



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

FRANCISCO VIEIRA DE BRITO

**UTILIZAÇÃO DE UM APLICATIVO COMO INSTRUMENTO POTENCIALIZADOR
DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DAS APLICAÇÕES
DAS LEIS DE NEWTON NO NÍVEL MÉDIO**

TERESINA-PI

2017

FRANCISCO VIEIRA DE BRITO

**UTILIZAÇÃO DE UM APLICATIVO COMO INSTRUMENTO POTENCIALIZADOR
DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DAS APLICAÇÕES
DAS LEIS DE NEWTON NO NÍVEL MÉDIO**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Piauí no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Orientadora: Prof.^a. Dr^a Maria do Socorro Leal Lopes

TERESINA-PI

2017

FRANCISCO VIEIRA DE BRITO

**UTILIZAÇÃO DE UM APLICATIVO COMO INSTRUMENTO POTENCIALIZADOR
DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DAS APLICAÇÕES
DAS LEIS DE NEWTON NO NÍVEL MÉDIO**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Piauí no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

BANCA EXAMINADORA

Maria do Socorro Leal Lopes

Profa. Dra. Maria do Socorro Leal Lopes – UFPI/Orientadora

Renato Germano

Prof. Dr. Renato Germano Reis Nunes – UFPI/interno

Janete Batista de Brito

Prof. Dra. Janete Batista de Brito – UESPI/externo

Conceito: *Aprovado*

Teresina, *18* de *abril* 2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial de Ciências da Natureza - CCN

B862u Brito, Francisco Vieira de.
Utilização de um aplicativo como instrumento potencializador de uma aprendizagem significativa para o ensino das aplicações das leis de Newton no nível médio / Francisco Vieira de Brito. – Teresina: 2017.
101 f.: il. color

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Pós-graduação em Física, 2017.

Orientadora: Profa. Dra. Maria do Socorro leal Lopes.

1. Física – Estudo e Ensino. 2. Metodologia – Aplicativo Inventor. 3. Leis de Newton. I. Título.

CDD 530.7

DEDICATÓRIA

Para minha família, em especial a meu pai e minha mãe pelo desprendimento ao longo da minha vida, pelos ensinamentos, pelo apoio e amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida e por possibilitar uma caminhada segura por caminhos tão perigosos;

À minha mãe pela dedicação ao longo de minha vida, por mesmo nas dificuldades sempre ensinar o valor primordial da educação;

Ao meu pai, maior exemplo de homem a ser seguido, por incentivar-me a seguir os estudos, apesar de suas limitações educacionais formais, sempre respeitando as pessoas que cruzam nosso caminho e pela luta constante em prol do bem de nossa família;

Aos meus irmãos, Aurilene, Aurineide, Tarcisio, Maria Fabio, pela paciência e parceria ao longo da jornada acadêmica;

À minha esposa Edna, pela inspiração, companheirismo e apoio emocional durante toda a minha jornada acadêmica;

À direção da escola Ensino Médio Augustinho Brandão por permitir a aplicação deste trabalho;

Aos alunos da escola Ensino Médio Augustinho Brandão, pela participação no estudo;

À professora Dra. Maria do Socorro Leal Lopes, minha orientadora, pela paciência, pelo estímulo e principalmente por acreditar na execução deste trabalho. Não foi fácil, mas a motivação e dedicação que sempre recebia a cada orientação foram indispensáveis na continuação deste trabalho. Por acreditar que eu conseguiria desenvolver esse trabalho, obrigado!

Ao professor Renato Germano por ser um dos principais responsáveis pela implantação desse mestrado na UFPI e, pelos ensinamentos na construção do produto educacional.

À UFPI pelo tempo que passei estudando nessa instituição e por me proporcionar a oportunidade de fazer um mestrado.

À CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida que foi decisiva para conclusão deste trabalho.

RESUMO

UTILIZAÇÃO DE UM APLICATIVO COMO INSTRUMENTO POTENCIALIZADOR DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DAS APLICAÇÕES DAS LEIS DE NEWTON NO NÍVEL MÉDIO

Francisco Vieira de Brito

Orientadora:

Maria do Socorro Leal Lopes

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Piauí no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Este trabalho resultou de uma investigação que foi desenvolvida no curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, com o objetivo de construir um aplicativo para celulares android que desse clareza na resolução de exercícios que envolvem aplicações das leis de Newton, sendo esta clareza baseada no que versa a Teoria de Ausubel acerca da aprendizagem significativa (Moreira, 2011). Assim, os participantes do estudo foram os alunos de uma turma de 2º ano do ensino médio da escola Augustinho Brandão da rede estadual de ensino na cidade de Cocal dos Alves-PI. Para a realização da investigação, optou-se pela pesquisa qualitativa descritiva, por ser considerada a que melhor se adéqua ao estudo. Para a produção dos dados foi utilizado um Aplicativo para android produzido na plataforma App Inventor (Wolber et al, 2011), apresentado e disponibilizado aos alunos. A aplicação do produto em sala de aula mostrou o grande interesse dos alunos pelas novas tecnologias, contribuindo de forma significativa para a aprendizagem dos conceitos das leis de Newton.

Palavras chaves: Aplicativo APP inventor. Leis de Newton. Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

UTILIZAÇÃO DE UM APLICATIVO COMO INSTRUMENTO POTENCIALIZADOR DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DAS APLICAÇÕES DAS LEIS DE NEWTON NO NÍVEL MÉDIO

Francisco Vieira de Brito

Supervisora:

Maria do Socorro Leal Lopes

Master's thesis submitted to the Graduate Program of the Federal University of Piauí in the National Master Course in Professional Physical Education (MNPEF) as part of the requirements for obtaining the Master 's degree in Physics Teaching.

This work results from an investigation that was developed in the course of National Professional Masters in Physics Teaching, in order to build an app for android phones, which give clarity in solving exercises involving applications of Newton's laws, which is based on clarity versa in the Ausubel theory about meaningful learning (Moreira, 2011). Thus the study participants will be students of a class of 2nd year of high school of Augustine Brandão school education state system in the city of Cocal dos Alves-PI. To carry out the research we chose the descriptive qualitative research, to be the one that best fits the study. For the production of the data will be used an application for android produced in App Inventor platform (Wolber et al, 2011), presented and made available to students. The application of the product in the classroom showed the great interest of the students by new technologies, contributing significantly to the learning of concepts of Newton laws.

Keywords: Application inventor APP. Newton laws. Meaningful learning.

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

APP – Aplicativo;

PUC-SP – Pontifícia Universidade católica de São Paulo;

TIMS - Tecnologia da Informação e comunicação móveis e sem fio;

MIT – Massachussets Institute of Technology;

USA – United States of American.

WEB – Rede que conecta computadores por todo mundo.

IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

LISTA DE FIGURAS E IMAGENS

Figura 1 - Homem lançado de um cavalo. Fonte: imagens do Google.....	27
Figura 2 - Cilindro encostado em um bloco.....	29
Figura 3 - Par de forças da terceira lei de Newton.....	29
Figura 4 - Site do App inventor.....	36
Figura 5 - Criando um projeto no App inventor.....	36
Figura 6 - Ambiente de criação de projetos.....	37
Figura 7 - Componente <i>Blocks</i>	38
Figura 8 - Telas do aplicativos.....	39
Figura 9 - Programação da tela principal do App.....	39
Figura 10 - Programação da tela principal do App.....	39
Figura 11 - Programação da tela principal do App.....	40
Figura 12 . Programação da tela principal do App.....	40
Figura 13 - Programação dos botões das telas secundárias.....	40
Figura 14 - Programação dos botões das telas secundárias.....	41
Figura 15 - Primeira tela do aplicativo.....	41
Figura 16 - Tela: plano inclinado.....	42
Figura 17 - Tela: terceira lei de Newton.....	43
Figura 18 - Tela: blocos interligados por um fio.....	43
Figura 19 - Tela: sistema de polias.....	44
Figura 20 - Tela: máquina de Atwood.....	45
Figura 21 - Tela: blocos na horizontal e vertical.....	45
Figura 22 - Tela: pesando objetos no elevador.....	46
Imagem 1 - Aplicação da pós-avaliação.....	47
Imagem 2 - Aplicação da pós-avaliação.....	48

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1 - Respostas dos alunos para a 1ª e 2ª questões da avaliação prévia e primeira questão da pós-avaliação.....	49
Gráfico 1 – 1ª questão da avaliação prévia.....	50
Gráfico 2 – 2ª questão da avaliação prévia referente à primeira Lei de Newton.....	51
Gráfico 3 – 2ª questão da avaliação prévia referente à segunda Lei de Newton.....	51
Gráfico 4 – 1ª questão da pós-avaliação.....	52
Tabela 2 - Respostas do aluno A para as seis últimas questões das avaliações.....	53
Tabela 3 - Respostas do aluno B para as seis últimas questões das avaliações.....	54
Tabela 4 - Respostas do aluno E para as seis últimas questões das avaliações.....	55
Tabela 5 - Respostas do aluno F para as seis últimas questões das avaliações.....	56
Tabela 6 - Respostas do aluno H para as seis últimas questões das avaliações.....	57
Tabela 7 - Respostas do aluno I para as seis últimas questões das avaliações.....	58
Tabela 8 - Respostas do aluno L para as seis últimas questões das avaliações.....	59
Tabela 9 - Respostas do aluno N para as seis últimas questões das avaliações.....	60
Tabela 10 - Respostas do aluno P para as seis últimas questões das avaliações....	61
Tabela 11 - Respostas do aluno R para as seis últimas questões das avaliações....	62
Tabela 12 Respostas do aluno S para as seis últimas questões das avaliações.....	63
Tabela 13 - Respostas do aluno V para as seis últimas questões das avaliações....	64
Tabela 14 - Respostas do aluno W para as seis últimas questões das avaliações...	65
Tabela 15 - Respostas do aluno X para as seis últimas questões das avaliações.....	66
Tabela 16 - Respostas do aluno Y para as seis últimas questões das avaliações....	67
Tabela 17 - Respostas do aluno α para as seis últimas questões das avaliações....	67

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
1.1 A TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL	15
1.1.1 Aprendizagem significativa	15
1.1.2 Predisposição para aprendizagem significativa	17
1.1.3 O papel dos subsunçores na aprendizagem significativa	19
1.1.4 Os organizadores prévios na aprendizagem significativa	20
1.1.5 Papel do professor na facilitação da aprendizagem significativa ...	22
1.2 NOVAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA	23
1.3 O USO DE CELULARES EM SALA DE AULA	25
1.4 AS LEIS DE NEWTON NO CONTEXTO DO ENSINO MÉDIO.....	27
1.4.1 Primeira lei de Newton	27
1.4.2 Segunda lei de Newton	29
1.4.3 Terceira lei de Newton	30
1.4.4 Algumas considerações sobre as leis de Newton	31
1.5 A PLATAFORMA APP INVENTOR.....	32
2 O PRODUTO EDUCACIONAL	34
2.1 CONSTRUÇÃO DO APLICATIVO MECÂNICA.....	34
2.2 CONHECENDO O APLICATIVO MECÂNICA	39
3 METODOLOGIA	46
3.1 O LOCAL DA PESQUISA	46
3.2 SUJEITOS DA PESQUISA	47
3.3 INSTRUMENTOS	48
3.4 AVALIAÇÃO PRÉVIA – LISTA DE EXERCÍCIO 1.....	48
3.5 PÓS-AVALIAÇÃO - LISTA DE EXERCÍCIO 2.....	49
3.6 DESCRIÇÕES DOS PROCEDIMENTOS	49
4 RESULTADOS	52
5 DISCUSSÕES	75
CONCLUSÃO	79
REFERÊNCIAS	81
ANEXO I	84
ANEXO II	89

INTRODUÇÃO

As ciências exatas, mais especificamente a Física, têm encontrado muita resistência por parte dos alunos do ensino médio, dificilmente encontra-se alunos com aspiração pelo estudo da física, isso se deve principalmente à ideia de que a física é considerada uma disciplina difícil (RICARDO; FREIRE, 2007).

Nesse enfoque de dificuldades, pode-se dizer que a mecânica, base dos currículos de física praticados no ensino médio, merece certa atenção, principalmente porque, para resolver determinados exercícios, os alunos necessitam de um certo grau de conhecimento matemático, entretanto, boa parte dos alunos não tem, aumentando ainda mais a barreira. Além disso, alguns exercícios de mecânica requerem dos alunos um grau de abstração elevado, o qual só será adquirido a depender do estímulo empregado na abordagem do problema.

No estudo da mecânica existem alguns temas considerados mais difíceis de ser assimilados pelos alunos, nesse rol podemos citar as aplicações das leis de Newton, isso se deve a vários fatores, como: o pouco contato que os alunos deste nível de ensino tiveram com operações com vetores e a falta de um tratamento algébrico mais aguçado, necessário para resolver tais exercícios. Além disso, pode-se perceber que os alunos não conseguem identificar as forças envolvidas no problema e, por conta disso, não sabem aplicar corretamente a segunda lei de Newton.

Nesse sentido, o professor precisa refletir sobre qual melhor estratégia usar para conseguir êxito na aprendizagem das aplicações das Leis de Newton pelos alunos. Isso revela a grande dificuldade que existe há muito tempo no ensino de física. Essa questão faz com que diferentes grupos de estudiosos e pesquisadores busquem refletir sobre novas estratégias para melhorar o ensino dessa ciência.

É nesse contexto de experiência, principalmente de um mal desempenho dos alunos de algumas turmas na qual ministra-se esse tema, que podemos considerar difíceis as aplicações das leis de Newton no rol dos conteúdos de física. Neste cenário, torna-se evidente a necessidade de novas ferramentas didáticas para auxiliar na aprendizagem desse conteúdo. Foi neste contexto de dificuldade que surgiu o interesse de criar um aplicativo APP inventor que possa auxiliar no entendimento e na resolução dos exercícios envolvendo aplicações das leis de Newton, associado

intimamente a teoria à prática, o que, em física, é algo distante da realidade discente no atual contexto de aplicação do estudo.

Com a finalidade de tornar mais simples a complexidade do processo ensino-aprendizagem, em se tratando de ferramenta didática, que se efetiva mediada pelo processo inovador e tecnológico que está presente no ambiente social atualmente, e podendo ter uma enorme contribuição na prática docente, no contexto escolar, e, mais especificamente, na interatividade do aluno com as problemáticas da disciplina de física. Sendo assim, estes fatores nos encoraja a desenvolver um aplicativo APP inventor para android que propicie aos alunos clareza na resolução dos exercícios envolvendo aplicações da segunda lei de Newton.

De forma mais específica, objetivou-se diagnosticar o conhecimento que os alunos possuem em relação às aplicações das leis de Newton; criar um aplicativo no APP inventor; utilizar o aplicativo como organizador prévio para o ensino das aplicações das leis Newton e verificar sua aplicabilidade como metodologia facilitadora do ensino das leis de Newton.

Para o alcance desses objetivos, estruturou-se o trabalho em partes autônomas, porém, interligadas, para que o leitor possa perceber a estrutura das partes a seguir:

1. Introdução: nesta parte, introduziu-se de forma conceitual o produto e apresentou-se a problemática e os objetivos que pretende-se alcançar nos achados da investigação, os quais foram utilizados como norteadores do problema investigado;
2. Fundamentação teórica: aprendizagem significativa, apresentou-se a base teórica que dará sustentação as discussões que envolve a construção do produto de ensino interativo;
3. Produto educacional: construção do aplicativo mecânica, apresentou-se todos os passos para a construção do aplicativo e algumas de suas funcionalidades;
4. Metodologia: apresentou-se o percurso metodológico, descrevendo as etapas da orientação metodológica, destacando: o diagnóstico das necessidades dos participantes, procurando evidenciar a pesquisa como forma de construir e compartilhar conhecimento e repensar a o ensino das Leis de Newton;
5. Análise dos achados da pesquisa: foi analisada a relação da utilização do produto com os resultados apresentados, a partir das conexões evidenciadas na aprendizagem das leis de Newton. Procurou-se captar, nos resultados obtidos,

elementos que nos permitirão inter cruzar os conhecimentos mobilizados na resolução de problemas pertinente ao conteúdo referido;

6. Conclusão: com base nos resultados da pesquisa, apresentou-se de forma clara e concisa as contribuições do produto para o desenvolvimento da aprendizagem do conteúdo das leis de Newton, assim como encaminhou-se pautas para a realização de futuras pesquisas.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 A TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

A teoria da aprendizagem significativa foi proposta por David Paul Ausubel, em 1963. Para ele, aprender significativamente é expandir e reorganizar as ideias já existentes na estrutura cognitiva e, com isso, ser capaz de relacionar os conhecimentos prévios com novos conteúdos. Dessa forma, a aprendizagem significativa é definida como a aprendizagem que ocorre quando as ideias novas estão ligadas a informações ou conceitos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. É importante ressaltar que, quanto maior a relação do novo conhecimento com aquilo que o aluno já sabe, mais consolidado ficará o novo conteúdo.

O pensamento de David Ausubel foi introduzido no Brasil no início da década de 70, pelo Professor Jael Martins. Em 1975, Ausubel esteve no Brasil, na PUC-SP, e coordenou um Seminário Avançado que reuniu 25 pesquisadores de todo o Brasil. A partir desse momento, surgiram inúmeros trabalhos que procuraram investigar os mais diferentes aspectos da teoria ausubeliana (RONCA, 1994).

Atualmente, no Brasil, o principal estudioso dessa teoria é Marcos Antonio Moreira. Para esse autor, a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados e maior estabilidade cognitiva.

1.1.1 Aprendizagem significativa

A teoria da aprendizagem de Ausubel evidencia que o fator mais importante para que ocorra a aprendizagem é o conhecimento que o aluno já possui. Nessa teoria, a aprendizagem que se espera do educando é chamada de aprendizagem significativa. De acordo com Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com informações comuns e relevantes, existentes na estrutura de conhecimento do indivíduo. Nesse processo, a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica já existente no cognitivo do indivíduo, a qual Ausubel chamou de subsunsores (MOREIRA, 2011).

Em termos simples, Moreira (2011) define subsunção como “o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimento do indivíduo,

que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto”.

Um subsunçor faz com que o novo conteúdo não passe despercebido pelo aluno, ou seja, quando a nova informação chega ao aluno, se ele a relaciona a algum subsunçor, ele começará a refletir sobre esse novo conteúdo fazendo com esse tenha significado e, com isso, torne-se comum em sua memória.

O subsunçor é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, que tem relação com a nova informação, de modo que ela adquira, com isso, significado para o indivíduo. Assim, a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010).

Nesse sentido, para que ocorra a aprendizagem significativa, é essencial que o aluno tenha em sua estrutura cognitiva algumas informações prévias sobre determinado fenômeno em estudo. Tendo esse mínimo de conhecimento, o aluno logo ligará as informações novas às aquelas já existentes e enraizadas em sua memória, fazendo com que essa nova informação faça sentido e, com isso, torne-se parte dos conhecimentos dele.

Segundo Ausubel, esse tipo de aprendizagem é, sem dúvidas, o mecanismo humano para adquirir e reter a vasta quantidade de informações de um dado conhecimento. Ademais, o autor supracitado destaca o processo de aprendizagem significativa como o mais importante na aprendizagem escolar. Para ele, o armazenamento de informações na mente humana deve ser altamente organizado, formando uma espécie de sequência conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados a conceitos, ideias e proposições mais gerais. (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010).

A aprendizagem significativa é aquela fundada em conceitos relevantes para o aluno, sendo dificilmente esquecida, contrária à aprendizagem mecânica, na qual a informação é armazenada de maneira arbitrária. Nesta última, o aluno não associa a informação a nenhum conceito relevante na sua estrutura mental e, com isso, armazena-a de forma arbitrária.

Moreira (2011, p. 14) argumenta que a aprendizagem significativa “é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe”. Dessa forma, pode-se identificar duas características essenciais da aprendizagem significativa, a saber, o carácter não

arbitrário da incorporação da nova informação pelo aluno e o fato de o aluno reter apenas a substantividade da informação.

A não-arbitrariedade da aprendizagem significa dizer que o conhecimento a ser construído se relaciona de maneira não-arbitrária com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, trata-se de uma relação que não acontece com qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos especificamente relevantes, os quais, Ausubel chamou subsunçores. Por outro lado, a substantividade significa que: o que é incorporado à estrutura cognitiva é a essência do novo conhecimento, das novas ideias, não as palavras precisas usadas para expressá-las.

Nesse sentido, para que ocorra a aprendizagem significativa, o aluno deve ter em sua estrutura cognitiva uma gama de conhecimentos, isto é, inúmeros subsunçores que darão significados para os novos conhecimentos, fazendo com que esses sejam mais facilmente construídos numa perspectiva significativa.

A aprendizagem significativa não significa que ao aprender o indivíduo não vai mais esquecer. No entanto, nos casos em que a aprendizagem se configura como significativa, embora o indivíduo passe muito tempo sem ter contato com aquele tema, provavelmente continuará sabendo sua ideia central e, ao retomar o estudo sobre o tema, não terá muita dificuldade em reconstruir o conhecimento.

1.1.2 Predisposição para aprendizagem significativa

Basicamente são duas as condições para que ocorra a aprendizagem significativa: primeiro, o material de estudo deve ser potencialmente significativo e, segundo, o educando deve ter predisposição para aprender (MOREIRA, 2011).

A primeira condição implica dizer que todo o material utilizado pelo aluno no estudo de algum assunto deve ter um significado lógico para ele, em outros termos, esse material deve ser relacionável a determinados conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do aluno, com isso, é indispensável que ele tenha esses conhecimentos prévios necessários para fazer esse relacionamento de forma não-arbitrária e não-literal a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante do indivíduo (MOREIRA, 2011).

Dessa forma, para que o aluno perceba um material potencialmente significativo, ele deve ter em seu cognitivo algum conhecimento prévio a respeito do

tema, o qual vai vincular ao material de estudo e, dessa forma, ter motivação para estudar esse material.

É importante ressaltar que mesmo havendo uma relação entre o material a ser aprendido e os subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, de forma substantiva e não arbitrária, não haverá aprendizagem significativa se for dada ênfase para processo de memorização das partes que compõem o material ao invés de entendê-lo significativamente (SOARES, 2009).

A segunda condição implica dizer que o aluno deve querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não-arbitrária e não-literal, a seus conhecimentos prévios. Não se trata precisamente de motivação, ou de gostar da matéria, mas sim de se predispor a relacionar os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significados a esses conhecimentos (MOREIRA, 2011).

As duas condições para a aprendizagem significativa se complementam de maneira que a aprendizagem significativa só ocorre se as duas condições forem satisfeitas, ou seja, não basta o material de estudo ser potencialmente significativo para o aluno, ele deve querer relacionar esse novo conhecimento aos subsunçores e, com isso, reestruturar esses subsunçores, tornando-os mais claros e abrangentes de forma a fixar a essência dos novos conhecimentos na sua estrutura cognitiva.

Soares (2009) destaca algumas condições para que ocorra a aprendizagem significativa, para ele, é de grande importância o sujeito poder relacionar o material de aprendizagem com a estrutura de conhecimentos de que já dispõe, também são necessários os conhecimentos prévios do aprendiz, juntamente com uma motivação ou predisposição para uma compreensão conceitual do material a ser apresentado. A atitude do aluno é decisiva para o processo de aprendizagem significativa, além disso, o aluno deve manifestar um esforço e disposição para relacionar de maneira não arbitrária o novo material potencialmente significativo à sua estrutura cognitiva, significando que não importa o quanto o material seja potencialmente significativo, se o aluno apenas tiver interesse em “decorar” a nova informação, não haverá a aprendizagem significativa do material.

De forma mais detalhada, pode-se dizer que para ocorrer a aprendizagem significativa, inicialmente, é necessária a existência de conceitos subsunçores na estrutura cognitiva do aprendiz, o material a ser aprendido precisa ter estruturação lógica e ser relacionado com a estrutura cognitiva do estudante, na qual existem os

subsunçores específicos para esse material, sendo considerado, dessa forma, potencialmente significativo. Ademais, é necessário que o aprendiz apresente uma disposição para aprender significativamente. Quando uma dessas condições não for satisfeita, ocorrerá, segundo Ausubel, uma aprendizagem mecânica. Para facilitar a aprendizagem significativa, Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios, que são materiais a serem propostos antes da utilização do material de aprendizagem, servindo de ponte entre o conhecimento prévio e os assuntos que se pretende ensinar (AUSUBEL apud DARROZ; SANTOS, 2012).

Outro fator importante a ser destacado é a forma como a informação é organizada na estrutura cognitiva do indivíduo quando decorrente de uma aprendizagem significativa. As informações, quando decorrente de aprendizagens significativas, são organizadas seguindo uma sequência hierárquica em que conhecimentos mais específicos irão se relacionar com subsunçor e, com isso, uma informação tem sempre uma relação com outra na sequência.

1.1.3 O papel dos subsunçores na aprendizagem significativa

Subsunçores podem ser entendidos como simples conhecimentos prévios especificamente relevantes para que os novos conhecimentos sejam potencialmente significativos. Nesse pensamento, subsunçores podem ser proposições, modelos mentais, conceitos teóricos não observáveis, concepções, ideias, invariantes operatórios, representações sociais e conceitos já existentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Subsunçores seriam, portanto, conhecimentos prévios especificamente relevantes para a aprendizagem de outros conhecimentos (MOREIRA, 2011).

A teoria de Ausubel considera que a primeira coisa que acontece quando uma informação nova chega a um indivíduo é uma tentativa de incluir essa informação em um dos conjuntos de conhecimentos prévios e específicos existentes em sua estrutura cognitiva, de modo que, se essa inclusão ocorrer, a aprendizagem será do tipo significativa. Portanto, a aprendizagem significativa ocorre quando as novas informações “ancoram-se” em subsunçores específicos e, com isso, a nova informação faz sentido para o indivíduo. Fica evidente, portanto, que o conhecimento prévio, os subsunçores, é a variável crucial para a ocorrência da aprendizagem significativa (ARTUSO, 2006).

O processo de subsunção consiste na associação dos novos dados e informações aos conteúdos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Ausubel entende que o armazenamento de informações no cérebro humano acontece de maneira altamente organizada, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são agregados a conceitos mais gerais e inclusivos, os subsunçores. Assim, a aprendizagem significativa ocorre quando estes novos dados e informações se ancoram aos subsunçores, ou seja, associam-se aos conceitos relevantes para compreensão e facilitação da incorporação destes novos dados e informações junto à estrutura mental do aprendiz.

Deste modo, entende-se que os subsunçores são peças-chave para a ocorrência de uma aprendizagem significativa, pois é a existência destes que faz com que a nova informação faça sentido para o indivíduo.

1.1.4 Os organizadores prévios na aprendizagem significativa

Existem várias formas de fazer uma introdução ou apresentação de um determinado conteúdo em uma aula tradicional, essa introdução ou apresentação leva os alunos a refletirem sobre o conteúdo a ser trabalhado. Considerando a teoria da aprendizagem significativa, esse primeiro contato dos alunos com o conteúdo a ser aprendido tem algumas exigências e é chamado de organizador prévio.

Nesse sentido, Moreira, Sousa e Silveira (2013) colocam a ideia de organizador prévio como a de um material introdutório que não deixa a nova informação ser algo estranho para o aluno. Para isso, esse deve ser formulado em termos familiares aos aprendizes e em um nível mais geral de abstração do que a nova informação contida no material de aprendizagem.

Segundo Moreira (2011), organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais abstrato, geral e inclusivo que o material de aprendizagem, não é uma visão geral, um sumário ou um resumo que estão no mesmo nível de abstração do material a ser estudado. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras aulas. Existem várias possibilidades, mas a condição é que preceda a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que ele.

Sobre a finalidade dos organizadores prévios na aprendizagem dos alunos, Moreira (2008) defende que a principal função do organizador prévio “é de servir de ponte entre o que aprendiz já sabe e o que ele deveria saber, a fim de que o novo material possa ser aprendido de forma significativa. Ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas”.

Há dois tipos de organizadores prévios: expositivo e comparativo.

O organizador expositivo deve ser utilizado quando as novas ideias e conceitos a serem aprendidos não possuem as necessárias ideias mais inclusivas na estrutura cognitiva do aluno, ou seja, quando o novo conteúdo é algo totalmente novo para ele. Em outras palavras, quando o aluno não possui familiaridade com o assunto, deve-se recorrer a este organizador, que funcionaria, então, como fio de ligação entre aquilo que o estudante já sabe e aquilo que ele tem que aprender (CRUZ, 2011).

Nesse sentido, quando o material de aprendizagem não é familiar e o aprendiz não tem subsunções para aquele material, recomenda-se o uso de um organizador expositivo para despertar o surgimento desses subsunções na estrutura cognitiva do educando.

Quando o novo material é relativamente familiar, o recomendado é o uso de um organizador comparativo que ajudará o aprendiz a integrar novos conhecimentos à estrutura cognitiva e, ao mesmo tempo, a discriminá-los de outros conhecimentos já existentes nessa estrutura que são essencialmente diferentes, mas que podem ser confundidos (MOREIRA 2011).

O exposto aqui conduz-nos a uma constatação interessante: os organizadores, mesmo os comparativos, podem ser elaborados em vários níveis: na introdução de uma disciplina, na introdução das várias partes de uma dada disciplina ou na introdução dos vários assuntos relativos a cada parte de uma disciplina.

Segundo Moreira, deve-se destacar que os organizadores prévios não são apenas ideias introdutórias, pois diferem destas nos seguintes aspectos: devem identificar os conteúdos relevante na estrutura cognitiva e apresentar a importância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material; dar uma visão geral do material em um nível mais elevado de abstração; prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos (MOREIRA, 2008).

1.1.5 Papel do professor na facilitação da aprendizagem significativa

Na abordagem da teoria da aprendizagem significativa, o professor tem, pelo menos, quatro tarefas fundamentais. A primeira consiste em determinar a estrutura da matéria do ensino, organizando os conceitos e princípios hierarquicamente. Uma segunda tarefa seria identificar quais os subsunçores relevantes que o aluno deveria ter na sua estrutura cognitiva para poder aprender o conteúdo a ser ensinado de forma significativa. A terceira tarefa importante seria determinar dentre os subsunçores relevantes para a aprendizagem, quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do educando. Por fim, a quarta tarefa estaria relacionada ao ato de ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a assimilação da estrutura da matéria de ensino de forma que o conteúdo tenha significado para o aluno (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010).

Isso significa que, para facilitar a aprendizagem significativa, o professor deve, a princípio, organizar o material de ensino de modo a proporcionar aos alunos o conhecimento dos conceitos e princípios norteadores, a partir dos mais inclusivos, e organizá-lo na melhor sequência possível de aprendizagem, de modo que, progressivamente, sejam abrangidos os princípios menos inclusivos até chegar aos exemplos e dados específicos do conteúdo.

Outro fator que o professor deve levar em conta para facilitação da aprendizagem significativa é identificar quais os conhecimentos que são relevantes para aprendizagem do conteúdo a ser ensinado e diagnosticar aqueles que os alunos já sabem, ou seja, determinar, dentre os subsunçores especificadamente relevantes, quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno e, por fim, ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição do conhecimento de maneira significativa.

O professor que tem como objetivo principal oferecer uma aprendizagem significativa a seus alunos, precisa considerar o fator atitude como relevante para sua prática docente. Nesse sentido, os educadores devem ter uma atitude positiva em relação ao seu objeto de trabalho, em relação a todos os conteúdos. Professores com atitudes negativas criam, frequentemente, uma dependência do aluno em relação a eles nos momentos de aprendizagem. Além disso, foi observado que professores com atitudes negativas dirigiam seus ensinamentos baseados em regras ou memorizações sem significado, não valorizando o raciocínio. Ao contrário disso, professores com

atitudes positivas em relação à sua disciplina usam métodos instrucionais que promovem uma independência de seus alunos no que diz respeito ao hábito de estudar (SOARES, 2009).

De acordo com Santos apud Moreira (1986), o processo de ensino-aprendizagem é composto de quatro elementos: o professor, o aluno, o conteúdo e as variáveis ambientais. Cada um exerce maior ou menor influência no processo, dependendo da forma pela qual se relacionam num determinado contexto. Nesse sentido, o professor é reconhecido como uma das peças importantes no processo de aprendizagem dos alunos, de modo que, se a aprendizagem é significativa, deve-se considerar o professor como figura importante nesse processo.

Diante disso, é válido e concreto abordar o professor como ferramenta importante no que diz respeito à influência na aprendizagem dos alunos nos seguintes aspectos: na relação diária professor-aluno, nos aspectos intelectuais, técnicos e didáticos, atitude do educador diante da turma, capacidade inovadora em suas aulas e comprometimento com o processo de ensino-aprendizagem, ou seja, o professor precisa assumir uma atitude em relação à aprendizagem dos seus alunos de tal maneira que seja significativa.

1.2 NOVAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

Analisando o cenário educacional atual do Brasil, percebe-se que em certos aspectos ele tem evoluído, como no caso da redução do analfabetismo, entretanto, por outro lado, o fenômeno do ensino e aprendizagem enfrenta grandes problemas no que diz respeito ao despreparo com o qual os alunos chegam nas séries finais do ensino básico. Acrescenta-se a isso a falta de estímulos para estudar, o que contribui para uma aprendizagem cada vez mais difícil nessas séries.

No que tange ao ensino da Física, o problema torna-se ainda maior, haja vista, todas as séries apresentam tópicos que envolvem conceitos técnicos e cálculos. Nesse sentido, uma ferramenta didática que oferece importante auxílio na aprendizagem de tais conceitos é o uso de simulações virtuais. Nada melhor, por exemplo, do que uma simulação que apresente o passo a passo, a trajetória de uma bola no caso do lançamento oblíquo (lançamento de projéteis), o que o experimento 'convencional em laboratório não permite. Assim, os aplicativos APP apresentam as

mesmas alternativas para alunos com diferentes graus de desenvolvimento cognitivo e diferentes concepções sobre o tema abordado (NOGUEIRA et al, 2000).

Além das simulações, existe uma variedade de aplicativos para celulares e computadores que fornece resultados de uma determinada situação problema, para tanto, basta apenas o aluno preencher os dados que são exigidos no aplicativo. No entanto, aplicativos como esses, que já dão o resultado pronto, requerem um pouco mais de cautela por parte do professor, pois o aluno pode não conseguir obter o entendimento e aprendizagem que se espera, uma vez que se depara com os resultados prontos.

Nesse cenário de dificuldade, busca-se ambientes de aprendizagem que desenvolvam o raciocínio e estimule o aluno na busca do conhecimento. Esses ambientes podem ser adquiridos utilizando-se recurso da tecnologia da informação, como softwares que simulem o mundo real, fornecendo aos alunos uma experiência direta, envolvendo-os no mundo do conhecimento, podendo fazer hipóteses, bem como observar os efeitos destas hipóteses (MAGALHÃES et al, 2002).

O interesse em se utilizar cada vez mais de recursos oriundos da tecnologia da informação na educação, alia dois fatores, a saber, a busca por alternativas que contribuam para uma aprendizagem efetiva, nesse ponto, esses recursos vêm apresentando-se promissores; e o fato de os jovens estarem cada vez mais ligados a esse mundo da tecnologia.

Simulações computacionais vão além de simples animações. Elas englobam uma vasta classe de tecnologias, do vídeo à realidade virtual, que podem ser classificadas em certas categorias gerais baseadas, fundamentalmente, no grau de interatividade entre o aprendiz e o computador. Tal interatividade consiste no fato de que o programa é capaz de fornecer não apenas uma animação isolada de um fenômeno sem causa, mas um entrelaçamento entre o visual e o conhecimento por trás da animação. (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002)

Outro ponto que pode contribuir para o desenvolvimento das técnicas educacionais é o desenvolvimento de celulares cada vez mais sofisticados. Com isso, a educação passa a ter, além do computador, os celulares como aliados. Nesse cenário, há uma constante corrida em busca de criar aplicativos para celulares que simulem ou auxiliem no entendimento de temas em diversas áreas do conhecimento.

As simulações ou aplicativos, tanto para celulares como para computadores, podem ser vistas como representações ou modelagens de objetos específicos reais

ou imaginados de sistemas ou fenômenos. Elas podem ser bastantes úteis, particularmente, quando a experiência original for impossível de ser reproduzida pelos estudantes. Do ponto de vista educacional, uma das deficiências do sistema de ensino tradicional tem sido a dificuldade de prover as necessidades individuais dos estudantes (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002,).

Nesse universo, é fácil perceber que o mundo da tecnologia da informação ainda tem muito a contribuir para a educação, tendo em vista que as ferramentas educacionais advindas dessa tecnologia mostram-se promissoras e, cada vez mais, surgem novas opções, sejam simulações ou softwares, sempre com mais sofisticação.

1.3 O USO DE CELULARES EM SALA DE AULA

Desde seu surgimento, em 1973, o celular vem se aperfeiçoando e atraindo, cada vez mais, a atenção das pessoas. Essa atração deve-se, principalmente, à mobilidade e às diversas possibilidades que ele retém, tais como ouvir rádio ou mp3, assistir à TV, tirar fotos, fazer filmes e enviar mensagem (PINHEIRO; RODRIGUES 2012). Além disso, o celular, como qualquer outra tecnologia, evoluiu muito nos últimos anos e, a maioria deles, hoje, tem câmeras de alta resolução, com alta qualidade de imagem e sensores para as mais variadas funções, além de contarem com novos sistemas operacionais que permitem criar uma infinidade de aplicativos que facilitam muito as tarefas diárias e a comunicação das pessoas. No entanto, como qualquer outro recurso tecnológico, se for mal utilizado, pode causar danos à sociedade de um modo geral.

No contexto escolar, essa questão é ainda mais discutida, muitos professores e estudiosos da área são contra o uso dos celulares nesse ambiente, em especial, na sala de aula. Essa questão motivou o deputado federal Pompeu de Mattos (PDT-RS) a propor o projeto de lei 2246/2007, que está tramitando na Câmara dos Deputados. A sua aprovação poderá vetar o uso do aparelho celular não só pelos alunos, mas por todas as pessoas que atuam dentro das escolas. Em sua justificativa, o referido deputado alega que segundo alguns professores é constante a troca de “torpedos” e ligações entre alunos dentro da sala de aula. Outros relatos indicam que muitos utilizam o telefone para jogar, há também relatos de estudantes que usam o celular para colar nas provas (VIVIAN; PAULY, 2013).

A referida proposta do deputado é muito benéfica em alguns aspectos, para a educação, no entanto, a proposta de proibir o uso do celular por todos os profissionais no recinto escolar é muito exagerada. Outro aspecto importante a se considerar é a dificuldade de fazer-se cumprir essa lei. Nesse contexto, uma medida que poderia trazer benefícios para a educação e que seria mais facilmente posta em prática seria proibir o uso dos celulares apenas nos horários de aulas.

No entanto, movimentos contrários ao uso do celular na escola existem em muitas regiões do Brasil, vários estados brasileiros já estabeleceram legalmente a proibição do uso de celulares pelos estudantes nas escolas. Embora muitos estados e municípios já tenham aprovado leis proibindo o uso do celular na escola, existem várias correntes pedagógicas que defendem o uso desse aparelho como mais um recurso pedagógico tecnológico, que pode trazer muitos benefícios para a educação (VIVIAN; PAULY, 2013).

Mesmo nesse cenário de dúvida, muitos autores, como Bento e Cavalcante (2013), são firmes e defendem não só o uso do celular nas salas de aula, mas de todas as Tecnologias da Informação e Comunicação Móveis e Sem Fio (TIMS). Para eles, o educador precisa ter consciência de que as escolhas de tecnologias educacionais estão vinculadas à concepção de conhecimento que lhes concebe. Educadores precisam se adequar à realidade desenhada pelas TIMS. Entre as TIMS, destaca-se o celular, um aparelho popular com aplicativos que podem vir a ser utilizados em sala de aula como recurso pedagógico com muitas utilidades em várias disciplinas.

Corroborando com essas ideias, Pinheiro e Rodrigues (2012) afirmam que o celular está prestes a se transformar em um aliado no processo de aprendizagem, segundo um estudo de um grupo de pesquisadores internacionais. Esse estudo, que identifica tecnologias que podem ter forte impacto na educação nos próximos anos, menciona atividades que podem ser realizadas com o celular em sala de aula. Dentre elas, citam-se: gravar trechos de explicações do professor; compartilhar com a turma, por meio de redes sociais e blogs, dados de saídas a campo; usar calculadora; utilizar a agenda para as tarefas e enviar mensagens de atividades para os colegas.

São muitas as vantagens da utilização, em sala de aula, dos dispositivos como telefone celular, *palmtop*, *smartphone*, dentre elas pode-se destacar que com esses dispositivos as aulas ficariam mais dinâmicas e os materiais didáticos seriam compartilhados com os alunos em tempo real. Não seria necessário o aluno recorrer

em casa a um computador, pois a utilização do próprio celular poderia ser feita para acessar os conteúdos de aula, resolver os problemas e construir conhecimentos. Além disso, a interatividade entre o aluno e o dispositivo móvel pode ser facilitada pela familiaridade que se apresenta em sua utilização, sobretudo, no caso do telefone celular (MARÇAL et al, 2009).

Além dessas vantagens, e pensando pelo lado da grande desmotivação dos alunos do ensino médio, principalmente pelo estudo da física, é, portanto, necessário que se busquem formas para tornar o ensino e a aprendizagem mais atraentes. Nessa perspectiva, a utilização do celular como um recurso didático e metodológico pode tornar o trabalho do professor mais eficiente e gratificante (SILVA; DAMASIO, 2013).

Com tudo que foi exposto a respeito dessa temática, é evidente que existem muitas vantagens no uso do celular como recurso motivador e facilitador do ensino e da aprendizagem, no entanto, deve-se dosar o seu uso em sala de aula, pois existe sempre algum aluno que acaba tirando a atenção da aula para o celular. Nesse sentido, uma forma de evitar esses problemas seria deixar que o aluno utilizasse esse aparelho, em sala de aula, apenas em casos de resoluções de tarefas que exigem o seu uso. Excetuando-se situações como essas, a escola se encarregaria de guardá-lo.

1.4 AS LEIS DE NEWTON NO CONTEXTO DO ENSINO MÉDIO

1.4.1 Primeira lei de Newton

Antes de Newton formular as leis do movimento, pensava-se que para manter um corpo com velocidade constante, seria necessária a ação de uma força, e que um copo estaria em seu estado natural apenas quando estivesse em repouso. Essas ideias pareciam satisfatórias quando se considerava um objeto deslizando em uma superfície com atrito, neste caso, ele realmente diminui a velocidade até parar e, para mantê-lo indefinidamente com velocidade constante, é necessária, realmente, a ação de uma força. No entanto, se o mesmo objeto for colocado sucessivamente para deslizar em superfícies cada vez mais polidas, percebe-se que quanto mais polida for a superfície, mais tempo ele permanecerá deslizando. Nesse sentido, para superfícies perfeitamente lisas tem-se a definição da primeira lei de Newton: todo corpo permanece em seu estado de repouso, ou de movimento retilíneo e uniforme, a menos

que seja forçado a modificar esse estado pela ação de forças impressas sobre ele (NUSSENZVEIG, 2005; HALLIDAY et al, 2009).

A situação da figura 1 é um exemplo clássico de aplicação dessa lei, um homem sobre um cavalo em movimento é lançado para frente quando o cavalo freia bruscamente.

Figura 1 - Homem lançado de um cavalo.



Fonte: imagens do Google

Essa situação ocorre porque, no referencial do solo, tanto o cavalo quanto o homem estavam em movimento, quando o cavalo freia, nenhuma força atua sobre o homem e, como ele está em movimento, permanece em seu estado de movimento. Por conta disso, esse homem é lançado para frente.

A situação descrita anteriormente permite definir a primeira lei de Newton da seguinte forma: se nenhuma força resultante atuar sobre um corpo, sua velocidade não pode variar, ou seja, o corpo não pode sofrer ação de aceleração (HALLIDAY et al, 2009).

Essa lei não se aplica a qualquer referencial. Os referenciais em que ela é válida chamam-se referenciais inerciais, e nestes também é válido todo o resto da mecânica newtoniana. Os referenciais não inerciais são aqueles nos quais um corpo sofre a ação de forças impostas pelo próprio referencial e, dessa forma, altera-se seu estado de repouso ou de movimento uniforme (NUSSENZVEIG, 2005).

É a partir desta lei que definimos a condição de equilíbrio dos corpos, se a resultante das forças que atuam em um corpo for nula, o corpo necessariamente está em equilíbrio, ou seja, ele pode estar em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme.

1.4.2 Segunda lei de Newton

Decorre da primeira lei de Newton, que qualquer variação de velocidade em um corpo em relação a um referencial inercial está associada à ação de forças atuando sobre esse corpo. Isso implica a busca de uma relação mais precisa entre força e aceleração.

Analisando algumas experiências, como usando uma mola para equilibrar uma força constante, que produz uma aceleração (\vec{a}) em um corpo, percebe-se que essa aceleração é proporcional à força, ou seja, $\vec{a} = k\vec{F}$. Aplicando uma mesma força a corpos diferentes, percebe-se que essa força produz nesses corpos acelerações também diferentes. Com isso, percebe-se que o coeficiente k mede uma propriedade do corpo, que caracteriza sua resposta à força aplicada. Esse fato fica evidente quando se tenta imprimir uma mesma variação de velocidade a um carro e a uma bicicleta, pois para o carro é necessária uma força bem maior que para a bicicleta. Dizemos usualmente que o carro tem inércia muito maior que uma bicicleta, resistindo bem mais a variações de velocidades. Dessa forma, o coeficiente k deve medir uma propriedade inversamente proporcional à “inércia” do corpo, isto é, $k = 1/m$ (NUSSENZVEIG, 2005; HALLIDAY et al, 2009).

Com a finalidade de verificar a veracidade da relação de proporcionalidade entre a aceleração adquirida por um corpo e a força aplicada sobre ele, aplica-se uma força \vec{F} , medida pela distensão de uma mola, a um corpo qualquer que desliza em movimento retilíneo uniformemente acelerado com aceleração \vec{a} na direção de \vec{F} . Percebe-se que quando se duplica a força, a aceleração também duplica. Desse modo, tem-se realmente proporcionalidade entre aceleração e força para um mesmo corpo:

$$\vec{a} = \vec{F}/m. \quad (1)$$

O coeficiente de proporcionalidade ($1/m$) é uma característica do corpo.

Esse experimento permite deduzir a segunda lei de Newton:

$$\vec{F} = m\vec{a}. \quad (2)$$

O “coeficiente de inercia” m associado ao corpo sobre o qual age a força \vec{F} chama-se massa inercial desse corpo.

Dessa forma, se \vec{F} é a resultante das forças que agem em uma partícula, então, em consequência de \vec{F} , a partícula adquire na mesma direção e no mesmo sentido da

força uma aceleração \vec{a} , cuja intensidade é diretamente proporcional à intensidade da força.

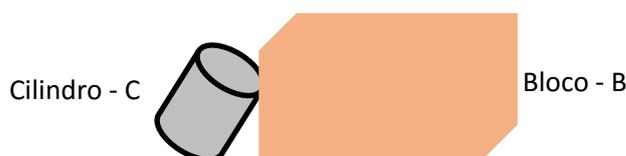
A relação entre força e aceleração definida pela segunda lei de Newton, aparentemente, não apresenta muitas complicações, mais ela se aplica a qualquer problema que envolve forças atuando sobre um corpo. Com isso, devido à grande variedade de aplicações, algumas delas podem ser consideradas complicadas para alunos do ensino médio, uma vez que, para resolvê-las, o aluno não precisa apenas saber da segunda lei de Newton.

1.4.3 Terceira lei de Newton

Para enunciar a terceira Lei de Newton deve-se primeiro entender o que significa a interação entre dois ou mais corpos. Dessa forma, pode-se dizer que dois corpos estão interagindo quando empurram ou puxam um ao outro, ou seja, quando cada um exerce uma força sobre o outro. É importante ressaltar que o puxar ou empurrar empregado aqui não significa necessariamente que os objetos precisam se tocar, tendo em vista que existem casos em que os objetos estão interagindo e não estão se tocando, como é o caso de um ímã e um objeto ferromagnético interagindo, duas partículas carregadas ou dois corpos quaisquer interagindo devido à força gravitacional.

Para entender melhor essa situação, considere o exemplo da figura 2, em que um cilindro C está encostado em um bloco B. Nesse caso, o cilindro e o bloco estão interagindo: o bloco exerce uma força horizontal \vec{F}_{CB} no cilindro e o cilindro exerce uma força horizontal \vec{F}_{BC} no bloco.

Figura 2 - Cilindro encostado em um bloco.



Considerando o cilindro e o bloco como duas partículas puntiformes, podemos representar essas forças como mostrado na figura 3 a seguir.

Figura 3 – Par de forças da terceira lei de Newton.



A partir desse exemplo, podemos enunciar a Terceira Lei de Newton da seguinte forma: quando dois corpos interagem, as forças que cada corpo exerce sobre o outro são sempre iguais em módulo e tem sentidos opostos (HALLIDAY et al, 2009).

No caso do bloco e do cilindro do exemplo anterior, podemos escrever a seguinte relação entre as forças envolvida na situação:

$$-\vec{F}_{CB} = \vec{F}_{BC}. \quad (3)$$

A relação mostra que as forças têm módulos iguais e sentidos opostos, o sinal em um dos membros da relação indica essa característica vetorial das forças.

A análise da interação apresentada na figura 3 mostra que as forças existem sempre em pares, não existe a situação em que uma força surge isolada. Dessa forma, podemos dizer que a terceira lei de Newton define que, na natureza, as forças surgem sempre em pares, comumente chamadas de ação e reação.

1.4.4 Algumas considerações sobre as leis de Newton

Quando são trabalhadas as aplicações das leis de Newton, no ensino médio, como plano inclinado, máquina de Atwood, sistemas de polias e outros arranjos experimentais, percebe-se que os alunos não veem esses problemas como resolvíveis pelas leis de Newton. Essa situação mostra a necessidade de uma interconexão pelo professor das leis de Newton e suas aplicações.

Pode-se dizer que a primeira lei é a base para aplicação da segunda, ou seja, é ela que diz como se deve aplicar a segunda lei. A primeira lei permite conhecer se um objeto está acelerado ou não e, com isso, se a força resultante é nula ou não.

Saber aplicar a terceira lei de Newton nas diversas situações é crucial para um bom desempenho dos alunos nos problemas de aplicações das leis de Newton, é essa lei que permite identificar todas as forças envolvidas no problema. Desse modo, se o aluno não consegue identificar todas as forças, ele vai calcular uma força resultante que não é a verdadeira e, conseqüentemente, vai errar o problema. Com isso, é importante evidenciar que sempre que existir a interação entre dois corpos, seja por

meio de um campo, como é o caso da terra com todos os objetos sobre ela, ou por contato direto, vai estar presente a terceira lei de Newton.

Pode-se citar algumas dessas situações: em qualquer problema sempre vai existir o peso dos objetos devido à interação com a terra, ou seja, existe uma força peso na terra e um peso no objeto; sempre que um objeto estiver apoiado sobre uma superfície, ele estará exercendo uma força normal na superfície devido seu peso e a superfície exercendo uma força normal de reação sobre ele; sempre que objetos estiverem interligados por meio de cordas ou fios, vão existir forças de ação e reação neles por meio da corda ou fios, essas forças são chamadas, na maioria das vezes, de trações.

Para deixar mais claras essas situações de aplicações das leis de Newton, é importante que o professor, no momento que estiver abordando as leis de Newton, já mostre algumas situações de aplicação destas e a importância de cada uma na resolução dos problemas.

Para a nossa investigação, cabe-nos aprofundar em estudos sobre as leis de Newton, construindo um aplicativo APP inventor em celulares androids para melhorar a resolução de exercícios com aplicações deles e, conseqüentemente, o desenvolvimento da aprendizagem do conteúdo referido pelos alunos.

1.5 A PLATAFORMA APP INVENTOR

A App Inventor é uma plataforma criada para o desenvolvimento de aplicativos para sistema Android baseada na web, ela promove uma interface visual com o objetivo de permitir que qualquer pessoa, mesmo sem um profundo conhecimento de codificação, possa construir aplicativos para Android. A plataforma é oferecida como um serviço e está disponível para uso, bastando apenas que o usuário tenha um computador conectado à internet e um navegador (GALENO; GONÇALVES, 2013).

A primeira versão do App Inventor foi criada em julho de 2010 pelo Google Labs, mas a versão gratuita só foi divulgada em Dezembro de 2010. Atualmente, pertence ao MIT Labs, do Massachusetts Institute of Technology, USA, que vem empregando metodologias orientadas por eventos em diversos aplicativos de natureza educacional. Para desenvolver o App Inventor, a Google baseou-se em pesquisas anteriores em computação educacional e na experiência anterior da empresa em desenvolvimento em ambientes computacionais online. O código do App Inventor é

aberto, e qualquer pessoa pode criar um ambiente de desenvolvimento dele derivado. Ambientes de desenvolvimento como o App Inventor constituem-se em uma modalidade recente para desenvolvimento de aplicativos voltados para sistemas móveis (SANTOS, 2012; WOLBER et al, 2011).

A plataforma de desenvolvimento do App inventor está disponível na internet e roda através de um navegador, ela é dividida em duas partes: App Inventor Designer, para a construção da interface gráfica da aplicação, e o App Inventor Blocks Editor, para associar ações aos componentes da interface (GALENO; GONÇALVES, 2013).

O Designer é a tela inicial de um projeto. É nela que se desenha seu aplicativo, escolhendo a posição dos botões e imagens, inserindo fotos, caixas de texto e outros componentes disponíveis para a construção de um programa. Já o componente “Blocks Editor” é onde se associa ações para cada item do seu programa. O App inventor usa uma interface simples e intuitiva que, na construção do aplicativo parece muito com, montar um quebra-cabeça (MOZZAQUATRO et al, 2014).

2 O PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional é um aplicativo para celulares android, que foi construído na plataforma App inventor. O aplicativo foi nomeado de **mecânica** e sua principal função é mostrar as forças nas interações propostas em alguns dos principais problemas de aplicações das leis de Newton. Mais detalhes do aplicativo são mostrados no manual disponível no anexo II. O aplicativo e o manual estão disponíveis para download no site: <http://www.sbfisica.org.br/~mnpef/index.php/producao-academica/produtos>.

2.1 CONSTRUÇÃO DO APLICATIVO MECÂNICA

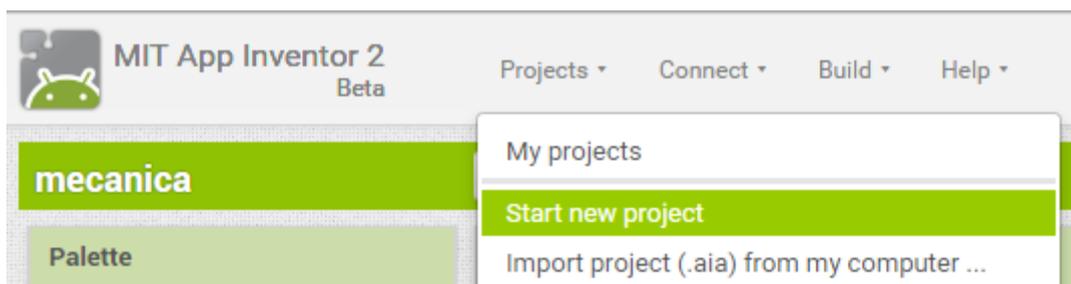
Para construção do aplicativo no APP inventor, primeiro preparou-se o ambiente do computador e, em seguida, instalou-se o software do APP inventor. Para começar a criar o aplicativo, foi necessário entrar no ambiente de criação de projetos, no site <http://appinventor.mit.edu/explore/>, clica-se em “Create apps”, figura 4, fez-se então o “login” com um “email” do “gmail” (não tendo um, seria necessário criá-lo), na tela seguinte, clicou-se em “Continue”.

Figura 4 - Site do App inventor.



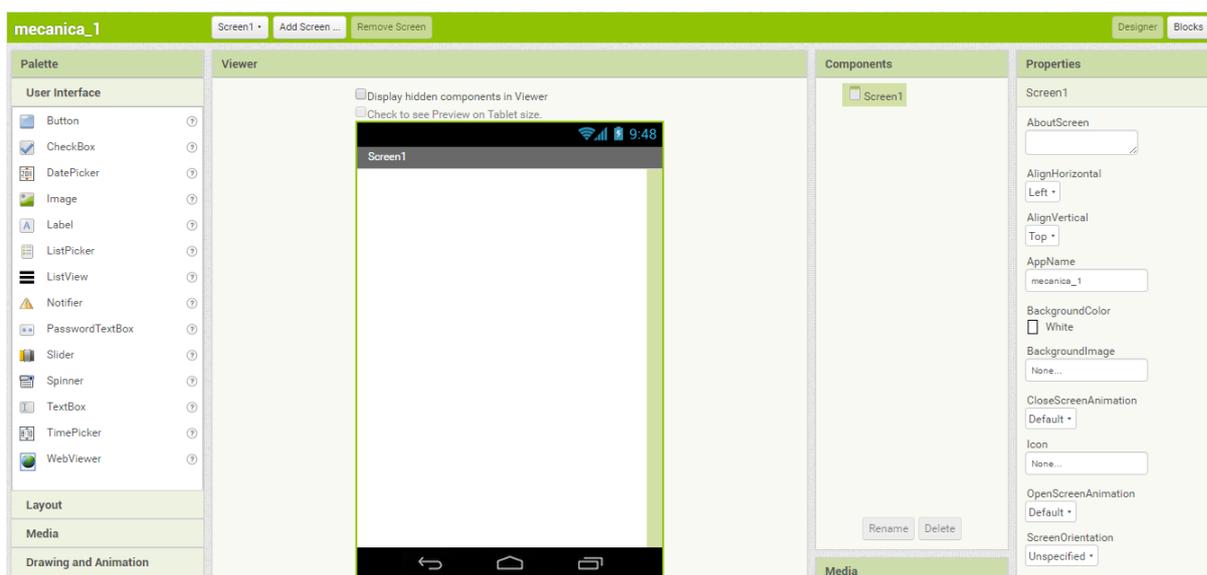
Já no ambiente de criação de projetos, para criar um novo projeto, clicou-se em “Projects”, posteriormente em “Start New Project”, depois de escrever o nome do projeto, clicou-se em “OK”, como mostra a figura 5. Paara ver seus projetos já construídos, era necessário clicar na aba superior em “Project” e, em seguida, em “My projects” e selecionar o projeto desejado da lista.

Figura 5 - Criando um projeto no App inventor.



O ambiente de criação é dividido em duas partes, o “Designer” e “Blocks Editor”. No Designer existe uma tela chamada de visualizador, é uma tela imitando a tela de um dispositivo Android, Figura 6. Foi nesse ambiente que se desenhou o aplicativo, escolhendo a posição dos botões e imagens, inserindo fotos, caixas de texto e outros componentes disponíveis. Assim foi possível criar um aplicativo contendo várias telas, “Screen”, cada uma com seus devidos “Designer” e “Blocks” e, a partir de botões na tela principal, visitar todas as outras.

Figura 6 - Ambiente de criação de projetos.

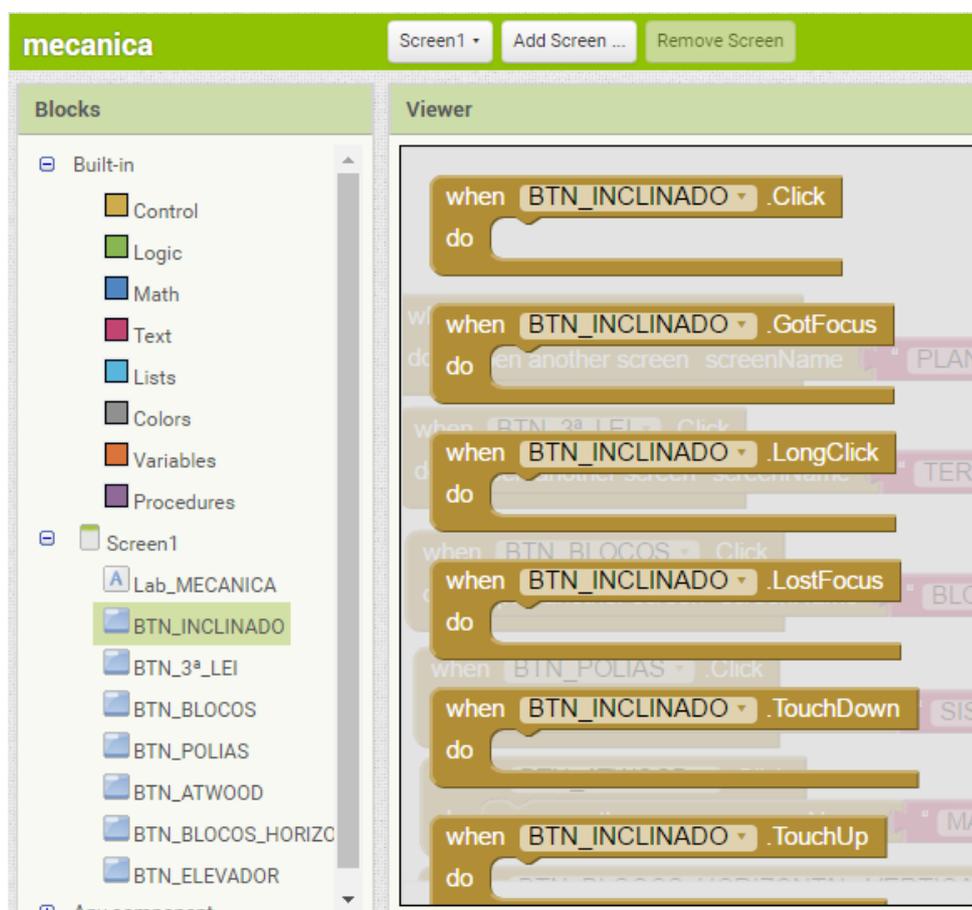


Na parte esquerda da tela “Designer” está a paleta de componentes, que contém componentes visuais (botões, caixas de texto, etc.) e não visuais (elementos para arranjo de tela, sensores, etc.), como mostra a figura 6. Para adicionar componentes à interface, basta arrastá-los da paleta para dentro do Visualizador. À medida que elementos são inseridos na tela, eles também aparecem na seção

“components”, lado direito do visualizador, figura 6, que para melhor distingui-los optou-se por renomear cada um. Para alterar as propriedades de um componente, basta selecioná-lo na lista de ‘components’ e suas propriedades são habilitadas na parte direita da tela, na seção “properties”, figura 6 (GALENO; GONÇALVES, 2013).

Por outro lado, “Blocks” é o componente no qual se associa as ações para cada item do seu programa, figura 7. Nessa tela, existem os blocos “Built-in” (embutidos) que manipulam coisas como matemática, lógica e texto, estes são sempre mostrados, independentemente de ter sido inserido algum componente no *Designer* ou não. Além desses blocos, existem os blocos relacionados a cada componente inserido no seu aplicativo. Para visualizar esses blocos, basta clicar no componente desejado, figura 7.

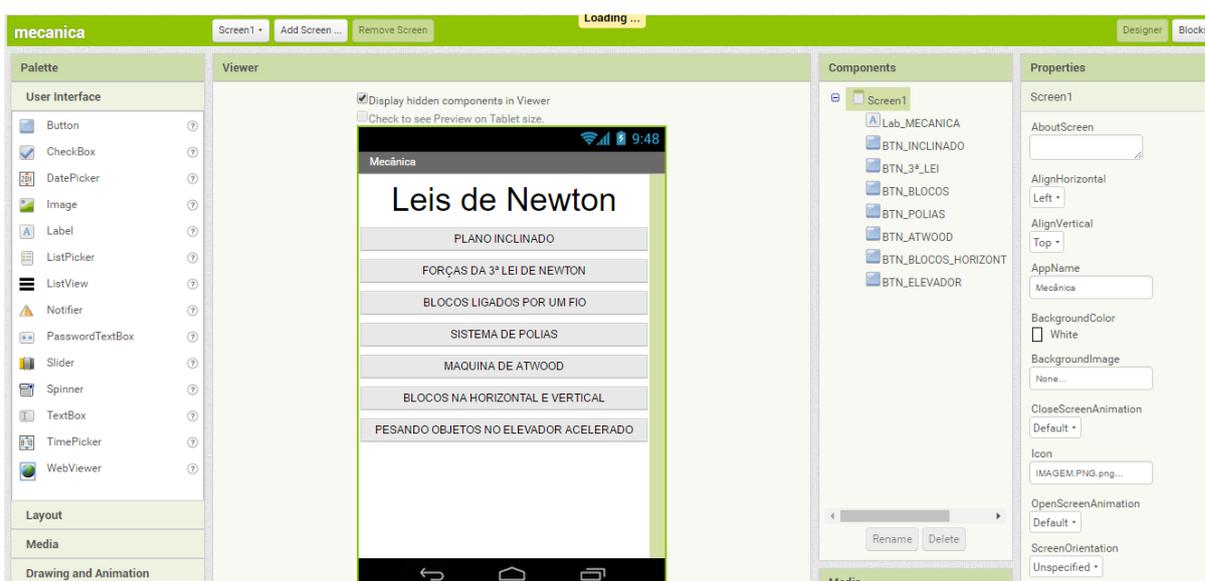
Figura 7 - Componente *Blocks*.



O aplicativo proposto neste trabalho contém oito telas, a “screen” 1 é a tela principal do aplicativo, nela foi inserido um componente “Label”, clicando e arrastando-o para o visualizador, o qual contém o título do aplicativo. Após inseri-lo na seção “properties”, foram alteradas algumas de suas propriedades como suas dimensões,

inseriu-se o texto, Leis de Newton, título do aplicativo e modificou-se também o tamanho da fonte. Nessa mesma tela, e da mesma forma, inseriu-se sete componentes “Button”, também foram modificadas algumas de suas propriedades, como os textos que apareceram nos botões e suas dimensões. Cada botão dessa tela tem o nome de um arranjo experimental de uma questão de aplicação das leis de Newton, figura 8, ao clicar em qualquer um dos sete botões da tela 1, abre uma nova tela que contém informações sobre a questão desse botão.

Figura 8 - Telas do aplicativos.

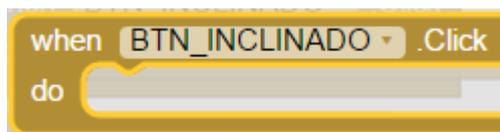


As outras sete “Screens” foram inseridas e renomeadas com os mesmos nomes dos botões contidos na “Screen” 1. Na parte *Designer* dessas telas foi inserido um componente *image* e alguns componentes *button*, conforme necessário.

Após inseridos e configurados todos os componentes do “Designer” das oito telas do aplicativo, partiu-se para a parte de inserir as ações aos botões do aplicativo. Para isso abriu-se o “Blocks”.

Nos “Blocks” da Screen” 1, foi montada a ação de, ao clicar nesses botões do aplicativo, abrir uma nova tela. Para esse propósito, clicou-se no botão que deseja-se inserir a ação e inseriu-se o bloco da figura 9, clicando nele e soltando na tela dos “Blocks”.

Figura 9 - Programação da tela principal do App.



Em seguida, abriu-se o conjunto de blocos da função “*control*” na parte dos blocos “Built-in” e encaixou o bloco da figura 10 no bloco da figura 9.

Figura 10 - Programação da tela principal do App.



Para finalizar a função abrir uma nova tela ao clicar no botão, abriu-se o conjunto de blocos da função “*text*” e encaixou o bloco da figura 11 no bloco da figura 10, em seguida, escreveu-se, no bloco da figura 11, o nome da “*Screen*” que se deseja abrir a clicar nesse botão.

Figura 11 - Programação da tela principal do App.



A configuração final desses blocos é mostrada na figura 12 abaixo.

Figura 12. Programação da tela principal do App.



Essa montagem de blocos fornece a ação de quando clicar no botão (BTN_INCLINADO) abrir a tela com o nome (PLANO_INCLINADO).

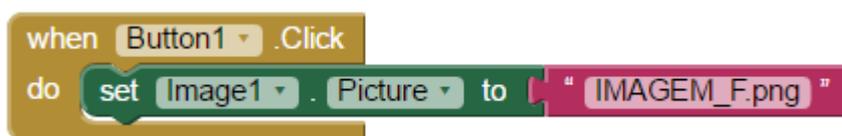
Feito isso para todos os setes botões da “*Screen*” 1, partiu-se para inserir as ações para os botões das sete telas secundárias. Para isso, abriu-se os *Blocks* de cada “*Screen*” e inseriu-se os seguintes blocos: clicou-se no botão desejado e inseriu-se o bloco da figura 9, em seguida, clicou-se no componente “*image*” e encaixou no bloco mostrado da figura 9 o bloco da figura 13 abaixo.

Figura 13 - Programação dos botões das telas secundárias.



Para finalizar a ação desejada, encaixou-se o bloco mostrado na figura 11 no bloco da figura 13 e escreveu-se nele o nome da imagem que se deseja mostrar ao clicar nesse botão do aplicativo. O arranjo de blocos para essa ação é mostrado na figura 14 a seguir:

Figura 14 - Programação dos botões das telas secundárias.



Esse conjunto de blocos fornece a ação de quando clicar no botão com o nome “*button*” 1, mostrar a imagem com o nome, IMAGEM_F. Essa mesma ação foi feita para todos os botões das sete telas do aplicativo, pois todos eles têm a mesma função.

2.2 CONHECENDO O APLICATIVO MECÂNICA

O aplicativo contém sete botões, figura 15. Cada botão desses contém o nome de um arranjo experimental encontrado em questões de aplicações de leis de Newton. Ao clicar nesses botões, abre uma nova tela contendo novos botões, sendo que estes contêm informações sobre os vetores forças do arranjo experimental sugerido. Cada botão dessas telas secundárias tem o nome da força que se pretende mostrar ao clicar nesse botão.

Figura 15 - Primeira tela do aplicativo.



O primeiro botão contém informações de um objeto sobre plano inclinado, ao clicar nesse botão, abrirá uma nova tela contendo mais cinco botões com os seguintes nomes: imagem, peso, força normal, componentes do peso, força de atrito e todas as forças, como mostra a figura 16. Ao clicar em cada botão da correspondente força, aparecerá a imagem do arranjo com o diagrama dessa força.

Figura 16 - Tela: plano inclinado.



O segundo botão da tela principal do aplicativo tem o nome de forças da terceira lei de Newton. Ao clicar nesse botão, abrirá uma nova tela contendo mais quatro botões com os nomes: imagem, interação bloco-terra, interação bloco-mesa e todas as forças, figura 17. Nessa tela, ao clicar no botão imagem, aparecerá a imagem de um bloco sobre uma mesa na superfície da terra; ao clicar no botão interação bloco-terra, aparecerá um diagrama contendo as correspondentes forças; o mesmo acontecerá com os botões interação bloco-mesa e todas a forças.

Figura 17 - Tela: terceira lei de Newton.



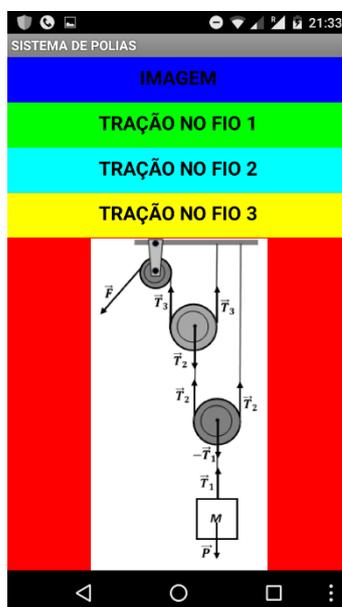
O terceiro botão do aplicativo tem o nome de blocos ligados por fios, esse botão contém informações sobre três blocos ligados por fios e puxados por uma força F . Ao clicar nesse botão, aparecerá uma nova tela contendo quatro novos botões, que fornecerão os diagramas de forças trações em cada fio que liga os blocos, figura 18 abaixo:

Figura 18 - Tela: blocos interligados por um fio.



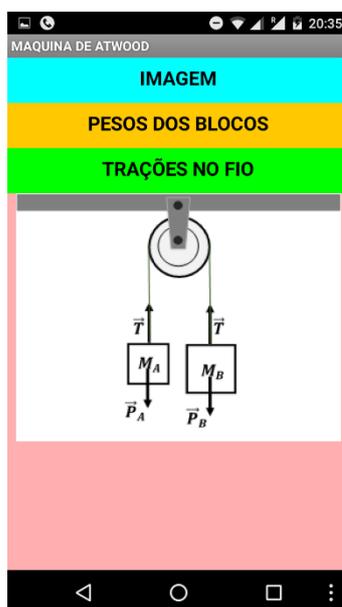
O quarto botão do aplicativo, chamado de sistema de polias, contém informações sobre um sistema de três polias por onde passam fios que suspendem um bloco em equilíbrio. Ao clicar nesse botão, aparecerá uma nova tela com quatro botões, ao clicar nestes botões, aparecerão os diagramas de forças trações para cada fio preso às polias, figura 19.

Figura 19 - Tela: sistema de polias.



O quinto botão do aplicativo contém informações sobre um arranjo chamado máquina de Atwood, que é um arranjo experimental de dois blocos interligados por um fio e pendurados por meio de uma polia. Ao clicar nesse botão, abrirá uma nova tela com mais três botões, estes também fornecem o diagrama de forças para cada bloco, figura 20.

Figura 20 - Tela: máquina de Atwood.



O sexto botão fornece informações sobre as forças que surgem em um arranjo experimental de dois blocos interligados por um fio, sendo que um deles está apoiado em uma mesa e o outro, pendurado. O fio passa por uma polia que faz com que o bloco pendurado fique livre para se mover na vertical. Esse botão abre uma nova tela que contém mais cinco botões, estes fornecem as informações sobre as forças desse arranjo, figura 21.

Figura 21 - Tela: blocos na horizontal e vertical.



O sétimo e último botão do aplicativo fornece informações sobre o diagrama das forças peso e normal de um bloco, que se encontra sobre uma balança no interior de um elevador acelerado, figura 22.

Figura 22 - Tela: pesando objetos no elevador.



De maneira geral, o aplicativo faz com que os alunos consigam identificar as forças envolvidas em alguns arranjos experimentais de aplicações das Leis de Newton. Conhecendo essas informações com clareza, para responder à questão de forma correta, eles precisam apenas aplicar corretamente a segunda Lei de Newton a cada objeto do sistema ou ao conjunto como um todo, dependendo do problema.

3 METODOLOGIA

A metodologia configura-se nas ações desenvolvidas para possibilitar o conhecimento por meio de abordagem científica das relações constitutivas da problemática investigada, no caso desse estudo, a aprendizagem das leis de Newton por alunos de 2º ano do ensino médio.

Nesse sentido, o estudo foi de cunho qualitativo descritivo. De acordo com Lakatos e Marconi (2003), a metodologia descritiva é aquela que tem a finalidade de descrever um fenômeno ou realidade para que seja explicado. Partindo desse pressuposto, Gil (2011) corrobora a premissa ao afirmar que esta metodologia de pesquisa é fundamental para aqueles que estão preocupados com atuação prática.

De acordo com a metodologia, foram interpretados os resultados anteriores e posteriores ao desenvolvimento e aplicação dos testes com o aplicativo com os participantes e, assim, foi avaliado o desempenho de cada participante nas resoluções das questões anteriores e posteriores ao uso do aplicativo APP para android. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi, segundo a análise dos achados no estudo, encontrar um melhor desempenho dos participantes após a aplicação do APP, haja vista, foi baseado na análise da evolução da aprendizagem dos alunos sobre a 2ª lei de Newton.

3.1 O LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada na escola de Ensino Médio Augustinho Brandão, na cidade de Cocal dos Alves, Piauí. Essa escola oferece ensino integral do 6º ao 9º ano dos níveis fundamental e médio, atualmente seu IDEB é 6.2. Atualmente, ela atende 258 alunos distribuídos nesses dois níveis de ensino. O corpo docente é composto por 22 professores, sendo 19 moradores da própria cidade e 3 de cidades vizinhas. Essa instituição conta ainda com 09 funcionários de apoio técnico.

Quanto à estrutura física, a escola corresponde à descrição abaixo, além de poder contar com transporte escolar próprio, sendo um ônibus, dois micro-ônibus e uma van escolar.

A estrutura física é composta por:

- Uma sala de professores climatizada, contendo: 01 armário coletivo para professores, 01 mesa, 10 cadeiras, 01 aparelho de televisão de LCD de 32 polegadas, 01 bebedouro, 01 “home theater”, 04 computadores portáteis e 01 mesa para café.

- Um almoxarifado onde são guardados os seguintes equipamentos: 01 caixa de som, 04 microfones sem fio, 01 bebedouro de reserva, 01 mesa, 01 cadeira, 01 arquivo e 01 data show.
- Uma secretaria climatizada possuindo: 02 mesas, 04 cadeiras, 04 arquivos, 02 armários, 01 computador, 01 copiadora e 01 estabilizador.
- Dois banheiros executivos.
- Uma diretoria climatizada composta por: 02 mesas, 04 cadeiras, 01 armário, 01 computador, 01 copiadora, 01 estabilizador e 01 bebedouro.
- Uma cozinha contendo: 01 fogão industrial, 01 geladeira, 03 armários, 01 liquidificador industrial, 01 sanduicheira, 01 botijão de gás, 01 freezer, 01 banheiro e 01 despensa.
- 02 banheiros para uso dos discentes.
- Sete salas de aula climatizadas equipadas cada uma com 40 mesas com cadeiras para alunos, 01 mesa com cadeira para professor, 01 tela de projeção, 01 data show e 01 quadro de acrílico.
- 01 extensa biblioteca para monitoria, estudos e leitura, climatizada e equipada com 01 quadro acrílico, além de livros de um acervo bibliográfico de aproximadamente 700 volumes, 04 estantes, 01 armário, 03 mesas grandes para estudo, 25 cadeiras, 02 mesas pequenas, 02 computadores, 01 estabilizador e 01 quadro acrílico.
- Um laboratório de informática climatizado equipado com 18 computadores, 18 cadeiras estofadas, 01 impressora, 01 roteador e 09 estabilizadores.
- Um laboratório de Ciências climatizado e equipado.
- Uma quadra poliesportiva com arquibancadas.
- Um amplo refeitório climatizado com 9 mesas, 80 cadeiras e um bebedouro.

3.2 SUJEITOS DA PESQUISA

Os sujeitos da pesquisa foram 27 alunos de uma turma do 2º ano do ensino médio integral, sendo 14 do sexo feminino e 13 do sexo masculino, com uma média de idade entre 14 e 16 anos.

Optou-se por uma turma do 2º ano, tendo em vista que a aplicação do produto ocorreu no início do ano letivo e, nesse período, os alunos do primeiro ano ainda não tinham estudado as Leis de Newton.

3.3 INSTRUMENTOS

Para coleta dos dados, foram utilizadas duas listas de exercícios: a primeira, utilizada como avaliação prévia, contendo 8 questões e a segunda, uma pós-avaliação, contendo 7 questões, as duas abordaram conceitos básicos e aplicações das leis de Newton. É válido pontuar que as listas de exercícios levaram em consideração os objetivos do estudo. Por último, um aplicativo App Inventor que apresenta a visualização dos diagramas de forças de alguns dos problemas básicos de aplicações das leis de Newton sem atrito.

3.4 AVALIAÇÃO PRÉVIA – LISTA DE EXERCÍCIO 1

Na tentativa de evidenciar os conhecimentos dos alunos sobre as leis de Newton e suas potencialidades quanto às resoluções de questões de aplicações das mesmas, elaborou-se uma avaliação prévia (anexo I), que continha questões sobre conceitos básicos das três Leis e suas aplicações sem atrito. Essa foi aplicada antes de o aluno ter qualquer contato com o aplicativo. Os resultados dessa avaliação foram o ponto de partida para analisarmos se o aplicativo teria resultados como organizador prévio para resolução de questões das leis de Newton.

As duas primeiras questões da avaliação envolveram conceitos básicos sobre as leis de Newton. Com elas, objetivamos traçar um perfil do conhecimento que os alunos possuem acerca das leis de Newton: da primeira Lei de Newton, avaliando em quais situações um objeto permanece em repouso, em quais situações vai iniciar o movimento e em que situações um objeto já em movimento vai parar; se sabem aplicar corretamente a segunda lei para determinar o módulo da aceleração do objeto; e a terceira, identificando interações entre objeto e os seus correspondentes pares ação e reação.

Na terceira e quarta questão, além de terem que representar corretamente as forças que surgem nas interações entre os objetos, esperou-se identificar nos alunos algumas habilidades específicas que os possibilitassem responder a essas duas questões como: tratar os blocos como um único sistema para com isso encontrar a aceleração do conjunto e, em seguida, aplicar a segunda lei em cada um separadamente.

A quinta foi uma questão de plano inclinado, com ela, buscou-se identificar nos alunos, além de conceitos básicos das três Leis, como identificar as forças que atuam

no bloco e aplicar a segunda lei no caso de equilíbrio, além de outras habilidades, tais como: utilizar um referencial na direção do movimento do bloco e decompor vetores.

A sexta questão trouxe um bloco em equilíbrio pendurado por um fio com o auxílio de um sistema de polias. Nessa questão, buscou-se identificar nos alunos a capacidade de identificar as forças em cada fio e aplicar corretamente a segunda lei de Newton na condição de equilíbrio para cada polia.

A sétima questão buscou identificar se o aluno tem conhecimento de que a força normal trocada entre dois objetos devido ao peso de um deles varia ao submetê-los a uma aceleração na direção dessas forças. Com isso, esperou-se que os alunos identificassem as forças normais de contato entre o homem e a balança e aplicassem a segunda lei de Newton para determinar a intensidade dessas forças.

A oitava questão é chamada de máquina de Atwood, nessa questão, os alunos deveriam representar as forças, peso e tração em cada bloco, e aplicar necessariamente a segunda lei de Newton em cada um separadamente.

3.5 PÓS-AVALIAÇÃO - LISTA DE EXERCÍCIO 2

A pós-avaliação conteve sete questões, que tiveram como objetivo identificar as possíveis evoluções no desempenho dos alunos quanto à resolução das questões proposta na avaliação prévia. Dessa forma, a lista de exercício 2 não pôde divergir muito da primeira. Com isso, optou-se por usar as mesmas questões da primeira lista, suprimindo apenas a segunda questão e alterando os dados numéricos das demais. É importante destacar que a primeira questão dessa avaliação buscou identificar se os alunos conseguiam identificar as forças que atuam nos objetos quando ocorre alguma interação, ou seja, se sabiam a terceira lei de Newton.

3.6 DESCRIÇÕES DOS PROCEDIMENTOS

Primeiramente, aplicou-se a avaliação prévia, lista de exercícios 1, em duas aulas de 45 minutos cada. Essa avaliação teve como objetivo identificar se os alunos sabem as leis de Newton e identificar suas habilidades para resolver questões de aplicações destas.

Dessa forma, para análise das respostas das duas primeiras questões, que tinha o objetivo de identificar se os alunos sabiam as leis de Newton, foram criadas

três categorias de resposta: Alunos que **Sabem a 1ª Lei – S1ªL ou NS1ªL**, **Sabem a 2ª Lei – S2ªL ou NS2ªL** e **Sabem a 3ª Lei – S3ªL ou NS3ªL**.

Quanto ao levantamento das potencialidades dos alunos para resolver exercícios de aplicações das leis de Newton, foram utilizadas as seis últimas questões da avaliação prévia, e como cada questão tem sua particularidade, as respostas dos alunos para cada uma foram analisadas separadamente e, com isso, identificada a quantidade de alunos que responderam cada uma e as características das respostas de cada aluno para a comparação com as respostas da pós-avaliação.

Após a aplicação da avaliação prévia, foi disponibilizado, na aula seguinte, o aplicativo App inventor para os alunos, que está disponível no site <http://www.sbfisica.org.br/~mnpef/index.php/producao-academica/produtos> e explicado com detalhes cada função desse aplicativo. Esse, de acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, terá a função de organizador prévio para resolução das questões da pós-avaliação – lista de exercício 2. Dessa forma, pretendeu-se testar o aplicativo como organizador prévio para resolução de questões de Leis de Newton.

De posse do aplicativo, em duas aulas de 45 minutos, os alunos responderam à pós-avaliação - Lista de exercício 2, imagens 1 e 2, que continha sete questões. A aplicação dessa lista teve como objetivo identificar se o aplicativo funcionou como organizador prévio para resolução das questões da pós-avaliação, ou seja, se o aplicativo contribuiu de alguma forma para melhorar o desempenho dos alunos na resolução de questões de aplicação das Leis de Newton.

Imagem 1 - Aplicação da pós avaliação.



Imagem 2 - Aplicação da pós avaliação.



Para isso, verificou-se a quantidade de alunos que acertou cada questão e, para dar maior confiabilidade às considerações sobre a pesquisa, analisou-se as respostas de cada aluno em cada questão da pós-avaliação. O desempenho dos alunos quanto à resolução da pós-avaliação foi medido confrontando as respostas dos alunos antes e depois da aplicação do aplicativo APP inventor e, com isso, verificou-se a aplicabilidade dessa tecnologia como um organizador prévio para a resolução de questões com aplicação das leis de Newton.

4 RESULTADOS

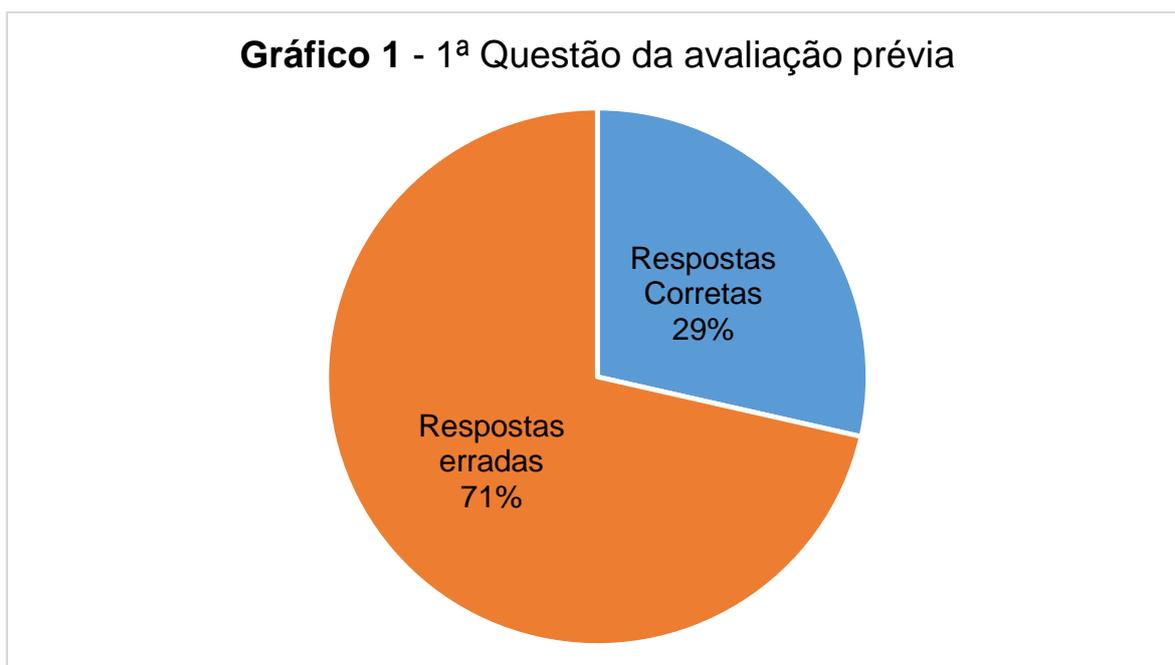
Segundo os resultados obtidos por meio da avaliação prévia e da pós-avaliação, pode-se observar quais aspectos os alunos apresentam maior limitação e avanços no que se refere às aplicações das leis de Newton de acordo com os objetivos estabelecidos para este estudo.

Na tabela 1, encontra-se exposto o resultado das duas primeiras questões da avaliação prévia e a primeira da pós-avaliação. As respostas dos alunos para as duas primeiras questões da avaliação prévia foram classificadas de acordo com as categorias propostas na metodologia. Essas primeiras questões procuravam identificar se os alunos sabiam as leis de Newton.

Tabela 1 - Respostas dos alunos para a 1^a e 2^a questões da avaliação prévia e primeira questão da pós avaliação.

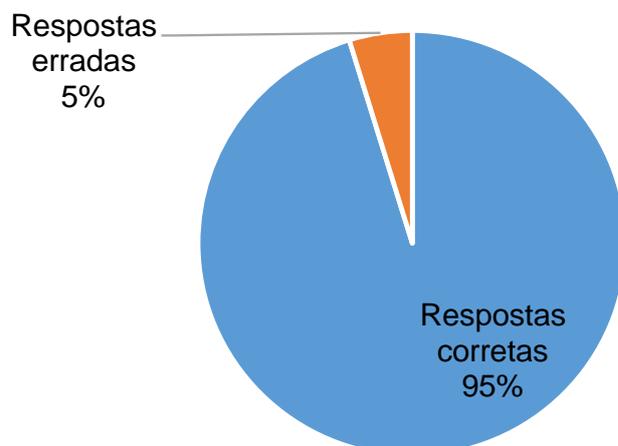
Alunos	Questões da avaliação prévia		Questão da pós avaliação
	Nº 01	Nº 02	Nº 01
A	NS3^aL	S2^aL e S1^aL	Acertou
B	S3^aL	NS2^aL e S1^aL	Acertou
C	NS3^aL	NS2^aL e S1^aL	Faltou no dia da aplicação
D	Faltou no dia da aplicação		Acertou
E	NS3^aL	NS2^aL e S1^aL	Acertou
F	S3^aL	S2^aL e S1^aL	Acertou
G	NS3^aL	S2^aL e S1^aL	Faltou no dia da aplicação
H	NS3^aL	S2^aL e S1^aL	Acertou
I	S3^aL	S2^aL e S1^aL	Acertou
J	Faltou no dia da aplicação		Não acertou
K	NS3^aL	S2^aL e S1^aL	Faltou no dia da aplicação
L	NS3^aL	S2^aL e S1^aL	Acertou
M	Faltou no dia da aplicação		Acertou
N	NS3^aL	NS2^aL e S1^aL	Acertou
O	Faltou no dia da aplicação		Faltou no dia da aplicação
P	NS3^aL	NS2^aL e S1^aL	Acertou
Q	S3^aL	S2^aL e S1^aL	Faltou no dia da aplicação
R	S3^aL	NS2^aL e S1^aL	Faltou no dia da aplicação
S	NS3^aL	S2^aL e S1^aL	Acertou
T	NS3^aL	S2^aL e NS1^aL	Faltou no dia da aplicação
U	Faltou no dia da aplicação		Acertou
V	NS3^aL	NS2^aL e S1^aL	Não acertou
W	S3^aL	S2^aL e S1^aL	Acertou
X	NS3^aL	S2^aL e S1^aL	Não acertou
Y	NS3^aL	S2^aL e S1^aL	Acertou
Z	Faltou no dia da aplicação		Não acertou
α	NS3^aL	NS2^aL e S1^aL	Acertou

Após a aplicação da avaliação prévia, verificou-se que dos 27 alunos da turma, apenas 21 alunos estavam presentes no dia da aplicação, com isso, nossa amostra para análise das duas primeiras questões dessa avaliação se reduziu a esses 21 alunos. Analisando a primeira questão desse teste, que tinha como objetivo verificar quantos alunos sabiam a terceira lei de Newton, percebeu-se que desses 21 alunos, 15 não mostraram nas suas respostas evidências de que sabiam aplicar corretamente a terceira Lei de Newton, ou seja, 71% não conseguiram responder com êxito a essa questão. Esse resultado está evidenciado no gráfico a seguir.



Analisando a segunda questão da avaliação prévia, que tinha como objetivo verificar se os alunos sabiam a primeira e a segunda leis de Newton, pode-se observar que dos 21 alunos que responderam à lista, 20 mostraram em suas respostas evidências de que sabiam a primeira Lei de Newton, isto é, 95% dos alunos responderam a essa questão utilizando conceitos da primeira lei de Newton. Esse resultado é mostrado no gráfico abaixo.

Gráfico 2 - 2ª Questão da avaliação prévia referente a primeira Lei de Newton



Com relação à segunda lei de Newton, a análise das respostas da segunda questão da avaliação prévia mostrou que dos 21 alunos que responderam a essa lista, 13 alunos responderam à questão conforme conceitos da segunda lei de Newton. Isso mostra que 62% colocaram nas suas respostas conhecimento condizente com a definição da segunda lei de Newton. Esse resultado é mostrado no gráfico abaixo.

Gráfico 3 - 2ª Questão da avaliação prévia, referente à segunda lei de Newton



No que se refere à pós-avaliação, pode-se verificar que a primeira questão

refere-se a conteúdos exclusivos da terceira lei de Newton; nesta, ao aluno foi solicitado representar as forças que atuam sobre um bloco que se encontra sobre uma mesa horizontal.

Analisando as respostas dos alunos para essa questão, verificou-se que entre os 21 alunos que fizeram essa avaliação, 17 usaram o aplicativo, e desses dezessete, 14 acertaram a questão, ou seja, 82% dos alunos que fizeram essa avaliação usando o aplicativo acertaram a questão. Esse resultado é destacado no gráfico abaixo. Por outro lado, os 4 alunos que fizeram a pós-avaliação sem usar o aplicativo erram a questão.



As questões de 3 a 8 da avaliação prévia foram questões de aplicações das leis de Newton, sendo iguais às questões de 2 a 7 da pós-avaliação na ordem que aparecem, essas só diferem em alguns dados, ou seja, a questão 3 da avaliação prévia foi igual à questão número 2 da pós-avaliação, a 4 da avaliação prévia foi igual a questão 3 da pós-avaliação e assim por diante. As respostas dos alunos para cada questão da avaliação prévia foram comparadas com sua correspondente na pós-avaliação, isso foi feito para cada aluno individualmente. Para essa comparação, usamos apenas os alunos que responderam a duas listas de exercícios. Com isso, para análise das seis últimas questões das listas, nossa amostra se reduziu a 16

alunos. Essa comparação teve como objetivo verificar se houve ou não alguma evolução nos alunos quanto à resolução dessas questões.

A seguir, a tabela 2 apresenta a análise das respostas do aluno A para as seis últimas questões das duas avaliações.

Tabela 2 - Respostas do aluno A para as seis últimas questões das avaliações.

Aluno	Avaliação prévia – Lista de exercícios 1	
A	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 3	Não representou corretamente as forças, acertou o item a , e não acertou o item b .
	Nº 4	Representou corretamente as forças e acertou o item a e não acertou o b .
	Nº 5	Não representou corretamente as forças e não acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e acertou a questão.
	Nº 7	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 8	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Pós avaliação – lista de exercícios 2	
	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 2	Representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 3	Representou corretamente as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 4	Não representou corretamente as forças e não acertou a questão.
	Nº 5	Não representou as forças e acertou a questão.
	Nº 6	Representou corretamente as forças e não respondeu o que se pedia na questão.
Nº 7	Representou corretamente as forças e não acertou a questão.	

Comparando as respostas do aluno A nas duas avaliações, verificou-se que na avaliação prévia ele acertou o item “a” da 3ª e 4ª questão e representou as forças nesta. Já na pós-avaliação, ele acertou o mesmo item na 3ª e 4ª questão, no entanto,

representou os vetores forças nas questões 2, 3, 6 e 7. Com isso, percebeu-se que o aluno não obteve o êxito necessário para responder a maioria das questões, e que as respostas da primeira avaliação para a segunda só mudaram no que diz respeito à representação os vetores forças. Isto mostra que esse aluno tem outras dificuldades além de identificar as forças nos problemas, percebeu-se, também, que ele não respondeu à maioria das questões porque não calculou a força resultante para aplicar a segunda lei de Newton e encontrar o que se pede nas questões.

A tabela 3 apresenta a análise das respostas do aluno B para as seis últimas questões das duas listas de exercícios

Tabela 3 - Respostas do aluno B para as seis ultimas questões das avaliações.

Aluno	Avaliação prévia – Lista de exercícios 1	
B	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 3	Não acertou o item a , nem o item b , também não representou o diagrama das forças envolvidas.
	Nº 4	Não acertou nenhum item, nem representou as forças.
	Nº 5	Não acertou nenhum item, nem representou as forças.
	Nº 6	Acertou a questão sem representar as forças
	Nº 7	Não acertou nenhum item, nem representou as forças.
	Nº 8	Não acertou nenhum item, nem representou as forças.
	Pós avaliação – lista de exercícios 2	
	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 2	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 3	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 4	Não representou corretamente as forças e não acertou a questão.
	Nº 5	Representou as forças e acertou a questão.
	Nº 6	Representou as forças e não acertou a questão.
Nº 7	Não representou corretamente as forças e não acertou a questão.	

Analisando as respostas desse aluno, percebeu-se que, na avaliação prévia, ele obteve êxito apenas na 6ª questão, já na pós-avaliação, ele acertou o item “a” da 2ª e 3ª questões, representando os vetores forças das questões 5 e 6.

Com estes resultados e, observando a resposta deste aluno para a 2ª questão da avaliação prévia, pode ser observado que o mesmo não possui arcabouço de conhecimento referente à segunda lei de Newton, o que impossibilita-lhes resolver as demais questões, visto que, para fazê-lo, seria necessário conhecimento acerca da segunda lei de Newton.

A tabela 4, abaixo, apresenta a análise das respostas do aluno E para as seis últimas questões das duas listas de exercícios.

Tabela 4 - Respostas do aluno E para as seis ultimas questões das avaliações.

Aluno	Avaliação prévia – Lista de exercícios 1	
E	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 3	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 4	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 5	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e acertou a questão.
	Nº 7	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 8	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Pós-avaliação – lista de exercícios 2	
	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 2	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 3	Representou corretamente as forças, acertou o item a não acertou o item b .
	Nº 4	Representou corretamente as forças e não respondeu a questão.
	Nº 5	Representou corretamente as forças e acertou a questão.
	Nº 6	Representou corretamente as forças e não acertou a questão.
Nº 7	Representou corretamente as forças e não respondeu a questão.	

Na avaliação prévia, percebeu-se que o aluno E acertou o item “a” da terceira e quarta questão, respondeu corretamente à sexta e não fez o esboço dos vetores forças de nenhuma questão. Já na pós-avaliação, esse aluno acertou novamente o item “a” da segunda e terceira questão, que são iguais à terceira e quarta questão da

avaliação prévia; acertou a quinta questão, que é igual à sexta da avaliação prévia, porém não representou as forças da segunda questão. No entanto, esse aluno desenhou as forças de todas as demais questões dessa lista.

Esse resultado mostrou que o referido aluno possuía algum conhecimento prévio suficiente para responder às questões mencionadas acima, já que ele conseguiu responder a essas questões nas duas listas. Com isso, pode-se inferir que, para esse discente, o aplicativo proporcionou apenas conhecimento a respeito dos vetores forças dos problemas, podendo, assim, ser usado como organizador prévio para essa questão da visualização das forças envolvidas nos exercícios.

A tabela 5 apresenta a análise das respostas do aluno F para a seis últimas questões das duas avaliações.

Tabela 5 - Respostas do aluno F para as seis últimas questões das avaliações.

Aluno	Avaliação prévia – Lista de exercícios 1	
F	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 3	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 4	Não representou corretamente as forças, acertou o item a e o item b .
	Nº 5	Representou corretamente as forças, acertou o item a e o item b .
	Nº 6	Não representou as forças e acertou a questão.
	Nº 7	Representou corretamente as forças, acertou o item a e o item b .
	Nº 8	Representou corretamente as forças, acertou o item a e o item b .
	Pós-avaliação – lista de exercícios 2	
	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 2	Não representou as forças, acertou o item a , e não acertou o item b .
	Nº 3	Não representou as forças, acertou o item a , e não respondeu o item b .
	Nº 4	Representou corretamente as forças e acertou toda a questão.
	Nº 5	Não representou as forças e acertou a questão.
	Nº 6	Representou corretamente as forças e acertou a questão.
Nº 7	Representou corretamente as forças e acertou a questão	

Analisando as repostas do aluno F nas duas avaliações, observou-se que ele acertou o item “a” da terceira e quarta questão da avaliação prévia, acertou, também, a sexta e fez apenas o esboço das forças na quinta, sétima e oitava. Na pós-avaliação, ele respondeu às mesmas questões da primeira, ou seja, ele fez uso da ferramenta, aplicativo, para melhorar suas repostas.

O aluno G fez a avaliação prévia mas não fez a pós-avaliação, por isso, não contribuiu para a pesquisa.

A tabela 6 apresenta a análise das repostas do aluno H para as duas avaliações:

Tabela 6 - Respostas do aluno H para as seis últimas questões das avaliações.

Aluno	Avaliação prévia – Lista de exercícios 1	
H	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 3	Acertou o item a , que era apenas para aplicar a segunda lei de Newton, mas não acertou o item b , que era para calcular a força de interação entre os blocos, no entanto, ele identificou essas forças.
	Nº 4	Acertou o item a , aplicando apenas a segunda lei, mas não acertou o item b e nem conseguiu identificar as forças de trações.
	Nº 5	Não acertou o item a , que era para calcular a aceleração de um bloco em um plano inclinado, e nem o item b , que era para calcular a força normal no bloco, também não conseguiu identificar corretamente as forças do problema.
	Nº 6	Respondeu corretamente à questão, mas não escreveu corretamente as forças da terceira lei de Newton.
	Nº 7	Não respondeu corretamente à questão e nem conseguiu identificar as forças.
	Nº 8	Não respondeu corretamente e nem conseguiu identificar as forças.
	Pós-avaliação – lista de exercícios 2	
	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 2	Não representou corretamente as forças e não acertou a questão.
	Nº 3	Representou corretamente as forças e não acertou a questão.
	Nº 4	Representou as forças e acertou parte da questão, encontrou o P_x .
	Nº 5	Representou corretamente as forças e acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e não respondeu à questão.
Nº 7	Representou as forças e não respondeu à questão.	

Analisando as repostas do aluno H nas duas avaliações, observou-se que ele acertou o item “a” da terceira e quarta questão da avaliação prévia, acertou também

a sexta e não representou as forças em nenhuma questão da avaliação prévia. Já na pós-avaliação, ele respondeu corretamente apenas à quinta questão, mas representou corretamente as forças na terceira, quarta, quinta e sétima questão.

Com esses resultados, observa-se que o aplicativo contribuiu parcialmente para melhorar as respostas do aluno, já que na segunda avaliação ele representou as forças em quatro questões. Por outro lado, ele não conseguiu responder ao item “a” das duas primeiras questões que ele tinha conseguido responder na primeira avaliação. Nesse sentido, pode se inferir que o aplicativo causou alguma dúvida quanto à resolução dessas duas questões. No entanto, ele está tendo grande aplicabilidade no que tange à identificação das forças nos exercícios.

A tabela 7 apresenta a análise das respostas do aluno I para as duas avaliações:

Tabela 7 - Respostas do aluno I para as seis últimas questões das avaliações.

Aluno	Avaliação prévia – Lista de exercícios 1	
I	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 3	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 4	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 5	Não representou corretamente as forças e não acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e acertou a questão.
	Nº 7	Não representou as forças e acertou a questão.
	Nº 8	Não representou corretamente as forças e não acertou a questão.
	Pós-avaliação – lista de exercícios 2	
	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 2	Representou corretamente as forças, acertou o item a e não respondeu ao item b .
	Nº 3	Representou corretamente as forças, acertou o item a e não respondeu ao item b .
	Nº 4	Representou corretamente as forças e não respondeu à questão.
	Nº 5	Não representou as forças e acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e não acertou a questão.
Nº 7	Não representou as forças e acertou a questão.	

Analisando as repostas do aluno I nas duas avaliações, notou-se que ele acertou o item “a” da terceira e quarta questão da avaliação prévia, acertou também a sexta e não representou as forças em nenhuma questão da avaliação prévia. No que se refere à pós-avaliação, ele acertou o item “a” das duas primeiras questões, acertou, também, a quinta e representou as forças das três primeiras questões.

Essa análise mostra que para esse aluno, em relação à resolução das

questões, não houve evolução com o uso no aplicativo, no entanto, foi fácil perceber que, assim como para a maioria dos alunos, o aplicativo contribui significativamente para que esse aluno conseguisse identificar as forças nos arranjos experimentais de blocos, ou seja, o aplicativo tem se mostrado um bom organizador prévio para a identificação dos vetores, nos problemas.

O aluno J respondeu à pós-avaliação, mas não respondeu à avaliação prévia, portanto, não participou dessa etapa da pesquisa.

O aluno K fez a avaliação prévia mas não fez a pós-avaliação, por isso, não participou dessa etapa da pesquisa.

A tabela 8 apresenta a análise das respostas do aluno L para as duas avaliações:

Tabela 8 - Respostas do aluno L para as seis últimas questões das avaliações.

Aluno	Avaliação prévia – Lista de exercícios 1	
L	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 3	Representou corretamente as forças e não acertou a questão.
	Nº 4	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 5	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 6	Representou corretamente as forças e acertou a questão.
	Nº 7	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 8	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Pós-avaliação – lista de exercícios 2	
	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 2	Representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 3	Representou as trações e não acertou a questão.
	Nº 4	Não representou corretamente as forças e não acertou a questão.
	Nº 5	Representou corretamente as forças e acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e não respondeu à questão.
Nº 7	Representou apenas as no fio e não respondeu à questão.	

Observa-se com relação ao aluno L que o mesmo acertou apenas a sexta questão da avaliação prévia e representou suas forças. Já na pós-avaliação, ele acertou apenas a quinta questão, que é a questão referente à sexta da primeira

avaliação, no entanto, esse aluno representou as forças na segunda, terceira, quinta e sétima questão. Com isso, percebe-se que esse aluno não mudou suas respostas da primeira para segunda, ou seja, para esse aluno o aplicativo contribuiu apenas quanto à representação dos vetores, mas não observou-se contribuição que favorecesse melhor desempenho nas respostas desse aluno.

O aluno M fez a pós-avaliação, mas não fez a avaliação prévia, portanto, não participou dessa etapa da pesquisa.

A tabela 9 apresenta a análise das respostas do aluno N para as duas avaliações:

Tabela 9 - Respostas do aluno N para as seis últimas questões das avaliações.

Aluno	Avaliação prévia – Lista de exercícios 1	
N	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 3	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 4	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 5	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e acertou a questão.
	Nº 7	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 8	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Pós-avaliação – lista de exercícios 2	
	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 2	Não representou as forças, mas respondeu corretamente toda a questão.
	Nº 3	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 4	Representou as forças e não respondeu à questão.
	Nº 5	Representou as forças e acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e errou a questão.
Nº 7	Representou as forças e não respondeu à questão.	

Analisando as respostas do aluno N, é possível ver que na avaliação prévia ele acertou apenas a sexta questão e não representou as forças referentes às questões nessa avaliação. Já na pós-avaliação, esse aluno acertou a segunda questão, o item “a” da terceira, quinta e representou as forças na quarta, quinta e sétima questões.

Fazendo uma comparação entre as repostas desse aluno nas duas avaliações, é pertinente pontuar que na segunda avaliação ele respondeu corretamente duas questões, questões estas que o mesmo não havia obtido êxito na primeira avaliação, além de ter representado algumas forças que na primeira não tinha. Com isso, pode-se inferir que, como nas respostas dos demais alunos, o aplicativo é um facilitador na representação dos vetores, contribuindo também de forma significativa para resolução de duas novas questões.

A tabela 10 apresenta a análise das respostas do aluno P para as duas avaliações:

Tabela 10 - Respostas do aluno P para as seis últimas questões das avaliações.

Aluno	Avaliação prévia – Lista de exercícios 1	
P	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 3	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 4	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 5	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 7	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 8	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Pós-avaliação – lista de exercícios 2	
	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 2	Não representou as forças, acertou o item a , e não respondeu ao item b .
	Nº 3	Não representou corretamente as forças, acertou o item a , e não respondeu ao item b .
	Nº 4	Representou corretamente as forças e não respondeu à questão.
	Nº 5	Não representou as forças e acertou a questão.
	Nº 6	Representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 7	Representou as forças e não acertou a questão.

Corrigindo as repostas do aluno P para as duas avaliações, observou-se que esse aluno não respondeu a nenhuma questão da avaliação prévia. Já na pós-avaliação ele acertou o item “a” da segunda, terceira a quinta questão, além de ter

representado as forças na quarta, sexta e sétima questão.

Com essa análise, percebe-se que houve um avanço significativo nas respostas desse aluno após o uso do aplicativo, podendo, assim, considerar que o aplicativo foi um bom organizador prévio para esse aluno.

O aluno Q fez a avaliação prévia, mas não fez a pós-avaliação, por conta disso, não participou dessa etapa da pesquisa.

A tabela 11 apresenta a análise das respostas do aluno R para as duas avaliações:

Tabela 11 - Respostas do aluno R para as seis últimas questões das avaliações.

Aluno	Avaliação prévia – Lista de exercícios 1	
R	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 3	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 4	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 5	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 6	Representou corretamente as forças e acertou a questão.
	Nº 7	Não representou as forças e acertou a questão.
	Nº 8	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Pós-avaliação – lista de exercícios 2	
	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 2	Não representou as forças, acertou o item a , e não respondeu ao item b .
	Nº 3	Representou as forças, acertou o item a , e não respondeu ao item b .
	Nº 4	Não representou corretamente as forças e não respondeu à questão.
	Nº 5	Representou as forças e acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e errou a questão.
Nº 7	Não representou as forças e errou a questão.	

Observando as respostas do aluno R na primeira avaliação, percebeu-se que ele respondeu corretamente o item “a” da terceira e quarta questão, pois representou

as forças e respondeu corretamente a sexta questão. Com relação à pós-avaliação, esse aluno representou as forças e respondeu corretamente à quinta questão, que é igual à sexta da primeira avaliação, também respondeu o item “a” das duas primeiras questões dessa lista e representou as forças na terceira.

Com essa análise, observou-se que para esse aluno o aplicativo não contribuiu para melhorar suas respostas, ao passo que elas não mudaram muito de uma avaliação para outra.

A tabela 12 apresenta a análise das respostas do aluno S para as duas avaliações:

Tabela 12 - Respostas do aluno S para as seis últimas questões das avaliações.

Aluno	Avaliação prévia – Lista de exercícios 1	
S	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 3	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 4	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 5	Não representou corretamente as forças e não acertou a questão.
	Nº 6	Não corretamente as forças e acertou a questão.
	Nº 7	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 8	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Pós-avaliação – lista de exercícios 2	
	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 2	Não representou as forças, acertou o item a , e não respondeu ao item b .
	Nº 3	Não representou as forças e errou a questão.
	Nº 4	Não representou corretamente as forças e errou a questão.
	Nº 5	Não representou corretamente as forças e acertou a questão.
	Nº 6	Representou as forças e errou a questão.
Nº 7	Não representou corretamente as forças e errou a questão.	

Analisando as respostas do aluno S, observou-se que esse aluno acertou apenas o item “a” da terceira e a sexta questão da avaliação prévia. Já na pós-avaliação, ele acertou as mesmas duas questões e representou as forças na sexta.

Com isso, percebeu-se que o aplicativo não contribuiu significativamente para melhorar as respostas desse aluno na segunda avaliação.

O aluno T não fez a pós-avaliação e o aluno U não fez a avaliação prévia, por isso, não participaram dessa etapa a pesquisa.

A tabela 13 apresenta a análise das respostas do aluno V para as duas avaliações:

Tabela 13 - Respostas do aluno V para as seis últimas questões das avaliações.

Aluno	Avaliação prévia – Lista de exercícios 1	
V	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 3	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 4	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 5	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 7	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 8	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Pós-avaliação – lista de exercícios 2	
	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 2	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o b .
	Nº 3	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o b .
	Nº 4	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 5	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e não acertou a questão.
Nº 7	Não representou as forças e não acertou a questão.	

Analisando as respostas do aluno V na avaliação prévia, foi possível ver que esse aluno acertou apenas o item “a” nas duas primeiras questões. Na pós-avaliação, ele respondeu apenas o mesmo item nas mesmas duas questões. Observa-se que o aplicativo não contribuiu para melhorar seu desempenho desse aluno.

A tabela 14 apresenta a análise das respostas do aluno W para as duas avaliações:

Tabela 14 - Respostas do aluno W para as seis últimas questões das avaliações.

Aluno	Avaliação prévia – Lista de exercícios 1	
W	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 3	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 4	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 5	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e acertou a questão.
	Nº 7	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 8	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Pós-avaliação – lista de exercícios 2	
	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 2	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o b .
	Nº 3	Representou as forças, acertou o item a e não acertou o b .
	Nº 4	Representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 5	Representou as forças e acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e errou a questão.
Nº 7	Não representou corretamente as forças e errou a questão.	

Analisando as respostas do aluno W na avaliação prévia, observou-se que ele acertou a sexta e o item “a” da terceira e quarta questão dessa avaliação. Quanto à pós-avaliação, ele acertou as mesmas questões, no entanto, representou as forças na terceira, quarta e quinta questão.

Nesse sentido, observou-se que esse aluno já trazia em sua estrutura cognitiva conhecimentos prévios suficientes para responder tais questões, pois o fez nas duas avaliações. No entanto, pode-se considerar, como já havia acontecido para a maioria dos alunos, que o aplicativo fez com que os alunos conseguissem representar todas as forças do arranjo experimental, podendo, então, ser usado como organizador prévio para tal função.

A tabela 15 apresenta a análise das respostas do aluno X para as duas avaliações:

Tabela 15 - Respostas do aluno X para as seis ultimas questões das avaliações.

Aluno	Avaliação prévia – Lista de exercícios 1	
X	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 3	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 4	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 5	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e acertou a questão.
	Nº 7	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 8	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Pós-avaliação – lista de exercícios 2	
	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 2	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o b .
	Nº 3	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o b .
	Nº 4	Não representou as forças e não respondeu à questão.
	Nº 5	Não representou as forças e acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e errou a questão.
Nº 7	Não representou as forças e não respondeu à questão.	

Observando as respostas do aluno X na avaliação prévia, percebeu-se que esse aluno obteve êxito somente na sexta e no item “a” da segunda questão dessa avaliação. Na pós-avaliação, esse aluno não evoluiu de forma considerável, pois acertou apenas as mesmas questões da avaliação prévia e o item “a” da terceira questão. Essa análise evidencia que o aplicativo não contribuiu para melhorar o desempenho desse aluno nas resoluções das questões propostas.

A tabela 16 apresenta a análise das respostas do aluno Y para as duas avaliações:

Tabela 16 - Respostas do aluno Y para as seis últimas questões das avaliações.

Aluno	Avaliação prévia – Lista de exercícios 1	
Y	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 3	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o item b .
	Nº 4	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 5	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 7	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 8	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Pós-avaliação – lista de exercícios 2	
	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 2	Não representou as forças e acertou a questão.
	Nº 3	Não representou as forças, acertou o item a e não acertou o b .
	Nº 4	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 5	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e não acertou a questão.
Nº 7	Não representou as forças e não respondeu à questão.	

Na avaliação prévia, o aluno Y respondeu corretamente apenas ao item “a” da terceira questão. Na pós-avaliação, ele acertou a segunda e apenas o item “a” da terceira. Como a maioria dos alunos acertou essas duas questões nas duas avaliações, e o aluno em questão não representou os vetores em nenhuma questão, não se considera essa pequena mudança na resposta desse aluno como advinda do uso do aplicativo, ou seja, o aplicativo pouco contribuiu para o desempenho desse discente nessas avaliações.

A tabela 17 apresenta a análise das respostas do aluno α para as duas avaliações:

Tabela 17 - Respostas do aluno α para as seis últimas questões das avaliações.

Aluno	Avaliação prévia – Lista de exercícios 1	
α	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 3	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 4	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 5	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 6	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 7	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 8	Não representou as forças e não acertou a questão.
	Pós-avaliação – lista de exercícios 2	
	Questões	Análise das respostas do aluno
	Nº 2	Não representou as forças e errou a questão.
	Nº 3	Representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 4	Representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 5	Representou as forças e não acertou a questão.
	Nº 6	Representou as forças e não acertou a questão.
Nº 7	Representou as forças e não acertou a questão.	

O aluno α não acertou nenhuma questão nas duas avaliações, no entanto, apesar de não ter feito os cálculos corretamente das questões, esse aluno representou as forças em cinco das seis últimas questões da pós-avaliação. Com isso, pode-se considerar que o uso do aplicativo contribuiu para que esse aluno conseguisse representar corretamente essas forças.

As respostas desses alunos demonstraram que há uma incipiência de conhecimento que faz com que os mesmos não respondam corretamente a essas questões. Como observou-se no aluno “ α ”, faltou apenas calcular a força resultante e aplicar a segunda lei de Newton a cada bloco do sistema, logo, ele identificou as forças, mas não conseguiu concluir a questão.

5 DISCUSSÕES

Analisando os resultados obtidos na pesquisa, observou-se que o produto educacional proposto obteve alguns resultados positivos quanto ao que se pretendia testar, e outros que apesar de não serem favoráveis às aprendizagens pretendidas, faz-se pertinente discutir, pois podem contribuir para melhor compreender o processo de aprendizagem das leis de Newton e suas aplicações.

Quanto aos resultados favoráveis, analisando os gráficos 1 e 4, que trazem as porcentagens de acertos da primeira questão da avaliação previa e primeira da pós-avaliação respectivamente, percebeu-se que na avaliação prévia apenas 29% acertaram a primeira questão. Na pós-avaliação e com o uso do aplicativo App inventor, 82% acertaram a primeira questão, ou seja, houve um crescimento de 53%, quanto à construção de conhecimento referente à terceira lei de Newton.

Com isso, pode-se inferir que houve um ganho considerável na aprendizagem dos alunos com o uso do aplicativo App inventor, ele contribuiu para aprendizagem de conceitos da terceira lei de Newton, tendo em vista que essas duas questões envolvem o mesmo conhecimento, que é da terceira lei de Newton, e que os raciocínios para conseguir resolvê-las são semelhantes. Esse resultado é condizente com o pensamento de Medeiros (2002), que considera importe o uso de recursos tecnológicos para aprendizagem dos alunos, principalmente recursos que proporcionem simulações virtuais quando o experimento não for possível de ser realizado.

Este resultado leva-nos a concluir que o uso do aplicativo construído contribuiu para a aprendizagem dos conceitos relativos à terceira lei de Newton. Com isso, pode-se considerá-lo como um organizador prévio, pois segundo a teoria da aprendizagem significativa, a principal função do organizador prévio é favorecer a construção de uma ponte que interliga o que o aluno sabe com o que o mesmo já deveria saber. Assim sendo, como observado no presente estudo, os organizadores prévios mostram-se úteis para facilitar a aprendizagem do aluno, uma vez que funcionam como pontes cognitivas na estruturação do conhecimento (MOREIRA, 2008). Entretanto, faz-se pertinente salientar que, quanto à resolução das questões utilizadas no presente estudo, mais especificamente as seis últimas questões, o aplicativo não trouxe muito avanço, pois os resultados das mesmas não foram favoráveis à observação de avanço na aprendizagem.

Com isso, analisando todo o caminho percorrido na pesquisa, desde a definição dos objetivos até a análise dos achados, pôde-se perceber que existem vários fatores que contribuem para o mau desempenho dos alunos quanto à resolução de exercícios de aplicações das leis de Newton, e que esse mau desempenho não se deve apenas ao fato dos alunos não conseguirem identificar os vetores forças envolvidos na situação problema, como proposto na tese dessa pesquisa.

Nesse sentido, pode-se elencar as ideias de Chiquetto (2011), o qual afirma que as dificuldades na aprendizagem da física estão muitas vezes relacionadas com a visão distorcida que a física é percebida pelos alunos, visto que muitos a observam como uma disciplina que mostra-se impossível de ser apreendida.

Esse pensamento é confirmado quando se analisa as avaliações feitas por alguns dos alunos da pesquisa, pois observa-se que alguns deles nem tentaram fazer as questões.

Outras possíveis causas para o mau desempenho dos alunos quanto às questões referentes às aplicações das Leis de Newton das duas avaliações seriam a dificuldade que os discentes encontram nos cálculos necessários para a resolução das aplicações das leis de Newton e, mais especificamente, a soma de vetores. Esse fato pode ser observado quando se analisa as respostas dos alunos na pós-avaliação, pois a maioria dos alunos consegue identificar os vetores forças na maioria das questões, no entanto, não calcula a força resultante. Para superar tal dificuldade, sugere-se o trabalho de Mozzaquatro et al (2014) que desenvolveram um software educativo para auxiliar na resolução de exercícios sobre vetores. Outro fator a ser considerado é a diferenciação de arranjos experimentais específicos a cada questão, neste aspecto, o aluno necessitaria usar um arcabouço mais amplo que venha a dar-lhe subsídio para resolução de questões distintas referentes à aplicação das leis de Newton, para, assim, alcançar o objetivo de cada questão. No entanto, observa-se que os sujeitos aqui pesquisados não possuíam essa habilidade.

Observou-se no presente estudo que os alunos detêm conhecimentos acerca dos assuntos de física, porém não desenvolveram as habilidades necessárias para a resolução de determinados problemas em física.

As considerações feitas acima são pautadas na observação das respostas dos alunos da 2ª questão da avaliação prévia, pois observando estas, foi possível perceber que a maioria dos alunos conhecem a segunda lei de Newton. Além disso, com o uso do aplicativo, a maioria dos alunos conseguiu identificar corretamente as forças nos

problemas propostos, com isso, pode-se reiterar que as causas de os alunos não conseguirem responder às questões propostas devem-se à baixa capacidade de interpretar e aliar a problemática da questão a uma lei física que possa desvendar de forma calculável a resposta cabível.

Contudo, pode-se evidenciar que uma série de fatores contribuem para o mau desempenho dos alunos quanto à resolução de questões de aplicações das leis de Newton, não podendo considerar um fator isolado nem mesmo uma causa específica para um conjunto de alunos como um todo, tendo em vista que cada aluno tem sua particularidade, suas dificuldades e formas diferentes de aprendizagem. Estas ideias são também pontuadas por Negueiros, Amaral e Lima (2016), quando consideram a aprendizagem como um processo complexo e interativo que depende das relações do sujeito com as situações concretas nas quais está inserido.

No entanto, de maneira geral, pode-se dizer que no grupo de alunos pesquisado outro fator importante pode ser colocado como uma das causas para esse mau desempenho: esses alunos não têm habilidades ou estímulos suficientes para calcular a força resultante e aplicar a segunda lei de Newton nas diferentes situações propostas. Essas conjecturas podem ser pautadas na teoria de Ausubel, quando pontua as condições básicas para a aprendizagem significativa, ou seja, as listas de exercícios não foram potencialmente significativas ou os alunos não tiveram predisposição para aprender (MOREIRA, 2011).

Refletindo sobre as inúmeras discursões já consolidadas da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, esse trabalho permitiu-nos entendê-las sobre vários aspectos. Assim sendo, permitiu obter fundamentos suficientes para elencar alguns comentários sobre a aprendizagem significativa desse tema específico da física.

A aprendizagem significativa da física, e mais especificamente das aplicações das Leis de Newton, depende de alguns fatores, como versa a teoria supracitada. Um deles é o estímulo ou motivação do aluno para estudar o tema, ou seja, se não é um aluno que tenha afinidade com a física, esse tema deve ser exposto a esse aluno em um material que seja potencialmente significativo, como aborda a teoria (MOREIRA, 2011). No entanto, como uma série de problemas, na maioria das vezes diferentes, podem ser expostos de forma potencialmente significativo para os alunos? E se o forem, será que serão potencialmente significativos para todos?

O aluno tem que ter uma fundamentação básica para que consiga aprender o

conteúdo. Nesse ponto, destacamos os subsunçores necessários para que ocorra a aprendizagem significativa. Para o tema em questão, podem ser citados alguns específicos como: conceitos de aceleração, equilíbrio dos corpos e principalmente operações com vetores. Nesse ponto, é indispensável remeter-se a algumas das funções do professor na facilitação da aprendizagem significativa, que consiste em identificar quais os subsunçores relevantes para tal conteúdo e determinar dentre os subsunçores relevantes para a aprendizagem, quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do educando (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010).

Por fim, a aprendizagem obtida deve ser de tal forma que o aluno, quando necessário, lembrará o tema. Nesse aspecto, pode-se destacar dois fatores importantes da aprendizagem significativa, a saber, a não arbitrariedade e a substantividade da aprendizagem, ou seja, primeiro o conhecimento não pode ser armazenado na estrutura cognitiva do indivíduo aleatoriamente, tem que se arranjar às demais, de forma a seguir uma sequência lógica e, segundo, o aluno nunca conseguirá lembrar todo o assunto, o que contribui para que a aprendizagem significativa ocorra com as ideias centrais do tema.

Ademais, é importante lembrar que, na abordagem da teoria da aprendizagem significativa, o professor tem pelo menos quatro tarefas fundamentais. A primeira consiste em determinar a estrutura da matéria do ensino, organizando os conceitos e princípios hierarquicamente; uma segunda tarefa seria identificar quais os subsunçores relevantes que o aluno deveria ter na sua estrutura cognitiva para poder aprender o conteúdo a ser ensinado de forma significativa; a terceira tarefa importante seria determinar, dentre os subsunçores relevantes para a aprendizagem, quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do educando. Por fim, a quarta tarefa seria ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a assimilação da estrutura da matéria de ensino de forma que o conteúdo tenha significado para o aluno (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010).

CONCLUSÃO

Na análise das respostas dos alunos no estudo descrito, observou-se que mesmo com o uso do aplicativo App inventor, 25% dos alunos responderam corretamente apenas parte de algumas questões, 68,7% responderam por completo e corretamente apenas à 5ª questão e 6,3% responderam corretamente e integralmente à 5ª, 6ª e 7ª questões, ou seja, grande parte dos estudantes não conseguiu responder corretamente às questões referentes às aplicações das leis de Newton. Isso permite-nos concluir que outros fatores, como domínio da prática das operações com vetores e noção de interpretação e interconexão do problema com os fenômenos e a correta aplicação das leis da física que permitem a resolução dos mesmos, são necessários para que os alunos consigam resolver os problemas de aplicações das leis de Newton.

No entanto, um resultado importante foi observado: a maioria dos alunos conseguiu identificar e representar corretamente os vetores forças na maioria dos problemas da pós-avaliação. Isto mostra um avanço considerável em relação a avaliação prévia.

Assim sendo, como a premissa básica da pesquisa era a de que os alunos não conseguiam responder às questões de aplicações das leis de Newton pelo fato de não conseguirem identificar as forças atuantes nos corpos envolvidos nos problemas, pode-se concluir que o aplicativo mostrou-se eficiente na função para a qual foi desenvolvido.

O fato de os alunos conseguirem identificar as forças com uso do aplicativo evidencia a aprendizagem de conceitos da terceira lei de Newton. Com isso, conclui-se que o aplicativo contribui de forma significativa para melhorar a aprendizagem dos conceitos relacionados à terceira lei de Newton, podendo, assim, ser considerado um bom organizador prévio para o estudo desse tema, confirmando positivamente com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

Com o exposto no decorrer do estudo acerca da aprendizagem das aplicações das leis de Newton, pode-se concluir que, no estudo da Física, esse tema deve ser tratado pelo professor como um dos temas que os alunos encontram dificuldades em sua aprendizagem. Nessa perspectiva, sua aprendizagem depende de vários fatores, os quais podem ser caracterizados como o próprio conhecimento das três leis de Newton; operações com vetores; e a variedade e diversidades das aplicações

existentes. Além disso, por se tratar de aplicações e devido às poucas habilidades dos alunos em extrapolar um problema de aplicação para a sua lei física de resolução, aos olhos destes, os problemas parecem não se mostrar resolvíveis pelas leis de Newton. Isso acaba de forma equivocada reforçando a desanimadora ideia de que a física é uma disciplina difícil, fazendo com que o aluno não se predisponha a tentar solucionar determinadas questões reativas a essa área.

Nesse sentido, são válidas todas as ferramentas didáticas e as fundamentações propostas pelas teorias da aprendizagem, principalmente a da aprendizagem significativa de Ausubel, que tem muito a contribuir para a aprendizagem do tema em questão. Tomando como base os fundamentos da teoria supracitada, acredita-se que ela pode contribuir para aprendizagem das aplicações das leis de Newton à medida que dá suporte para o professor identificar teoricamente o que os alunos precisam para que ocorra a aprendizagem e de forma significativa.

Percebe-se, assim, a relevância de estudos que busquem enfoques referentes à temática aqui proposta, para que possam ampliar as discussões acerca do tema e, conseqüentemente, trazer subsídios que favoreçam o desenvolvimento de atividades com ferramentas inovadoras para proporcionar a aprendizagem dos alunos no que se refere ao ensino de física.

REFERÊNCIAS

ARTUSO, Alysson Ramos. **O uso da hipermídia no ensino de Física: possibilidades de uma aprendizagem significativa**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná.

BENTO, Maria Cristina Marcelino; CAVALCANTE, Rafaela dos Santos. **Tecnologias Móveis em Educação: o uso do celular na sala de aula**. Educação, Cultura e Comunicação, v. 4, n. 7, 2013.

CALVALCANTE, Ana Célia Sousa. **Psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem**. Teresina. UAB/FUEPI/NEAD, 2012.

CHIQUETTO, Marcos José. **O currículo de física do Ensino Médio no Brasil: discussão retrospectiva**. Revista e-curriculum, São Paulo, v.7 n.1, 2011.

CRUZ, Cristiano Cordeiro. **A teoria cognitivista de Ausubel**. Archivo Del Portal de Recursos para Estudiantes, v. 12, 2011.

DEMORAES, Naiara; GERMANO, Renato. **A construção de ponte de palito de picolé como motivação para as aulas de física no ensino médio**. In: Anais do XXXII Encontro de Físicos do Norte e Nordeste, João Pessoa, 2014.

GALENO, Artur; GONÇALVES, Tayná. **Tutorial App Inventor**. Dezembro de 2013. Disponível em: <<http://www.dai.ifma.edu.br/~mlcsilva/aulasdist/projeto5/TutorialAppInventor.pdf>>. Acessado em: maio de 2015.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

GALENO, Artur; GONÇALVES, Tayná. **Tutorial App Inventor**. 2013. Disponível em: <http://www.marcelohsantos.com.br/aulas/downloads/2Semestre_2015/orientacao_TCC/AppInventor_3.pdf>. Acessado em: abril de 2016.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: mecânica**. Ronaldo Sérgio de Biasi. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, v.1, 2009.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed.-São Paulo: Atlas, 2003.

MARÇAL, Edgar et al. **O uso de dispositivos móveis para auxiliar a aprendizagem significativa na geometria espacial**. In: Anais do Workshop de Informática na Escola, 2009

MAGALHÃES, Mônica G. Menezes; SCHIEL, Dietrich; GUERRINI, Iria Muller; JUNIOR, Euclides Marega. **Utilizando Tecnologia Computacional na Análise Quantitativa de Movimentos: Uma Atividade para Alunos do Ensino Médio**. Revista Brasileira de Ensino de Física. SP, vol. 24, nº. 2, 2002. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24_97.pdf>. Acesso em: maio de 2015.

MEDEIROS, Cleide Farias; MEDEIROS, Alexandre. **Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, SP, vol. 24, nº. 2, 2002. Disponível em <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24_77.pdf>. Acesso em: maio de 2015.

MOZZAQUATRO, Patricia Mariotto et al. **Software Educativo para o ensino de vetores integrado aos conceitos de Cloud Computing e M-Learning**. Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação, v. 1, n. 1, 2014.

MOREIRA, Marco Antonio. **ORGANIZADORES PRÉVIOS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (Advanced organizers and meaningful learning). APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, ORGANIZADORES PRÉVIOS, MAPAS CONCEITUAIS, DIAGRAMAS V e UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS 1**, p. 30, 2008.

MOREIRA, Marcos A.; DE SOUSA, Célia MSG; DA SILVEIRA, Fernando L. **Organizadores prévios como estratégia para facilitar a aprendizagem significativa**. Cadernos de pesquisa, n. 40, p. 41-53, 2013.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora livraria da física, p. 179, 2011.

NEGREIROS, Fauston; DE BRITO AMARAL, Edna; LIMA, Jennefer Alves. **FRACASSO ESCOLAR NO ENSINO DE FÍSICA NA PERSPECTIVA DE PROFESSORES DE ESCOLAS PÚBLICAS**. Psicopedagogia online. 2016 Disponível em: <http://www.psicopedagogia.com.br/new1_artigo.asp?entrID=1969#.WBdysvkrLIU>

NOGUEIRA, José de Souza; RINALDI, Carlos; FERREIRA, Josimar M. e PAULO, Sérgio R. **Utilização do Computador como Instrumento de Ensino: Uma Perspectiva de Aprendizagem Significativa**. Revista Brasileira de Ensino de Física, SP, vol. 22, nº. 4, 2000. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22_517.pdf>. Acesso em: maio de 2016.

OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, CJ de H. **Teorias de aprendizagem**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul–Instituto de Física. Porto Alegre/RS, 2010.

NUSSENZVEIG, M. Moysés. **Curso de Física Básico: mecânica**. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

PINHEIRO, Regina Cláudia; RODRIGUES, Marcia Linhares. **O Uso do Celular Como Recurso Pedagógico nas Aulas de Língua Portuguesa**. REVISTA PHILOLOGUS VIRTUAL [www. filologia. org. br/revista](http://www.filologia.org), p. 122, 2012.

RICARDO, Elio C. e FREIRE, Janaína C.A. **A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 251-266, 2007.

RONCA, Antonio Carlos Caruso. **TEORIAS DE ENSINO: A CONTRIBUIÇÃO DE DAVID AUSUBEL.** 1994. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/tp/v2n3/v2n3a09.pdf>>. Acesso em: 14 de outubro de 2015.

SANTOS, Sandra Carvalho. **O processo de ensino-aprendizagem e a relação professor-aluno: aplicação dos “sete princípios para a boa prática na educação de ensino superior”.** Caderno de pesquisas em administração, v. 8, n. 1, p. 69-82, 2001.

SANTOS, Sylvio Silveira. **Introdução ao App Inventor.** 2012. Disponível em: <<http://www.dai.ifma.edu.br/~mlcsilva/aulasdist/Tutorial%20do%20App%20Inventor.pdf>>. Acessado em: maio de 2015.

SILVA, Digiane Reis; DAMASIO, Felipe. **APLICATIVOS DE CELULAR COMO ORGANIZADORES PRÉVIOS PARA UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA DE FÍSICA.** Revista Técnico Científica do IFSC, v. 1, n. 5, p. 788, 2013.

SOARES, Luís Havelange et al. **Aprendizagem Significativa na Educação Matemática: uma proposta para a aprendizagem de Geometria Básica.** 2009.

VIVIAN, Caroline Deprá; PAULY, Evaldo Luis. **O uso do celular como recurso pedagógico na construção de um documentário intitulado: Fala sério!.Colabor@-A.** Revista Digital da CVA-RICESU, v. 7, n. 27, 2013.

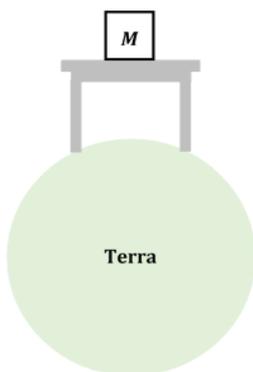
WOLBER, David; ABELSON, Hal; SPERTUS, Ellen e LOONEY, Liz. **App Inventor 2: Create Your Own Android Apps.** O’Reilly, 2ª Ed., USA, 2011.

ANEXO I



AVALIAÇÃO PRÉVIA – Lista de exercícios – 1

01 – Na figura abaixo um bloco está sobre uma mesa horizontal, que se encontra sobre a superfície da terra:



Faça um esquema representando todas as forças que agem no bloco, bem como as que, com elas, formam pares ação-reação.

02 - O bloco da figura encontra-se inicialmente em repouso, tem massa igual a 1,0 kg e, em um certo instante, começa atuar sobre ele duas forças horizontais F_1 e F_2 :



- Sabendo que as intensidades de F_1 e de F_2 valem, respectivamente, 20 N e 20 N, determine o módulo da aceleração do bloco. O bloco irá se mover?
- Se a intensidades de F_1 e de F_2 valerem, respectivamente, 30 N e 20 N, determine o módulo da nova aceleração do bloco. Nesse caso o bloco irá se mover?
- E se o bloco da figura encontrar-se em movimento com velocidade constante no sentido de F_1 , e de repente começar atuar sobre ele as duas forças F_1 e F_2 de intensidade respectivamente 20 N e 30 N, qual o módulo da aceleração do bloco nesse caso? O que acontecerá com o bloco nesse caso?

03 - Na figura abaixo, os blocos **A** e **B** têm massas $m_A = 6,0 \text{ kg}$ e $m_B = 2,0 \text{ kg}$ e, estando apenas encostados entre si, repousam sobre um plano horizontal perfeitamente liso.



A partir de um dado instante, exerce-se em **A** uma força horizontal F de intensidade igual a 16 N . Desprezando a influência do ar, calcule:

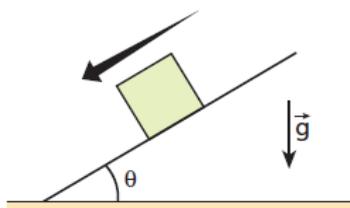
- o módulo da aceleração do conjunto;
- a intensidade das forças que **A** e **B** trocam entre si na região de contato.

04 - Dois corpos **A** e **B** de massas iguais a $m_A = 4 \text{ kg}$ e $m_B = 2 \text{ kg}$ estão apoiados numa superfície horizontal perfeitamente lisa. O fio que liga **A** e **B** é ideal, isto é, de massa desprezível e inextensível. A força horizontal \vec{F} tem intensidade igual a 12 N , constante. Determine:



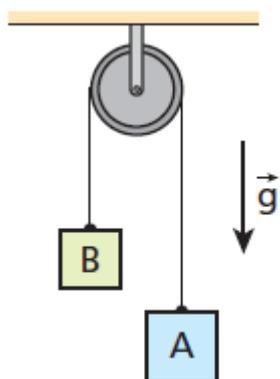
- A aceleração do sistema;
- A intensidade da força de tração no fio

05 - Um corpo de peso, $\vec{P} = 30 \text{ N}$, desliza num plano inclinado perfeitamente liso, que forma um ângulo $\theta = 30^\circ$ em relação à horizontal, como mostra a figura abaixo.



Dada a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$, determine:

- A aceleração do corpo.
- A intensidade da força normal que o plano exerce no corpo.



Considerando que o sistema partiu do repouso, determine:

- a) A aceleração do conjunto;
- b) As trações nos fios.

ANEXO II



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

FRANCISCO VIEIRA DE BRITO

TUTORIAL DO APLICATIVO MECÂNICA

Este tutorial é parte de um produto educacional desenvolvido no Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Piauí no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

Orientadora: Prof.^a. Dr^a Maria do Socorro Leal Lopes

TERESINA

2017

1. Introdução

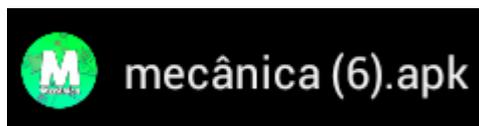
O objetivo deste tutorial é apresentar o aplicativo mecânica aos professores e alunos do ensino médio e orientá-los quanto a sua instalação e funcionalidades.

O aplicativo mecânica foi construído na plataforma APP inventor, que é uma plataforma criada para o desenvolvimento de aplicativos para sistema Android baseada na web. Sua principal função é mostrar as forças nas interações propostas em alguns dos principais problemas de aplicações das leis de Newton. É importante evidenciar que esse aplicativo não apresenta forças de atrito.

2. Instalação do aplicativo

O instalador do aplicativo (Setup) está disponível no site: <http://www.sbfisica.org.br/~mnpef/index.php/producao-academica/produtos>, no link dissertações. Ao baixar o aplicativo, ele aparecerá no seu celular com a extensão apk, que é a extensão de aplicativos para android, figura 1. Em seguida, é só clicar no setup e instalar.

Figura 1 – instalador do aplicativo.



3. Conhecendo o aplicativo mecânica

Para abrir o aplicativo, dê um clique simples no ícone, figura 2. Você abrirá a tela principal do aplicativo, figura 3.

Figura 2 – Ícone do aplicativo.



A tela principal do aplicativo **mecânica** contém sete botões com os seguintes nomes: *plano inclinado*, *forças da terceira leis de Newton*, *blocos interligados por um fio*, *sistema de polias*, *máquina de Atwood*, *blocos na horizontal e vertical* e *pesando objetos no elevador acelerado*, como mostra a figura 3 a seguir.

Figura 3 - Primeira tela do aplicativo.



O primeiro botão do **mecânica**, o *plano inclinado*, contém informações de um objeto sobre plano inclinado. Ao clicar nesse botão, abrirá uma nova tela contendo mais cinco botões com os seguintes nomes: *imagem*, *peso*, *força normal*, *componentes do peso*, *força de atrito* e *todas as forças*. Observe essas informações na figura 4 seguinte.

Figura 4 – Tela: plano inclinado.



Ao clicar em algum dos botões na tela plano inclinado, aparecerá a imagem do arranjo com o diagrama dessa força. Por exemplo, ao clicar no botão todas as forças, aparecerá na parte inferior da tela a imagem do arranjo com as correspondentes forças. Veja na figura 5 abaixo.

Figura 5 – Imagem: todas as forças.



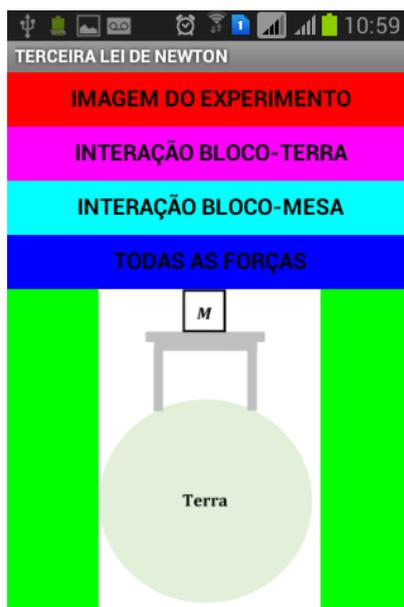
O segundo botão da tela principal do aplicativo tem o nome de *forças da terceira lei de Newton*. Ao clicar nesse botão, abrirá uma nova tela contendo mais quatro botões com os nomes: *imagem*, *interação bloco-terra*, *interação bloco-mesa* e *todas as forças*. Essas informações podem ser visualizadas na figura 6 a seguir.

Figura 6 – Tela: terceira lei de Newton.



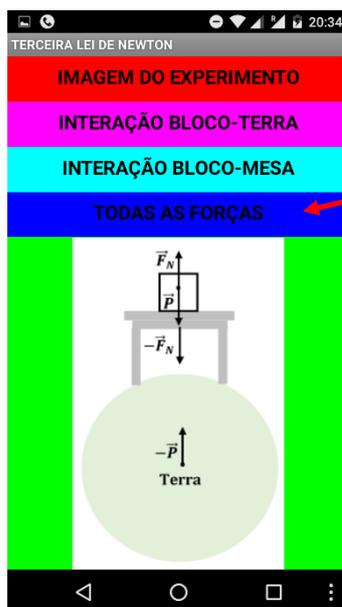
Nessa tela, ao clicar no botão *imagem do experimento*, figura 6, aparecerá a imagem de um bloco sobre uma mesa na superfície da terra, figura 7 a seguir.

Figura 7 – imagem do experimento.



Ao clicar nos demais botões dessa tela, aparecerá um diagrama contendo a correspondente força, por exemplo, ao clicar no botão *todas as forças*, aparecerá na parte inferior da tela a imagem seguinte, figura 8.

Figura 8 – imagem: todas as forças.



O terceiro botão do aplicativo tem o nome de *blocos ligados por fios*, esse botão contém informações sobre três blocos ligados por fios e puxados por uma força F . Ao

clicar nesse botão, aparecerá uma nova tela contendo quatro novos botões, como mostra a figura 9.

Figura 9 – Tela: blocos interligados por um fio.



Cada botão dessa tela fornecerá os diagramas de forças trações em cada fio que liga os blocos, por exemplo, ao clicar no botão todas as forças, aparecerá a imagem mostrada na figura 10 abaixo.

Figura 10 – Imagem: Todas as forças.



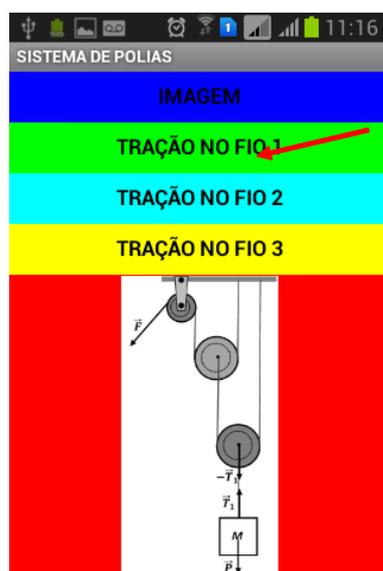
O quarto botão do aplicativo, chamado de *sistema de polias*, contém informações sobre um sistema de três polias por onde passam fios que suspendem um bloco em equilíbrio. Ao clicar nesse botão, aparecerá uma nova tela com quatro botões, figura 11.

Figura 11 – Tela: sistemas de polias.



Cada botão da tela da figura 11 traz o diagrama de forças trações. Para cada fio preso às polias, ao clicar no *botão tração no fio 1*, aparecerão, na parte inferior da tela do celular, as forças nesse fio, como mostra a figura 12 abaixo.

Figura 12 - Imagem: tração no fio 1.



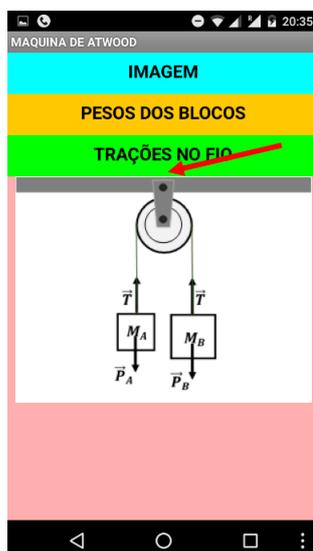
O quinto botão do aplicativo contém informações sobre um arranjo chamado *máquina de Atwood*, que é um arranjo experimental de dois blocos interligados por um fio e pendurados por meio de uma polia. Ao clicar nesse botão, abrirá uma nova tela com mais três botões, figura 13.

Figura 13 - Tela: máquina de Atwood.



Cada botão da tela máquina de Atwood fornece o diagrama de forças para cada bloco desse experimento, por exemplo, ao clicar no botão *trações no fio*, aparecerá a imagem do experimento com as forças trações que surgem no fio, figura 14 abaixo.

Figura 14 – imagem: todas as forças.



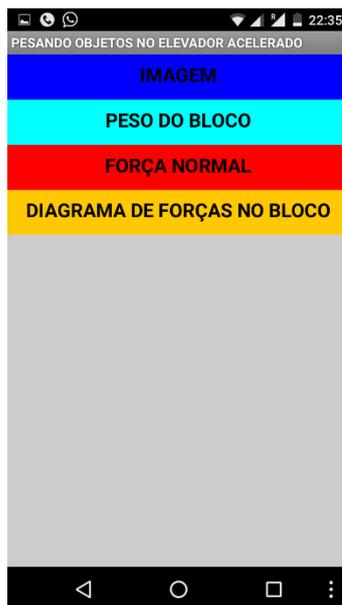
O sexto botão da tela principal do aplicativo, *blocos interligados por um fio*, como mostra a figura 3, fornece informações sobre as forças que surgem em um arranjo experimental de dois blocos interligados por um fio, sendo que um deles está apoiado em uma mesa e o outro, pendurado. Esse fio passa por uma polia que faz com que o bloco pendurado fique livre para se mover na vertical. Esse botão abre uma nova tela que contém mais quatro botões, estes fornecem as informações sobre as forças desse arranjo, como mostra a figura 15.

Figura 15 – Tela: blocos na horizontal e vertical.



Para visualizar uma determinada força do arranjo proposto na figura 15, é só clicar no botão com o nome da correspondente força que a imagem do experimento aparecerá na parte inferior da tela do celular com a correspondente força.

O sétimo e último botão do aplicativo fornece informações sobre o diagrama das forças peso e normal de um bloco, que se encontra sobre uma balança no interior de um elevador acelerado. A figura 16, a seguir, mostra os quatros botões dessa tela.

Figura 16 - Tela: pesando objetos no elevador.

De maneira geral, o aplicativo faz com que os alunos consigam identificar as forças envolvidas em alguns arranjos experimentais de aplicações das Leis de Newton. É importante pontuar que o aplicativo não traz informações sobre a força de atrito. Conhecendo essas informações com clareza, para responder à questão corretamente, eles precisam apenas aplicar de forma correta a segunda Lei de Newton a cada objeto do sistema ou ao conjunto como um todo, dependendo do problema.