa a Ângela, por telefone, que acaba de passar pela igreja. Com base nesses dados, são feitas duas observações:</p> <p>I - Ângela passa pela igreja 10 minutos após o telefonema de Tânia.</p> <p>II - Quando Ângela passa pela igreja, Tânia está 4 km à sua frente.</p> <p>Considerando-se a situação descrita, é CORRETO afirmar que:</p> <p>A) apenas a observação I está certa. B) apenas a observação II está certa. C) ambas as observações estão certas. D) nenhuma observação está certa.</p>	<p>5. (1,67 pontos) (Questão adaptada da UFMG) Duas esferas se movem em linha reta e com velocidades constantes ao longo de uma régua centímetrada. Na figura estão indicadas as velocidades das esferas e as posições que ocupavam num certo instante.</p>  <p>Desprezando-se as suas dimensões, as esferas irão colidir na posição correspondente a:</p> <p>6. (1,67 pontos) (Questão adaptada da FGV-SP) Analise o gráfico abaixo de posição <i>versus</i> tempo:</p>  <p>Sabendo que um objeto deslocou-se durante um determinado tempo em movimento uniforme, qual a sua posição após 30s?</p>
--	---

Quadro 9. Problemas 4, 5 e 6 do pós-teste.

Tanto na turma controle quanto na turma alvo o problema 5 foi reputado mais fácil e o problema 6, mais difícil (Quadro 9). No problema 6, os alunos não associaram o instante de tempo à função

horária. Alguns obtiveram a velocidade do objeto, mas não a função horária geradora do gráfico com o intuito de encontrar a posição no instante 30s. Muitos erraram o problema 4 (Quadro 9) por terem dificuldade em analisar os dados no gráfico.

Na turma controle, a maioria desenvolveu boa parte do problema 5. Na turma alvo, os alunos tiveram dificuldade em encontrar a resposta final, ou seja, a posição de colisão das esferas. Apenas duas duplas o finalizaram. O principal erro foi esquecer-se de substituir o valor do tempo encontrado em cada uma das equações horárias obtidas (S_A e S_B). Se tivessem realizado tal operação, os alunos perceberiam que a colisão entre as esferas ocorreria na posição 20 cm da régua, a despeito de as velocidades de ambas serem diferentes.

Nas duas turmas, apesar do nível de conhecimento estar aquém do esperado, houve melhoria entre a nota do pré-teste e do pós-teste com a complementação pedagógica (Tabelas 3). Porém, na turma alvo o progresso foi maior, possivelmente pelo uso do GeoGebra no estudo de cinemática.

Tabela 3: Diferença entre as notas das turmas controle e alvo nos testes.

Médias	Controle	Alvo	Diferença entre as turmas
Exercícios pré-teste	1,34	1,30	-0,04
Exercícios pós-teste	1,51	1,58	0,07
Progresso nos exercícios	0,17	0,28	0,11
Problemas pré-teste	0,00	0,00	0,00
Problemas pós-teste	0,36	0,62	0,26
Progresso nos problemas	0,36	0,62	0,26
Nota no pré-teste	4,04	3,90	-0,14
Nota no pós-teste	5,62	6,59	0,97
Progresso nas notas	1,58	2,69	1,11

Fonte: Elaboração própria.

Ao observar a média das notas dos exercícios e dos problemas, notou-se melhora nas duas turmas nos dois tipos de questões (Tabelas 3). Houve uma evolução significativa no desempenho em problemas, pois no pré-teste ninguém havia conseguido desenvolvê-los.

Os avanços foram maiores na turma alvo tanto na resolução de exercícios quanto na de problemas (Tabelas 3). Essa evolução pode ter ocorrido devido ao uso do GeoGebra como recurso didático no processo de ensino e aprendizagem, o que, segundo os alunos, auxiliou na construção do conhecimento e tornou a aprendizagem mais dinâmica.

A partir da análise dos diferentes momentos de aprendizagem durante a pesquisa foi possível reconhecer dificuldades no estudo de movimento uniforme e adotar possíveis alternativas para superá-las (Quadro 10).

Momentos de aprendizagem	Principais dificuldades	Meios de superar dificuldades
Aulas	Conhecimento do conteúdo de função do 1º grau	Revisar conceitos matemáticos
Questões de exemplo	Interpretar enunciados	Debater questões e resolvê-las

	Criar estratégias algébricas	colaborativamente
Pré-teste	Visualizar gráficos	Propor complementação pedagógica
	Desinteresse em resolver problemas	
Complementação pedagógica	Construir gráficos	Resolver questões em sala Destacar importância de problemas no cotidiano Empregar software GeoGebra
	Desinteresse em resolver problemas	
Pós-teste	Escrever função horária	Resolver teste em aula Discutir dificuldades na resolução de questões
	Interpretar enunciados	
	Analisar gráficos	

Quadro 10. Dificuldades de aprendizagem reconhecidas durante a pesquisa e formas adotadas na tentativa de superá-las.

Fonte: Elaboração própria.

Após a manipulação do software, a turma alvo respondeu a um questionário de opiniões sobre o uso do GeoGebra.

Nenhum aluno tivera contato com o software antes das atividades da pesquisa e a maioria (86%) o citou como um bom recurso para a aprendizagem. Onze alunos (50%) classificaram as atividades como excelentes e nove (41%) como boas. Nenhum as achou ruins.

Aqueles que classificaram bem atividades destacaram o fato do software facilitar o entendimento, captar a atenção, ser interativo e ter fácil manuseio. Os que acharam as atividades regulares afirmaram ter dificuldades em matemática, mas não ressaltaram qualquer aspecto negativo do software.

Mais de 81% gostaria que tanto as aulas de Física quanto as de Matemática usassem o GeoGebra para explorar os conteúdos. Algumas razões apontadas foram as aulas serem mais interessantes e ajudarem no entendimento.

Vinte alunos (91%) prefeririam que questões fossem resolvidas com o GeoGebra tanto em aula quanto em provas. Os motivos destacados foram o dinamismo e a praticidade do software e seu auxílio no entendimento. Contudo, dois (9%) gostariam de resolvê-las sempre pelo método tradicional por tal recurso não ser usado em seleções públicas.

De modo geral, segundo as percepções discentes, o GeoGebra ajudou no entendimento do conteúdo de movimento uniforme. Logo, empregá-lo no ensino de conteúdos de Física pode auxiliar a compreensão.

Conclusões

As abordagens de ensino empregadas em disciplinas na Educação Básica precisam ser repensadas. Nos dias de hoje, apesar dos conhecimentos pedagógicos e dos recursos tecnológicos disponíveis, muitas dificuldades de aprendizagem ainda são observadas, sendo, particularmente, comuns em disciplinas como Física e Matemática.

A cinemática é parte importante do currículo de Física. Nas orientações curriculares da Educação Básica brasileira, o estudo de movimentos, além de ocorrer pelo uso de tecnologias, deveria priorizar a

resolução de problemas, a expressão da linguagem matemática e a interpretação e análise de gráficos (BRASIL, 2002). Entretanto, por vezes, o professor tem dificuldade de vislumbrar uma abordagem capaz de englobar essas exigências.

No âmbito da amostra pesquisada, empregar o software educativo GeoGebra para o estudo de movimento uniforme se mostrou uma boa alternativa para explorar o conteúdo e satisfazer as orientações previstas no PCNEM+ (BRASIL, 2002).

Os alunos participantes, em geral, gostaram de manipular um software educativo em aulas de Física e ressaltaram seu valor para a aprendizagem por ter fácil manuseio, facilitar a compreensão e captar a atenção, características positivas também destacadas nas pesquisas de Caridade (2012) e Tenório, Costa e Tenório (2014). Estimular o aluno a estudar Física foi outro fator que merece destaque.

Houve dificuldades em conteúdos matemáticos de anos anteriores (função do 1º grau), em interpretar, organizar e expressar matematicamente informações fornecidas por enunciados e em planejar com autonomia estratégias para desenvolver questões, competências necessárias para solucionar problemas de acordo com Allevato e Onuchic (2011) e Romanatto (2012).

Nesse contexto, o GeoGebra funcionou como um recurso motivador. Alunos que antes nem tentaram resolver problemas, a partir do manuseio do software, conseguiram desenvolvê-los estimulados pela curiosidade em usar a tecnologia. Particularmente favorecidos foram a construção e o entendimento de gráficos devido à rápida visualização conseguida com o recurso, aspectos positivos destacados também por Caridade (2012) e Soares (2012). Outro benefício, percebido durante a aplicação da pesquisa, foi a dinamização no processo de realização de cálculos propiciada pelo software. Essa característica fez os alunos se preocuparem menos com o procedimento mecânico de resolver cálculos, assim o foco principal na resolução de questões tornou-se o processo de reflexão sobre os enunciados e a análise dos dados obtidos. Alunos que não manipularam o GeoGebra em nenhuma aula só tentaram resolver problemas no pós-teste.

Todavia, apesar de melhorias, dificuldades em interpretar enunciados, analisar gráficos e escrever funções horárias perduraram até o final da pesquisa. Isso mostrou a necessidade de o professor trabalhar continuamente os conceitos e suas aplicações, em especial, na resolução de problemas.

Abordagens de ensino de Física distintas foram ministradas a duas turmas de 2ª série do ensino médio e, então, comparadas. Uma turma, considerada controle, teve aulas tradicionais. Outra, chamada de alvo, manipulou o software GeoGebra. Um pré-teste e um pós-teste foram empregados na tentativa de avaliar a evolução no aprendizado. As percepções dos alunos também foram consideradas.

No início da pesquisa, a partir das questões de exemplo e do pré-teste, notou-se que as principais dificuldades no estudo de movimento uniforme eram empregar o conhecimento do conteúdo de função do 1º grau e compreender gráficos de movimento. Os alunos participantes manifestaram ainda pouco interesse em solucionar problemas devido a dificuldades de interpretação e de criar estratégias próprias para a resolução.

O GeoGebra, apesar de ser um software educativo matemático, foi uma boa ferramenta para o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de movimento uniforme. Segundo a percepção do docente, o recurso computacional facilitou a resolução de exercícios e de problemas.

Os alunos pesquisados afirmaram gostar de resolver questões com o GeoGebra e consideraram as atividades realizadas com essa ferramenta excelentes ou boas. De acordo com as percepções discentes, o GeoGebra foi um recurso de aprendizagem importante e a maioria gostaria de usá-lo rotineiramente em aulas de Física.

Apesar do uso do software, o pós-teste revelou que ambas as turmas apresentaram dificuldades similares às observadas nas etapas de pré-teste e complementação pedagógica – interpretar enunciados, escrever funções horárias e analisar gráficos. A resolução de problemas, contudo, começou a ser encarada como parte da aprendizagem.

As notas dos alunos no pós-teste ainda foram baixas, todavia, houve progresso em ambas as turmas. Ao comparar as notas do pré-teste e do pós-teste percebe-se uma melhoria do desempenho acadêmico tanto em exercícios quanto em problemas em ambas as turmas com a complementação pedagógica, com maior destaque para a turma alvo. O uso de tecnologias dinamizou e potencializou o processo de ensino e aprendizagem, além de motivar o aluno a construir conhecimento.

É comum alunos da Educação Básica empregarem tecnologias em seu cotidiano. Inserir esses recursos no processo de ensino e aprendizagem deveria ser uma consequência natural das mudanças sociais (D'AMBRÓSIO, 2001), mas, ainda há entraves em diversos países. Divulgar propostas de inclusão de softwares em aulas é uma forma de estimular seu uso.

O artigo apresentou um caminho para discutir movimento uniforme com o GeoGebra, onde expressar a linguagem matemática, resolver problemas e construir e analisar gráficos figurassem entre as competências estimuladas. No âmbito da pesquisa, a utilização do software revelou benefícios como motivação, maior interesse e entendimento do conteúdo. Os alunos foram ainda capazes de ter melhor desempenho acadêmico em testes a partir da utilização do GeoGebra.

Espera-se que esse estudo auxilie e motive futuras práticas de educadores com vontade de inovar no ensino por meio do emprego de tecnologias como suporte à aprendizagem. Sugere-se, quando possível, usar um laboratório de informática com computadores para cada aluno, o que tornaria as aulas mais rápidas, a participação mais ativa e a autonomia evidente. Outra opção seria o uso de *tablets*.

Referências

- AGRELLO, D. A.; GARG, R. Compreensão de gráficos de cinemática em física introdutória. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 21, n. 1, p. 103-115, 1999. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v21_103.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.
- ALLEVATO, N. S. G.; ONUCHIC, L. R. Pesquisa em resolução de problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Boletim de Educação Matemática**, v. 25, n. 41, p. 73-98, 2011. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/2912/291223514005.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da cinemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, p. 179-184, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v26n2/a13v26n2.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- ASSIS, C. F. C.; BEZERRA, M. C. A. Atividades com o GeoGebra: possibilidades para o ensino e aprendizagem da Geometria no ensino Fundamental. In: CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE

- EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13., 2011, Recife. **Anais eletrônicos...** LEMATEC, 2011. p. 1-13. Disponível em: <<http://www.lematec.net.br/CDS/XIIICIAEM/artigos/1646.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa, edições 70. 2006.
- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte, editora Autêntica. Coleção tendências em educação matemática. 2001.
- BORTOLOSSI, H. J. Criando conteúdos educacionais digitais interativos em matemática e estatística com o uso integrado de tecnologias GeoGebra. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 1, n. 1, p. 28-35, 2012. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/download/8823/6595>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC), SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA (SEMTEC). **Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio+: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- CARIDADE, C. M. R. Tecnologias de informação e comunicação para o enriquecimento no ensino/aprendizagem. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TIC e EDUCAÇÃO, 2., 2012, Lisboa, p. 945-960. **Anais eletrônicos...** Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2012. Disponível em: <<http://ticeduca.ie.ul.pt/atas/pdf/8.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- CAVALCANTE, M. A.; BONIZZIA, A.; GOMES, L. P. C. O ensino e aprendizagem de física no século XXI: sistemas de aquisição de dados nas escolas brasileiras, uma possibilidade real. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, art. 4501, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/314501.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- COSTA, B. J. F.; TENÓRIO, T.; TENÓRIO, A. A educação matemática no contexto da etnomatemática indígena xavante: um jogo de probabilidade condicional. **Boletim de Educação Matemática**, v. 28, n. 50, p. 1095-1116, 2014. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/2912/291232906006.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. O papel da modelagem mental dos enunciados na resolução dos problemas de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 61-74, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n1/a09v24n1.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- D'AMBRÓSIO, U. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. Belo Horizonte, editora Autêntica. 2001.
- DIAS, M. S. S. Resolução de problemas geométricos no GeoGebra. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2012. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/download/8433/6588>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V. **Física: volume 1**. São Paulo, Saraiva. 1ª ed. 2010.
- FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre, Bookman. 2004.
- GASPAR, A. O “R” de retilíneo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 11, n. 1, p. 7-10, 1994.
- GASPAR, A. **Física: volume único**. São Paulo, Ática. 1ª ed. 2005.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, Atlas. 2002.

- GÓMEZ, P. Tecnología y educación Matemática. **Revista de Informática Educativa**, v. 10, n. 1, p. 93-111, 1997. Disponível em: <<http://funes.uniandes.edu.co/319/1/GomezP97-1919.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- HOHENWARTER, M.; FUCHS, K. *Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the software system GeoGebra*. Áustria: University of Salzburg. 2004. Disponível em: <http://www.GeoGebra.org/publications/pecs_2004.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.
- HOHENWARTER, M.; HOHENWARTER, J. *Ajuda GeoGebra*. Áustria: University of Salzburg. 2009. Disponível em: <http://www.GeoGebra.org/help/docuPT_PT.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.
- KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. Habilidades técnicas versus habilidades estruturantes: resolução de problemas e o papel da matemática como estruturante do pensamento físico. **Alexandria**, v. 2, n. 2, p. 181-205, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37960>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. São Paulo, Atlas. 2003.
- MATHISON, S. Why triangulate? **Educational Researcher**, v. 17, n. 2, p. 13-17, 1988. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1174583?origin=JSTOR-pdf&seq=1#page_scan_tab_contents>. Acesso em: 20 out. 2018.
- NAPOLITANO, H.B.; LARIUCCI, C. Alternativa para o ensino de Cinemática, **Inter-ação**, v. 26, n. 2, p. 119-129, 2001. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/interacao/article/view/1604/1569>>. Acesso em: 28 dez. 2018.
- RIO DE JANEIRO. SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO (SEEDUC). **Currículo Mínimo 2012 Matemática**. Rio de Janeiro: SEEDUC, 2012.
- RODRIGUES, A.; MAGALHÃES, S. C. A resolução de problemas nas aulas de matemática: diagnosticando a prática pedagógica. 2012. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/setembro2012/matematica_artigos/artigo_rodriques_magalhaes.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.
- ROMANATTO, M. C. Resolução de problemas nas aulas de Matemática. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 6, n. 1, p. 299-311, 2012. Disponível em: <<http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/viewFile/413/178>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. **Universo da Física: volume 1**. São Paulo, Atual. 2ª ed. 2005.
- SOARES, L. H. Tecnologia computacional no ensino de matemática: o uso do GeoGebra no estudo de funções. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2012. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/download/8923/6598>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- TENÓRIO, A.; COSTA, Z. S. S.; TENÓRIO, T. Resolução de exercícios e problemas de função polinomial do 1º grau com e sem o GeoGebra. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 3, n. 2, p. 104-119, 2014. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/download/21771/16108>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- TENÓRIO, A.; NASCIMENTO, C. P. V.; TENÓRIO, T. Uso do software GeoGebra, blog, e-mail e whatsapp no estudo de Matemática. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 19, ano 9, p. 1-14, 2017.

Disponível em: <<http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2017/07/Art10-vol19-julho2017.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2018.

TENÓRIO, A.; OLIVEIRA, R.; TENÓRIO, T. Mapeamento da inserção das tecnologias de informação e comunicação na prática de ensino de professores de matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 18, n. 2, p. 1069-1089, 2016. Disponível em:

<<https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/24032/pdf>>. Acesso em: 20 out. 2018.

VARGAS, C. F. Preconceptos de cinemática y fuerza en estudiantes que inician sus estudios de ingeniería. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 1, p. 43-52, 2016. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen15/REEC_15_1_3_ex891.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. São Paulo, Bookman. 2010.

Recebido em 19/10/2018

Aceito em 25/06/2019