

A utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação como ferramenta potencializadora no ensino do conceito de Queda Livre

The use of Digital Information and Communication Technologies as a potential tool in the education of the concept of Free Fall

Adriana da Silva Fontes¹; Michel Corci Batista²; Roseli Constantino Schwerz³; Marcos Cesar Danhoni Neves⁴

1 Doutora, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil – asfontes@utfpr.edu.br, /ORCID 0000-0002-0085-5020

2 Doutor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil - michel@utfpr.edu.br, /ORCID 0000-0001-7328-2721

3 Doutora, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil - rconstantino@utfpr.edu.br, /ORCID 0000-0001-5507-3117

4 Doutor, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil - macedane@yahoo.com, /ORCID 0000-0001-5209-4158

Recebido em 22/10/2018. Publicado em Dezembro/2019

Palavras-chave:

Tecnologia Digital de Informação e Comunicação (TDIC). Simulações. Ensino de Física.

RESUMO: Este trabalho foi elaborado com a finalidade de compartilhar com os professores de Física e com os licenciandos, uma forma de trabalhar o conteúdo de Queda livre, através de simulações com *softwares* e aplicativos para *Smartphones free*, visando fornecer três opções diferentes de trabalhar o mesmo conteúdo, explorando as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), para que possam escolher qual aplicar com seus alunos, objetivando motivar os alunos, proporcionar o processo de ensino-aprendizagem, gerar maior interação entre professores e alunos, observar as concepções dos futuros professores sobre as aulas experimentais de Física. Tudo isso considerando o baixo custo e a alta qualidade acadêmica. A atividade foi aplicada a alunos do curso de licenciatura em química, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, durante a disciplina de Física 1. Para a coleta de dados utilizamos mapas conceituais, questionários e diário de campo e, para análise dos dados seguimos os pressupostos da pesquisa qualitativa, com aspectos da pesquisa exploratória. Os *softwares* escolhidos foram o Algodoo e *Tracker* e os aplicativos *Free Fall Simulator* e acelerômetro. Para cada um deles, foram montadas simulações que exploraram os programas de forma qualitativa, por meio da análise de objetos. Ao final foi aplicado um questionário visando avaliar as impressões dos alunos sobre os recursos disponibilizados. Os resultados colhidos indicaram que os alunos não conheciam essas ferramentas e sentiram-se motivados a utilizá-las, em especial o aplicativo para simulação de queda livre, em função da acessibilidade e de estarem mais acostumados a manusear o *Smartphone*.

Keywords:

Information and Communication Technology. Simulations. Physics teaching.

ABSTRACT: This work was elaborated with the purpose of sharing with Physics professors and the licenciandos a way to work the free Fall content through simulations with software and applications for *Smartphones free*, in order to provide three different options for working the same content, exploring digital information and communication technologies (DICT), so that they can choose which to apply with their students, aiming to motivate students, provide the teaching-learning process, generate greater interaction between teachers and students, observe the conceptions of future teachers about experimental Physics classes. All this

considering the low cost and the high academic quality. The activity was applied to students of the licentiate course in Chemistry, from Federal Technological University of Parana, during the discipline of Physics one. For data collection we used conceptual maps, questionnaires and field diaries and, for data analysis, we followed the qualitative research assumptions, with aspects of exploratory research. The software chosen were the Algodoo and Tracker and Free Fall Simulator and accelerometer applications. For each of them, simulations were assembled that explored the programs in a qualitative way, through the analysis of objects. At the end, a questionnaire was applied to evaluate the students' impressions about the resources made available. The results indicated that the students did not know these tools and were motivated to use them, especially the application for free fall simulation, due to accessibility and to be more accustomed to handling the Smartphone.

INTRODUÇÃO

O ensino de Física na Educação Básica, tem enfrentado muitos problemas. A esse respeito, Moreira (2016), orienta que:

É preciso passar por mudanças significativas, pois está desatualizado em termos de conteúdos e metodologias. Os conteúdos trabalhados são majoritariamente, do século XIX e as metodologias de ensino são predominantemente, aulas expositivas e resolução de exercícios, sem incorporar as tecnologias de informação e comunicação (in ANDRADE, 2016, p.5).

Para que esse quadro possa melhorar, deve-se investir na valorização e na formação dos professores em duas vertentes: na formação dos futuros professores (cursos de licenciatura) e na formação continuada dos professores atuantes.

No caso específico da disciplina de Física, as dificuldades no processo de ensino e de aprendizagem que professores e alunos sentem são antigas e bem conhecidas, entre elas destacam-se para o professor: a excessiva carga horária, a falta de cursos de formação continuada, falta de infraestrutura das escolas. E em relação ao aluno dentre tantos outros obstáculos que podem prejudicar o estudo, destacam-se: a falta de dedicação aos estudos, a dificuldade na interpretação dos enunciados, dos gráficos e tabelas; dificuldades na matemática básica, o não cumprimento das tarefas, conversas sem relação com a disciplina e os problemas modernos onde a internet e as redes sociais (facebook, whats App, entre outros) desviam a atenção do estudante dentro e fora da sala de aula.

A introdução de práticas educacionais que relacionem inovação com um ensino mais eficaz tem sido um desafio para todos os professores que buscam uma mudança no contexto de ensino da sala de aula. No ensino de Física esse fator também está presente. Vemos hoje que existem inúmeras pesquisas mostrando o potencial de novas metodologias e ferramentas para que se melhore a qualidade no ensino dessa disciplina tão desafiadora (ANDRADE, 2016).

Considerando a importância das atividades experimentais para a compreensão dos conceitos físicos e em consonância com os pressupostos do documento da Base Nacional

Comum Curricular (BNCC), 2016, o qual reforça que o ensino deve proporcionar a educação integral do estudante, por meio da contextualização, interdisciplinaridade, representações e exemplificações, elaborou-se uma Sequência Didática (SD) visando estimular o uso de aulas práticas contextualizadas para o tema Queda livre.

As dificuldades normalmente encontradas pelos professores e alunos para realizar experimentos sobre Queda livre são devidas à força de arrasto; cronometragem do tempo da queda dos corpos, o qual é relativamente curto; além de problemas comuns e já muito debatidos, como infraestrutura das escolas públicas. Por isso, realizar experimentos com o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), pode ser uma alternativa viável e mais barata, permitindo realizar um experimento com alto rigor de confiabilidade.

QUEDA LIVRE

O movimento de queda dos corpos é analisado e discutido desde o século IV a.C. por Aristóteles, afirmando que os corpos sempre se deslocavam em busca do seu lugar natural (ÉVORA, 2006). Séculos posteriores, outra figura ficou conhecida por suas contribuições no estudo do movimento, o italiano Galileu Galilei (1564 – 1642 d. C). Segundo ele, o único movimento natural dos corpos é no sentido de cima para baixo, na direção vertical, devido à atração gravitacional (DAMPLER, 1986 *apud* GERMANO, 2016). Galileu atribuía à resistência do ar a causa de corpos de massas distintas, soltos a mesma altura e ao mesmo tempo, chegarem em diferentes instantes ao solo. Ainda que muitas vezes a veracidade de seus experimentos sejam questionados (NEVES, 2008), Galileu é considerado um dos precursores da ciência empírica e desde então a realização de experimentos se evidenciou como primordial para o avanço da ciência.

Dentro do contexto do ensino, a experimentação é frequentemente vista como uma atividade com potencial de auxiliar no processo de aprendizagem. Este recurso pode ser considerado um método instrucional facilitador para a promoção da mudança conceitual, transformando as aulas de ciências em momentos ricos de interações sociais, favorecendo a ligação entre a linguagem conceitual presente nas ciências e o mundo empírico (ZARATINI, NEVES & SILVA, 2013).

Quando o conteúdo de queda livre é ministrado de forma apenas expositiva e discursiva, baseada principalmente na linguagem matemática, nota-se frequentemente que os alunos apresentam dificuldades em compreender que corpos de massas diferentes poderiam percorrer a mesma distância em um mesmo intervalo de tempo, durante uma queda livre. No mundo real, uma pena e um martelo se deslocam verticalmente de modos distintos, visto que a resistência do ar sempre está presente. Deste modo, uma alternativa para mostrar que em queda livre os dois corpos se deslocam igualmente no mesmo intervalo de tempo, seria a

utilização de um laboratório com equipamentos capazes de reduzirem significativamente a presença de ar. Como este aparato experimental geralmente não é disponível nas escolas, como alternativa são realizadas algumas atividades mais simplificadas, como, por exemplo, soltar uma folha de papel lisa e outra amaçada para evidenciar a interferência da força de arrasto sobre o movimento.

Em consonância com Martins *et al*, (2013), um dos maiores entraves na realização de experimentos é a falta de equipamentos adequados, normalmente fora dos padrões orçamentários escolares. Nesse sentido, Bezerra Jr *et al*, (2012), indica que é importante investigar alternativas e possibilidades educacionais que sejam relevantes para a melhoria do processo educativo e que possam ser enquadradas no tempo didático disponível para as aulas de Física. Portanto, importa desenvolver atividades experimentais que apresentem, ao mesmo tempo, flexibilidade de uso e baixo custo, mas sem descuidar de sua qualidade acadêmica e do potencial significativo para a aprendizagem.

Uma alternativa que surgiu nas últimas décadas para a realização de experimentos são as tecnologias educacionais, como aplicativos e simuladores. Há diversas opções destes softwares que são gratuitos e com alta usabilidade em sala de aula, por meio de computadores ou smartphones. Estes recursos, enquadrados como Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), surgem, na educação, como importantes ferramentas que podem ser empregadas nos diversos níveis de ensino, não somente como uma alternativa para a realização de aulas práticas, mas também como forma de modificar as aulas de Física nas escolas e universidades brasileiras. É possível, em alguns casos, unir as TDIC à prática experimental tradicional, para aquisição de dados. Além do mais, também há a possibilidade de se realizar os experimentos de forma totalmente virtual. Neste caso, existem algumas vantagens, como desconsiderar a interferência de forças de atrito e de arrasto durante a simulação do movimento, permitindo maior aproximação entre a prática e os problemas idealizados trazidos por livros didáticos.

AS TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE QUEDA LIVRE

Com o uso das tecnologias, possibilitou-se novas formas de compreender; mais competências estão sendo exigidas; inovadoras formas de se realizar o trabalho pedagógico são necessárias e fundamentalmente, é necessário formar continuamente o professor para atuar neste ambiente tecnológico, em que a tecnologia serve como intercessor do processo ensino-aprendizagem (OLIVEIRA; MOURA & SOUSA, 2015).

Segundo levantamento feito pelo Instituto de Tecnologia e Sociedade (ITS) e divulgado por Mariana Tokarnia, (repórter da Agência Brasil) em 2015, 78% das escolas no

País já tem acesso à internet. Entretanto, a falta de acesso à rede nos 22% de instituições sem acesso, não impede o professor de agregar a tecnologia em suas aulas, já que atualmente existem várias maneiras do aluno entrar em contato com o mundo digital, seja em sua própria casa como em *Lan Houses*. Os usos de tecnologias no ensino aprendizagem não entram, apenas, como instrumento para despertar o interesse do aluno, mas também aproximam os conteúdos formais da escola com o do seu cotidiano.

De acordo com Rodrigues, (2015), da mesma forma que o computador entrou em sala de aula como ferramenta complementar ao ensino, o *Smartphone*, de forma lenta e com muitas ressalvas está entrando também. Dessa forma as escolas visam a incorporação de tecnologias na formação do aluno, pois essas já fazem parte do cotidiano do mesmo fora da sala de aula.

Assim o presente trabalho aborda o uso do Smartphone em sala de aula como uma ferramenta pedagógica. Muito embora sirvam como instrumento de apoio à aprendizagem, a sua utilização encontra barreiras de ordem legal e pessoal, mas seu uso é justificado na educação, pois esses aparelhos proporcionam novas formas de comunicação entre alunos e professores (RODRIGUES, 2015).

Segundo Andrade, (2016):

É preciso ter uma certa dose de cautela no que diz respeito principalmente à metodologia na qual essas ferramentas serão utilizadas, de modo que ela não se torne apenas uma forma de entretenimento educacional ou um fim em si mesma, mas sim um meio concreto de contribuir para um ensino mais efetivo, mais interativo, mais dinâmico e que tenha uma grande relevância no processo de formação dos alunos. O uso do computador como uma ferramenta de ensino, ainda apresenta algumas falhas, entre os fatores, destaca-se que nesse período de transição, uma boa parte dos professores não possuía uma formação específica que contemple o uso das novas tecnologias no contexto da sala de aula. Os cursos de licenciatura ainda estão se adaptando no que diz respeito à introdução de disciplinas que visem a formação dos futuros professores no quesito do uso das ferramentas computacionais (p.15).

Apresentam-se neste trabalho, possibilidades do uso da simulação computacional e aplicativos como um recurso alternativo para se desenvolver atividades de exploração, construção e investigação no ensino de Física através das ferramentas computacionais dos softwares *Algodoo*, *Tracker* e dos aplicativos para *Smartphone*. Sendo apresentado da seguinte forma: animações usando *software Algodoo*; o *software Tracker*, após o aplicativos para celular e a avaliação do trabalho através da análise dos mapas conceituais, dos questionários e da participação dos alunos.

É preciso considerar que:

Com o avanço tecnológico computacional, os usos de métodos de aprendizado tradicionais tornam-se ineficientes e inadequados. A demanda por uma solução moderna e eficaz leva-nos ao conceito de software educacional. O desenvolvimento de um sistema que crie um ambiente no qual o usuário seja capaz de modelar, visualizar e interagir com a simulação proposta baseada em experimentos da Física

real poderia ser considerada como uma solução para suprir esta demanda. Tal sistema seria uma ferramenta complementar para o estudo da Física, desde que através dele seja possível a realização de experimentos “virtuais” com a finalidade de esclarecer e reforçar o conhecimento teórico da Física. (SANTOS, SANTOS e FRAGA, 2002, p.186 e 187 *Apud* MACEDO, 2009).

Segundo Monteiro (2016), o uso de tecnologias móveis contribui para o aumento da motivação e do envolvimento dos alunos durante as aulas e a consequente melhoria da aprendizagem dos conceitos científicos ensinados.

Este trabalho tem a intenção de disponibilizar aos docentes e aos discentes uma SD com objetivo de fornecer alguns caminhos para que os mesmos trabalhem uma atividade interativa de ensino e aprendizagem potencialmente significativa para a apropriação do conhecimento científico referente ao conteúdo Queda Livre na disciplina de Física. Para tanto, será utilizado o Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem – AVEA como um recurso para a promoção do conhecimento do estudante, os aplicativos *Free Fall simulator*, acelerômetro e *Open Câmera* e os *Softwares Algodoo* e *Tracker*.

Além de trabalhar os conceitos científicos desta temática, o professor terá a oportunidade de promover o convívio grupal entre os discentes e a criatividade destes mediante a elaboração de tarefas investigativas, além de mostrar a utilização das TDIC em sala de aula, visando trazer um aprendizado de forma mais moderna e tecnológica para as novas gerações, possibilitando introduzir de forma consciente smartphones nas salas de aulas da disciplina de Física, pois, como serão futuros professores, precisam compreender que nem sempre a escola possui os materiais/ infraestrutura necessária para a realização de aulas experimentais, e que o professor deve buscar outros recursos visto que a experimentação é de fundamental importância para a compreensão da disciplina de Física.

a) APLICATIVO FREE FALL SIMULATOR

O *Free Fall Simulator* é um aplicativo que está disponível na loja virtual do *Smartphone (Play Store)*. Ele foi escolhido para esse trabalho em função da grande quantidade de opções que ele oferece no estudo do tema Queda livre, como por exemplo, situações com gráficos de posição, velocidade e aceleração em função do tempo; movimento de queda livre com ou sem força de arrasto, movimento com choque com o solo; sem atrito e com atrito, movimento vertical de subida e descida, entre outras situações.

b) ACELERÔMETRO

O acelerômetro encontrado em *Tablets* e *Smartphones* é um sensor eletromecânico extremamente pequeno, muito utilizado para detectar posição, orientação e para medir inclinação, choques ou vibrações e forças inerciais. Estas forças podem ser estáticas, como força da gravidade ou dinâmicas, causadas pela movimentação ou vibração do acelerômetro.

O sensor existente dá a aceleração nos eixos X, Y e Z (Fig. 1).

Figura 1: Orientação dos eixos que definem as componentes da aceleração de um iPad ou iPhone.



Fonte: VIEIRA, 2013.

c) **SOFTWARE TRACKER**

O *software TRACKER* é livre e é utilizado para finalidades didáticas, em análise de vídeos e imagens quadro a quadro e pode ser obtido por meio da página *Physlets*¹. Possibilita a obtenção de resultados diversos, tais como a construção de gráficos de alta precisão referentes ao movimento de corpos, bem como auxilia no processo de obtenção de medidas de corpos/objetos variados presentes na cena. Com esse software, professores e alunos podem criar, filmar e analisar experimentos com câmeras digitais caseiras, reduzindo os custos operacionais e o tempo de preparação dos experimentos. Além disso, os resultados obtidos são inversamente proporcionais ao custo e simplicidade adquiridos com o uso do Tracker (MARTINS *et al*, 2013).

Segundo Bezerra Jr *et al*, (2012), o software cumpre várias funções no processo de ensino-aprendizagem entre elas: as posições de cada ponto do objeto, sua velocidade e aceleração, gráficos, inúmeros planos referenciais, análise ponto a ponto e uma interface de fácil manipulação. Permite aos alunos acompanharem a evolução das grandezas físicas em tempo real, dando fim à mera sequência de passos experimentais em roteiros de laboratórios estruturados ao extremo; permite a manipulação dos dados e a construção dos gráficos a partir de tais observações, fundamental para a construção do conhecimento físico a partir de atividades experimentais (ALVES FILHO, 2004 *apud* Bezerra Jr *et al*, 2012), permite aos atores deste processo serem agentes ativos na construção, customização e adequação do programa às suas realidades.

¹ <http://physlets.org/tracker/>

De fácil manuseio, a utilização do Tracker em ambiente escolar necessita apenas de um computador com o programa Java instalado e de um instrumento para a captação de imagens tal como uma filmadora, celular ou máquina digital (ORTIZ, 2015). Para utilizá-lo, realiza-se um experimento em frente a uma câmera digital convencional com capacidade de filmar toda a ação realizada, e esse vídeo contendo informações espaciais e temporais é transferido para o computador. O software de análise de vídeos é executado e o vídeo em questão é importado pelo software. Algum objeto na cena com as dimensões espaciais bem conhecidas, fornece uma ponte entre as observações diretas feitas pelos experimentadores e as representações abstratas inerentes aos fenômenos físicos. O vídeo é analisado quadro a quadro, de tal forma que é possível obter dados como velocidades, acelerações, movimentos oscilatórios harmônicos a anarmônicos, colisões, rotações, etc. (MARTINS *et al*, 2013).

Nesse trabalho o software Tracker foi utilizado como ferramenta de análise de trajetória do objeto em Queda livre, pois permite fazer experimentos reais, analisando após, quadro a quadro o comportamento do objeto em queda livre, fornecendo dados para análise das grandezas físicas envolvidas.

d) SOFTWARE ALGODOO

O *Algodoos*² é um dos softwares educacionais *free* de representações gráficas em duas dimensões (2D), mais utilizados por professores na comunidade Europeia e nas universidades norte Americanas para ensinar conceitos de Física, pois seguindo o paradigma construtivista, essa ferramenta possibilita a construção de simulações de fenômenos físicos através de um ambiente interativo e lúdico.

Segundo Fernandez, 2015, o *Algodoos* pode ser utilizado com os seguintes propósitos:

- Realizar uma simulação, que posteriormente será desenvolvida em um laboratório tradicional, dessa forma ajudará aos estudantes a adquirir os conceitos e os procedimentos para depois executar a prática;
- Pode ser utilizado posteriormente para comprovar algum exercício/ cálculo, realizado em sala de aula tradicional.
- Como trabalho de pesquisa onde o aluno deve testar/ criar/ observar situações para formar conceitos e testar hipóteses.

A escolha do *software Algodoos*, para a utilização neste trabalho, levou em consideração sua acessibilidade, interface dinâmica e criativa, e a representação precisa e consistente dos fenômenos físicos. Além disso, especificamente para a prática virtual de Queda livre, ele difere das outras TICs utilizadas nesse trabalho, pois permite fazer

² <<http://www.algodoos.com>>

experiências com e sem o atrito, variar as massas e formatos dos corpos, e alterar a aceleração da gravidade, possibilitando ao educando testar hipóteses e configurar o sistema de acordo com suas necessidades, não só na escola, mas também em casa.

e) **MOODLE** (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment)

O *Moodle* é um *software* livre, de apoio à aprendizagem, executado num ambiente virtual de aprendizagem (AVEA). Ele é utilizado como uma plataforma educacional, mediada pela ação docente, capaz de promover a ação crítica, criativa e dialógica dos docentes e discente (MARTINIANO & ROCHA, 2014).

O *moodle*, sendo uma ferramenta tecnológica com muitos recursos, foi utilizada nesse trabalho para “hospedar” todo o material trabalhado na sequência (vídeos, textos, simulações, orientações) e para promover a interação entre professor e alunos, através dos fóruns, tarefas, entre outros, pois permite que o aluno acesse a qualquer momento e lugar, seja através de Notebook, Tablet ou Smartphones.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho desenvolvido possui um caráter qualitativo do tipo descritivo. Para a coleta de dados foi preparado e implementado uma Sequência Didática (SD) sobre a temática “queda livre”, e como instrumentos de coleta utilizou-se mapas conceituais, questionário e diário de campo.

A SD foi fundamentada em Zabala (1998), e levou em consideração os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. A mesma foi implementada na disciplina de Física 1, durante o primeiro semestre de 2018, em uma turma de 2º período do curso de licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, contendo 22 licenciandos, cuja faixa etária média era de 21 anos.

A fim de respeitar os licenciandos e preservar-lhes as referidas identidades, os mesmos foram aqui denominados por A1, A2, A3, ..., A22. Devemos ressaltar ainda que, uma grande parte das atividades da SD foram realizadas em grupo, a fim de seguir as orientações de Zabala (1998); foram 8 grupos (6 grupos com 3 alunos e 2 grupos com 2 alunos cada) que aqui foram denominados por Grupo A, Grupo B,Grupo H.

A sequência foi implementada em 14 aulas de acordo com o quadro 1.

Quadro 01 - Estrutura da Sequência Didática.

| Etapas da Sequência Didática | Número de aulas | Ação desenvolvida | Objetivos |
|------------------------------|-----------------|-------------------|-----------|
|------------------------------|-----------------|-------------------|-----------|

| | | | | |
|---------|----------------------|---|--|---|
| Etapa 1 | Produção inicial | 1 | Elaboração individual de mapa conceitual sobre o tema queda livre. | levantar os conhecimentos prévios dos mesmos sobre o assunto |
| | Apresentação do tema | 2 | Apresentação do tema queda livre aos alunos, algumas discussões históricas sobre o assunto e Exercícios. | Iniciar uma conversa com a turma e formar os pequenos grupos para o desenvolvimento das próximas atividades. |
| Etapa 2 | Atividade 1 | 3 | Uso do Software Tracker, do aplicativo Open Câmera e do Editor de Planilhas do Excel. | -Aprender a utilizar os recursos tecnológicos; -Reconhecer o Software como recurso de ensino; -Analisar a trajetória do objeto quadro a quadro -obter as grandezas físicas envolvidas (S, v, a) |
| | Atividade 2 | 3 | Uso do Software Algodoos | -Aprender a utilizar o Software; -Reconhecer o Software como recurso de ensino; -Testar hipóteses de situações com variações de formato, massa, atrito, entre outros. |
| | Atividade 3 | 3 | Uso do aplicativo para Smartphone <i>Free Fall Simulator</i> | -Aprender a utilizar o Software; - Reconhecer o Software como recurso de ensino; -Explorar as diversas situações reais de um corpo em queda livre; -Interpretar os gráficos gerados concomitante com a simulação. -Obter a aceleração da gravidade local com o aplicativo Acelerômetro (tarefa) |
| Etapa 3 | Produção Final | 2 | Elaboração individual de mapa conceitual sobre o tema queda livre. | Verificar as relações estabelecidas pelos alunos para o tema queda livre. |
| | | | Aplicação de um questionário. | Avaliar os recursos de ensino utilizados. |

Fonte: Elaborado pelos autores

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O mapa conceitual foi utilizado como uma estratégia para identificar o conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto, pretendendo, após análise, propor atividades que despertem no discente a disposição a aprender, de modo que possa fazer uma relação entre o que o aluno já sabe e o conteúdo a ser ensinado, visando uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1982).

Os dados, foram analisados por meio da teoria de Novak e Gowin (1999), que sugerem elementos para se identificar nos mapas conceituais, como: hierarquia, proposições (conteúdos), ligações simples, ligações cruzadas e exemplos.

Segundo esses autores:

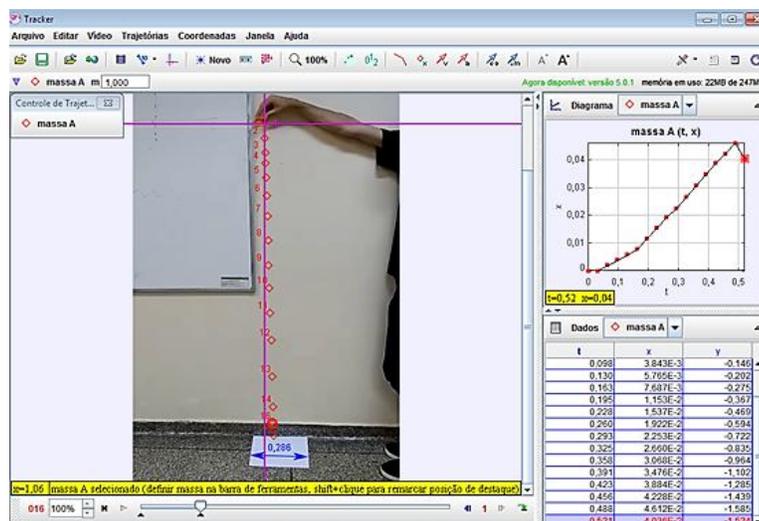
“Os mapas conceituais são instrumentos poderosos para observar as alterações de significados que o estudante dá aos conceitos que estão incluídos no seu mapa. Quando os mapas conceituais são conscientemente elaborados, revelam extraordinariamente bem a organização cognitiva dos estudantes” (NOVAK, GOWIN, 1999, p.51).

A análise do mapa permitiu identificar que inicialmente, 2 dos 22 alunos (amostra total) não escreveram nada no mapa conceitual, o que nos permite inferir que não lembravam nada sobre o assunto, 12 alunos fizeram algumas anotações isoladas, sem nenhuma explicação física, ou exemplo de queda livre; 8 alunos fizeram mapas incompletos inserindo poucas informações e desconexas uma das outras. A análise dos mapas iniciais indicou que os alunos tinham pouco conhecimento sobre o assunto, e com base nesses dados foi planejado um trabalho diferenciado sobre o tema utilizando algumas das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDCI) disponíveis para o ensino de Física.

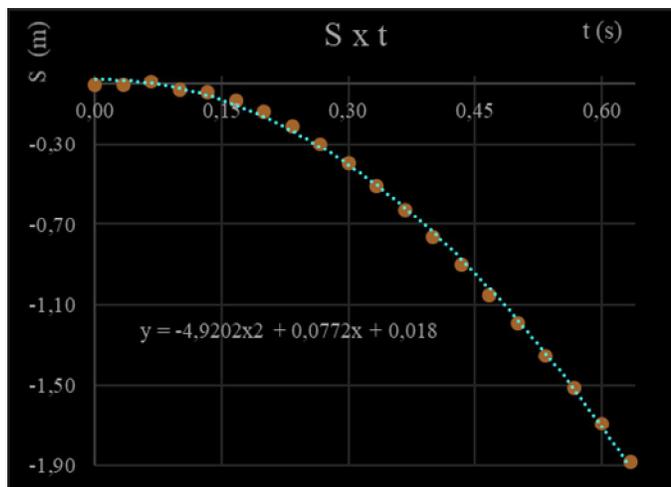
A primeira atividade experimental foi com o software *Tracker* o qual foi utilizado para explorar o movimento do objeto em sua trajetória de “Queda livre” (figuras 2 a-b).

De acordo com Santos (2013), colocar as atividades de laboratório como situações problemas, pode propiciar que o aluno tente resolvê-las e encontre possíveis soluções e isto irá aproximá-lo um pouco mais da efetiva prática científica, onde ele poderá ser capaz de elaborar hipóteses, testá-las, e por fim, tentar encontrar um modelo explicativo para o fenômeno que observa.

Figura 2- a) Print Screen da tela do software Tracker mostrando as diferentes posições do corpo em “Queda livre” e tabela de dados.



b) Ajuste dos pontos gerados no *software Tracker* realizado no Editor de planilhas do *Excel*.



Fonte: Grupo G

Após ajustes no *Tracker* (fig 2a), os pontos coletados foram inseridos no editor de planilhas do *Excel* e plotados conforme apresentado na figura 2b.

Com a realização do ajuste com a linha de tendência obtém-se a função horária do movimento, e através dela, o valor da aceleração da gravidade ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$).

Em consonância com Martins *et al*, 2013, confirmou-se também que o *software Tracker* é de fácil manipulação para a análise de vídeos e imagens e os resultados produzidos ajudam na compreensão de conteúdos didáticos de ciências. Além disso, verificou-se também que a utilização dessa técnica em sala de aula favorece a interatividade e proporciona um caráter de pesquisa científica às aulas.

Na atividade 2, os alunos aprenderam a manusear o *Software Algodo* (figura 3 e 4), cuja importância nessa SD deve-se à variedade de hipóteses/ situações que ele permite testar. Os alunos puderam resolver o problema da queda dos corpos por meio desse *software* variando o ambiente (com resistência do ar apresentado na figura 3 e sem resistência do ar apresentado na figura 4); variando formatos, e massas, tirando suas conclusões a respeito de quais fatores influenciavam no fenômeno da queda dos corpos.

Percebeu-se que quando o professor apresenta situações de investigação, ou seja, situações em que o aluno tem que participar da aula e não somente “assistir a aula” o aluno deixa de ser passivo e passa a ser ativo nas aulas.

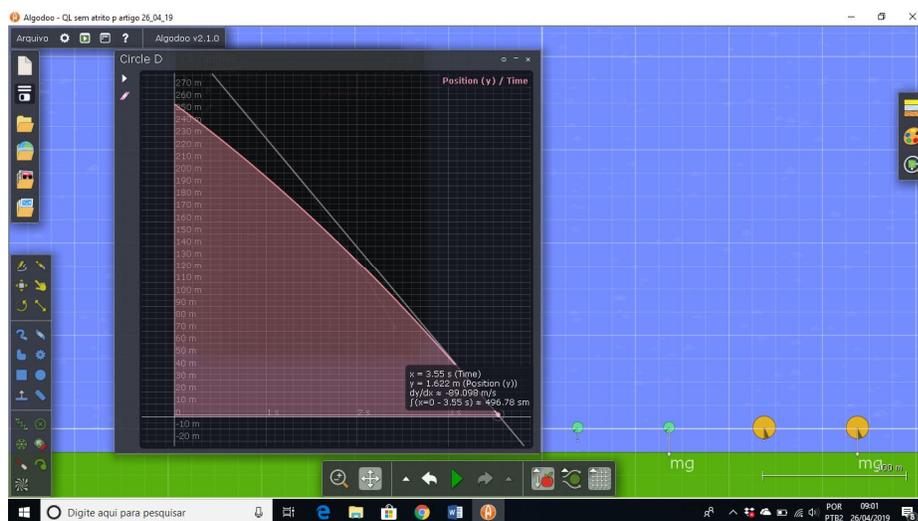
Figura 3: a) Cena inicial montada para a simulação com o *software Algodo*; b) Posição final para a simulação de Queda livre com resistência do ar.



Fonte: Simulações realizadas pelo grupo C.

Nas questões sobre a simulação na presença de resistência do ar, os alunos puderam visualizar com o experimento (figura 3b) que o objeto B ($m= 6\text{kg}$, $A= 50,26 \text{ m}^2$) chega ao solo primeiro, devido a sua maior massa aliado à menor área de contato; em segundo chega o objeto A ($m = 3 \text{ Kg}$ e $A = 50,27 \text{ m}^2$), após vem os objetos D ($m= 6 \text{ kg}$ e $A = 201,06 \text{ m}^2$) e por último o objeto C ($m = 3 \text{ kg}$ e $A = 201,06 \text{ m}^2$) em função de sua massa e de sua área proporcionar maior força de arrasto. Após análise da queda dos objetos na presença da resistência do ar, a cena foi novamente organizada, conforme apresentado na posição inicial da figura 3 (a), para a simulação sem a resistência do ar (fig. 4).

Figura 4: Simulação (Algodoo) de Queda livre sem resistência do ar.



Fonte: Simulação realizada pelos participantes da Grupo C.

Visualiza-se na Figura 4, que todos os corpos chegam simultaneamente na mesma posição, na ausência de força de arrasto, independente da massa, área ou do formato.

Os gráficos para cada corpo também são gerados simultaneamente ao movimento, podendo ser plotados várias combinações, entre as quais: $(S \times t)$, $(v \times t)$ e $(a \times t)$. Na figura 4 está apresentado o gráfico de $(S \times t)$ para o corpo D. Através dele foi possível obter informações a respeito do movimento do objeto em queda livre, como o tempo de queda, a posição do corpo no decorrer do tempo; a velocidade instantânea obtida através da derivada da posição em relação ao tempo e o deslocamento obtido através da integral, onde os alunos comentaram que dessa forma puderam visualizar e compreender melhor as aplicações das derivadas e integrais.

Em consonância com Germano (2016), ao utilizar essa simulação em sala de aula é imprescindível que o professor instigue seus alunos a testarem todas as suas hipóteses, variando os valores das massas, materiais, formatos e volumes dos objetos, para que por meio da simulação consigam identificar as variáveis que influenciam os corpos em queda livre aqui na Terra (ou seja, com a resistência do ar), para que os educandos consigam por meio da experimentação verificar que a velocidade de queda de um corpo depende apenas do tempo de queda e da aceleração da gravidade, e não de sua densidade ou formato.

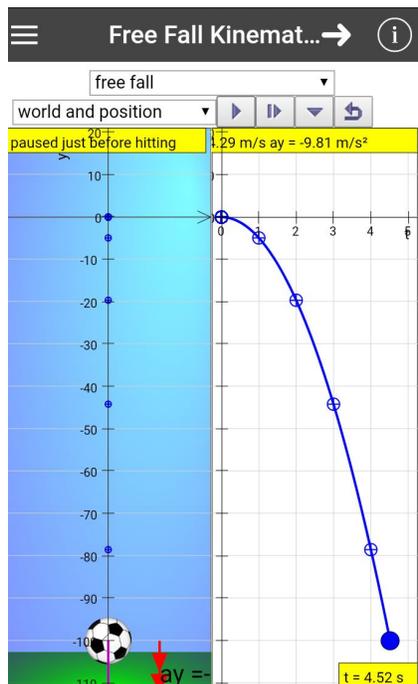
De acordo com Martins *et. al* (2003) *apud* Monteiro (2016), as simulações de fenômenos físicos e químicos on-line aumentam a atratividade das aulas estimulando a aprendizagem dos alunos, pois podem complementar as atividades experimentais, pois permitem a visualização de aspectos do modelo teórico, possibilitando a construção de uma ponte entre os dados obtidos experimentalmente e os instrumentos teóricos que facilitam sua compreensão e interpretação.

Na atividade 3, trabalhou-se com o aplicativo *Free Fall Simulator*, para a análise dos corpos em queda livre. Na Figura 5, os licenciandos puderam analisar o tempo em que a bola demorou para atingir o solo; a velocidade inicial e a final; a aceleração de queda e identificaram o modelo matemático utilizado para determinação da aceleração da gravidade; puderam também acompanhar a construção do gráfico simultaneamente à queda do objeto.

Pode-se inferir que os alunos sentiram-se entusiasmados em poder utilizar o seu *Smartphone* para uma atividade didática em classe, os mesmos puderam perceber que essa ferramenta é muito mais do que um aparelho para comunicação, é uma ferramenta para auxiliar nos estudos, e o mais importante foi a tomada de consciência de que eles poderiam preparar as aulas deles no futuro utilizando tal recurso.

Plotaram também os gráficos da velocidade e o da aceleração, ambos em função do tempo. No gráfico de $v \times t$ puderam visualizar o aumento da velocidade no decorrer do tempo e compreender do porquê o gráfico ser uma reta crescente; e no gráfico de $a \times t$, puderam entender do porquê foi obtido uma reta sobre o eixo x .

Figura 5: Simulação de um corpo em “queda livre” no aplicativo Free Fall Simulator (à esquerda); Gráfico do movimento (Sxt) (à direita).



Fonte: Grupo B.

Também foi possível explorarem outras situações como o corpo em queda com pequena e com grande resistência do ar; com e sem colisão com o solo; paraquedista em queda livre com o paraquedas inicialmente fechado; bola lançada para o alto; corpo lançado com atraso de 2 s; bolas lançadas simultaneamente em sentidos opostos; e algumas questões conceituais como o salto de dois paraquedistas de um helicóptero parado e alguns testes ao longo do experimento.

Ao plotarem $S \times t$ no *Free Fall with small air resistance* (queda livre com pequena resistência do ar), puderam visualizar que a velocidade diminuiu de 44,29 m/s para 32,09 m/s; o tempo de queda aumentou de 4,52 s para 5,31 s e a aceleração de queda difere da aceleração da gravidade para o valor de $3,39 \text{ m/s}^2$, indicando que a força de arrasto influenciou no movimento. Quando plotado *Free Fall with large air resistance* (queda livre com grande resistência do ar), puderam verificar que o tempo de queda aumentou muito indicando o valor

de 20,89s; a velocidade diminuiu para 4,90 m/s e o objeto deixou de acelerar, tendo atingido a velocidade limite.

Ao analisarem o objeto em queda colidir com o solo, puderam verificar o comportamento da trajetória parabólica no decorrer do tempo e interpretar o movimento e aproveitou-se o momento para introduzir conceitos de um novo assunto “colisões”.

Na observação do salto de paraquedas, foi possível perceber a mudança na velocidade e na aceleração a partir do momento em que o paraquedas é acionado. Com o paraquedas aberto, aumenta a resistência do ar, com isso a velocidade e a aceleração tiveram uma queda brusca e após alguns instantes de queda a velocidade ficou constante.

Ao observarem o corpo lançado para o alto, puderam compreender do porque do tempo de subida ser igual ao de descida, da trajetória ser parabólica e da concavidade do gráfico ser voltada para baixo.

De acordo com Martins *et. al* (2003) *apud* Monteiro, (2016), as simulações de fenômenos físicos e químicos on-line aumentam a atratividade das aulas estimulando a aprendizagem dos alunos, pois podem complementar as atividades experimentais, permitindo a visualização de aspectos do modelo teórico, possibilitando a construção de uma ponte entre os dados obtidos experimentalmente e os instrumentos teóricos que facilitam sua compreensão e interpretação.

Os *Smartphones* podem ajudar no processo de ensino-aprendizagem, viabilizando o desenvolvimento de experimentos didáticos em que a coleta e apresentação dos dados é realizada com extrema rapidez e simplicidade, eliminando a repetição maçante de medidas individuais e abrindo espaço para a discussão e interpretação dos resultados. A versatilidade desses aparelhos permite com que diversas áreas da Física sejam abordadas. As atividades desenvolvidas tiveram resultados muito interessantes, não apenas do ponto de vista da qualidade dos dados experimentais, mas principalmente no que diz respeito à resposta positiva dos alunos. A possibilidade do aluno utilizar seu próprio aparelho em experimentos de Física abre muitas possibilidades de atuação, inclusive fora da escola, aproximando as atividades cotidianas dos estudantes do conteúdo tratado em sala de aula (VIEIRA, 2013).

Verificou-se, em consonância com Ramos (2012), que os discentes precisam de orientações e acompanhamento dos docentes, para aprender a pesquisar, transformar as informações adquiridas, tanto as científicas, quanto as que vivem cotidianamente, aliando os recursos tecnológicos que possuem e assim refletir e compreender os acontecimentos da sociedade.

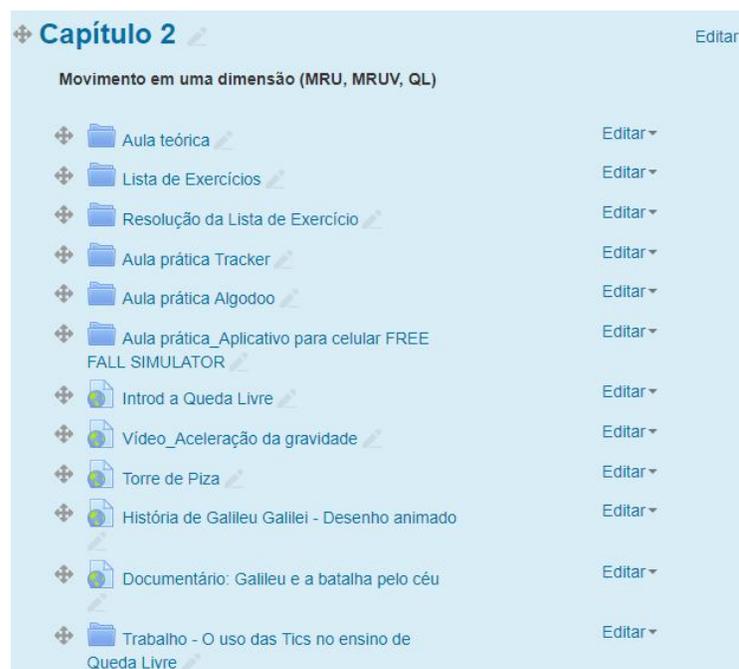
Na atividade realizada como tarefa, com o “acelerômetro” para o cálculo da aceleração da gravidade, 50 % dos grupos não obtiveram o resultado esperado, dentre os

motivos destacam-se: problemas na calibração do aplicativo e dificuldades para interpretar o resultado obtido, indicando que o aplicativo não era adequado ou que faltou atenção por parte dos mesmos. A prática realizada pelos grupos consistiu praticamente em soltar o smartphone de uma certa altura sobre um anteparo (cama, lençol esticado ou outro) e interpretar os gráficos obtidos para obtenção de g .

Indicou como melhor resultado a experiência do grupo E, que obteve $g = 9,5 \text{ m/s}^2$ (3,16 % de desvio percentual).

O Moodle (Figura 6) foi utilizado para disponibilizar todo o material utilizado sobre o assunto abordado, entre eles vídeos, animações, simulações, textos, com o intuito de contribuir para a formação dos conceitos, aprendizagem. Essa ferramenta permite ao professor acompanhar se o aluno está visualizando o material e quando.

Figura 6: Organização do conteúdo no Moodle.



Fonte: Acervo dos autores.

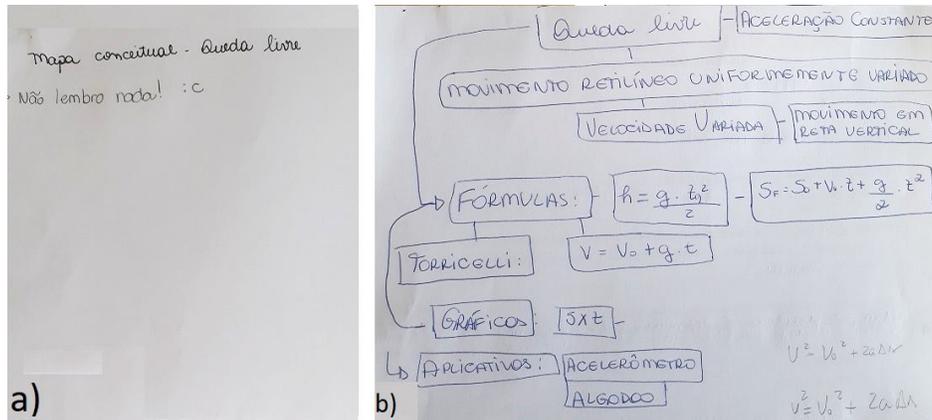
Informações sobre a história da ciência também foram disponibilizadas, pois a abordagem do conhecimento histórico realizado na aula, foi de forma a justificar e/ou auxiliar a discussão dos conteúdos, tendo sido percebido pela professora que ao abordar um pouco dos aspectos históricos de Galileu os alunos ficaram muito interessados em saber mais sobre a vida dele.

Segundo Monteiro (2016), essa nova maneira de utilização de novas tecnologias no ensino tem a vantagem de possibilitar ao aluno o acesso aos diferentes recursos de apoio ao

ensino e à aprendizagem em qualquer lugar, a qualquer hora e da forma que desejar, mediante as quais se propicia aos estudantes, oportunidades de aprendizagem, mesmo que estes estejam distantes fisicamente e/ ou geograficamente.

Na última etapa do trabalho, foi solicitado a construção de outro mapa conceitual. Nesse os 22 alunos conseguiram apresentar algum conceito físico relacionado a queda dos corpos. Nas Figuras 7 a - b estão apresentados os mapas conceituais.

Figuras 7: a) Mapa conceitual elaborado pela aluna A1 na primeira aula; b) Mapa conceitual elaborado pela aluna A1 na última aula.



Fonte: Banco de imagens dos autores.

Os mapas finais apresentados não apresentam ligações cruzadas nem estruturação por nível hierárquico, no entanto, os alunos apresentaram conteúdos por meio de ligações simples. O que nos chamou a atenção foi que espontaneamente todos os alunos apresentaram além dos conteúdos que consideraram importante para compor o mapa, equações matemáticas utilizadas por eles durante a implementação da SD, bem como, os nomes de alguns dos *Softwares* utilizados.

Esse resultado evidencia quantitativamente que utilizando os recursos das TDIC os alunos apresentaram um desempenho sensivelmente superior.

Ao final os alunos responderam individualmente a um questionário contendo 12 questões, cujo objetivo foi avaliar a trajetória dos alunos com a utilização das TDIC.

Da análise das respostas pode-se verificar que somente 7 dos 22 alunos participantes da proposta pretendem lecionar, o que se considera grave visto que o curso é de licenciatura. Dentre os 22 participantes da proposta, 17 alunos disseram que raramente ou nunca tinham aulas de laboratório quando cursaram o Ensino Médio. Nenhum dos sujeitos da pesquisa

tinham tido pelo menos uma experiência com o *Smartphone* em sala de aula como recurso de ensino.

Dentre os recursos apresentados, 10 discentes indicaram que gostaram mais do aplicativo para *Smartphone Free Fall Simulator*, dentre as respostas destaca-se a do discente A17: “*Por ter uma acessibilidade maior, estarmos mais habituados ao uso do mesmo e maior possibilidades de testes*”; 9 alunos indicaram o *Algodoo*, dentre as justificativas, destaca-se a do discente A10: “*Achei o programa didático, com uma interface bonita e fácil de mexer*”; 3 alunos indicaram o *Tracker*, com destaque para a resposta do aluno A3: “*Foi interessante fazer um vídeo, mapear o trajeto da bolinha em queda livre e observar a construção da equação*”.

Todos os alunos destacaram os recursos utilizados como bons recursos de ensino e classificaram a SD como ótima, com destaque para o aluno A3: “*Essas TDIC ajudam a entender melhor o conteúdo, trazendo mais riqueza e conhecimento para a formação acadêmica e profissional*”.

Com relação ao aplicativo, 100% dos alunos acharam muito fácil e prático de usar. O aluno denominado de A4 inferiu:

“Interessante, pois no momento em que o ensino está na maioria dos casos defasado, buscar maneiras de tornar as aulas mais atrativa é importantíssimo, visto que por se tratar de um aplicativo de celular, é de fácil obtenção em todas as escolas” (Aluno A4).

Essa fala é de importância significativa para o trabalho pois, o aluno sai da posição de aluno participante de uma atividade e se coloca na posição de professor, pensando sobre o ensino de maneira geral. Acreditamos que esse momento é muito importante para a constituição da identidade profissional docente.

Os alunos foram avaliados em todos os momentos, por meio da participação nas aulas, em atividades no laboratório de Física e de Informática, confecção de relatórios e questionários.

Na questão sobre o que esse novo conhecimento poderá acrescentar para a sua formação acadêmica e/ profissional, 100 % responderam que foi muito importante esse trabalho, com destaque para a resposta do aluno A5:

“Com esse trabalho, pudemos concluir que a queda livre é um assunto importante no aprendizado da Física, onde podemos aprender mais sobre a noção de tempo e aceleração de um corpo quando ele está em queda, se preciso também, poderemos incluir as TDIC em nosso dia a dia, não somente na Física, em outras matérias, fazendo com que haja melhor entendimento do assunto, o que nos faz unir a tecnologia com o aprendizado.

Se um dia formos dar aula, e não tivermos um espaço adequado para mostrarmos a Física na prática, iremos utilizar os aplicativos de celular, afinal, o celular acabou se tornando um de nossos melhores amigos com o passar do tempo, estamos com ele no bolso a todo momento, e podendo aliar ele as aulas ele se torna mil vezes mais útil” (Aluno A5).

Na questão sobre as informações extraídas do experimento, 100 % dos alunos souberam responder a essa questão, onde indicaram que os objetivos são:

Com o *software Tracker* é possível obter: Relação com o cotidiano (através de um experimento real); verificar que o movimento de Queda livre é um MRUV; aceleração da gravidade constante ponto a ponto; altura; tempo de queda; velocidade ponto a ponto, posição ponto a ponto, Gráficos da S , v , g em função do tempo.

Com o software Algodoo: Entender a importância da aceleração da gravidade; gráficos em tempo real; grandezas físicas (v , S , g , t); visualizar o comportamento de um corpo em Queda livre com e sem a resistência do ar; puderam verificar teoria de Galileu sobre a Queda dos corpos; puderam verificar que no vácuo os corpos chegam ao mesmo tempo no solo e puderam testar suas hipóteses.

Com o aplicativo: Compreender o movimento de um corpo em queda livre em um ambiente com grande ou pequena resistência do ar; tempo que um corpo leva para subir, descer ou permanecer no ar; como os gráficos são construídos (em tempo real) e quando é reta ou parábola; movimento do corpo quando ocorre colisão, desaceleração, entre outros.

Pode-se comprovar que, a utilização de diferentes recursos em sala de aula, com a variação de tarefas e atividades nas quais os alunos estejam envolvidos, evita o tédio e permite a sustentação do processo motivacional imprescindível para a aprendizagem (BZUNECK, 2009 *apud* MONTEIRO, 2016).

Na questão sobre o que acharam de cada TDIC apresentada, responderam que: em relação ao *Tracker* 100% gostaram muito, apesar de alguns apresentarem dificuldades; permite ao estudante participar de uma situação real e estudar o comportamento do corpo em queda livre ponto a ponto (velocidade, posição e instante) ou seja, quadro a quadro; fixação do conteúdo de forma mais leve e descontraída; permite visualizar no *Tracker* os gráficos simultaneamente ao filme.

Em relação ao *Algodoo*, 100% gostaram muito, indicando que o software é lúdico, completo, fácil manuseio, fornece bons resultados, muito didático permitindo explorar o mundo da Física. Permite simular vários objetos ao mesmo tempo, podendo realizar o experimento em qualquer local, tendo um notebook em mãos; permite testar hipóteses, como por exemplo, simular o corpo em queda no vácuo, na Lua; permite mudar as características do objeto (por ex. massa, densidade e diâmetro).

E em relação ao aplicativo, 100% dos alunos acharam muito fácil e prático de usar. Um dos grupos respondeu que gostaram, porém, o aplicativo não permite ao aluno variar as condições apresentadas, no entanto, apresenta várias condições a serem testadas.

O aluno A1 destacou que “*É muito interessante poder estudar com nossa ferramenta de bolso (celular), em qualquer momento ou lugar, não havendo necessidade de estar conectado na internet*”.

Dentre as dificuldades encontradas indicaram: As simulações são pequenas (dependem do tamanho da tela do smartphone); está em inglês; não permite testar hipóteses.

Na questão sobre a dificuldade encontrada na realização dos experimentos, 100 % dos alunos responderam que não encontraram dificuldades na realização dos experimentos com o software Algodoo e com o aplicativo Free Fall, porém, 50% dos alunos indicaram ter encontrado dificuldades no manuseio do experimento com o Tracker. Entre as dificuldades destacam-se: Marcar os pontos da trajetória no software e dificuldades na interface e no entendimento das funções do programa.

A última questão era para eles tecerem comentários ou sugestões sobre a forma como o conteúdo foi abordado. Sete discentes indicaram que estava tudo ok e quinze elogiaram a forma como o conteúdo foi abordado, com destaque para a resposta do aluno A6:

“Achei interessante a maneira como a professora realiza as aulas e os trabalhos. Não tive isso no Ensino Médio e nem na primeira vez que fiz Física 1 na Universidade. Essa forma de trabalhar ajuda bastante na fixação dos conteúdos trabalhados” (Aluno A6).

Em todos os momentos, foi perceptível um maior envolvimento dos alunos participantes, conforme Zaratini *et al.* (2013), visualizou-se a predisposição, o esforço deliberado, gerado pela curiosidade que a atividade experimental oferece. Dessa forma, foi notória a percepção de que a atividade apresentada pelo professor, com abordagem demonstrativa, e com enfoque investigativo, constitui-se em uma experiência enriquecedora para o ensino de ciências, e, portanto, deve estar presente no ensino de Física.

Nesse trabalho também se constatou o que Laburú *et al.* (2003) *apud* Monteiro, (2016), escreveram sobre os alunos aprenderem de maneira diferente e, por isso, a adoção de uma metodologia plural em sala de aula poderá contribuir para envolver os estudantes e assim proporcionar o processo de ensino-aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho apresentou, por meio das TDIC, algumas possibilidades para o futuro professor complementar o conteúdo de queda livre, de forma a permitir a análise gráfica, a intertextualidade e a inserção de algumas ferramentas, não acessíveis, de medição. Essas tecnologias mostraram-se interessantes por permitir que os estudantes refaçam a prática em outro momento e lugar, a fim de testar ou entender melhor o fenômeno, além de aliar baixo custo, praticidade e informações confiáveis (alta qualidade acadêmica).

As TDIC utilizadas foram complementares, ou seja, cada uma delas pode ajudar a integralizar o conteúdo. Cabe ao futuro professor, de posse desse novo conhecimento, escolher qual irá utilizar com seus alunos para trabalhar o tema queda livre.

Verificou-se que as atividades propostas proporcionaram aos sujeitos da pesquisa momentos de motivação para o desenvolvimento das atividades, momentos de aprendizagem de conceitos físicos, mas principalmente as atividades proporcionaram reflexões sobre o ensino de ciências e de alguma forma fizeram os futuros professores pensar sobre novas possibilidades de ensino.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. E. **Simulação e modelagem computacional com o software Modellus: Aplicações práticas para o ensino de Física**. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

BEZERRA, JR., A. G.; SAAVEDRA FILHO, N. C.; LENZ, J. A.; OLIVEIRA, L. P. Atividades experimentais de Física mediadas por Videoanálise e o software livre Tracker na formação inicial de professores. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 29, n. Especial 1: p. 469-490, set. 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular. Educação é a base**. Brasília: MEC, 2016. Disponível em: <<http://movimentopelabase.org.br/referencias/segundaversao-base-curricular>>. Acesso em: 2 fev. 2018.

FERNANDEZ R. R. **Laboratorios virtuales: Algodoo como aplicación docente**. Máster em formación del profesorado de educación secundaria. Facultad de Educación. Universidad de Cantabria, 2015.

GERMANO, E. D. T. **O software algodoo como material potencialmente significativo para o ensino de Física: simulações e mudanças conceituais possíveis**. 2016. 88f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2016.

MACÊDO, J. A. **Simulações Computacionais Como Ferramenta Auxiliar ao Ensino de Conceitos Básicos de Eletromagnetismo**. Roteiro de atividades. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MARTINS, M. M.; RECCHI, A. M. DUGATO, D. A.; LEDUR, C. M. Tracker – Software de análise de vídeos e imagens para o ensino de Física e ciências. In: VI Encontro Regional Sul de ensino de Biologia, 6, 2013, Santo Angelo, RS. **Anais**. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões: EREBIO-SUL, 2013. p. x. Disponível on line em: <http://santoangelo.uri.br/erebiosul2013/> Acesso em 11/09/2018.

- MARTINIANO, E.; ROCHA, Z. F. D. C. Produção e disponibilização de uma unidade didática de biologia na plataforma moodle. In: **Proposta didática inovadora: as TIC no ensino de ciências**. ANDRADE, M. A. B. S. & ROCHA, Z. F. D. C 1^a. Ed. Maringá: Massoni, 2014.
- MOREIRA, M. A. Apresentação da série. In ANDRADE, M. E. **Simulação e modelagem computacional com o software Modellus: Aplicações práticas para o ensino de Física**. Apresentação da série. São Paulo: Livraria da Física, 2016.
- MONTEIRO, M. A. A. O uso de tecnologias móveis no ensino de Física: uma avaliação de seu impacto sobre a aprendizagem dos alunos. **RBPEC**, V. 16, N. 1, 2016.
- NEVES, M. A. D.; BATISTA, J. M.; COSTA, J. R.; GOMES, L. G.; BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A.; ALMEIDA, F. R.; SILVA, R. G. R.; SAVI, A. A.; PEREIRA, R. F. Galileu fez o Experimento do Plano Inclinado? **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 1, p. 226-242. 2008.
- NOVAK, J. D. & GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. 2. ed. Lisboa: Plátano, 1999.
- OLIVEIRA, C.; MOURA, S. P.; SOUSA, E. R. TIC's na educação: A utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. **Pedagogia em ação**. V. 7, n. 1, PUC – Minas Gerais, BH, (2015). Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/pedagogiacao/article/viewFile/11019/8864> Acesso em 24/04/2018.
- ORTIZ, J. Tutoriais Software Tracker. Mestrado Profissional em Ensino Científico e Tecnológico – URI/Santo Ângelo, 2015. Disponível on line em <<http://trackernoensinodafisica.blogspot.com.br/p/tutoriais.html>> Acesso em 06/03/2018.
- RODRIGUES, D. M. S. **O uso do celular como ferramenta pedagógica**. Programa de Pós Graduação em Mídias na Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - CINTED/UFRGS. TCC. 36p. Porto Alegre, 2015.
- TOKARNIA, Mariana. Internet chega a 78% das escolas públicas urbanas e a 13% das rurais. 2015. Disponível em:< <http://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2015-12/aceso-internet-chega-78-das-escolas-publicas-urbanas-e-22-das-rurais>> . Acesso em 03 de agosto de 2017.
- VIEIRA, L. P. Experimentos de Física com Tablets e Smartphones. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Instituto de Física. Dissertação de Mestrado, 2013.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- ZARATINI, P. F.; NEVES, M. C. D.; SILVA, S. C. R. Aspectos históricos de Galileu Galilei e suas influências nas práticas de um professor de Física. In: Encontro Estadual de Ensino do Física, 2013, Porto Alegre - RS. **Atas – V EEEFIS - 2013**. Porto Alegre: UFRGS - Instituto de Física, 2013. v. 01. p. 01-296.

SOBRE OS AUTORES

AUTOR 1. Doutora em Física pela Universidade Estadual de Londrina e Pós doc em Educação para a Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá. Tem experiência na área de Física e de formação de professores, atuando principalmente nos seguintes temas: Física, Ensino de Física, Formação de Professores, Estágio supervisionado, Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. Idealizou a atividade e aplicou.

AUTOR 2. Doutor em Educação para a Ciência e Matemática pela Universidade Estadual de Maringá (2016). Tem experiência na área de Física, com ênfase em ENSINO EM FÍSICA, atuando principalmente nos seguintes temas: ensino de ciências e astronomia, formação de professores e recursos metodológicos para o ensino de ciência e astronomia. Auxiliou no planejamento das atividades.

AUTOR 3. Doutora em Física pela Universidade Estadual de Maringá. Trabalha com desenvolvimento e aplicações de TICs no ensino de física, e técnicas fototérmicas na caracterização de materiais. Auxiliou nas simulações com os softwares *Algodo* e *Tracker*.

AUTOR 4. Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas. Pós-doutorado no Laboratorio di Didattica delle Scienze no Dipartimento di Fisica da Università degli Studi di Roma La Sapienza, Itália. Atua nos Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia (UTFPR/PG) e de Educação para a Ciência e a Matemática (PCM/UEM). Auxiliou na redação do artigo e oportunizou a aprendizagem com o *software Algodo*.