

O uso do software PhET como ferramenta didática para o ensino dos conceitos de mecânica

The use of the PhET software as a didactic tool for teaching the concepts of mechanics

João Pedro Mardegan Ribeiro
Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC/USP)
São Carlos –São Paulo- Brasil

Resumo

Professores do mundo inteiro vêm relatando acerca das dificuldades de ensinar física, devido a vários fatores, e entre estes, o uso exclusivo do método expositivo. Assim, surgiu o estudo de outras metodologias para complementar as práticas pedagógicas. Uma dessas metodologias é o uso das tecnologias da informação. Logo, ao principal objetivo deste trabalho, coube analisar a eficiência da integração das tecnologias da informação, com ênfase no software PhET em aulas de física. A metodologia da pesquisa consistiu em analisar o desempenho de oitenta alunos frente a duas abordagens, uma com somente o método expositivo, e outra com a integração do PhET. A principal conclusão acerca dos resultados mostrou que o uso dessa ferramenta se apresenta como uma alternativa muito eficaz, uma vez que os índices de acerto as questões propostas foram maiores quando utilizado este recurso durante as aulas.

Palavras-chave: Ensino de Física; PhET; Software Educacional.

Abstract

Teachers from all over the World have been reporting about the difficulties of teaching physics, due to several factors, and among these, the exclusive use of the expository method. Thus, the study of other methodologies to complement pedagogical practices emerged. One of these methodologies is the use of Information Technologies. Therefore, the main objective of this work was to analyze how efficient the integration of Information Technologies can be, with emphasis on the PhET software in physics classes. The research consisted of analyzing the performance of eighty students against two approaches, one with only the expository method, and the other with the integration of PhET. The main conclusion about the results showed that the use of this tool presents itself as a very effective alternative, since the rates of correct answers to the proposed questions were higher when using this resource during classes.

Keywords: Physics teaching; PhET; Educational Software.

Introdução

A física, compreendida como ciência que visa estudar a natureza, tal como compreender seus fenômenos por meio das propriedades da matéria e energia, está presente em nosso cotidiano de maneira intensificada, e seus estudos começa no ensino fundamental na disciplina de ciências físicas e biológicas, e ganha um espaço maior no ensino médio, quando apresenta uma só disciplina para estudar suas relações. Schroeder (2007) destaca que a física pode ser considerada como a mais básica dos ramos da ciência, assim como, ela contribui muito mais para o ensino em geral do que geralmente se supõe, ou seja, quanto à inserção da física na educação, a classificam como importante com o objetivo dos alunos adquirirem conhecimentos de conceitos físicos, mas, ela vai além disso, o ensino de física pode estimular os alunos a vivenciarem situações de aprendizagem prazerosas, tais como a manipulação, observação, sistematização, discussão, investigação, e construção de conhecimentos que explicam atividades do nosso dia a dia.

No Ensino Médio, o primeiro conteúdo de física que deve ser apresentado aos alunos são os relativos à Mecânica, uma vez que estes são à base do conhecimento para outras áreas da física. A Mecânica é um dos ramos da física responsável por analisar o movimento dos corpos que rodeiam todo o universo, desde objetos grandes, como os astros, até partículas subatômicas.

Kawamura e Hosoume (2003) destacam que os conteúdos inerentes aos tópicos de mecânica estão atrelados a competências que podem fazer com que os alunos sejam inseridos a questões de observação e classificação dos movimentos que nos rodeia, tal como de identificação e categorização das causas e efeitos da mutabilidade seja em carros, aviões, animais, até em objetos que caem, a água dos rios, e o movimento do ar. Ainda segundo os autores, de fato, os conteúdos intrínsecos a Mecânica permitem desenvolver nos alunos competências para lidar com aspectos práticos, concretos e macroscópicos dentro dos fenômenos físicos, assim como, a compreensão de elementos que fazem com que os jovens entendam sobre as formas e estética da evolução tecnológica.

Ou seja, mesmo que os conteúdos próprios à física sejam de suma importância para a inserção dos alunos como agentes ativos na sociedade, ainda há muitas problemáticas frente ao seu ensino. Pedrisa (2001), afirma que a práxis no ensino das ciências físicas e biológicas, no Brasil, está carente de práticas experimentais, e quando as têm, os alunos somente tem se deparado com experimentos que comprovam certa teoria, o que não

instiga a imaginação e criatividade na busca do saber, assim como, ainda há muita dependência do livro didático e do método expositivo, mas também, há um reduzido número de aulas de física no currículo, e a falta de contextualização.

Nos dias de hoje, muitos pesquisadores cada vez mais vem analisando alternativas e recursos pedagógicos para incentivar os professores a adotarem progressivamente mais recursos auxiliares frente às demandas do ensino de física. Um desses recursos é o simulador PhET. Esse simulador criado em 2002 por meio do projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder, por Carl Wieman, ganhador do Prêmio Nobel de Física em 2001, cria simulações interativas para o aprendizado das ciências naturais e exatas, no estilo de jogos online, onde os alunos são inseridos em um ambiente que potencializa a exploração e a descoberta.

Devido a condições do materialismo dialético, onde determina que o ambiente, os organismos, e os fenômenos físicos modelam e são modelados pelas pessoas, fato que implica que os alunos apresentam características e perfis subjetivos, o que interfere no modo de aprender os conteúdos, logo, o professor usar somente o método expositivo não é algo viável tendo em vista a grande diversidade de perfis dos alunos, e considerando também que a tecnologia se faz presente no dia a dia, a escola como lugar de discussão das ciências, se faz necessário utilizar desses recursos. Logo, o problema a que se refere ao estudo é entender se há eficácia quando adotado o uso do simulador frente ao ensino de física, ou se por si só, a aula expositiva consegue favorecer ao ganho conceitual.

Com isso, tendo em vista a importância dos conteúdos relativos à Mecânica, e a necessidade da implementação de recursos alternativos no ensino de física, ao objetivo deste trabalho coube analisar o desempenho de um conjunto de alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública do interior do estado de São Paulo frente ao uso do simulador PhET, no que se refere a inserção desses discentes aos conteúdos de Mecânica, para realizar um estudo comparativo entre as formas de ensinar física, e qual proposta favorece um maior ganho conceitual.

Em artigos científicos em língua inglesa há muitos referenciais acerca do estudo da contribuição do software PhET no ensino, mas, no Brasil, como também em língua portuguesa, ainda há poucos referenciais de qualidade acerca da integração do software PhET no ensino, e muitos ainda estudam somente resultados qualitativos frente ao emprego

deste recurso, poucos adotam uma metodologia quantitativa, logo, este artigo visa suprir tal demanda da necessidade de dados quantitativos acerca da eficácia desse software.

O Ensino de Física na Educação Básica

O sistema de ensino em geral, e de forma particular, o ensino de física, enfrenta barreiras e dificuldades que não são recentes, e de tal forma, vem sendo diagnosticadas há vários anos por professores e pesquisadores das áreas de ciências, e com isso, grupos de pesquisa vem refletindo sobre suas causas e consequências.

Uma das grandes problemáticas encontradas frente às investidas no ensino de física é como despertar no aluno o gosto pelo conhecimento e prazer em discutir os conteúdos inerentes aos tópicos de física, do mesmo modo que, como ensinar física visando mostrar aos alunos que as Leis da Física descrevem muitas aplicações no cotidiano, assim como, seus conhecimentos podem melhorar a qualidade de vida da população quando integrada a tecnologias atuais, e que seu conteúdo tem muito mais relevância do que somente a aprovação em um vestibular.

As questões supracitadas levam a reflexões a respeito do atual modelo de ensino, no qual há muito uso de modelos expositivos nas práticas de ensinagem, sem a inserção de alternativas pedagógicas que possam estimular o aprendizado, ou seja, ainda vemos nas escolas brasileiras um ensino mais técnico e mecânico, do que significativo e integrador. Ou seja, quando o ensino se torna mais prazeroso para o professor e para o aluno, e há contextualizações e integração do conhecimento com a realidade, as relações de ensino e aprendizado são aprimoradas, garantindo que os alunos adquiram maior interesse em aprender, consequentemente atingem resultados mais positivos.

O exercício do magistério no que tange ao ensino de ciências, e em particular, ao ensino de física, requer uma ingente habilidade por parte do professor, uma vez que a ensinância dos conteúdos inerentes a essas áreas, não devem estar restritas somente a apresentação de conhecimentos aos alunos e esperar que eles adquiram instantaneamente um amplo conhecimento do conteúdo transmitido, ou seja, as aulas expositivas com ênfase na memorização não podem ser consideradas como a única maneira de ensinar física, e de fato, não deve ser considerada como o melhor método. Mas, para que o ensino seja melhorado, além do aprimoramento didático vindo do professor, a escola deve oferecer a ele condições favoráveis para praticar inovações no ensino, todavia, se observa que no Brasil muitas escolas ainda não apresentam estruturas adequadas.

Logo, há de ser necessário haver uma transformação no ensino de física, adotando metodologias que torne as práticas de ensino e aprendizado mais atrativas, prazerosas e diversificadas. Deste modo, muitos professores e pesquisadores vêm estudando alternativas para tentar minimizar as problemáticas encontradas frente ao ensino de física, e uma dessas alternativas é a integração de tecnologias da informação. Kumar (2001) destaca que nos dias de hoje há muitas tecnologias na forma de softwares na internet que tem como objetivo possibilitar ao professor, e também aos alunos, imaginar situações e testá-las. Corrêa (2004) destaca então, que os softwares, atuantes como simuladores, se tornaram materiais didáticos chamados de objetos de aprendizagem, que atuam como uma epopeica força que impulsiona a criatividade e a imaginação.

O professor, a inovação, e a tecnologia da informação no ensino de física

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9394/96), em seu artigo 22, assegura que a educação básica deve propiciar aos educandos uma formação que os permita atuar de maneira significativa na sociedade, dando-lhes subsídios para estudos posteriores, como também, para o exercício de uma profissão. Todavia, muitas vezes, os conteúdos inerentes à física apresentam muita aversão pelos alunos, e Gonzalez e Paleari (2006) classifica que isso decorre devido ao fato do professor somente adotar o método expositivo de ensino, privilegiando a memorização, comprometendo assim, as relações de ensino e aprendizado, já que esse método, quando empregado sozinho, não é capaz de enfrentar e superar as dificuldades apresentadas pelos alunos, e por consequência, os alunos apresentam resultados insatisfatórios frente ao entendimento dos conteúdos.

Para que se tenha uma mudança significativa e pontual no ensino, Trevisan e Martins (2008) destacam que os professores devem assumir o papel de agentes de transformação. Quando o professor trabalha com metodologias alternativas em sala, assim como, inovando no ensino, Chassot (2003) destaca que o professor facilita as possibilidades de tornar o conhecimento um instrumento simplificador da realização de uma leitura mais crítica e adequada do mundo.

Para melhorar a qualidade do ensino, atividades inovadoras no ensino de física podem ser adotadas, integrando-as junto ao ensino tradicional. Entre essas atividades, há destaque para atividades experimentais, jogos ou outras atividades manipulativas, abordagens históricas, a produção de materiais de divulgação, tais como os cartazes e

slides, assim como o uso de recursos tecnológicos, denominados tecnologia da informação e comunicação.

No que se refere à tecnologia da informação e comunicação, se observa que esta é responsável por grande parte dos momentos de transformação que a sociedade está passando, e estas estão cada vez mais adentrando também na atividade educacional. De Oliveira (2015) assegura que a utilização de recursos tecnológicos no processo de ensino se faz cada vez necessário, já que é uma ferramenta alternativa e diferenciada, o que torna as relações de ensinagem mais prazerosas, tal como, elas podem proporcionar aos alunos construir uma rede de saberes por meio da comunicabilidade e interação com um universo plural, onde, de fato, não apresenta limitações culturais e geográficas, mas sim, permite uma grande troca de experiências e conhecimentos de forma constante.

Lévy (1993) assegura que o uso de simuladores por meio de computadores permite ao educando explorar modelos complexos, tal como em maior quantidade do que com a utilização apenas da imaginação e da memória de curto prazo, assim como, a grande expansão de simuladores a baixo custo, e utilização, permite facilitar o acesso, e assegurar um choque de ideias defronte a um modelo físico e a realidade. Com isso, podemos afirmar que o uso das tecnologias da informação, e dentro desse universo, os softwares educacionais, podem atuar como um excelente recurso pedagógico, já que contribuem no ensino de física para uma maior exposição dos fenômenos, tornando-os mais visíveis e passíveis de serem analisados e contextualizados para com a realidade dos alunos.

Dentro desses softwares educacionais, há uma ferramenta didática, denominado PhET, que tem um potencial substancial no que se refere ao auxílio nas práticas pedagógicas, já que simula muitos fenômenos físicos, e atua como um laboratório virtual, ou seja, os alunos conseguem simular situações reais, e analisar os resultados obtidos, gerando assim, reflexões, críticas, a criação de argumentos, e uma maior assimilação dos conteúdos abordados, uma vez que, mesmo de forma virtual, o simulador contextualiza os elementos apresentando componentes do cotidiano. Nota-se que as simulações presente no PhET se baseiam em extensas pesquisas em educação, tal como envolvem os estudantes em um ambiente intuitivo, semelhante a um jogo, onde eles têm a oportunidade de aprender por meio da exploração e da descoberta.

Logo, pode-se assegurar que o PhET atuando como uma metodologia inovadora frente a incursão no ensino de física, garante um maior enriquecimento cultural,

manipulativo, sensorial, e de tal forma, cidadão, permitindo abrir margem a uma aprendizagem significativa, rica em uma contextualização universal. De Vasconcelos (2015) cauciona que as simulações do PhET também são capazes de fornecer aos usuários uma interatividade, e também condições para a compreensão das causas e efeitos do fenômeno proposto na simulação, garantindo assim, o estudo das ciências, principalmente por meio da investigação, tal como das conexões e contextualizações com o mundo real.

Percorso metodológico

O presente trabalho foi realizado em uma escola pública do município de São Carlos, no interior do estado de São Paulo, e contou com a parceria de cinco agentes, sendo dois estagiários e um professor do Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC/USP), e o professor da escola, titular da disciplina de física, além de oitenta alunos de duas turmas do primeiro ano do ensino médio.

O conteúdo adotado para analisar o desempenho dos alunos foi referente ao tópico de mecânica, com ênfase nos conceitos básicos de movimento, força, velocidade, aceleração, tempo, posição, centro de massa, atrito e gravidade. Foi escolhido trabalhar com esses conceitos antes de adentrar de forma abrangente em cada tópico, uma vez que no que tange ao ensino de física, os professores precisam trabalhar com os conceitos científicos básicos, para transformar o conhecimento prévio dos alunos, que muitas vezes é conflitante com o científico, em conhecimentos aceitos pela ciência, para que no momento de iniciar os conteúdos brutos, tais como: Movimento retilíneo e em duas e três direções, as Leis de Newton, aplicações do atrito, a gravidade e o centro de massa, os alunos tenham uma noção conceitual.

Para analisar o desempenho dos alunos, foi utilizada a resposta dada em alguns questionários. Deste modo, a fim de facilitar as análises, esse trabalho foi dividido em duas grandes etapas distintas. Na primeira, para os alunos da turma B houve a aplicação de uma sequência didática usando somente o método expositivo, e para os alunos da turma A, houve a integração do software PhET para auxiliar o professor na explicação dos conteúdos. Na segunda etapa, houve uma inversão, enquanto a turma A trabalhava um conteúdo somente com o professor usando o modelo expositivo, a turma B aprendia o conteúdo utilizando o PhET como recurso no processo de aprendizado.

A estratégia pedagógica adotada para a avaliação da eficiência da implementação do software no ensino de física se deu em três momentos, no primeiro, foi analisado o desempenho das duas turmas nas atividades propostas para a etapa 1, e assim, de maneira similar, foi feito no momento dois, para as propostas apresentadas na etapa 2. No momento três foi feita uma comparação entre os resultados discutidos nos dois momentos anteriores. Como forma de analisar quantitativamente, foi aplicado um questionário no começo e ao final de cada sequência didática contendo dez questões acerca dos conteúdos abordados durante as aulas. Foi escolhido aplicar um questionário antes (pré-teste) e um após (pós-teste) a sequência didática, para analisar quantitativamente o ganho conceitual obtido. Os conteúdos dados tanto na primeira etapa, quanto na segunda etapa, para ambas as turmas, foram ministrados de maneira semelhante no que tange a quantidade de conteúdo e tempo de exposição das aulas.

Etapa 1:

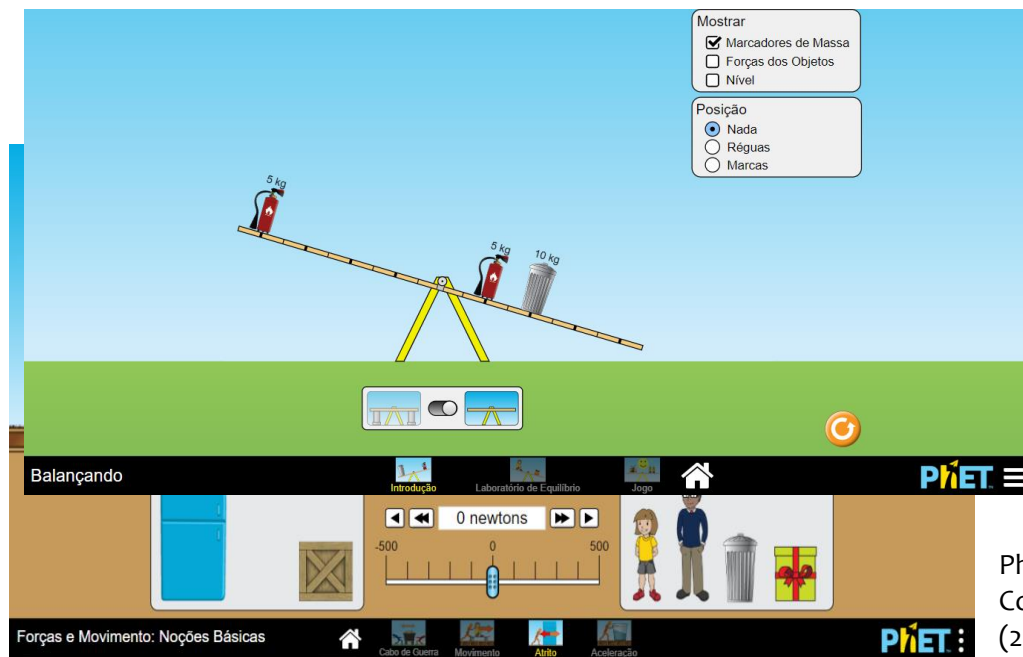
Nesta etapa, ambas as turmas trabalharam com os conceitos de movimento, posição, tempo, velocidade, aceleração, atrito e força. Para trabalhar com os esses conceitos foi necessário quatro aulas. Nos vinte minutos iniciais da primeira aula foi aplicado um questionário com dez questões para conhecer o conhecimento prévio dos alunos. Havia oito tipos de questionários, contendo as mesmas questões, todavia com alternativas em posições diferentes, e enunciados também com palavras distintas, para amenizar a troca de informações pelos alunos.

Após isso, os alunos da turma A foram levados ao laboratório de informática da escola, e foram divididos em duplas para realizarem as atividades no computador quando solicitado pelo professor. Com isso, após os alunos se organizarem, as aulas foram dadas usando o quadro branco para anotações e o software PhET para demonstração, ou seja, o professor explicava um conceito e pedia para os alunos testarem no simulador e descrever o que observavam. O simulador utilizado foi o “Forças e Movimento: Noções básicas”. O professor já havia programado uma sequência de perguntas para serem simuladas pelos alunos, mas também houve o aparecimento de muitas perguntas feitas pelos próprios alunos, o que deu maior espaço para o uso do simulador.

Já com os alunos da Turma B, o professor seguiu os mesmos passos adotados para com os alunos da Turma A, mas sem o uso do software. Houve a aplicação do questionário nos 20 minutos iniciais, e depois houve a realização da aula expositiva. As sete questões

programadas para serem realizadas no simulador, para os alunos dessa turma, foram realizadas na forma de desenhos no quadro, e sem simular, o professor indagava os alunos para que eles dissessem o que ia acontecer, e caso não obtivesse resultado positivo, ele explicava novamente o conceito e justificava o exemplo.

Figura 1. Forças e Movimento: Noções básicas.



Fonte:

PhET
Colorado
(2019).

Etapas 2

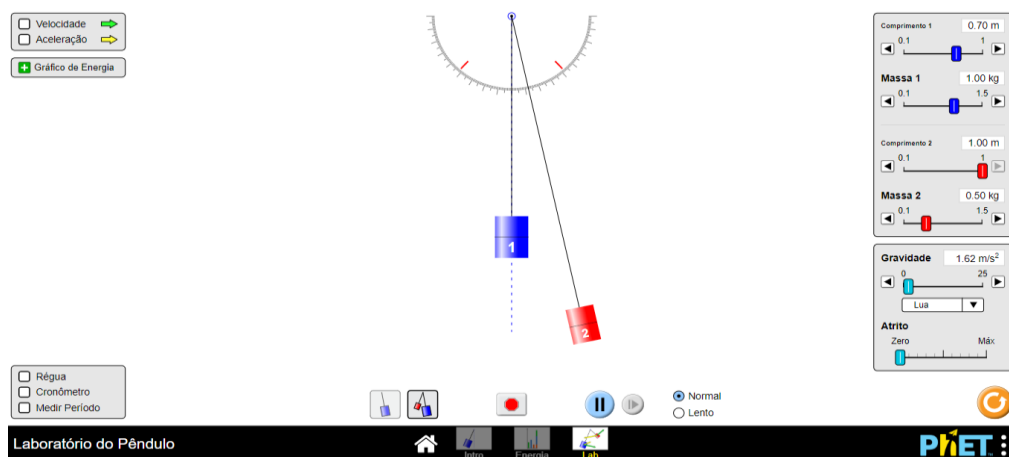
Já nesta etapa, ambas as turmas trabalharam com os conceitos relativos a centro de massa e gravidade. Para trabalhar com esses conceitos houve a necessidade de quatro aulas. Novamente, nos vinte minutos iniciais da primeira aula, para ambas as turmas, foi aplicado um questionário contendo dez questões para conhecer o conhecimento primário dos alunos. Neste momento, houve uma inversão, os alunos da turma A, que inicialmente (na Etapa 1) realizaram as aulas no laboratório de informática, ficaram em sala de aula, e a turma B, que na primeira sequência didática ficou em sala de aula, foram para o laboratório de informática da escola.

Os alunos da turma B, após realizarem o questionário, foram levados ao laboratório de informática da escola, e também foram divididos em duplas. Como na Etapa 1, o professor explicava um conceito usando o quadro branco, fazia anotações, e utilizava o simulador para os alunos testarem o que observavam. Foram utilizados dois simuladores, sendo esses: Laboratório do Pêndulo e Balançando.

Figura 2. Balançando.

Fonte: PhET Coladorado (2019).

Figura 3. Laboratório do Pêndulo.



Fonte. PhET Coladorado (2019).

Já com os alunos da Turma A, o professor também realizou as mesmas atividades, e também levou as mesmas sete perguntas para a sala de aula, mas os desenhos e observações foram feitos no quadro negro, assim, o professor indagava os alunos, e eles respondiam o que achavam o que ia acontecer, e assim, o professor dava um feedback.

Resultados e discussão

No momento um, na primeira etapa, onde foram realizadas atividades referente aos estudos do movimento, posição, tempo, velocidade, aceleração, atrito e força, foi observado que ambas as turmas, seja a turma A que trabalhou com os conceitos usando o PhET, e a Turma B que trabalhou com os conteúdos somente usando o método expositivo, participaram ativamente das atividades propostas, uma vez que eles respondiam as perguntas feitas pelo professor.

Nos vinte minutos iniciais foi aplicado um questionário com dez questões básicas de múltipla escolha, para os alunos responderem conforme o conhecimento primário deles. Ambas as turmas lograram índices inferiores à média 5,0, logo, de fato, a concepção primária deles acerca dos conceitos que viriam a ser trabalhados eram conflitantes com os conceitos verdadeiramente científicos. A média de acerto da turma A foi de 2,55, e a média de acerto da turma B foi de 3,05.

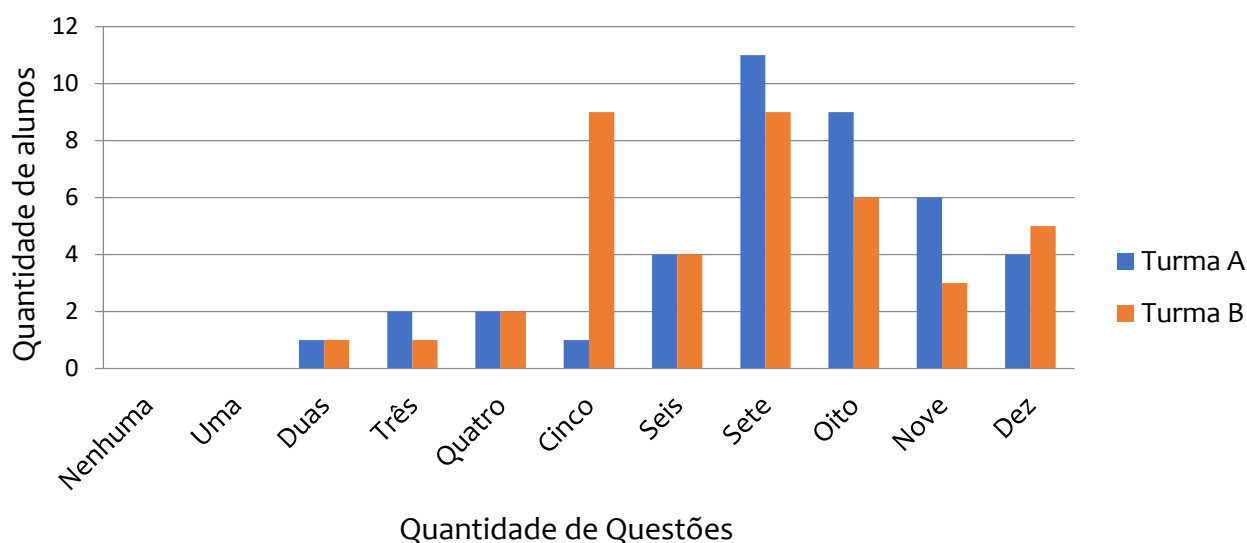
No que se refere aos alunos da Turma A, a maior pontuação alcançada foi de um aluno que acertou sete questões, e a menor pontuação obtida foram de seis alunos que não acertaram nenhuma questão, e 32 alunos dessa sala acertaram menos de cinco questões, 4 acertaram cinco e 4 acertaram mais que cinco. No que tange a Turma B, houve um desempenho um pouco superior, a maior pontuação alcançada foram de dois alunos que acertaram oito questões, e somente um aluno errou todas, 32 alunos acertaram menos de cinco questões, 5 acertaram cinco e 3 acertaram mais que cinco questões.

Após a aplicação da sequência didática contendo as quatro aulas, ambas as turmas alcançaram índices de acerto superiores à quantidade inicial. A média de acerto da turma A, que trabalhou com o conteúdo usando o PhET para simular os conceitos explicados pelo professor, saltou de uma média de 2,55 para 7,20, ou seja, um ganho conceitual de 182,4%. A menor pontuação alcançada foi de um aluno que acertou apenas duas questões, e a maior pontuação obtida foi de quatro alunos que acertaram todas as questões propostas. Inicialmente, 32 alunos acertaram menos de cinco questões, e essa quantidade caiu para cinco alunos. Somente um aluno acertou cinco questões, e os 34 restantes, acertaram mais de cinco questões.

Já os alunos da turma B, que trabalharam os conceitos somente com o professor usando o método expositivo, saltaram de uma média de 3,05 para 6,75, representando um

ganho conceitual de 121,3%, ou seja, também houve um ganho conceitual considerável. A menor pontuação saiu de um aluno que errou todas as questões para um aluno que acertou duas questões. Já a maior pontuação anterior foi de dois alunos que acertaram oito questões, e após, cinco alunos que acertaram todas. Somente 4 alunos acertaram menos que cinco questões, nove acertaram cinco, e 27 alunos acertaram mais que cinco.

Gráfico 1 - Comparação entre o desempenho das duas Turmas após a Etapa 1.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com o gráfico 1, nota-se que em nenhuma das turmas houve alunos que acertaram uma ou nenhuma questão. A turma B, que trabalhou com os conceitos somente com a exposição do professor, apresentou uma maior quantidade de alunos que acertaram 5 e 10 questões, todavia, entre sete e nove questões, houve mais alunos da Turma A. Deste modo, a Turma A apresentou uma maior quantidade de alunos que acertaram mais questões, assim como, apresentou uma maior média geral de acertos, e também apresentou uma maior taxa de ganho conceitual, tudo em comparação com a Turma B, demonstrando que o uso do software contribuiu mais fortemente para o aprendizado dos alunos frente ao ensino desses conteúdos do que o outro método quando trabalhado sozinho.

No momento dois, na etapa dois, onde foram realizadas atividades referentes à gravidade e centro de massa, os alunos de ambas as turmas participaram mais ativamente do que na Etapa 1, e fizeram muitas perguntas, principalmente sobre contextualizações da gravidade, e sobre o centro de massa, ficaram intrigados devido ao equilíbrio das massas

dependendo da posição. Novamente, nos vinte minutos iniciais, foi aplicado um questionário com dez questões básicas de múltipla escolha. Ambas as turmas, de modo análogo a etapa 1, tiveram uma média de índices de acerto inferior a 5. A média de acerto da turma A foi de 2,25, e a média de acerto da turma B foi de 3,15. Novamente a Turma B acertou mais questões inicialmente do que os alunos da Turma A.

No que se refere aos alunos da Turma A, a menor pontuação atingida foi de cinco alunos que erraram todas as questões, e a maior pontuação alcançada foi de um aluno que acertou oito questões. 35 alunos acertaram menos que cinco questões, quatro acertaram cinco e apenas um acertou mais que cinco questões. Novamente, a turma B apresentou um desempenho um pouco superior, onde a maior pontuação atingida foi de dois alunos que acertaram sete questões, e a menor pontuação foi de dois alunos que erraram todas as questões. 31 alunos acertaram menos de cinco questões, 3 acertaram cinco questões e 6 acertaram mais de cinco.

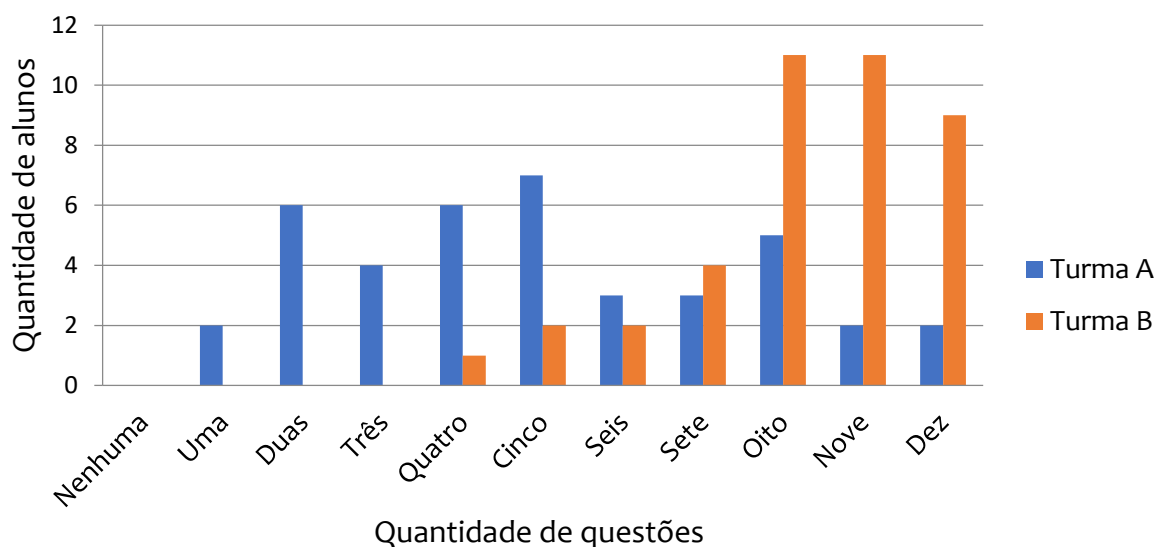
Após a aplicação da sequência didática contendo as quatro aulas, ambas as turmas atingiram índices de acerto superiores à quantidade inicial. A média de acerto da turma A, que aprendeu os conteúdos somente com o método expositivo e dialogado, saltou de 2,25 para 5,05, um ganho conceitual de 124,4%. A menor pontuação alcançada foi de dois alunos que acertaram uma questão e a maior pontuação foi de dois alunos que acertaram todas as questões. Inicialmente, 35 alunos acertaram menos de cinco questões, e essa quantidade caiu para 18, e houve 7 alunos que acertaram cinco questões, e 15 acertaram mais de cinco questões.

Já os alunos da turma B, que aprenderam os conteúdos com a aula expositiva, mas com o auxílio do PhET, saltaram de uma média de 3,15 para 8,35, um ganho conceitual de 165,1%, ou seja, um ganho conceitual substancial. A menor pontuação alcançada foi um aluno que acertou quatro questões, e a maior foi de nove alunos que acertaram todas as questões propostas. Somente um aluno acertou menos de cinco questões, dois alunos acertaram cinco questões, e 37 acertaram mais de cinco questões.

Com o gráfico 2, nota-se que nenhum aluno de ambas as turmas erraram todas as questões. O gráfico também expõe uma informação de suma relevância, ou seja, os alunos da Turma A tiveram barras maiores em acertos a seis ou menos questões, e os alunos da Turma B de sete questões ou mais. Deste modo, a Turma B apresentou uma maior

quantidade de alunos que acertaram mais questões, e em uma quantidade muito expressiva, nota-se isso também com as barras da Turma B muito superiores as barras da Turma A. A turma B também apresentou uma maior média geral de acertos, e também apresentou uma taxa de ganho conceitual muito maior do que os alunos da turma A, demonstrando novamente que o uso do software foi mais efetivo do que o método tradicional isolado, e contribuiu de maneira substancial para o aprendizado dos alunos.

Gráfico 2: Comparação entre o desempenho das duas Turmas após a Etapa 2



Fonte: Elaborado pelo autor

Neste momento três será dado um maior olhar global sobre o desempenho dos alunos. Com a Tabela 1 é notório que tanto na Etapa 1 quanto na Etapa 2 os alunos da Turma B acertaram mais questões no pré-teste (questionário aplicado nos vinte minutos iniciais do plano de aula para conhecer o conhecimento primário dos alunos). Na Etapa 1, ao aplicar ambos os planos de aula, as duas turmas atingiram resultados positivos de acerto, mas, de fato, a turma A que fez uso do software para simular os conceitos, apresentou um ganho conceitual muito superior ao da Turma B, todavia, a média de acerto pós-teste foi próximo. Já na Etapa 2, a Turma B, que fez o uso do software, apresentou um ganho conceitual muito superior ao da Turma A, assim como, a média de acerto pós-teste foi muito superior. Ou seja, o ganho conceitual das duas turmas foram maiores quando trabalharam os conteúdos com o auxílio do simulador PhET.

Uma análise mais individualizada sobre as turmas demonstra que a Turma B conseguiu obter resultados favoráveis quando trabalhado o conteúdo somente usando o método expositivo, mas, quando ficaram de frente ao software, obtiveram um índice de acerto muito maior, apresentando uma média de acerto de 8,35, e apesar de serem conteúdos diferentes, o ganho conceitual quando utilizado o software, foi de 43,8 pontos maior, ou seja, analisando o pré-teste e o pós-teste, em média, a turma B acertou 3,7 questões a mais com o método expositivo, e 5,20 questões a mais com o auxílio do software nas aulas. Sendo assim, implica que o software foi um recurso muito eficiente para as práticas de ensino e aprendizado para os alunos dessa turma.

Tabela 1: Comparação do desempenho dos alunos em ambas as Etapas

	Etapa 1			Etapa 2		
	Pré – Teste (média)	Pós – Teste (média)	Ganho conceitual (%)	Pré – Teste (média)	Pós – Teste (média)	Ganho conceitual (%)
Turma A	2,55	7,2	182,4	2,25	5,05	124,4
Turma B	3,05	6,75	121,3	3,15	8,35	165,1

Fonte: Elaborado pelo autor

Já os alunos da Turma A, obtiveram resultados positivos quando trabalhado o conteúdo usando o software, mas, quando trabalharam novos conteúdos usando somente o método expositivo, não atingiram resultados muito bons, no que se refere à média de acertos. De fato, como observado na Tabela 1, o ganho conceitual da Turma A, com o método expositivo, foi um pouco superior ao da Turma B, todavia, os alunos da turma B já tinham uma bagagem conceitual mais ampla, o que fez com o que a média de acerto da Turma A no pós-teste fosse inferior. O ganho conceitual da Turma A com o uso do software foi 58 pontos superior, assim como, com o método expositivo, eles acertaram 2,8 questões a mais no pós-teste (em relação ao pré-teste), e com o uso do software PhET, foi de 4,65 questões a mais. Ou seja, de fato, essa turma, como não possui uma ampla concepção primária coerente dos conceitos científicos, necessita trabalhar com as práticas de ensino de física usando modelos alternativos, ou complementares à aula expositiva.

Com isso, podemos assegurar que as duas turmas apresentam perfis subjetivos, o que representa que os professores não podem adotar a mesma metodologia em todas as salas, uma vez que pode beneficiar certa turma em detrimento de outra. Turmas que já possuem uma bagagem científica razoável (como a turma B), mesmo quando deparados

com a metodologia expositiva, pode adquirir novos conhecimentos, tal como, com o uso da tecnologia da informação, essas habilidades podem ser aprimoradas. Mas, turmas que possuem concepções primárias muito conflitantes com o conhecimento científico aceito pela ciência (como a turma A) quando deparado somente com o método expositivo, apresentará mais dificuldade em realizar uma mudança conceitual, atrelando o pensamento em visto em sala, como algo restrito à escola.

Destarte, podemos afirmar que com os resultados obtidos, o uso da tecnologia da informação, tal como neste caso, com o uso do software PhET, foi muito eficiente quando integrado nas aulas de física, uma vez que para ambas as turmas, e para ambos os conteúdos, quando foram abordados os conceitos usando o simulador para reproduzir as ideias apontadas pelo professor, o resultado obtido pelos alunos foi muito mais expressivo do que quando só houve o método expositivo, evidenciando que o software PhET é um importante instrumento que cada vez mais deve ser integrado nas aulas de física, e de ciências como um todo, para assegurar que os alunos consigam aprender de maneira mais significativa os conceitos inerentes as ciências naturais.

Os resultados alcançados neste trabalho no que se refere aos dados quantitativos, foram próximos ao resultado alcançado por Mendes, Santana e Júnior (2015) que trabalharam com o PhET para ensinar o balanceamento de reações químicas. No trabalho desses autores, quando os alunos realizaram as atividades somente com a aula expositiva acertaram menos questões do que quando houve a aplicação do PhET, e assim, ainda segundo eles, com a aula expositiva há menos representações macroscópicas, e simbólicas do que podem ser representadas pelo software. No presente trabalho foi chego à mesma conclusão do que a dos outros autores, já que neste caso os alunos também tiveram melhores resultados quando trabalharam com o simulador.

Considerações finais

Por meio das sequências didáticas realizadas, foi possível fazer uma comparação entre duas formas de abordar conceitos de mecânica frente ao ensino de física. De fato, por meio da literatura, pode-se afirmar que ainda há resistência por parte dos professores para integrar outros recursos e metodologias frente ao ensino das ciências naturais, o que vem de encontro com o pensamento de Buch e Schroeder (2013) que ponderam que esse fato é decorrente devido à falta de capacitação de professores, assim como, das más condições do exercício do magistério, tal como, algumas desmotivações trazidas pelos alunos para a sala

de aula, mas para, além desses fatos, alguns professores ainda apresentam dificuldade em sair do comum.

Regularmente, o baixo rendimento dos alunos é creditado exclusivamente a eles, devido ao seu não interesse em querer estudar e participar ativamente das atividades propostas, contudo, vale ressaltar também, que o professor do século XXI deve se adequar as novas perspectivas da sociedade, e a mudança de perfil dos alunos. Mas, muitas vezes, os alunos que apresentaram baixo rendimento em física, não tem facilidade em aprender os conteúdos com a aula expositiva, com isso, cabe ao professor adotar outras metodologias, recursos, ferramentas e modalidades didáticas para aprimorar as práticas de ensino e aprendizado.

De fato, para que os alunos consigam entender de maneira mais significativa os fenômenos inerentes à área da física, demanda um conhecimento dos conceitos envolvidos, assim como, necessita que os alunos consigam entender as relações desses com sua vivência e com si próprio. Ficou evidente com a aplicação das sequências didáticas que quando o professor realiza uma aula expositiva, e há retorno dos alunos, agindo ativamente, pode haver ganho conceitual, mas, quando há a integração de metodologias mais diversificadas, e interativas, o ganho conceitual pode ser ainda maior.

Os resultados alcançados nesse trabalho vieram de encontro com as ponderações de Rossini (2005) que afirma que tais atividades que fogem do tradicional, fazem com que os alunos aprendam motivados pela ação, assim como, eles saem do estado de acomodação, e realizam as atividades movidos pelos sentimentos de entusiasmo. Integrando essas perspectivas ao trabalho desenvolvido, nota-se que os alunos participaram ativamente na interação com o simulador PhET, fazendo com que eles adquirissem um substancial ganho conceitual.

De fato, na maioria das vezes, as aulas expositivas não são atraentes para todos os alunos, assim como, muitos não conseguem entender com a explicação do professor, sentem vergonha em perguntar, e não sentem vontade de pesquisar quando em casa. Logo, a integração de outras metodologias, tais como as tecnologias da informação, pode contribuir de maneira substancial para o aprendizado dos alunos, uma vez que os softwares educacionais apresentam ferramentas básicas, e acessíveis que despertam a curiosidade e o interesse do aluno.

Com isso, essa pesquisa demonstrou que o uso do software PhET foi muito eficiente no ensino de física quando integrado na aulas, uma vez que houve grande contribuição para o ganho conceitual dos alunos para com os conteúdos inerentes a mecânica. Fortalecendo com as perspectivas descritas na literatura sobre a contribuição de ferramentas didáticas inovadoras, e fortalecendo o estudo dos trabalhos que afirmam que a tecnologia da informação pode, de maneira plena, garantir uma maior participação dos alunos na interação com o conteúdo, e estimular o aprendizado de física.

Evidentemente, este estudo apresentou algumas limitações, tais como o trabalho com uma quantidade baixa de alunos, e o trabalho com conteúdos somente iniciais, e de certo modo, somente conceituais. Para uma investigação futura, a quantidade de alunos pode ser aumentada, e também trabalhar com conteúdos mais analíticos quantitativos.

Referências

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 9394/96**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.

BUCH, Gisele Moraes; SCHROEDER, Edson. Clubes de ciências e alfabetização científica: concepções dos professores coordenadores da rede municipal de ensino de Blumenau (SC). **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 8, n.01, p. 56-70, 2013

CHASSOT, Attico. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. 3ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

CORRÊA, Cynthia Harumy Watanabe. Comunidades virtuais gerando identidades na sociedade em rede. **C-Legenda-Revista do Programa de Pós-graduação em Cinema e Audiovisual**, n. 13, 2004.

DE OLIVEIRA, Cláudio. TIC'S na educação: a utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. **Pedagogia em Ação**, v. 7, n. 1, 2015.

DE VASCONCELOS, Flávia Cristina Gomes Catunda. Levantamento e análise das Simulações do PhET para o ensino e aprendizagem de Química. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015, Águas de Lindóia. **Anais eletrônicos...** Águas de Lindóia, 2015. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0336-1.PDF>. Acesso em 1 de Maio de 2020.

GONZALEZ, Fabiana Gaspar; PALEARI, Lucia Maria. O ensino da digestão-nutrição na era das refeições rápidas e do culto ao corpo. **Ciênc. educ.(Bauru)**, v.12, n.1, p. 13-24, 2006.

KAWAMURA, Maria Regina Dubeux; HOSOUKE, Yassuko. A contribuição da Física para um novo Ensino Médio. **Física na Escola**, v. 4, n. 2, p. 22-27, 2003

KUMAR, David. Computer Applications in Balancing Chemical Equations. **Journal of Science Education and Technology**, v.10, n.4, p.347– 350, 2001

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1993.

MENDES, Abinadabis; SANTANA, Genilson; JÚNIOR, Erasmo Pessoa. O uso do software PhEt como ferramenta para o ensino de balanceamento de reação química. **Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 8, n. 16, p. 52-60, 2017.

PEDRISA, Cíntia Mara. Características históricas do ensino de ciências. **Ciência & Ensino**, Campinas, n. 11, p. 9-12, 2001

PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_pt_BR.html>. Acesso em: 20 de fev. de 2019.

PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_pt_BR.html>. Acesso em: 20 de fev. de 2019.

PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act_pt_BR.html>. Acesso em: 20 de fev. de 2019.

ROSSINI, M. **Educar para ser escola**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2005.

SCHROEDER, Carlos. A importância da física nas quatro primeiras séries do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 89-94, 2007

TREVISAN, Tatiana Santini; MARTINS, Pura Lucia Oliver. O professor de química e as aulas práticas. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 7. 2008, Curitiba. **Anais eletrônicos...**Curitiba: EDUCERE; PUC-PR, 2008.

Sobre o autor

Técnico em Administração pelo Centro Paula Souza (2015), e licenciando em Ciências Exatas com habilitação em Física pelo Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC/USP). É tutor no clube de ciências do Espaço Interativo de Ciências (EIC), vinculado ao Centro de Pesquisa e Inovação em Biodiversidade e Fármacos (CIBFar), um dos CEPID da FAPESP, onde desenvolve atividades de Cultura e Extensão, como também de pesquisa em Ensino de Ciências em ambientes não formais. Faz parte do grupo de Educação Matemática do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (ICMC/USP). É representante no Serviço de Biblioteca do IFSC/USP. Desenvolve, além de trabalhos em ensino de ciências, desde 2016 trabalhos nas áreas de Ensino de Matemática, Física e Química, História e Filosofia da Ciência, como também em psicologia da Educação, com grande ênfase no processo de neurociência cognitiva.

E-mail: joao.mardegan.ribeiro@usp.br Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2573967776080047>.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0012-042X>

Recebido em: 09/05/2020

Aceito para publicação em: 22/06/2020